

3078

MATEMATIKAI
ÉS
TERMÉSZETTUDOMÁNYI
ÉRTESITŐ.

A M. TUD. AKADEMIA III. OSZTÁLYÁNAK FOLYÓIRATA

SZERKESZTI FRÖHLICH IZIDOR OSZTÁLYTITKÁR.

XLVII. KÖTET.

NYOLC TÁBLÁVAL

MATHEMATISCHER
UND
NATURWISSENSCHAFTLICHER
ANZEIGER

DER UNGARISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

REDIGIERT VON I. FRÖHLICH KLASSENSEKRETÄR.

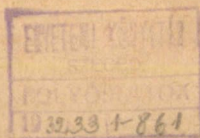
BAND XLVII.

MIT ACHT TAFELN

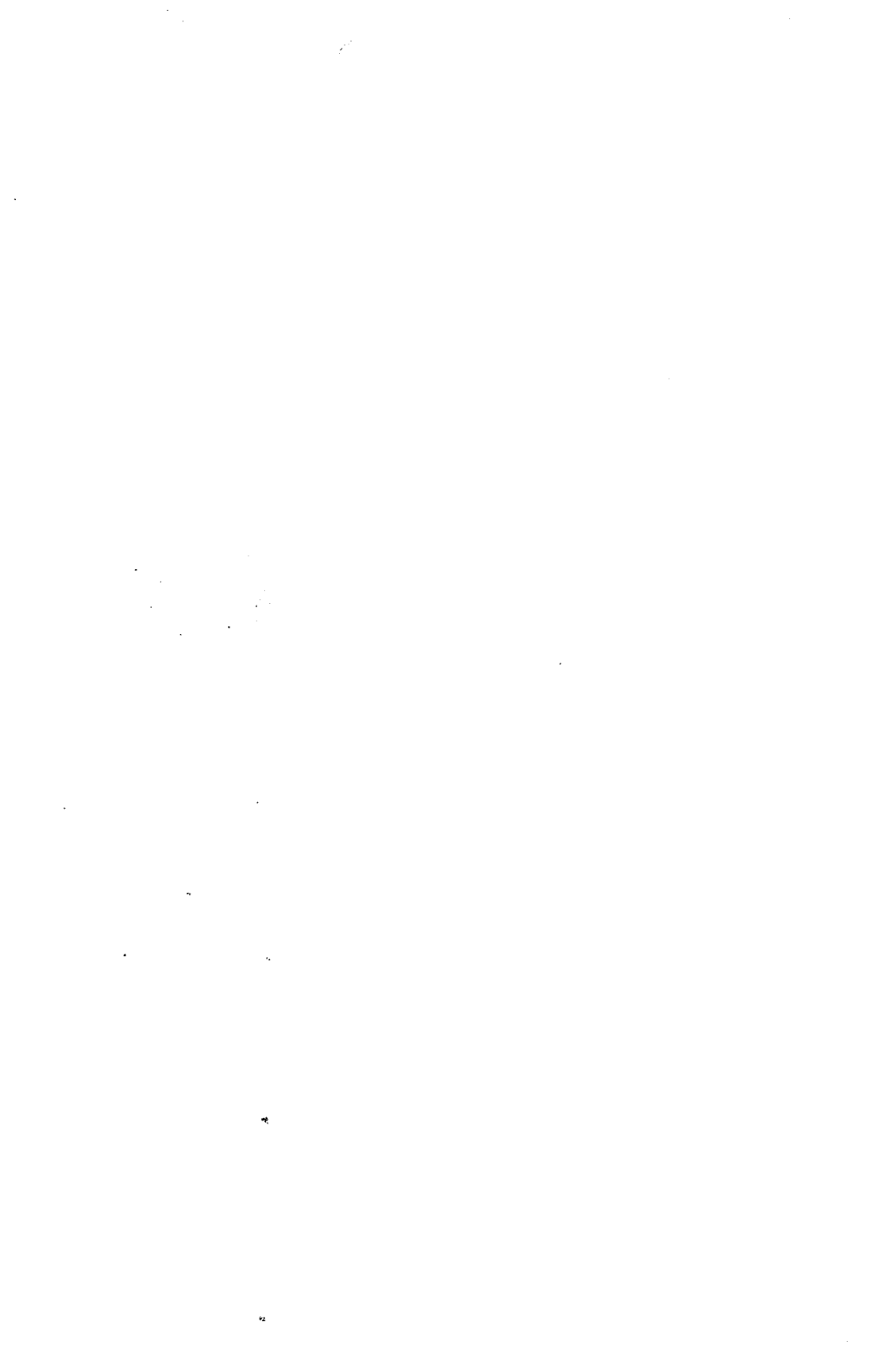
BUDAPEST.

KIADJA A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADEMIA.

1930.



Dipl
Kivétel - oldalm
FRANKFURT-TÁRSASÁG



MATEMATIKAI
és
TERMÉSZETTUDOMÁNYI
ÉRTESITŐ.

A M. TUD. AKADÉMIA III. OSZTÁLYÁNAK FOLYÓIRATA

SZERKESZTI FRÖHLICH IZIDOR OSZTÁLYTITKÁR.

XLVII. KÖTET.

NYOLC TÁBLÁVAL

MATHEMATISCHER
UND
NATURWISSENSCHAFTLICHER
ANZEIGER

DER UNGARISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

REDIGIERT VON I. FRÖHLICH KLASSENSEKRETÄR.

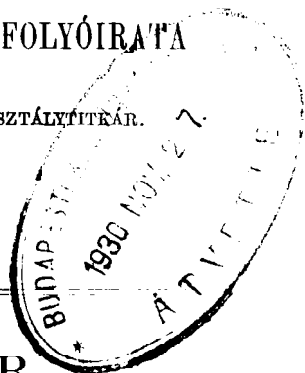
BAND XLVII.

MIT ACHT TAFELN

BUDAPEST.

KIADJA A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA.

1930.



50639



TARTALOMJEGYZÉK.

INHALTSVERZEICHNIS.

	<i>Lap</i> <i>Seite</i>
ABONYI SÁNDOR: Kísérletek a selyemhernyónak (<i>Bombyx mori</i> L.) műtápszerekkel való tenyésztésére	353—363
-- Züchtung der Seidenraupe (<i>Bombyx mori</i> L.) mit künstlich zusammengesetzten Nahrungsmitteln	364—365
ÁBRAHÁM AMBRUS: A kutya orrabórének idegvégkészülékei. (Há- rom táblával)	587—604
-- Die Nervenendorgane der Hundeschnauze. (Mit drei Tafeln)	605
BAY ZOLTÁN: Nagyintenzitású áramlökések ritkított gázokban ...	569—585
-- Über Stromstösse hoher Intensität in verdünnten Gasen ...	586
BOBEST BÉLA és PUTNOKY LÁSZLÓ: Permanganátok új előállítása	751—767
-- Eine neue Darstellungsweise der Permanganate	768—769
BOKOR REZSŐ és FEHÉR DÁNIEL: Vizsgálatok a magyarországi szikes talajok mikrobiológiai tevékenységéről	270—319
-- Untersuchungen über die mikrobiologische Tätigkeit der So- lonec-Artigen Alkaliböden (Szíkböden) der Hortobágyer-Steppe	270—319
CHOLNOKY LÁSZLÓ és ZECHMEISTER LÁSZLÓ: Néhány őszi bogó vörös festékének chemiai vizsgálata	209—217
-- Chemische Untersuchung des Pigmentes einiger herbstlichen roten Beeren	218
DARÁNYI GYULA: A bakterium-spora helyzete a fajfenntartási fo- lyamatok egy új beosztásában	544—550
-- Die Stellung der Bakterien-Spora in einer neuen Einteilung der Fortpflanzungsformen	551—552
FARKAS DÉNES és KÖNIG THEODORA mérései alapján SCHMID REZSŐ: Újabb vizsgálatok az $NO-\beta$ és $-\gamma$ -sávok szerkezetéről	485—532
-- Neue Untersuchungen über die $NO-\beta$ und $-\gamma$ -Banden ...	533
FEHÉR DÁNIEL: Vizsgálatok az erdőtalaj egyes biológiai tényezői- nek időszaki változásairól	617—641
-- Untersuchungen über die zeitlichen Änderungen einiger bio- logischen Faktoren des Waldbodens	642—651

	<i>Lap</i> <i>Seite</i>
FEHÉR DÁNIEL és BOKOR REZSŐ: Vizsgálatok a magyarországi szikes talajok mikrobiológiai tevékenységéről	270—319
— Untersuchungen über die mikrobiologische Tätigkeit der Solonch-artigen Alkaliböden (Szikböden) der Hortobágyer-Steppe	320—336
FILARSZKY NÁNDOR: A budai hóforrások nyílt vizeinek chara-féléi és néhány más érdekesebb, ritkább algafaja	652—674
— Die Characeen und einige andere seltener Algen der Ofener Thermalgewässer	675—676
FRANZENAU ÁGOSTON † jegyzetei alapján TOKODY LÁSZLÓ: Binnentali pirit és barit	553—565
— Pyrit und Baryt von Binnental	566—568
FRANZENAU ÁGOSTON † hátrahagyott jegyzetei alapján VENDL MÁRIA: Újabb adatok a magyarországi kalcitok ismeretéhez	1—19
— Neuere Daten zur Kenntnis der ungarischen Calcite	20—21
FRÖHLICH PÁL: A foszforescencia egy új törvényszerűsége	79—95
— Auszug aus «Eine neue Resultat in der Frage des polarisierten Phosphoreszenzlichts»	96
GRÓH GYULA: A Beer-féle törvény vizsgálata a jód ibolyaszínű oldatain	142—151
— Untersuchungen über die Gültigkeit des Beer'schen Gesetzes an violetten Lösungen des Jods	152
GRÓH GYULA: Kinetikai vizsgálatok a jód és erukasav addíciójáról, a jód szolvatációjáról és a hatatamos jódmolekulákról	153—169
— Kinetische Untersuchungen über die Addition des Jods und der Erucasäure, über die Solvation des Jods und über die Existenz sechsatomiger Jodmoleküle	170
GYULAI ZOLTÁN: Adalék az ionvezetés mechanizmusának ismeretéhez	770—777
— Beitrag zur Kenntnis des Mechanismus der Ionenleitung	778
KLUG LIPÓR: Kúpszeletekre és másodrendű felületekre vonatkozó néhány tétel általánosítása	110—139
— Verallgemeinerung einiger Sätze über Kegelschnitte und Flächen zweiter Ordnung	140—141
KOCH SÁNDOR: Néhány bismut-ásvány Vaskőről	219—226
— Einige Wismut-Erze von Vaskő	227
KONEK FRIGYES: Egy homo-iso-papaverin (és laudanodin) szintézise és pharmako-dinamikai hatása. I.	779—786
— Über Synthese & pharmako-dynamische Wirkung eines Homo-Iso-Papaverins (und Laudanosins) I.	787
KONEK FRIGYES: A papaverin (és laudanodin) technikai előállításának problémája	788—793
— Über das Problem der technischen Darstellung von Papaverin (& Laudanosin)	794

	<i>Lap</i> <i>Seite</i>
KÖNIG THEODORA és FARKAS DÉNES mérései alapján SCHMID REZSŐ: Újabb vizsgálatok az $NO-\beta$ - és γ -sávok szerkezetéről.....	485—532
— Neue Untersuchungen über die $NO-\beta$ - und γ -Banden	533
KUTASSY ENDRE: A heterastridiumok előfordulása a magyar- országi triaszban. (Egy táblával)	387—401
— Das Vorkommen der Heterastridien in der ungarischen Trias. (Mit einer Tafel).....	402
LÁSZLÓ SÁMUEL és MANNINGER REZSŐ: Vizsgálatok a száj- és köröm- fájás vírusának úgynevezett pluralitásáról	337—350
— Untersuchungen über die sogenannte Pluralität des Aphthen- seuchevirus	351—352
MANNINGER REZSŐ és LÁSZLÓ SÁMUEL: Vizsgálatok a száj- és köröm- fájás vírusának úgynevezett pluralitásáról	337—350
— Untersuchungen über die sogenannte Pluralität des Aphthen- seuchevirus	351—352
MAUTHNER NÁNDOR: A glükoacetyrsyngon és a glükosyng- aldehyd szintézise	255—260
— Die Synthese des Glucoacetyrsyngons und des Glucosyng- Aldehyds.....	261—263
MAUTHNER NÁNDOR: Vizsgálatok a γ resorcylsavról. II.	264—267
— Untersuchung über die γ -Resorcylsäure. II.	268—269
MORAWETZ KÁROLY: R Scuty fényváltozása (1795—1927)	403—429
— Der Lichtwechsel des veränderlichen R Scuti (1795—1927)	430—431
MÜLLER SÁNDOR és ZEMPLÉN GÉZA: Tanulmányok az alizarin- glükozidról és az alizarinbiozidokról	41—63
— Über Alizaringlykosid und Alizarinbioside	64
NAGY L. JÓZSEF: Röntgensugarak diszperziója $CuSO_4$ kristá- lyokban	70—77
— Dispersion der Röntgenstrahlen in $CuSO_4$ Krystallen	78
Sz. NAGY GYULA: Érintőszingularitás nélküli végesben fekvő sík- görbéről	693—713
— Über im Endlichen liegende ebene Kurven ohne Tangenten- singularität.....	714—715
OBLÁTH RICHARD: A prímszámok eloszlásáról	250—253
— Sur la distribution des nombres premiers	254
PACSU JENŐ és ZEMPLÉN GÉZA: Acetylezett cukrok és rokonvegyü- letek elszappanosítása	65—68
— Über die Verseifung acetylierter Zucker und verwandter Sub- stanzen	69
PATAI LÁSZLÓ: Vizsgálatok az alef sorozatról	716—730
— Untersuchungen über die Alefreihe	731
PUTNOKY LÁSZLÓ: Permangánsav közvetlen elektrochemiai előállí- tása manganosó-oldatból	732—748

	<i>Lap</i> <i>Seite</i>
— Direkte elektrochemische Darstellung der Permangansäure aus Manganosalzlösungen	749—750
PUTNOKY LÁSZLÓ és BOBEST BÉLA: Permanganátok új előállítására	751—767
— Eine neue Darstellungsweise der Permanganate	768—769
RADOS GUSZTÁV: Magasabbrendű quadraturák	171—187
— Quadraturen höherer Ordnung	188
SCHAFFER KAROLY: Újabb felfogás a családi vakságos idiotaság kórszármaszásáról	228—235
— Über eine neue Auffassung in der Pathogenese der familiären Idiotie	236
SCHMID REZSŐ: A nitrogénoxid sávjainak intenzitásviszonyairól	366—377
— Über die Intensitätsverhältnisse der NO-Banden	378
SCHMID REZSŐ: A mágneses tér befolyásáról a NO- β -sávok vonalaira; az NO- δ sávok kettős karakteréről	379—385
— Über den Einfluss des magnetischen Feldes auf die Linien der NO- β -Banden und über den Dublettcharakter der NO- δ -Banden	386
SCHMID REZSŐ: A nitrogénoxid δ -sávjairól	534—542
— Über die NO- δ -Banden	543
SCHMID REZSŐ, részben FARKAS DÉNES és KÖNIG THEODORA mérései alapján: Újabb vizsgálatok az NO- β - és - γ -sávok szerkezetéről	485—532
— Neuere Untersuchungen über die NO- β - und - γ -Banden	533
SZÁDECZKY KARDOS ELEMÉR: Az üledékes kőzetek strukturájáról	677—691
— Über die Struktur der Ablagerungsgesteine	692
SZÉLL KÁLMÁN: A kétatomú gázok rotációs energiájának ingadozásáról	189—207
— Über die Schwankung der Rotationsenergie der zweiatomigen Gase	208
SZENTPÉTERI ZSIGMOND: Szarvaskő vidékének oligoklaszközei. (Három táblával)	432—465
— Oligoklasgesteine der Gegend von Szarvaskő. (Mit drei Tafeln)	466—467
TOKODY LÁSZLÓ: Chalkopirit Ó-Radnáról	237—241
— Über den Chalkopyrit von Ó-Radna	242
TOKODY LÁSZLÓ: A kősó rombdodekaedres translációjáról	243—247
— Über die rhombendodekaedrische Translation des Steinsalzes	248—249
TOKODY LÁSZLÓ, FRANZENAU ÁGOSTON + jegyzetei alapján: Binnentali pirit és barit	553—565
— Pirit und Baryt von Binnental	566—568
TREER MÓR FERENC: A folyadék sebesség-eloszlása négyszögkeresztmetszetű csövekben	606—615
— Die Geschwindigkeitsverteilung der Flüssigkeiten in viereckigen Röhren	616

	<i>Lap</i>
	<i>Seite</i>
VENDL ALADÁR: A büdöspesti paleolitos szilánkok közzettani vizsgálata. (Egy táblával)	468—483
— Petrographische Untersuchung der paläolithischen Abspliesse aus der Höhle Büdöspest. (Mit einer Tafel)	484
VENDL MÁRIA: Újabb vizsgálatok krassószörénymegyei kalcitokon	97—108
— Neuere Untersuchungen an Kalzitcn aus dem Komitat Krassó-Szörény	109
VENDL MÁRIA, FRANZENAU ÁGOSTON † hátrahagyott jegyzetei alapján: Újabb adatok a magyarországi kalcitok ismeretéhez	1—19
— Neuere Daten zur Kenntnis der ungarischen Calcite	20—21
ZECHMEISTER LÁSZLÓ és CHOLNOKY LÁSZLÓ: Néhány őszi bogró vörös festékének chemiai vizsgálata	209—217
— Chemische Untersuchung des Pigmentes einiger herbstlichen roten Beeren	218
ZEMPLÉN GÉZA: Az α -sorozatbeli biozidok előállításmódja	22—33
— Darstellung der Bioside der α -Reihe	34
ZEMPLÉN GÉZA: A titántetraklorid hatása lãvoglũkozãnra	35—39
— Aufspaltung des Lãvoglykosans mit Titan-tetrachlorid	40
ZEMPLÉN GÉZA és MÜLLER SÁNDOR: Tanulmányok az alizarin-glũkozidról és az alizarinbiozidokról	41—63
— Über Alizarin-glykosid und Alizarin-bioside	64
ZEMPLÉN GÉZA és PACSU JENÓ: Acetylezett cukrok és rokonvegyületek elszáppanosítása	65—68
— Über die Verseifung acetylierter Zucker und verwandter Substanzen	69

ÚJABB ADATOK A MAGYARORSZÁGI KALCITOK ISMERETÉHEZ.

† FRANZENAU ÁGOSTON hátrahagyott jegyzetei alapján
írta VENDL MÁRIA.

16 ábrával.

Dr. FRANZENAU ÁGOSTON hagyatékában a kalcitokra vonatkozó jegyzetek rendezésével és összeállításával dr. ZIMÁNYI KÁROLY múzeumi igazgató úr engem bízott meg. A hátrahagyott jegyzetek közt több olyan kalcitra vonatkozó feljegyzést, kristálymérést, számítást találtam, amelyekről kristálytani adatok eddig közölve még vagy egyáltalában nincsenek, vagy, melyek a meglevő adatokat újakkal egészítik ki. Ezekből a feljegyzésekből 15 magyarországi lelőhely kalcitjainak kristálytani adatait állíthattam össze, melyek közül hat lelőhely kalcitjairól eddig egyáltalában semmi kristálytani adatunk nem volt az irodalomban. FRANZENAU vizsgálatai nemcsak a magyarországi kalcitokra vonatkozó ismereteinket gyarapítják új adatokkal, hanem 14 új alak megállapításával hozzájárulnak általában a kalcit ismeretéhez. Az áttanulmányozott hátrahagyott jegyzetekben csak itt-ott találtam a kristályok és azok előfordulási körülményeire vonatkozó pontosabb és részletesebb leírást. A legtöbb esetben csak számadatokra: mérési és számítási értékekre támaszkodva állítottam össze a kristályok leírását. FRANZENAU a következő lelőhelyekről származó kristályokon végzett vizsgálatokat: Budapest (Kis-Svábhegy, Zugliget, Szépvölgy), Békásmegyér, Üröm, Dunabogdány, Sümeg, Rohonc, Hidas, Sopron, Kósd, Brogyán, Vaskó, Blezsény, Kénesd. A kis-svábhegyi, zugligeti, szépvölgyi és két kósdai kalcitkristály rajzát a mérési adatok mellett feltüntetett vázlatok alapján szerkesztettem meg, a többi rajz FRANZENAU munkája.

Budapest

Kis-Svábhegy. (1. ábra).

A kis-svábhegyi gyönyörű kalcitkristályokat már többen tanulmányozták. Így először TRAUBE,¹ majd BRAUN² újabban pedig MELCZER³ végeztek részletes vizsgálatokat e kalcitokon.

FRANZENAU az általa vizsgált kis-svábhegyi kristályokon a következő alakokat észlelte:

Betű.	BRAVAIS.	MILLER.	Betű.	BRAVAIS.	MILLER.
<i>b</i>	{10 $\bar{1}$ 0}	{2 $\bar{1}$ 1}	<i>B</i> .	{0991}	{10.10.17}
<i>p</i> .	{10 $\bar{1}$ 1}	{100}	<i>K</i> :	{21 $\bar{3}$ 1}	{201}
<i>m</i> .	{4041}	{3 $\bar{1}$ 1}	<i>P</i> :	{32 $\bar{5}$ 1}	{302}
*	{21.0.2 $\bar{1}$.1}	{43.20.20}	<i>m</i>	{5271}	{13.2.8}
<i>δ</i> .	{01 $\bar{1}$ 2}	{110}	*	{2.27.29.14}	{15.13.14}
<i>φ</i> .	{02 $\bar{2}$ 1}	{11 $\bar{1}$ }	*	{2.13.15.7}	{867}

A régebbi szerzők vizsgálatai alapján a kis-svábhegyi kalcitokon a következő alakok voltak ismereteseek:

Betű.	BRAVAIS.	MILLER.	Betű.	BRAVAIS.	MILLER.
<i>b</i>	{10 $\bar{1}$ 0}	{2 $\bar{1}$ 1}	<i>e</i> :	{4156}	{510}
<i>π</i>	{1123}	{210}	<i>o</i> :	{9.2.11.13}	{11.2.0}
<i>p</i> .	{10 $\bar{1}$ 1}	{100}	<i>K</i> :	{21 $\bar{3}$ 1}	{201}
<i>l</i> .	{30 $\bar{3}$ 1}	{722}	<i>m</i>	{5271}	{13.2.8}
<i>m</i> .	{4041}	{3 $\bar{1}$ 1}	<i>n</i>	{63.28.91.11}	{55.8.36}
<i>b</i> .	{9091}	{19.8.8}	<i>u</i>	{1.10.11.6}	{655}
<i>t</i> .	{16.0.16.1}	{11.5.5}	<i>h</i> :	{2.10.12.7}	{755}
<i>δ</i> .	{01 $\bar{1}$ 2}	{110}	<i>∅</i> :	{4.20.24.11}	{39.37.34}
<i>φ</i> .	{02 $\bar{2}$ 1}	{11 $\bar{1}$ }	<i>η</i>	{3.16.19.2}	{8.5.11}
<i>g</i> .	{0.16.16.1}	{779}	<i>v</i>	{2791}	{425}
<i>t</i> :	{21 $\bar{3}$ 4}	{310}	<i>w</i>	{8.25.33.4}	{15.7.18}
<i>g</i> :	{5279}	{720}			

¹ H. TRAUBE: Mineralogische Mitteilungen, Neues Jahrbuch f. Min. II. 1888.

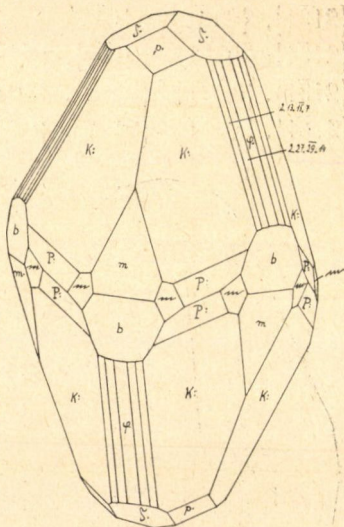
² BRAUN GY.: A budai hegyek ásványai különös tekintettel a kalcitra. Budapest, 1889.

³ MELCZER G.: Adatok a budapesti calcit kristálytani ismeretéhez. Földt. Közl. XXVI. 1896.

MELCZER G.: Adatok a Budapest környéki calcit ikerkristályainak ismeretéhez. Földt. Közl. XXVIII. 1898.

FRANZENAU ez alakok közül észlelte az $\{10\bar{1}0\}$, $\{10\bar{1}1\}$, $\{40\bar{4}1\}$, $\{01\bar{1}2\}$, $\{02\bar{2}1\}$, $\{21\bar{3}1\}$ és $\{52\bar{7}1\}$ -et, azonkívül mint a kis-svábhegyi kalcitra újakat megfigyelte még a $\{09\bar{9}1\}$ romboédert és $\{32\bar{5}1\}$ szkaloenoédert s mint a kalcitra egyáltalában új alakokat a $\{21.0.\bar{2}\bar{1}.1\}$, $\{2.27.\bar{2}\bar{9}.14\}$ és $\{2.13.\bar{1}\bar{5}.7\}$ -t. Ezekkel együtt a kis-svábhegyi kalcit alakjainak száma 23-ról 28-ra emelkedett.

A $\{21.0.\bar{2}\bar{1}.1\}$ romboéder meghatározása a $\{40\bar{4}1\}$ -hez való mérése által történt. A mért és számított érték a következő:



1. ábra.

	Mért.	Számított.
$(21.0.\bar{2}\bar{1}.1) : (40\bar{4}1)$	$11^\circ 26'$	$11^\circ 27' 12''$

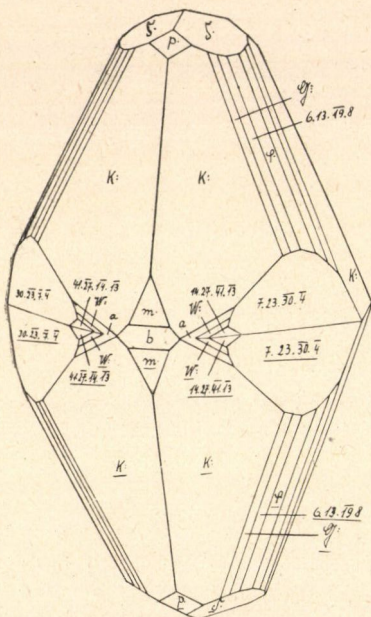
A $\{2.27.\bar{2}\bar{9}.14\}$ és $\{2.13.\bar{1}\bar{5}.7\}$ szkaloenoéderek a $[02\bar{2}1, 21\bar{3}1, 2\bar{1}\bar{1}0]$ övben fekszenek. Meghatározásuk ezen öv segítségével a $(21\bar{3}1)$ és $(02\bar{2}1)$ lapokhoz, valamint a két szkaloenoédert lapnak egymáshoz való méréséből történt. Az idevonatkozó mért és számított adatok a következők:

	Mért.	Számított.
$(2.27.\bar{2}\bar{9}.14) : (21\bar{3}1)$	$34^\circ 35'$	$34^\circ 32' 9''$
$(\bar{2}\bar{3}\bar{1}1)$	$40^\circ 46'$	$40^\circ 50' 27''$
$(\bar{2}.29.\bar{2}\bar{7}.14)$	$6^\circ 8'$	$6^\circ 18' 18''$
$(2.13.\bar{1}\bar{5}.7) : (21\bar{3}1)$	$31^\circ 17'$	$31^\circ 23' 27''$
$(02\bar{2}1)$	$6^\circ 18'$	$6^\circ 17' 51''$

A $\{2.27.\bar{2}\bar{9}.14\}$ szkaloenoéder 3 kristályon volt mérhető, melyek közül az egyik bázis szerinti iker.

FRANZENAU a mért kristályokon a következő kombinációkat figyelte meg:

$\{21\bar{3}1\}$, $\{01\bar{1}2\}$, $\{10\bar{1}1\}$, $\{52\bar{7}1\}$;
 $\{21\bar{3}1\}$, $\{10\bar{1}1\}$, $\{01\bar{1}2\}$, $\{02\bar{2}1\}$, $\{40\bar{4}1\}$, $\{10\bar{1}0\}$, $\{2.27.\bar{2}9.14\}$;
 $\{21\bar{3}1\}$, $\{02\bar{2}1\}$, $\{01\bar{1}2\}$, $\{10\bar{1}1\}$, $\{09\bar{9}1\}$, $\{21.0.\bar{2}1.1\}$;
 $\{21\bar{3}1\}$, $\{10\bar{1}1\}$, $\{01\bar{1}2\}$, $\{02\bar{2}1\}$, $\{52\bar{7}1\}$, $\{10\bar{1}0\}$, $\{2.27.\bar{2}9.14\}$;
 $\{21\bar{3}1\}$, $\{10\bar{1}1\}$, $\{01\bar{1}2\}$, $\{02\bar{2}1\}$,
 $\{40\bar{4}1\}$, $\{10\bar{1}0\}$, $\{32\bar{5}1\}$, $\{52\bar{7}1\}$,
 $\{2.27.\bar{2}9.14\}$, $\{2.13.\bar{1}5.7\}$.



2. ábra.

Az ötödik, 10 formából álló kombinációt, melyen az észlelt két új szkalenoéder előfordul, az 1. ábrában tüntetem fel.

Zugliget. (2. ábra.)

A zugligeti kalcitokról eddig semmi kristálytani adatunk nem volt. FRANZENAU-nak a Zugligetből származó kalcitokon végzett méréseiből egy ikerkristálynak a kombinációját állapíthattam meg, mely a következő alakokból áll:

Betű.	BRAVAIS.	MILLER.	Betű.	BRAVAIS.	MILLER.
<i>a</i>	$\{11\bar{2}0\}$	$\{10\bar{1}\}$	<i>K</i> :	$\{21\bar{3}1\}$	$\{20\bar{1}\}$
<i>p</i> .	$\{10\bar{1}0\}$	$\{100\}$	<i>W</i> :	$\{13.11.\bar{2}4.2\}$	$\{13.0.\bar{1}1\}$
<i>m</i> .	$\{40\bar{4}1\}$	$\{3\bar{1}1\}$	*	$\{27.14.\bar{4}1.13\}$	$\{27.0.\bar{1}4\}$
<i>t</i> .	$\{16.0.\bar{1}6.1\}$	$\{11.5.\bar{5}\}$	*	$\{23.7.\bar{3}0.4\}$	$\{19.\bar{4}.\bar{1}1\}$
<i>δ</i> .	$\{01\bar{1}2\}$	$\{110\}$	<i>G</i> :	$\{23\bar{5}2\}$	$\{31\bar{2}\}$
<i>φ</i> .	$\{02\bar{2}1\}$	$\{11\bar{1}\}$	*	$\{6.13.\bar{1}9.8\}$	$\{11.5.\bar{8}\}$

A felsorolt alakok közül a kristályon a $\{21\bar{3}1\}$ az uralkodó, majd nagyságra a $\{23.7.\bar{3}0.4\}$ egy-egy lapja következik. Ezt követik a $\{01\bar{1}2\}$, $\{10\bar{1}1\}$ és $\{40\bar{4}1\}$ lapjai, míg a többi alak alárendelten fejlődött ki.

A $\{27.14.\bar{4}1.13\}$, $\{23.7.\bar{3}0.4\}$ és $\{6.13.\bar{1}9.8\}$ szkalenooéderek teljesen újak. Az első az $[10\bar{1}1, 11\bar{2}0]$, a második a $[40\bar{4}1, 11\bar{2}0]$ és a harmadik a $[02\bar{2}1, 40\bar{4}1]$ övben fekszik.

Az alakok meghatározására szolgáló mért értékeket egybevetve a számított hajlásokkal az alábbi táblázatban állítottam össze:

		Mért.	Számított.
(21 $\bar{3}$ 1)	: (11 $\bar{2}$ 0)	23° 18'	23° 30' 43"
	(40 $\bar{4}$ 1)	19° 26'	19° 24' 10"
	(31 $\bar{2}$ 1)	35° 27'	35° 35' 44"
	(23 $\bar{1}$ 1)	75° 16'	75° 22'
	(21 $\bar{3}$ 1)	41° 45'	41° 56' 26"
	(11.13. $\bar{2}4.2$)	29° 37'	29° 43' 8"
	(14.27. $\bar{4}1.\bar{1}3$)	45° 39'	45° 59' 18"
	(7.23. $\bar{3}0.4$)	40° 32'	40° 18' 7"
	(23 $\bar{5}$ 2)	16° 33'	16° 33' 58"
	(6.13. $\bar{1}9.8$)	21° 43'	21° 31' 46"
(40 $\bar{4}$ 1)	: (16.0. $\bar{1}6.1$)	11° 10'	10° 35' 45"
	(14.27. $\bar{4}1.\bar{1}3$)	52° 26'	52° 26' 20"
	(7.23. $\bar{3}0.4$)	51° 55'	51° 57' 33"
(40 $\bar{4}$ 1)	: (16.0. $\bar{1}6.1$)	17° 16'	17° 50' 47"
(14.27. $\bar{4}1.\bar{1}3$)	: (14.27. $\bar{4}1.\bar{1}3$)	40° 7'	40° 7' 6"

A számított és mért értékek különbségéből a lapok minőségére is következtethetünk.

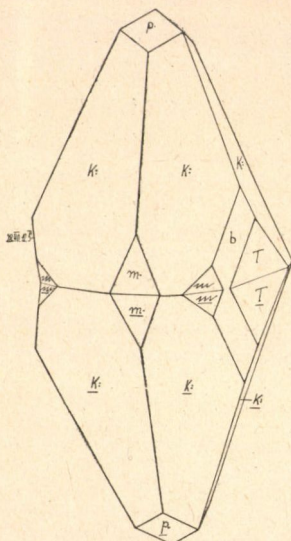
A kristályt a 2. ábrában nem egészen ideálisan, hanem lehetőleg természetes kifejlődésében igyekeztem ábrázolni, úgy amint azt FRANZENAU vázlata alapján megkonstruálhattam.

¹ WHITLOCK: A list of new cristal forms of Minerals (Bulletin of the American Museum of Natural History. vol. XLVI. Art. II. p. 89—278. New-York. 1922.) című munkájában a $\{6.13.\bar{1}9.8\}$ szkalenooédert hivatkozással FLINK: Bidrag till Sveriges mineralogi (Arkiv för Kemi, Mineralogi och Geologi. III. 1910. p. 133.) munkájára, felveszi az új alakok sorába. De FLINK értekezésében $\{6.13.\bar{1}6.8\}$ hibás index van sajtóhiba folytán közölve, a közölt hajlási adatoknak megfelelő helyes index $\{3.13.\bar{1}6.8\}$, (lásd BÖGGILD referátumát GROTH: Zeitschrift für Kristallographie. Bd. 53. 1914. p. 418.), mely szkalenooédert WHITLOCK írta le először Plainfield-i (New Jersey) kalciton 1908-ban. (Ann. Rep. N. Y. State Mus. p. 217.)

Szépvölgy. (3. ábra.)

A budai Szépvölgyből KOCH SÁNDOR¹ sipkás kalcitot írt le a $\{21\bar{3}1\}$, $\{01\bar{1}2\}$ és $\{02\bar{2}1\}$ alakokkal.

FRANZENAU jegyzeteiben egy bázis szerinti ikerkristály mérési és számítási adatait találtam, melynek lelőhelyeként Budapest, Szépvölgy van feltüntetve. A kristály a következő alakok kombinációjából áll:



3. ábra.

Betű.	BRAVAIS.	MILLER.
<i>b</i>	$\{10\bar{1}0\}$	$\{2\bar{1}\bar{1}\}$
<i>p.</i>	$\{10\bar{1}1\}$	$\{100\}$
<i>m.</i>	$\{40\bar{4}1\}$	$\{3\bar{1}\bar{1}\}$
<i>K:</i>	$\{21\bar{3}1\}$	$\{20\bar{1}\}$
<i>T</i>	$\{42\bar{6}1\}$	$\{11.\bar{1}.7\}$
<i>m</i>	$\{52\bar{7}1\}$	$\{13.\bar{2}.\bar{8}\}$
*	$\{28.12.\bar{4}0.5\}$	$\{73.\bar{1}\bar{1}.\bar{4}7\}$

Az új $\{28.12.\bar{4}0.5\}$ szkalenoéder egy elég nagy lappal van jelen. Ez a lap a $(28.\bar{4}0.12.\bar{5})$, mely jól volt mérhető az $(1\bar{3}21)$ és $(3\bar{1}\bar{2}1)$ lapokhoz. Ezek a mért adatok összehasonlítva a megfelelő számított értékekkel a következők:

	Mért.	Számított.
$(28.\bar{4}0.12.\bar{5}) : (1\bar{3}21)$	37° 20'	37° 22' 22"
$(3\bar{1}\bar{2}1)$	63° 57'	63° 50' 12"

A kristály rajzát lehetőleg természetes kifejlődésében FRANZENAU két vázlatára alapján szerkesztettem.

¹ DR. KOCH SÁNDOR: Ásványtani közlemények. Annales Musei Nat. Hung. XVIII. 1920/21.

Békásmegyer.

A Békásmegyerhez tartozó Csillaghegyről szintén egy bázis szerinti ikerkristályt mért FRANZENAU, mely hasonlít a budapesti ikerkristályokhoz. E kristály meghatározott alakjai a következők:

Betű.	BRAVAIS.	MILLER.
π	$\{11\bar{2}3\}$	$\{210\}$
p .	$\{10\bar{1}1\}$	$\{100\}$
m .	$\{40\bar{4}1\}$	$\{3\bar{1}1\}$
δ .	$\{01\bar{1}2\}$	$\{100\}$
t :	$\{21\bar{3}4\}$	$\{310\}$
K :	$\{21\bar{3}1\}$	$\{20\bar{1}\}$
ε :	$\{9.5.\bar{1}4.4\}$	$\{90\bar{5}\}$
	$\{27.14.\bar{4}1.13\}$	$\{27.0.\bar{1}4\}$
\mathcal{C} :	$\{25\bar{7}3\}$	$\{42\bar{3}\}$
\mathcal{B} :	$\{2.9.\bar{1}1.5\}$	$\{64\bar{5}\}$

Ez alakok közül a budapesti kalcitokon a $\{25\bar{7}3\}$, $\{2.9.\bar{1}1.5\}$, $\{9.5.\bar{1}4.4\}$ nem voltak konstatalhatók, ellenben a $\{27.14.\bar{4}1.13\}$ szkaloenoédert FRANZENAU zugligeti kalciton észlelte először mint új alakot.

A békásmegyeri kalcit alakjainak fontosabb mért és számított értékeit az alábbi kis táblázatban közlöm:

	Mért.	Számított.
$(21\bar{3}1) : (21\bar{1}3)$	$52^\circ 1'$	$52^\circ 9' 41''$
$(40\bar{4}1)$	$19^\circ 22'$	$19^\circ 24' 10''$
$(1\bar{1}02)$	$66^\circ 30'$	$66^\circ 29' 37''$
$(3\bar{1}\bar{2}4)$	$45^\circ 29'$	$45^\circ 31' 36''$
$(3\bar{1}\bar{2}1)$	$35^\circ 33'$	$35^\circ 35' 44''$
$(\bar{2}3\bar{1}1)$	$75^\circ 23'$	$75^\circ 22'$
$(9.5.\bar{1}4.4)$	$3^\circ 9'$	$3^\circ 3' 35''$
$(14.27.\bar{4}1.\bar{1}3)$	$45^\circ 50'$	$45^\circ 59' 18''$
$(25\bar{7}3)$	$23^\circ 35'$	$23^\circ 14' 41''$
$(2.9.\bar{1}1.5)$	$28^\circ 44'$	$28^\circ 54' 5''$

Üröm.

Egy 2 mm-nél alig valamivel hosszabb, átlátszó, víztiszta kristály lelőhelyére vonatkozólag FRANZENAU a következőket közli: «Ürömnél a felső triasz dolomitjának szögletes darabjait utólagosan képződött mészkövi össze, még pedig úgy, hogy a dolomitdarabok között visszamaradó üregeket vagy teljesen, vagy csak részben tölti ki. Az utóbbi esetben a visszamaradt üregek falain a mészpát kristályodottan kivált. A mész mellett található még pyrit vagy limonitnak pyrit utáni pszeuromorfózása.»

FRANZENAU a megmért kristályon a következő formákat határozta meg:

Betű.	BEAUVAIS.	MILLER.
π	$\{11\bar{2}3\}$	$\{210\}$
p .	$\{10\bar{1}1\}$	$\{100\}$
m .	$\{40\bar{4}1\}$	$\{3\bar{1}1\}$
δ .	$\{01\bar{1}2\}$	$\{110\}$
φ .	$\{02\bar{2}1\}$	$\{11\bar{1}\}$
K :	$\{21\bar{3}1\}$	$\{20\bar{1}\}$
t :	$\{21\bar{3}4\}$	$\{310\}$
*	$\{1.9.\bar{1}0.19\}$	$\{10.9.0\}$
*	$\{1.18.\bar{1}9.37\}$	$\{19.18.0\}$

Az uralkodó $\{10\bar{1}1\}$ lapjai igen fényesek. A kombináció második legnagyobb alakja a $\{01\bar{1}2\}$. Lapjai igen fényesek és mentesek a szokásos rostozottságtól. A velük való mérések eredményei kitűnőek. A $\{21\bar{3}1\}$ lapjai elég hiányosak, a $\{02\bar{2}1\}$ romboéder keskeny, fényes lap alakjában tompítja a $\{21\bar{3}1\}$ megfelelő sarkélét. Az $[10\bar{1}1]$, $[01\bar{1}2]$ övben fekvő $\{21\bar{3}4\}$, $\{11\bar{2}3\}$, $\{1.9.\bar{1}0.19\}$ és $\{1.18.\bar{1}9.37\}$ alakok lapjai keskeny, fényes csíkok.

Az $\{1.9.\bar{1}0.19\}$ és $\{1.18.\bar{1}9.37\}$ szkalenoéderek új alakok. A rájuk vonatkozó mért és számított érték:

	Mért.	Számított.
$(10\bar{1}1) : (1.9.\bar{1}0.19)$	$35^\circ 13'$	$35^\circ 8' 57''$
$(1.18.\bar{1}9.37)$	$36^\circ 17'$	$36^\circ 16' 19''$

Dunabogdány.

FRANZENAU jegyzeteiből megállapítható, hogy ő a dunabogdányi kalciton a $T : \{43\bar{7}1\} \{40\bar{3}\}$ szkalenoédert határozta meg.

Sümege. Zala megye. (4—8. ábra.)

FRANZENAU jegyzeteiben Sümegegről származó pyrit és kalcitra vonatkozó mérési adatokat találtam. A pyrit pontos lelőhelyét a következőképpen jellemzi: «A Sümegetől É. Ny.-ra elterülő Nummulites spira által jellegzett eocenkorú márgás mészkő egy agyagos rétege.» A kalcit közelebbi pontos lelőhelyét nem írja körül, valószínűnek tartom, hogy ezek is ugyane mészkőből származnak. E kalcitokra vonatkozó eredményeket a következőkben foglalhatom össze:

A mért kristályok 1—4 mm nagyságúak, átlátszók, kissé sárgás színűek s rajtuk FRANZENAU biztosan a következő 12 formát állapíthatta meg:

Betű.	BRAVAIS.	MILLER.	Betű.	BRAVAIS.	MILLER.
b	$\{10\bar{1}0\}$	$\{2\bar{1}1\}$	ξ .	$\{04\bar{4}3\}$	$\{77\bar{5}\}$
π	$\{11\bar{2}3\}$	$\{210\}$	M .	$\{07\bar{7}4\}$	$\{11.11.\bar{1}0\}$
λ	$\{22\bar{4}3\}$	$\{31\bar{1}\}$	φ .	$\{02\bar{2}1\}$	$\{11\bar{1}\}$
α	$\{44\bar{8}3\}$	$\{51\bar{3}\}$	ϕ .	$\{0.14.\bar{1}4.1\}$	$\{55\bar{9}\}$
p .	$\{10\bar{1}1\}$	$\{100\}$	K :	$\{21\bar{3}1\}$	$\{20\bar{1}\}$
δ .	$\{01\bar{1}2\}$	$\{110\}$	p :	$\{13\bar{4}1\}$	$\{21\bar{2}\}$

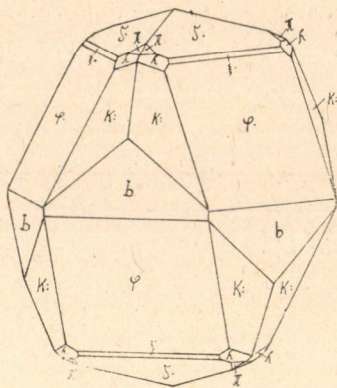
A mért hat kristály közül az $\{10\bar{1}0\}$ négyen előfordul. Lapjai mindig egyenetlenek és érdesek, úgyhogy a vele való mérések ritkán szolgáltatnak kifogástalan eredményeket.

Az $\{10\bar{1}1\}$ alapromboéder két kristályon volt megfigyelhető. Mindkét esetben fényes, keskeny lapokkal tompítja a $\{02\bar{2}1\}$ sarkéleit.

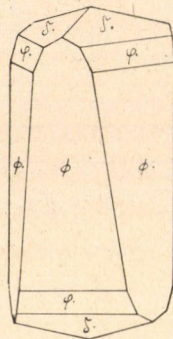
A negatív romboéderek közül a $\{01\bar{1}2\}$ három kristályon volt mérhető. Lapjai érdesek. A $\{04\bar{4}3\}$ egész keskeny csik alakjában jelenik meg egy kristályon, míg a $\{07\bar{7}4\}$ jól kifejlett, de kissé kimart lapokkal tetőz be egy kristályt. A $\{02\bar{2}1\}$ mind a



hat kristályon konstatalható volt, lapjai majdnem mindig símák és fényesek, egy kristályon jelent meg kissé görbült felületű



4. ábra.



5. ábra.

lapokkal. A $\{0.14.\bar{1}4.1\}$ egy kristály uralkodó formája, lapjai szabálytalanul rostosak, miáltal felületük kissé egyenetlen.

A második helyzetű bipyramisok közül egy kristályon az $\{11\bar{2}3\}$ és $\{22\bar{4}3\}$ kicsi, fényes lapokkal jelenik meg, a $\{44\bar{8}3\}$ két kristályon keskeny lapok alakjában lép fel.

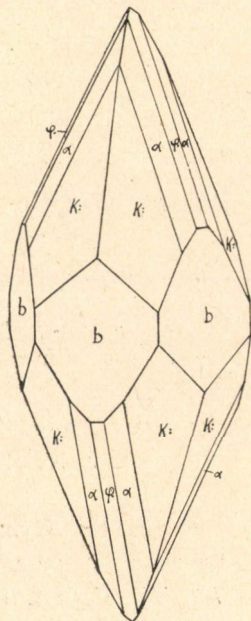
A kristályokon két szklenoéder volt megállapítható: a $\{21\bar{3}1\}$, mely öt kristályon és az $\{13\bar{4}1\}$, mely kettőn fordul elő. A szklenoéderlapok majdnem mindig fényesek és jól mérhetőek.

A konstatalt 12 alak hat kombinációt alkot, melyek közül ötöt a 4—8. ábra tüntet fel. A kombinációk a következők:

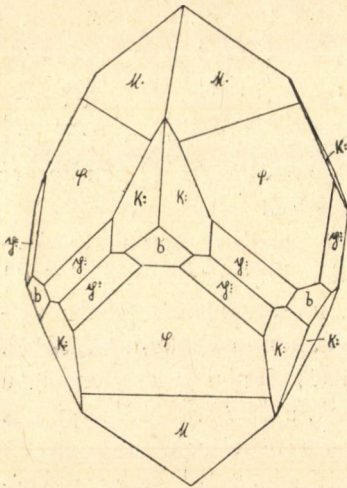
$$\{02\bar{2}1\}, \{21\bar{3}1\}, \{01\bar{1}2\}, \{10\bar{1}0\}, \{22\bar{4}3\}, \\ \{04\bar{4}3\}, \{11\bar{2}3\} \text{ 4. ábra;}$$

$$\{0.14.\bar{1}4.1\}, \{01\bar{1}2\}, \{02\bar{2}1\} \text{ 5. ábra;}$$

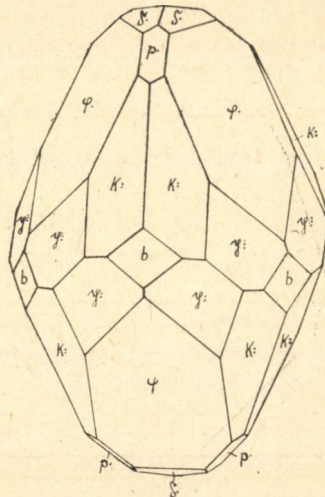
$$\{21\bar{3}1\}, \{10\bar{1}0\}, \{44\bar{8}3\}, \{02\bar{2}1\} \text{ 6. ábra;}$$



6. ábra.



7. ábra.



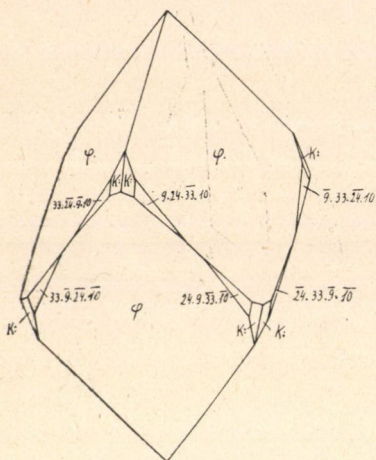
8. ábra.

- $\{02\bar{2}1\}$, $\{07\bar{7}4\}$, $\{21\bar{3}1\}$, $\{13\bar{4}1\}$, $\{10\bar{1}0\}$ 7. ábra;
 $\{02\bar{2}1\}$, $\{21\bar{3}1\}$, $\{44\bar{8}3\}$;
 $\{02\bar{2}1\}$, $\{21\bar{3}1\}$, $\{01\bar{1}2\}$, $\{13\bar{4}1\}$, $\{10\bar{1}1\}$, $\{10\bar{1}0\}$ 8. ábra.

Rohonc. Vas megye. (9. ábra).

FRANZENAU dr. JUGOVICS LAJOS gyűjtéséből származó kalcitokat mért e helyről, melyek pontos lelőhelyét a következőképpen írta körül: «Rohonc mellett az Irottkő észak-nyugatra vonuló gerincén, nem messze az Eszterházy herceg vadászkastélyától, kis kőfejtőben fillittel mészégetésre réteges szericites mészpalát fejtenek.¹ A kőzetek rétegirányát keresztező hasadékokban barna limonit és erre kristályokban kalcit rakódott le.» A mért kristályok leírását a következőkben foglalhatom össze: A kristályok szürkés-fehér színűek, ritkán fényesek, rendszeren homályosak, néha ki-martak, a $\{02\bar{2}1\}$ lapjait a hosszabb átló irányával párhuzamosan barázdák lepik el. A kristályok három forma kombinációjából állanak:

¹ Dr. JUGOVICS LAJOS: Közöttani és földtani megfigyelések a borostyánkő-rohonci hegységben. A M. Kir. Földtani Intézet évi jelentése 1914-ről. Budapest, 1915. 48. l.



9. ábra.

Betű.	BRAVAIS.	MILLER.
φ.	{02 $\bar{2}$ 1}	{11 $\bar{1}$ }
K:	{21 $\bar{3}$ 1}	{201}
*	{9.24.33.10}	{52.25.47}

melyek közül a {02 $\bar{2}$ 1} romboéder az uralkodó.

A három alak lapjai közül a legkevésbé kifogástalanok a {21 $\bar{3}$ 1} lapjai, mert nemcsak erősen rostosak, hanem még domborúak is. A {02 $\bar{2}$ 1} lapjai rendesen igen fényesek, a {9.24.33.10} lapjai is elég jól reflektálnak.

A {9.24.33.10} új szkalenoéder meghatározása a {02 $\bar{2}$ 1} lapjaihoz való hajlásából és egyik élszögéből történt. Ezek az adatok összehasonlítva a mért értékekkel a következők:

	Mért.	Számított.
(9.24.33.10) : (02 $\bar{2}$ 1)	16° 13'	16° 9' 7"
(2 $\bar{2}$ 01)	94° 8'	93° 52'
(33.24.9.10)	83° 42'	83° 25' 26"

Hidas. Baranya megye.

Lajtamésző egyes üregeiben kalcitkristályok vannak kiválva, melyeken FRANZENAU a φ·{02 $\bar{2}$ 1} {11 $\bar{1}$ } alakot állapította meg.

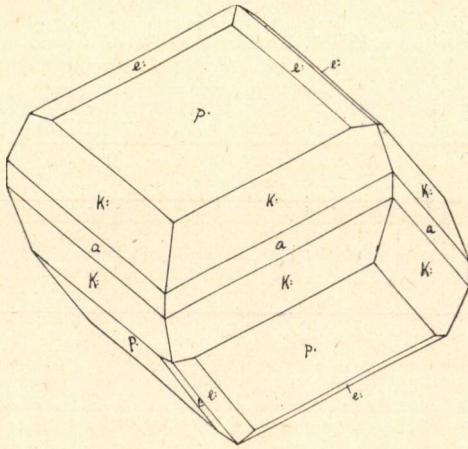
Sopron.

FRANZENAU a Balfi-erdőből származó kalcitkristályt mért, melyen a ε·{05 $\bar{5}$ 1} {22 $\bar{3}$ } meredek romboédert állapította meg.

Kósd. Nógrád megye. (10—13. ábra.)

A nógrádmegyei Kósd község határában a szénbányából kikerült eocén márga és mészkőnek hasadékaiban előforduló

kalcitkristályokat először JUGOVICS¹ tanulmányozta. Három típust különböztetett meg: egy olyant, amelynek kristályain uralkodó a másodrendű prizma, azután egy alapromboéderez és végül szkalenoéderez típust, a mely típushoz tartozó kristályok uralkodó alakja a $\{21\bar{3}1\}$ szkalenoéder. JUGOVICS későbben gyűjtött



10. ábra.

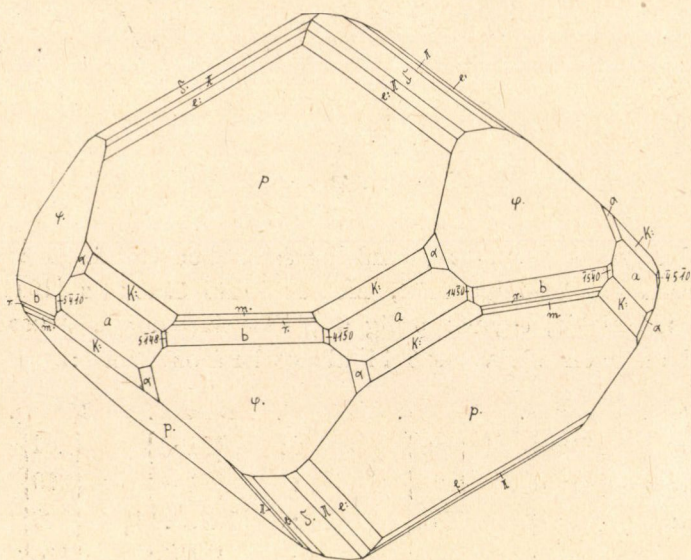
kódsi anyagát FRANZENAU rendelkezésére bocsátotta. FRANZENAU összesen hat kristályt mért, melyek közül ötnek az $\{10\bar{1}1\}$ az uralkodó alakja, egynek pedig a $\{44\bar{8}3\}$ bipyramis. JUGOVICS a kódsi anyagon a következő 11 alakot határozta meg:

Betű.	BRAVAIS.	MILLER.	Betű.	BRAVAIS.	MILLER.
<i>a</i>	$\{11\bar{2}0\}$	$\{10\bar{1}\}$	<i>K:</i>	$\{21\bar{3}1\}$	$\{20\bar{1}\}$
π	$\{11\bar{2}3\}$	$\{210\}$	<i>t:</i>	$\{21\bar{3}4\}$	$\{310\}$
<i>a</i>	$\{44\bar{8}3\}$	$\{51\bar{3}\}$	<i>f:</i>	$\{7.2.\bar{9}.11\}$	$\{920\}$
<i>p.</i>	$\{10\bar{1}1\}$	$\{100\}$	<i>e:</i>	$\{41\bar{5}6\}$	$\{510\}$
$\delta.$	$\{01\bar{1}2\}$	$\{110\}$	<i>q:</i>	$\{5167\}$	$\{610\}$
$\varphi.$	$\{02\bar{2}1\}$	$\{11\bar{1}\}$			

¹ Dr. JUGOVICS L.: Kristálytani tanulmányok magyar ásványokon. Annales Mus. Nat. Hung. 10. 1912.

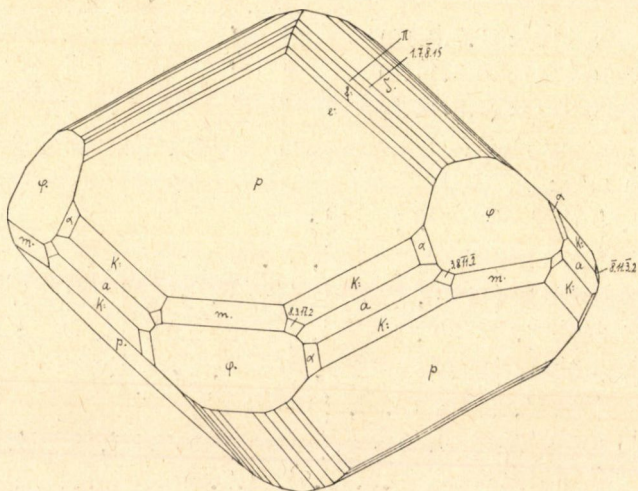
FRANZENAU a vizsgált anyagán 16 alakot állapított meg biztosan, melyek a következők:

Betű.	BRAVAIS.	MILLER.	Betű.	BRAVAIS.	MILLER.
<i>b</i>	{10 $\bar{1}$ 0}	{2 $\bar{1}$ 1}	δ .	{0112}	{110}
<i>a</i>	{11 $\bar{2}$ 0}	{10 $\bar{1}$ }	φ .	{02 $\bar{2}$ 1}	{11 $\bar{1}$ }
	{41 $\bar{5}$ 0}	{3 $\bar{1}$ 2}	<i>f</i> :	{7.2.9.11}	{920}
π	{11 $\bar{2}$ 3}	{210}	<i>e</i> :	{41 $\bar{5}$ 6}	{510}
<i>a</i> .	{44 $\bar{8}$ 3}	{51 $\bar{3}$ }	<i>v</i> :	{9.2.11.13}	{11.2.0}
<i>p</i> .	{10 $\bar{1}$ 1}	{100}	<i>K</i> :	{21 $\bar{3}$ 1}	{20 $\bar{1}$ }
<i>m</i> .	{40 $\bar{4}$ 1}	{3 $\bar{1}$ 1}	*	{1.7.8.15}	{870}
<i>r</i> .	{10.0. $\bar{1}$ 0.1}	{7 $\bar{3}$ 3}	*	{8.3.11.2}	{714}

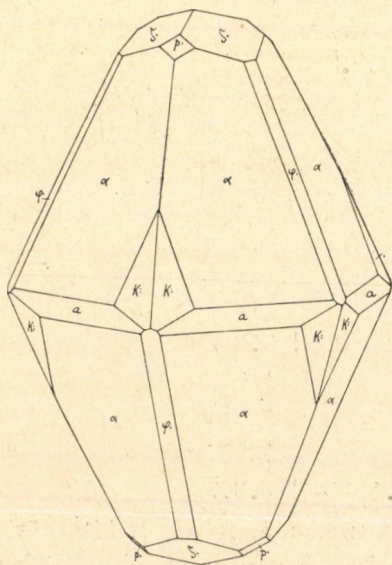


11. ábra.

Mint nem egészen biztos alakot említi még a {05 $\bar{5}$ 3} romboédert. FRANZENAU tehát nem észlelte a JUGOVICS által említett {21 $\bar{3}$ 4} és {51 $\bar{6}$ 7} szkalenoédereket, evvel szemben azonban konstatálta még az {10 $\bar{1}$ 0}, {41 $\bar{5}$ 0}, {40 $\bar{4}$ 1}, {10.0. $\bar{1}$ 0.1},



12. ábra.



13. ábra.

{9.2.11.13}, {8.3.11.2} és {1.7.8.15} alakokat, melyek közül a {9.2.11.13} szkaloédert MELCZER¹ észlelte először a budapesti kissvábhegyi kalcitkristályokon, az {1.7.8.15} és {8.3.11.2} szkaloéderek pedig a kalcitra teljesen új formák.

Az {1.7.8.15} szkaloéder az $[10\bar{1}1, 01\bar{1}2]$ övben, a {8.3.11.2} pedig a $[21\bar{3}1, 20\bar{2}1]$ övben fekszik. E két szkaloéder meghatározása az említett övekből és a következő adatokból történt:

¹ MELCZER G.: Adatok a budapesti calcit kristálytani ismeretéhez. Földtani Közlöny. 26. k. 1896.

	Mért.	Számított.
$(01\bar{1}2) : (1.7.\bar{8}.15)$	$2^\circ 47'$	$2^\circ 55' 27''$
$(21\bar{3}1) : (8.3.\bar{1}\bar{1}.2)$	$9^\circ 45'$	$10^\circ 1' 19''$
$(20\bar{2}\bar{1}) : (8.3.\bar{1}\bar{1}.2)$	$41^\circ 37'$	$41^\circ 16' 32''$

FRANZENAU az észlelt alakokból a következő kombinációkat figyelte meg:

$\{10\bar{1}1\}$, $\{21\bar{3}1\}$, $\{02\bar{2}1\}$, $\{11\bar{2}0\}$;
 $\{10\bar{1}1\}$, $\{21\bar{3}1\}$, $\{11\bar{2}0\}$, $\{41\bar{5}6\}$, 10. ábra;
 $\{10\bar{1}1\}$, $\{02\bar{2}1\}$, $\{11\bar{2}0\}$, $\{01\bar{1}2\}$, $\{10\bar{1}0\}$, $\{21\bar{3}1\}$, $\{41\bar{5}6\}$, $\{11\bar{2}3\}$,
 $\{44\bar{8}3\}$, $\{41\bar{5}0\}$, $\{40\bar{4}1\}$, $\{10.0.\bar{1}0.1\}$, 11. ábra;
 $\{10\bar{1}1\}$, $\{02\bar{2}1\}$, $\{11\bar{2}0\}$, $\{01\bar{1}2\}$, $\{10\bar{1}0\}$, $\{21\bar{3}1\}$, $\{41\bar{5}6\}$, $\{11\bar{2}3\}$,
 $\{40\bar{4}1\}$, $\{10.0.\bar{1}0.1\}$, $\{9.2.\bar{1}\bar{1}.3\}$;
 $\{10\bar{1}1\}$, $\{21\bar{3}1\}$, $\{02\bar{2}1\}$, $\{01\bar{1}2\}$, $\{40\bar{4}1\}$, $\{7.2.\bar{9}.11\}$, $\{11\bar{2}0\}$, $\{11\bar{2}3\}$,
 $\{41\bar{5}6\}$, $\{44\bar{8}3\}$, $\{8.3.\bar{1}\bar{1}.2\}$, $\{1.7.\bar{8}.15\}$, 12. ábra;
 $\{44\bar{8}3\}$, $\{01\bar{1}2\}$, $\{21\bar{3}1\}$, $\{02\bar{2}1\}$, $\{11\bar{2}0\}$, $\{10\bar{1}1\}$, 13. ábra.

A kódsdi kalcitokról FRANZENAU két rajzot készített (10. és 11. ábra). A 12. és 13. ábrát FRANZENAU vázlatai alapján készítettem, hogy a $\{8.3.\bar{1}\bar{1}.2\}$ és $\{1.7.\bar{8}.15\}$ új alakok kifejlődését, valamint a bipyramisos habitusú kristályt feltüntessem.

Brogyán. Bars megye.

FRANZENAU az édesvízi mészkőből származó kristályokon a következő alakokat konstataálta:

Betű.	BRAVAIS.	MILLER.
a	$\{11\bar{2}0\}$	$\{10\bar{1}\}$
μ	$\{53\bar{8}0\}$	$\{13.2.\bar{1}\bar{1}\}$
$p.$	$\{10\bar{1}1\}$	$\{100\}$
$\varphi.$	$\{02\bar{2}1\}$	$\{11\bar{1}\}$
$II.$	$\{08\bar{8}1\}$	$\{33\bar{5}\}$
S_1	$\{12.20.\bar{3}\bar{2}.1\}$	$\{15.3.\bar{1}\bar{7}\}$

A kristályokon a $\{08\bar{8}1\}$ az uralkodó. A $[08\bar{8}1, 11\bar{2}0]$ övbe eső $\{12.20.\bar{3}\bar{2}.1\}$ szkalenoédert 1928-ban a szentgáli kalcitokon is észleltem¹; 1912 és 1913-ban JAHN² strombergi kalcitokról írta

¹ Földt. Közl. LVIII. 1928.

² Zeitschr. f. Krist. 50 és 52. 1912 és 1913.

le, úgyhogy BROGYÁN a harmadik lelőhelye e formának. Érdekes, hogy mind a három helyen hasonló típusú kristályokon lép fel s mindig a $\{08\bar{8}1\}$ társaságában.

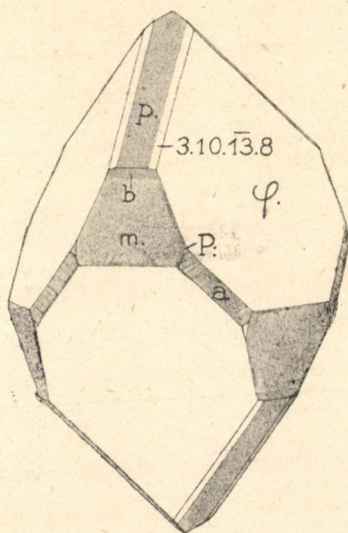
Vaskő. Krassó-Szörény megye.

Egy meredek romboédes kristályon FRANZENAU a $\varnothing \cdot \{0.14.\bar{1}4.1\}$ $\{55\bar{9}\}$ romboédert határozta meg kombinálva a $\{01\bar{1}2\}$ -vel. 1927-ben vaskői kalcitokon végzett vizsgálataim¹ alkalmával a $\{0.14.\bar{1}4.1\}$ romboédert a $\{02\bar{2}1\}$ és $\{16\bar{7}2\}$ -vel, továbbá a $\{01\bar{1}2\}$, $\{21\bar{3}1\}$ és $\{0.11.\bar{1}1.6\}$ -tal kombinálva konstatáltam.

Blezsény. Hunyad megye. (14—16. ábra.)

FRANZENAU hátrahagyott jegyzeteiben három olyan kész szerkesztett rajz volt, melyeken sem a lelőhely, sem a formák indexei nem voltak feltüntetve. Mérési adatok és vázlatos rajzok alapján megállapítható volt, hogy a három rajz Blezsényről származó kalcitokról való. A mérési és számítási jegyzetek alapján FRANZENAU e kalcitokon a következő formákat állapította meg:

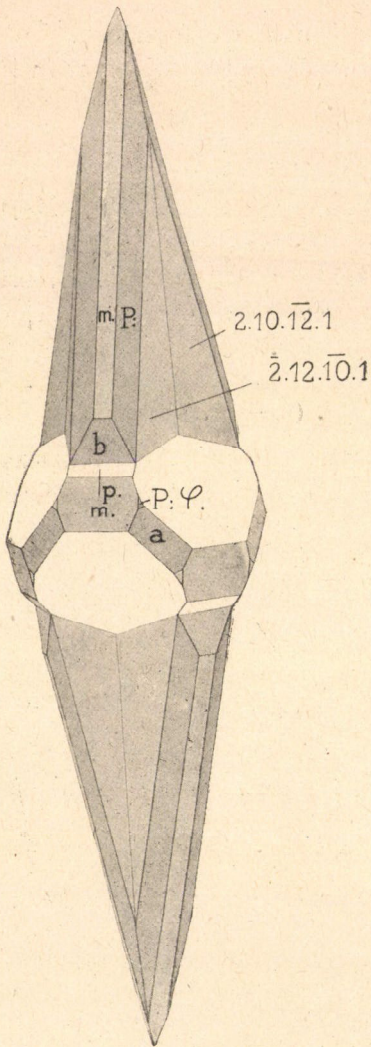
Betű.	BRAVAIS.	MILLER.
<i>b</i>	$\{10\bar{1}0\}$	$\{2\bar{1}\bar{1}\}$
<i>a</i>	$\{11\bar{2}0\}$	$\{10\bar{1}\}$
<i>p.</i>	$\{10\bar{1}1\}$	$\{100\}$
<i>m.</i>	$\{40\bar{4}1\}$	$\{3\bar{1}\bar{1}\}$
$\varphi.$	$\{02\bar{2}1\}$	$\{11\bar{1}\}$
<i>P:</i>	$\{32\bar{5}1\}$	$\{30\bar{2}\}$
*	$\{3.10.\bar{1}3.8\}$	$\{85\bar{5}\}$
*	$\{2.10.\bar{1}2.1\}$	$\{53\bar{7}\}$



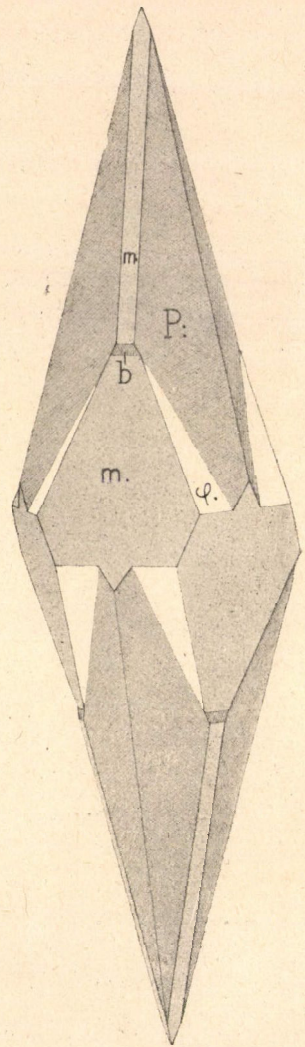
14. ábra.

A $\{3.10.\bar{1}3.8\}$ és $\{2.10.\bar{1}2.1\}$ szkalenoéderek új alakok. Előbbi a $[10\bar{1}1, \bar{1}2\bar{1}0]$ övben, utóbbi a $[\bar{4}401, 11\bar{2}0]$ övben fekszik.

¹ VENDL MÁRIA: Kristálytani vizsgálatok magyarországi kalcitokon. Math. és Természettud. Közlemények. XXXVI. k. 2. sz. 1927.



15. ábra.



16. ábra.

A fontosabb mért és számított értékek a következők:

	Mért.	Számított.
$(10\bar{1}1) : (32\bar{5}1)$	$37^\circ 58'$	$37^\circ 54' 45''$
$(40\bar{4}1) : (32\bar{5}1)$	$22^\circ 45'$	$22^\circ 46' 13''$
$(02\bar{2}1) : (3.10.\bar{1}3.8)$	$13^\circ 30'$	$13^\circ 20' 10''$
$(\bar{1}2\bar{1}0) : (\bar{2}.12.\bar{1}0.1)$	21°	$20^\circ 39' 25''$
$(4401) : (\bar{2}.10.\bar{1}2.1)$	$69^\circ 19'$	$69^\circ 20' 35''$

A formák lapjainak különböző minőségét FRANZENAU a rajzon különféle sraffirozással tüntette fel. A 14. ábra egy romboédes kombinációt tüntet fel. A rajta fellépő alakok a következők: $\{02\bar{2}1\}$, $\{10\bar{1}1\}$, $\{40\bar{4}1\}$, $\{10\bar{1}0\}$, $\{11\bar{2}0\}$, $\{3.10.\bar{1}3.8\}$, $\{32\bar{5}1\}$. A 15. és 16. ábra egy-egy szkaloédes termetű kristályt ábrázol, melyek tulajdonképpen érdekes ránövéses kristályok: romboédes kristályra meredek szkaloédes kristály van nőve. A 15. ábrában feltüntetett kristály kombinációi a következők: $\{02\bar{2}1\}$, $\{10\bar{1}1\}$, $\{40\bar{4}1\}$, $\{11\bar{2}0\}$, $\{32\bar{5}1\}$ (romboédes rész), $\{32\bar{5}1\}$, $\{2.10.\bar{1}2.1\}$, $\{40\bar{4}1\}$, $\{10\bar{1}0\}$ (szkaloédes rész). A 16. ábra kristályának romboédes részét a $\{02\bar{2}1\}$ és $\{40\bar{4}1\}$, szkaloédes részét pedig a $\{32\bar{5}1\}$, $\{40\bar{4}1\}$, $\{10\bar{1}0\}$ alakok alkotják.

Kénesd. Alsó-Fehér megye.

Négy Kénesdről származó kristályon FRANZENAU a következő alakokat konstatalta:

Betű.	BRAVAIS.	MILLER.
δ .	$\{01\bar{1}2\}$	$\{110\}$
ϕ .	$\{05\bar{5}2\}$	$\{778\}$
	$\{06\bar{6}1\}$	$\{7.7.\bar{1}1\}$
M :	$\{7.4.\bar{1}1.3\}$	$\{704\}$

A $\{7.4.\bar{1}1.3\}$ mind a négy kristályon fellép, még pedig kettőnek uralkodó alakja, melyhez csak a $\{05\bar{5}2\}$ járul. A másik két kristályon legnagyobb lapokkal fejlett a $\{06\bar{6}1\}$ romboédes. A kombináció alkotásában még a $\{01\bar{1}2\}$ és $\{7.4.\bar{1}1.3\}$ alakok vesznek részt.

A vizsgált 15 lelőhely calcitjain észlelt összes formák száma 52, melyek közül 14 új.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1929 december 16.-án tartott üléséből.)

NEUERE DATEN ZUR KENNTNIS DER UNGARISCHEN CALCITE.

Von † AUGUST FRANZENAU. Mitgeteilt von MARIA VENDL.
Auszug.

In den hintergelassenen Notizen von Dr. A. FRANZENAU fand ich mehrere Aufzeichnungen, Kristallmessungen und Rechnungen in Bezug auf solche Calcite, über welche kristallographische Daten bisher noch durchaus nicht mitgeteilt wurden, oder welche die bisherigen mitgeteilten Daten mit neuen ergänzen. Aus diesen Aufzeichnungen konnte ich die kristallographischen Daten der Calcite von 15 ungarischen Fundorten zusammenstellen, unter denen findet sich über die Calcite von 6 Fundorten keine Angabe in der Literatur. FRANZENAU'S Untersuchungen vermehren unsere Kenntnisse mit neuen Daten nicht nur in Bezug auf die ungarischen Calcite, sondern auch durch die Feststellungen von 14 neuen Formen beitragen überhaupt zur Kenntnis des Calcites. FRANZENAU hat die Calcite der folgenden Fundorten untersucht: Budapest (Kis-Svábhegy, Zugliget, Szépvölgy), Békásmegyér, Üröm, Dunabogdány, Sümeg, Rohonc, Hidas, Sopron, Kósd, Brogyán, Vaskő, Blezsény, Kénesd.

An den Calciten des Kis-Svábhegy, an einfachen Kristallen, und an Zwillingen nach der Basis, konnten 12 Formen festgestellt werden, unter denen zwei an den Calciten des Kis-Svábhegy noch nicht bekannt waren und zwei für den Calcit überhaupt neu sind.

Über die Calcite des Zugliget besitzen wir bisher keine kristallographische Daten. FRANZENAU hat einen Zwillingskristall gemessen mit 12 Formen, unter denen 3 neu sind.

Unter den konstatierten 7 Formen des Calcites von Szépvölgy kommt auch eine neue vor.

Der untersuchte Kombination von Békásmegyér besteht aus 10 Formen, an welchen auch eine — an den Calciten von Zugliget konstatierte — neue Form vorkommt.

An den Kristallen von Üröm konnten 9 Formen festgestellt werden, unter denen 2 neu sind.

Auch über den Calcit von Sümeg finden wir keine Angabe in der Literatur. FRANZENAU beobachtete 9 Kombinationen aus 12 Formen.

Unter den 3 Formen der rhomboedrischen Kristalle von Rohonc erwies sich eine als neue und an den teils rhomboedrischen und teils bipyramidalischen Kristallen von Kósd konnten unter den beobachteten 16 Formen auch zwei neue konstatiert werden.

Einige Calcitkristalle von Blezsény zeichnen sich durch ihre interessante Ausbildung aus, sie sind eigentlich Kristalle mit paralleler Fortwachsung: auf einen rhomboedrischen Kristall ist ein steil-skalenoedrischer gewachsen. Unter den konstatierten 8 Formen sind zwei auch hier ganz neu.

Wir kennen lernen — auf Grund FRANZENAU'S Untersuchungen — steil-skalenoedrische Kristalle von Dunabogdány, rhomboedrische von Hidas und Sopron, steil-rhomboedrische von Brogyán und Vaskő, skalenoedrische und steil-rhomboedrische von Kénesd.

An den untersuchten Kristallen von den 15 Fundorten wurden zusammen 52 Formen sichergestellt, unter denen die folgenden neu sind:

{21.0.21.1} {43.20.20} {2.27.29.14} {15.13.14}, {2.13.15.7}
 {867}, {27.14.41.13} {27.0.14}, {23.7.30.4} {19.4.11},
 {6.13.19.8} {11.5.8}, {28.12.40.5} {73.11.47}, {1.9.10.19}
 {10.9.0}, {1.18.19.37}, {19.18.0}, {9.24.33.10} {52.25.47},
 {1.7.8.15} {870}, {8.3.11.2} {714}, {3.10.13.8} {855},
 {2.10.12.1} {537}.

Die beobachteten Formen, die Kombinationen, die wichtigsten gemessenen und berechneten Werte, sowie auch die Abbildungen der Kristalle sind in dem ungarischen Text angeführt.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften, von 16. Dezember 1929.)

AZ α -SOROZATBELI BIOZIDOK ELŐÁLLÍTÁSMÓDJA.

ZEMPLÉN GÉZA r. tagtól.

Ismeretes, hogy okta-acetyl-laktózból, illetőleg okta-acetyl-cellobiózból, kloroformos oldatban, szublimált alumíniumklorid hatására, a neolaktóz, illetőleg celtrobióz aceto-klórvegyülete keletkezik.¹ A reakcióban a redukáló glükóz-komponens mélyreható átalakulást szenved. A 2. és 3. szénatom konfigurációja az ellentétesbe megy át.

Kérésemre PACSU JENŐ² úr megvizsgálta a titántetrakloridnak acetylezett cukrokra és glükozidokra való hatását és azt találta, hogy a titántetraklorid egyrészt képes az acetylezett cukrokat bomlástermékek keletkezése nélkül α -acetoklórszármazékokká, másrészt ugyancsak bomlástermékek fellépése nélkül β -glükozidokat α -sorbéli glükozidokká átalakítani. Amint azt PACSU úr velem levélben közölte, tud ez úton α -heptaacetyl-metilcellobiozidot előállítani a β -származékból, α -fenilcellobiozidot azonban nem.

Érdeklődésemet felkeltette a szublimált vaskloridnak acetylezett cukrokra kloroformos oldatban gyakorolt hatása. Ennek kitanulmányozására számos kísérletet végeztem. Ezek során kitént, hogy a vasklorid az acetylezett cukrokat nem alakítja át acetohalogénszármazékokká. A reakciókeverékből azonban mindig a kiindulási anyagtól különböző termékeket kaptam vissza. Redukálóképességük feltűnően alacsony volt, szappanosítás és

¹ A. KUNZ és C. S. HUDSON: Journ. Amer. chem. Soc. 48, 1978, (1926); C. S. HUDSON: Journ. Amer. chem. Soc. 48, 2002. (1926); A. KUNZ és C. S. HUDSON: Journ. Amer. chem. Soc. 48, 2435. (1926.)

² E. PACSU: Berichte der Deutschen Chem. Gesellschaft 61, 1508. (1928.)

ásványi savakkal való hidrolízis után azonban újból magas-redukciójú anyagokká alakultak. Főleg az α -okta-acetyl-cellobióz és a β -okta-acetyl-maltóz viselkedését vizsgáltam meg. A reakciótermékek rendszeres elválasztásával oly anyagokhoz jutottam, melyek redukálóképessége — a glükózét 100-nak véve — 2 és 3% között mozgott. Eleinte arra gondoltam, hogy kondenzálással magasmolekulájú származékok keletkeznek. Az alacsony molekulású azonban egyszerű termékekre vallott. Végül is a teljesen metilezett anyag vizsgálatánál vakpróbaként végzett metoxilmeghatározás világította meg a kérdést. Ennek alapján kitűnt, hogy a már eredetileg alkoholtartalmú kloroformban az okta-acetyl-cellobióz és -maltózból, vasklorid jelenlétében, ecetsav hasad le és hepta-acetyl-etil-cellobiozid, illetőleg, -maltozid keletkezik. Ez a reakció igen figyelemreméltó. Hogy az etilezés tényleg a kloroformban jelenlevő alkohol hatására megy végbe, azáltal bizonyítható, hogy a teljesen alkoholmentes kloroformban nyomokban sem keletkezik biozid. Viszont, ha ehhez az alkoholmentes kloroformhoz a szükséges alkoholmennyiséget hozzáadjuk, képződik benne biozid.

Nagyon feltűnő, hogy az így keletkezett biozidok α -sorbeliek. A módszer tehát alkalmas arra, hogy egy okta-acetyl-biózt közvetlenül acetylezett α -bioziddá alakítsunk át vele. Ez eddig nem volt lehetséges. Tudomásom szerint eddig még α -sorozatbeli bióz nem is ismeretes. Az irodalomban van ugyan közlemény,¹ egy hepta-acetyl- α -metil-, illetőleg - α -etil-maltozidról, de a két vegyület valószínűleg β -származék, tekintve, hogy acetoklórimaltózból készültek ezüstkarbonáttal, metil-, illetőleg etil-alkohol hatására. Már pedig halogénnek metoxillal való kicserélésénél, mely WALDEN-féle átfordulással van összekötve, tapasztalat szerint, mint az összes többi α -acetohalogénszármazéknál, itt is β -származék kell hogy keletkezzék.

Az α -fenolbiozidok előállítására a vaskloridos kezelés könnyen érthető okokból nem használható. Erre azonban sikerült más módszert kidolgozni.

Vizmentes közegben aluminiumamalgalommal végzett redu-

¹ FOERG: Chem. Centralblatt 1992, I. 861.

kálási kísérletek során kitűnt, hogy acetobrom-cellobiózból, benzolos oldatban, aluminiumdarával és higanyacetáttal melegítve, rövid idő alatt az összes bróm lehasad és a reakciókeverékből jó termeléssel hepta-acetyl-cellobióz különíthető el. Ha a kísérletet absz. alkoholban végezzük el, hepta-acetyl- β -etil-cellobiozid keletkezik. Az acetobrom-cellobióz benzolos oldatához fenolt adva és aluminiumdarával és higanyacetáttal vízfürdön rövid ideig melegítve, hepta-acetyl- α -fenol-cellobiozid keletkezik. Ez úton annyira tiszta terméket kapunk, hogy forgatóképessége titántetra-kloridos kezelésnél már nem emelkedik. A cellobióz a reakció folyamán nem alakult, illetőleg rendeződött át. Ez azzal bizonyítható, hogy a termék jégecetes brómhidrogén hatására könnyűszerrel acetobrom-cellobiózzá alakítható. Hasonló úton állítható elő a hepta-acetyl- α -cyclohexyl-cellobiozid is.

A vaskloridos és aluminiumdara-higanyacetátos módszerekkel tehát előállíthatók az alkoholok, illetőleg fenólok α -sorbéli biozidjai.

A módszereknek a szénhidrátok egész területére való kiterjesztésére, illetőleg az eredményeknek a fémek és higanyok változtatásával való befolyására irányuló kísérletek folyamatban vannak.

Bizonyos előkísérletek arra mutatnak, hogy alifás alkohol helyett hexozok tetra-acetyl-, illetőleg biozok hepta-acetylszármazékait alkalmazva, a teljesen acetylezett cukorból, vasklorid hatására, ecetsav hasad le és magasabb cukorszármazékok keletkeznek. Ez irányban is folynak kísérletek.

KÍSÉRLETI RÉSZ.

Hepta-acetyl- α -etil-cellobiozid.

Az előállításra irányuló számos kísérlet közül hármat hozok fel példának. A reakció időtartama függ a vasklorid sajátságaitól. A reakció lefolyásáról legjobban tájékoztat az anyag redukálóképességének meghatározása. Eczélből előzetesen alkoholban szuszpendálva hideg nátronlúgban szappanosíthatjuk el. A kísérletekhez kereskedésbeli kloroformot használtam, klórkalciummal megszáritva és kevés foszforpentoxidról ledesztillálva.

I. 100 gr α -okta-acetyl-cellobiózt 750 cm³ kloroformban oldva, 15 gr KAHLBAUM-féle szublimált vaskloriddal melegítünk klórkalciumos csővel zárt visszacsépegő hűtővel. Körülbelül 20 perces melegítés után világossárga anyag kezd kiválni, az oldat közben folyton sötétebb sárgásbarnaszínű lesz. A kloroformos oldatot körülbelül 1 liter vízbe öntve elválasztjuk és vízzel halogénmentesre mossuk. Ehhez körülbelül négy mosás kell. A kloroformos oldatot klórkalciummal szárítjuk, csontszénnel derítjük és a szüredéket csökkentett nyomáson bepároljuk. A maradékot 50 cm³ kloroform + 500 cm³ alkoholban oldjuk forralva és eltesszük. A másnapra kivált terméket 300 cm³ alkohollal főzzük ki, az oldatot 35—45°-ra hűtjük, leszívátjuk és a szüredéket az első kristályosítás szüredékével együtt csökkentett nyomáson bepároljuk. A maradékot 50 cm³ forró alkoholból oldjuk át. Kapunk 6—7 gr-ot. Olvadáspontja 168°. Redukálóképessége a glükózénak 2·5 %-a.

II. 100 gr okta-acetyl-cellobiózt 750 cm³ kloroformban oldva, 5 gr vaskloriddal $\frac{5}{4}$ óra hosszat forralunk visszacsépegő hűtőn. A kloroformos oldatot az I. kísérlet szerint kimosva stb., a maradékot 400 cm³ forró alkoholból kristályosítjuk át. Másnap leszívátva a kristályokat 250 cm³ alkohollal főzzük ki és 35—45°-on szűrjük. Az oldatlan maradék 15·5 gr, redukálóképessége glükózra számítva 17·3%. A két szüredéket egyesítve, csökkentett nyomáson körülbelül 30 cm³-re pároljuk be és állni hagyjuk. Másnapra 5·5 gr válik ki. Redukálóképessége 2·8%.

III. 200 gr okta-acetyl-cellobiózt 1500 cm³ kloroformba oldva, 30 gr vaskloriddal forraljuk visszacsépegő hűtőn 1 $\frac{1}{2}$ óra hosszat. A kloroform-maradékot 800 cm³ alkoholból kristályosítjuk át. Az első kiválás három óra múlva 41 gr; glükózra számítva 16·1 %-os redukcióval. Az anyalúgból másnapra 22·5 gr anyag válik ki, redukciója 8·6%. Csökkentett nyomáson körülbelül $\frac{1}{3}$ térfogatra bepárolva, a másnapra kiváló anyagot 70 cm³ alkoholban oldjuk és eltéve 4·5 gr kristályosodik ki. Redukció 4·0%.

Számos hasonló kísérletnél nyert tapasztalat szerint 100 gr okta-acetyl-cellobiózból rendszeren 6—7 gr olyan kristályos termék kapható, melynek glükózra számított redukciója 2 és 3% között van.

Legjobb a közel egyező redukciójú frakciókat összegyűjteni és együttesen tovább feldolgozni. Például: 92 gr 7–10%-os redukciójú terméket háromszor, összesen 1 liter alkohollal főzzük ki. Az oldatlan maradék 46 gr, 12·9%-ot redukál. A forró alkoholból lehülésre 16 gr 5%-os redukciójú anyag kristályosodik ki. Két nap alatt további 9·5 gr válik ki, redukció 2·3%. Az anyalúgot csökkentett nyomáson 80 cm³-re besűrítve 5·5 gr kristályosodik ki, redukció 1·7%.

Ha a kísérlethez teljesen alkoholmentesre mosott és foszforpentoxidról desztillált kloroformot használunk, változatlan oktaacetyl-cellobiózt kapunk vissza. Az alkoholmentes kloroformhoz 1% absz. alkoholt adva, fenti sajátságú terméket kapunk.

58 g. különböző előállításal kapott anyagot, melynek glükózra számított redukciója 2 és 3% között van, 350 cm³ forró alkoholból kristályosítunk át. Kiválik 45 gr. További átoldással sajátságai már nem változnak. Az anyalúgból, bepárlással, még 6 gr kristály nyerhető ki.

3·570 mg : 6·10 mg CO₂, 1·875 mg H₂O.

α -Hepta-acetyl-etyl-cellobiozid, C₂₈O₄₀H₁₈ (664·32).

Számított C : 50·58, H : 6·07%.

Talált C : 50·42, H : 5·88%.

Forgatóképesség :

$$[\alpha]_D^{16} = + \frac{4\cdot75^\circ \times 10\cdot1392}{1\cdot496 \times 0\cdot6478} = + 49\cdot7^\circ, \text{ kloroformban.}$$

Redukálóképesség :

0·2230 gr : 1·50 cm³ n/10-KMnO₄ = 2·1%

0·321 " : 2·3 " n/10-KMnO₄ = 2·27%.

5% sósavval 2·5 óra hosszat hidrolizálva :

0·1010 gr : 15·7 cm³ n/10-KMnO₄ = 52%.

Etoxilszám :

6·799 mg : 2·08 mg AgJ; 7·511 mg : 2·44 mg AgJ.

C₂₈H₄₀O₁₈ (664·32).

Számított OC₂H₅ : 6·78%.

Talált OC₂H₅ : 6·01%.

Molekulásúlymeghatározás (Rast):

$$\frac{0.0134 \times 38}{0.1374 \times 5.5} = 628, \text{ számított } 664.$$

Szintelen, finom tűk; kapillárisban evithve 169—170°-on olvad, pár fokkal előbb beálló zsugorodás után szintelen folyadékká. Oldja kloroform, acetone, forró alkohol jól; éter és hideg alkohol nehezen; nem oldja petroléter és víz.

Jégecetes oldatban brómhidrogénnel való bontása a cellobiozidok bontására kidolgozott régebbi eljárásom¹ szerint történt: 10 gr anyagot 10 cm³ kloroformban oldva, 25 cm³ jégecetes brómhidrogénnel öntünk le és hat óráig tartunk 18°-on. 10 cm³ kloroformmal higitva, az oldatot savmentesre mossuk, klórcalciummal szárítjuk és csökkentett nyomáson körülbelül 20 cm³-re pároljuk be. 50 cm³ étert adva hozzá, 3.8 gr kristályosodik ki. A kloroform + éterből újból átkristályosított termék 180°-on olvad, bomlás közben.

Halogénmeghatározás:

0.2734 gr : 3.9 cm³ *n*/10 AgNO₃.

Acetobrom-cellobióz, C₂₆H₃₅O₁₇Br.

Számított Br : 11.43 %

Talált Br : 11.40 %.

Forgatóképesség:

$$[\alpha]_D^{19} = + \frac{8.10^\circ \times 8.6950}{0.5176 \times 1.503} = + 90.5^\circ.$$

Az acetobrom-cellobióz sima keletkezése a mellett bizonyít, hogy a vaskloridos reakció folyamán a cellobióz-váz változatlan maradt.

α -Hepta-acetyl-etyl-cellobiozid kezelése titántetrakloriddal.

5 gr-ot 30 cm³ abs. kloroformban oldva, 2 cm³ titántetrakloriddal három óráig tartunk forralunk klórcalciumos csővel zárt,

¹ GÉZA ZEMPLÉN: Berichte 53, 1001. (1920.)

becsiszolt hűtős lombikban. 50 cm³ kloroformmal higitva, jeges vízzel savmentesre mossuk, klórkalciummal szárítjuk és csökkentett nyomáson szárazra pároljuk. A maradékot 35 cm³ forró alkoholból kristályosítjuk át. Kiválik 4 gr 174°-on olvadó anyag.

Redukálóképesség:

0·2378 gr : 1·50 cm³ n/10-KMnO₄ = 1·98 %, glükózra számítva.

Forgatóképesség:

$$[\alpha]_D^{15} = + \frac{4\cdot75^\circ \times 8\cdot9180}{0\cdot5378 \times 1\cdot497} = + 52\cdot6^\circ, \text{ kloroformban.}$$

A kísérlet szerint a kiindulási anyag lényegében tiszta α -hepta-acetyl-etyl-cellobiozid, mert titántetraklorid hatására forgatóképessége csak keveset (kerekén 3°-ot) emelkedik. A termék azonban még mindig nem eléggé tiszta, ez egyrészt abból látszik, hogy nem kapható meg teljesen redukciómentesen, másrészt abból, hogy β -hepta-acetyl-etyl-cellobiozidból titántetrakloriddal magasabb forgatóképességű anyag keletkezik, a következő kísérlet szerint: 2·6%-os redukciójú és kloroformban $[\alpha]_D^{18} = -19\cdot5^\circ$ -os forgatóképességű β -hepta-acetyl-etyl-cellobiozidot fenti leírás szerint titántetrakloriddal kezelünk. A kapott termék alkoholból egyszer átkristályosítva, 171°-on olvad, $[\alpha]_D^{17\cdot5} = +55\cdot6^\circ$, kloroformban. Még ez a forgatóképesség is alacsony, a tiszta α -hepta-acetyl-etyl-cellobiozid forgatóképessége még magasabb kell hogy legyen.

α -Etil-hepta-acetyl-maltozid.

150 gr okta-acetyl-maltózt 1500 cm³ 1% etilalkoholtartalmú kloroformban oldunk és 37·5 gr szublimált vaskloridot adva hosszá, egy óra hosszát melegítjük klórkalciumos csövel zárt visszacsapegő hűtővel. A kloroformos oldatot vízzel háromszor mossuk, klórkalciummal szárítjuk, karboventtel derítjük és a szüredéket csökkentett nyomáson bepároljuk. Alkoholal párszor átpárolva, elűzzük a kloroformot, a maradékot alkoholban oldjuk és vízbe öntjük. A kivált tömeg nemsokára megdermed és porrá nyomkodható szét. Nem kristályos és semmiféle oldószerből sem kristályosítható. Csökkentett nyomáson szárítva 133 gr.

Redukálóképesség:

0·5178 gr : 3·89 cm³ $n/10$ - $KMnO_4$ = 2·36%, glükózra megadva. 5%-os sósavval két óra hosszat főzve:

0·1008 gr : 15·47 cm³ $n/10$ - $KMnO_4$ = 51·3%.

Forgatóképesség:

$$[\alpha]_D^{17} = + \frac{5 \cdot 30^\circ \times 18 \cdot 1422}{1 \cdot 5006 \times 0 \cdot 5242} = + 122 \cdot 2^\circ, \text{ kloroformban.}$$

Ia vaskloriddal csak $\frac{1}{4}$ órát melegítünk, az anyag forgatóképessége +127·5°, kloroformban. Hosszabb, például kétórás hevítésre a forgatás +112·4°-ra csökken, nyolc órai hevítés után $[\alpha]_D^{18} = + 98 \cdot 6$. Ez utóbbi terméket kloroformos oldatban friss vaskloriddal melegítve, a forgatóképesség újra emelkedik.

Acetylszám:

0·3032 gr : 32·31 cm³ $n/10$ - $NaOH$.

0·2996 gr : 32·31 cm³ $n/10$ - $OaOH$.

Hepta-acetyl-metil-maltozid, (664·32).

Számított acetyl 45·31.

Talált acetyl 45·84; 46·39.

Szintelen por, kapillárisban hevítve, 80—85°-on zsugorodik és 90—100° közt olvad. Etil- és metilalkohol, acetón, kloroform, éter és benzol jól oldja; víz és petroléter nem oldja.

Titáنتetrakloridos kezelés: 5 gr-ot 50 cm³ absz. kloroformban oldva 2 cm³ titáنتetrakloridot adunk hozzá és klórkalciumos csővel ellátott visszacsepegő hűtővel forraljuk három óra hosszat. Jegesvizbe öntve 50 cm³ kloroformmal higitjuk, vízzel savmentesre mossuk, klórkalciummal szárítjuk, szűrjük és csökkentett nyomáson bepárolva elűzzük a kloroformot. A maradékot alkoholban oldva, vízbe öntjük. Szétdolgozva leszivatjuk és csökkentett nyomáson foszforpentoxid és égetett mész felett szárítjuk. Súly 3·2 gr. Alkoholban oldva és vízbe öntve tisztítjuk. Megszárítva halogénmentes.

Forgatóképesség:

$$[\alpha]_D^{17} = + \frac{5 \cdot 12^\circ \times 18 \cdot 1024}{1 \cdot 5030 \times 0 \cdot 4956} = + 124 \cdot 4^\circ, \text{ kloroformban.}$$

Hepta-acetyl- β -etil-cellobiozid.

5 gr acetobrómcellobiózt 50 cm³ absz. alkoholban oldva, 3·5 gr aluminiumdarát és 1·2 gr higanyacetátot adunk hozzá, 5 percig forraljuk visszacsépegő hűtőn és forrón szűrjük. Lehűlve kristályosodik. 40 cm³ forró alkoholból átkristályosítva, 4·2 gr 180°-on olvadó terméket kapunk, 88·4%-os termeléssel. Forró alkoholból újból átkristályosítva, 186°-on olvad.

Redukálóképesség:

0·2026 gr : 1·68 cm³ *n*/10-KMnO₄ = 2·57%, glükózra számítva.

Forgatóképesség:

$$[\alpha]_D^{18} = - \frac{0\cdot80^\circ \times 17\cdot8562}{1\cdot5028 \times 0\cdot5252} = -19\cdot44^\circ, \text{ kloroformban.}$$

P. KARRER, C. NÄGELI és L. LANG¹ 184°-os olvadáspontot és $[\alpha]_D = -24\cdot76^\circ$ -ot (kloroformban) adnak meg. Termékük szintén nem redukeiómentes.

Hepta-acetyl- α -fenil-cellobiozid.

10 gr acetobrómcellobiózt 120 cm³ száraz benzolban oldva, 4 gr fenolt, 6·5 gr aluminiumdarát és 2·3 gr higanyacetátot adunk hozzá és 10 percig melegítjük vízfürdőn. A szüredékhez 50 cm³ étert adva négyszer — egyenkint 100 cm³ — vízzel mossuk, klórkalciummal szárítjuk, szűrjük és csökkentett nyomáson bepároljuk. Közben a következő, pontosan betartandó leírás szerint járunk el: Először 45°-os fürdővel bepároljuk sűrű olajjává, majd a fürdő hőmérsékletét 60°-ra emelve, az anyagot 2—2½ óra hosszat tartjuk a készülékben. A maradékot 120—130 cm³ forró alkoholban oldjuk. Lehűlve hosszú, szintelen, selyemfényű tűk válnak ki. Újbóli átoldás után az anyag 3·3 gr, a számítottaknak 32·4%-a.

Az így kapott heptaacetyl- α -fenil-cellobiozid szintelen, selyemfényű tűkből áll. Négyszeri átkristályosítás után kapillá-

¹ P. KARRER, C. NÄGELI és L. LANG: Helv. chem. Acta 3, 573. (1920.)

risban hevítve, 217°-on olvad. Kloroform, benzol, aceton jól; hideg etil- és metilalkohol és éter nehezen; víz és petroléter nem oldja.

Redukálóképesség:

Hidrolízis előtt nem redukál. 5%-os sósavval két óra hosszát forralva:

0.0992 gr : 15.04 cm³ $n/10$ - $KMnO_4$ = 50.5%, glükózra számítva. Számított redukálóképesség = 50.65%.

Forgatóképesség:

$$[\alpha]_D^{17} = + \frac{3.59^\circ \times 17.6080}{1.4791 \times 0.5270} = + 81.10^\circ, \text{ kloroformban.}$$

3.970 mg : 7.930 mg CO_2 , 2.09 mg H_2O .

Hepta-acetyl-fenil-cellobiozid, $C_{32}H_{40}O_{18}$ (712.32).

Számított C: 53.91, H: 5.66%.

Talált C: 54.48, H: 5.89%.

Titántetrakloridos kezelés: 1.5 gr-ot kloroformban oldva, 0.7 cm³ titántetrakloriddal forraljuk visszacesepegő hűtőn három óra hosszát. Jegesvízbe öntve kloroformmal higitjuk és az oldatot savmentesre mossuk. Klórkalciummal szárítva szűrjük és csökkentett nyomáson bepárolva, a maradékot alkoholból kristályosítjuk át.

Forgatóképesség:

$$[\alpha]_D^{17} = + \frac{3.21^\circ \times 18.9070}{1.4799 \times 0.5030} = + 81.53^\circ, \text{ kloroformban.}$$

Jégecetes brómhidrogén bontás: 2 gr hepta-acetyl-fenil-cellobiozidot 3 cm³ kloroformban oldva 6 cm³ jegecetes brómhidrogént adunk hozzá és hat óra hosszát tartjuk szobahőmérsékleten. Jegesvízbe öntve kloroformmal higitjuk, savmentesre mossuk, klórkalciummal szárítjuk és csökkentett nyomáson bepárolva, éterral kristályosítjuk. 0.75 gr acetobróm-cellobiózt kapunk. Olvadáspontja 178° bomlás közben.

0.2482 gr : 3.48 cm³ $n/10$ - $AgNO_3$ = 11.21% Br, számított Br = 11.43%.

$$[\alpha]_D^{18} = + \frac{3 \cdot 55^\circ \times 17 \cdot 3846}{1 \cdot 5028 \times 0 \cdot 4464} = + 92 \cdot 0'', \text{ kloroformban.}$$

Fenolkimutatás: 1 gr hepta-acetyl-fenil-cellobiozidot 20 cm³ alkoholban oldva, pár csepp nátronlúgot adunk hozzá, vízzel hígítjuk, csökkentett nyomáson elűzzük az alkoholt és 5%-os sósavval forraljuk két óra hosszat visszacsepegő hűtőn. Az oldat brómvízzel tribrómfenolt ad.

Hepta-acetyl- α -cyclohexyl-cellobiozid.

10 gr acetobróm-cellobiózt és 3 gr cyclohexanolt 120 cm³ absz. benzolban oldunk, 6·5 gr alumíniumdarát és 2·3 gr higany-acetátot adunk hozzá és két óra hosszat melegítjük visszacsepegő hűtővel. A szüredékhez 50 cm³ étert öntve, négyszer — egyenkint 100 cm³ — vízzel rázzuk ki, klórcalciummal szárítjuk, szűrjük, csökkentett nyomáson bepároljuk és az oldószert 50—50°-on teljesen elűzzük. A maradékot 40 cm³ forró alkoholban oldjuk, lehűtve 6·5 gr (termelés 63%) válik ki szintelen, selymesfényű tükben. Alkoholból hatszor átkristályosítva, olvadáspontja nem emelkedik 203·5° fölé. Oldhatósága hasonló a fenolszár-mazékéhoz.

Redukálóképesség:

Hidrolízis előtt nem redukál. 5% sósavval 2½ órát főzve: 0·1220 gr : 17·42 cm³ *n*/10-*KMnO*₄ = 48·2%, glükózra számítva. Számított redukálóképesség: 50·14%.

Forgatóképesség:

$$[\alpha]_D^{20} = + \frac{2 \cdot 78^\circ \times 17 \cdot 6866}{1 \cdot 4919 \times 0 \cdot 5196} = + 63 \cdot 4^\circ, \text{ kloroformban.}$$

Jégecetes brómhidrogénes bontás: 5 gr anyagot tartalmazó reakciókeveréket a fenolszár-mazéknál leírt módon feldolgozva, a kapott acetobróm-cellobiózt kétszer átkristályosítjuk kloroform + éterből. Kivált 0·7 gr. Olvadáspontja 176°, bomlással.

0·2562 gr : 3·54 cm³ *n*/10-*AgnO*₃ = 11·04% *Br*.

$$[\alpha]_D^{18} = + \frac{2.73^\circ \times 17.6776}{1.5014 \times 0.3586} = + 89.7^\circ, \text{ kloroformban.}$$

*

BRUCKNER ZOLTÁN és GERECS ÁRPÁD okl. vegyészmérnök uraknak értékes segítségükért e helyen mondok köszönetet.

A kísérletek a *Természettudományi Alap* és a *Széchenyi Tudományos Társaság* anyagi támogatásával készültek.

(A M. Tud. Akadémia III. osztályának 1929 március 7.-én tartott üléséből.)

DARSTELLUNG DER BIOSIDE DER α -REIHE.

Von GÉZA ZEMPLÉN o. M. d. Ak.

Während Titan-tetrachlorid die völlig acetylierten Zucker in Chloroformlösung in die Acetochlorverbindungen überführt, vermag sublimiertes Eisenchlorid diese Umwandlung nicht zu bewirken. Nimmt man jedoch die Reaktion in Gegenwart von Alkoholen vor, so gehen die Acetate der Zucker in die acetylierten Glykoside über und zwar werden stets Verbindungen der α -Reihe erhalten. Auf diesem Wege wurde das Hepta-acetyl- α -äthylcellobiosid und das α -Äthyl-hepta-acetyl-maltosid gewonnen. Nach diesem Verfahren können jedoch die acetylierten α -Phenolbioside nicht erhalten werden. Dagegen gelingt ihre Darstellung bei der Einwirkung von Aluminiumgries und trockenem Mercuriacetat auf die Acetohalogenzucker und Phenole in Benzol. Alkohole geben bei dieser Arbeitsmethode β -Bioside.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 7. März. 1929.)

A TITÁNTETRAKLORID HATÁSA LÄVOGLÜKOZÁNRA.

ZEMPLÉN GÉZA r. tagtól.

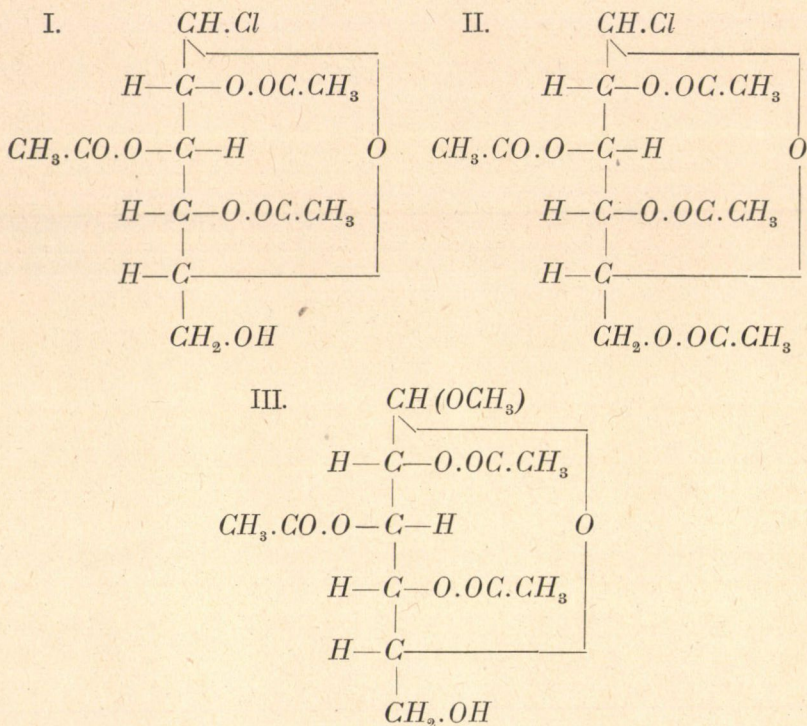
Ismeretes, hogy a *triacetyl-lävoglükózán* jégecetes brómhidrogénnel *acetobrómglikózzá* alakul,¹ ez pedig metilalkohol és ezüstkarbonáttal *tetra-acetyl- β -metilglükozidot* ad. Ugyanezt a reakciót tribenzoyl-lävoglükózánal is végrehajtották² s a brómtartalmú reakciótermék metilalkohol- és ezüstkarbonáttal való kezelésnél a *6-acetyl-2.3.4-tribenzoyl- β -metilglükozid* keletkezik. K. JOSEPHSON³ ez utóbbi vegyületből egyedül a 6-os helyzetű acetylgyököt próbálta meg leszakítani, a kívánt célt azonban nem sikerült elérnie.

Az itt megadott módszer lehetővé teszi egy, a 6-os helyen szabad hidroxilos glükóz-származék könnyű szerrel való előállítását: Triacetyl-lävoglükozánt kloroformos oldatban feleslegben alkalmazott titántetrakloriddal melegítve *α -1-klór-2.3.4-triacetylglükózt* (I.) kapunk. A reakciónál semmi komplikáció nem jelentkezik, mert a termék piridin és ecetsavanhidriddel kezelve, könnyen *α -acetoklór-glükózzá* (II.) alakul.

¹ H. OHLE és K. SPENCKER: Berichte 59, 1836. (1926.)

² M. BERGMANN és F. K. V. KOCH: Berichte 62, 311. (1929.)

³ K. JOSEPHSON: Berichte 62, 317. (1929.)



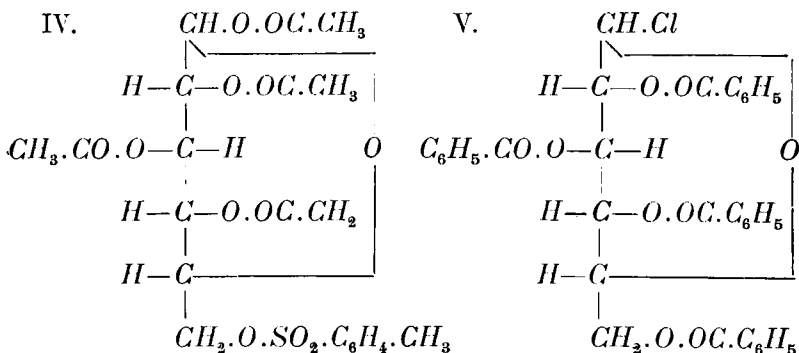
Az α -1-klór-triacetyl-glükózból metilalkohol- és ezüstkarbonát hatására β -1-metil-2.3.4-triacetyl-glükozid keletkezik, ez a III-as szimbolummal ábrázolható.

Benzolos oldatban, ezüstacetát hatására tetra-acetylszárma-
mazék keletkezik; ez toluolsulfonyl-származékká alakítható át.
Ez azonosnak bizonyult a B. HELFERICH és KLEIN¹ által előállított
1.2.3.4-tetra-acetyl-6-toluolsulfonyl- β -D-glükózzal (IV.), ez
által fenti triacetyl-klórglükóz szabad hidroxiljának 6-os hely-
zete bizonyítva van.

Természetesen megpróbáltam a tribenzoyl-lävoglükózant is
hasonló klórtermékké alakítani, de teljesen eredménytelenül.
Ugyanazon kísérleti körülmények között, mint amilyenek közt
a triacetyl-lävoglükózán reagált, klórtartalmú vegyületet nyomok-

¹ B. HELFERICH és KLEIN: Annalen der Chemie 450, 226. (1926.)

ban sem tudtam megkapni a tribenzoylszármazékból. Mindig változatlan kiindulási anyagot kaptam vissza. *Pentabenzoyl-glükóz* normálisan viselkedik, amennyiben a PACSU JENŐ¹ által megadott kísérleti körülmények között könnyű szerrel *α-tetrabenzoyl-1-klórglükózzá* (V.) alakul.



Trimetil-lävoglükozán ad ugyan titántetrakloridos kezeléssel klórtartalmú származékot, ez azonban amorf és csak kevés halogén van benne (2·2—2·7% a számított 14·73% helyett).

2.3.4.6-tetrimetil-glükóz kloroformos oldatban titántetraklorid hatására bomlik, de a reakciókeverékből egységes terméket elkülöníteni nem sikerült. *Penta-acetyl-glükonsavnitril* nem változik meg, a kiindulási anyag jó kitermeléssel nyerhető vissza. A hexa-acetyl-mannit a titántetrakloridos kezelésnél szintén változatlan marad.

KÍSÉRLETI RÉSZ.

α-1-klór-2.3.4-triacetyl-glükóz (I.).

50 gr triacetyl-lävoglükozánt 500 cm³ klórkalciummal szárított kloroformban oldva 100 cm³ titántetrakloridot adunk hozzá és klórkalciumos csövel zárt beköszörült hűtős lombikban négy óra hosszat forraljuk (olajfürdő hőmérséklet 95—100°). A kiindulási anyagokat összeöntve, sárga, pelyhes addiciós vegyület válik ki, ez a forralás folyamán összezsugorodik. A készülékből a forralás első félórájában sósav távozik. Lehűtve jegesvízbe

¹ E. PACSU: Berichte 61, 1508. (1928.)

öntjük és 3—4-szeres jegesvízzel savmentesre mossuk (Kongo). Klórkalciummal megszáritva, a szüredéket körülbelül 80 cm³-re pároljuk be, ezután melegen 100 cm³ petrol-étert adunk hozzá, mire azonnali kristályosodás indul meg. Teljes lehülés után leszívva, petrol-éterrel mossuk és csökkentett nyomáson szárítjuk foszforpentoxid, nátronmész és paraffin felett. 33 gr-ot kapunk. 123—124°-on olvad. Elemzéshez 5 gr-ot kloroformban oldunk, és melegen petrol-étert adunk hozzá. Lehülve 4 gr válik ki kemény kristályokban. Kapillárisban hevítve 124—125°-on olvad.

0·2008 gr : 6·14 cm³ *n*/10—*AgNO*₃.

Triacetylklór-glükóz, *C*₁₂*H*₁₇*O*₈*Cl* (324·60).

Számított *Cl* : 10·92 %.

Talált *Cl* : 10·84 %.

Forgatóképesség :

$$[\alpha]_D^{19} = + \frac{6\cdot74^\circ \times 21\cdot6534}{1\cdot4911 \times 0\cdot5122} = + 191\cdot5^\circ, \text{ kloroformban.}$$

A termék jól oldódik vízben, ecetészter-, kloroform-, etil- és metilalkoholban; éter és meleg benzol nehezen; benzol- és petrol-éter nem oldják.

Átalakítás α -acetklór-glükózzá : 2 gr-ot 2 gr piridin- és 2 gr ecetsavanhidriddel hidegen oldunk. Másnap vízbe öntve, fehér pelyhek válnak ki. Leszívva vákuumexszikkátorban szárad foszforpentoxid, nátronmész és paraffin felett. Súlya 1·8 gr. Petroléterből finom, szintelen, 73°-on olvadó tükben válik ki.

0·2068 gr : 5·51 cm³ *n*/10—*AgNO*₃.

Acetoklór-glükóz, (366·61)

Számított *Cl* : 9·67 %.

Talált *Cl* : 9·46 %.

Forgatóképesség :

$$[\alpha]_D^{20} = + \frac{4\cdot81^\circ \times 21\cdot3360}{1\cdot4845 \times 0\cdot3636} = + 165\cdot3^\circ, \text{ kloroformban.}$$

Irodalmi adatok¹ szerint az α -acetoklór-glükóz 73—74°-on olvad; $[\alpha]_D = + 165\cdot8^\circ$ kloroformban.

¹ ARLT : Monatsh. Chem. 22, 144. (1901); SKRAUP és KREMANN : Monatsh. Chem. 22, 375, (1901); E. FISCHER és ARMSTRONG : Berichte 84, 2885. (1901); E. FISCHER : Berichte 44, 1898. (1911.)

β -1-metil-2.3.4-triacetil-glükózid (III.).

30 gr α -1-klór-2.3.4-triacetyl-glükózt 300 cm³ absz. metilalkoholban oldva, több részletben 20 gr száraz ezüstkarbonátot adunk hozzá. Eleinte, gyakori szellőztetés közben, kézben, majd rázógépen rázatjuk. Két óra múlva a szüredék halogénmentes. A reakciókeveréket vízfürdön felmelegítve, melegen szűrjük, az opalizáló szüredéket karboventtel derítjük és a most már színtelen oldatot csökkentett nyomáson bepároljuk. A kristályos maradékot éterrel rázzuk át. Leszivatva és éterrel kimosva, 14 gr anyagot kapunk. Az anyalúgot újra bepárolva és a maradékot éterrel kezelve, még 4 gr-ot kapunk. Tisztításhoz az egész 18 gr-ot kloroformban oldva, petroléterrel elegyítjük. A termék egészen tisztán kristályosodik ki. Súlya 14 gr. Olvadáspontja 131–132°. Elemzéshez meleg kloroformban oldva, éterrel kristályosítjuk át. 3 gr-ból 2·8 gr válik ki fehér, selyemfényű tükben. Leszivatva csökkentett nyomáson szárad foszforpentoxidnátronmész és paraffin felett. 131–132°-on olvad.

5·355 mg : 4·03 mg *AgJ*.

Triacetylmethylglükózid, $C_{13}H_{20}O_9$ (320·16).

Számított CH_3O : 9·69%.

Talált CH_3O : 9·94.

Forgatóképesség:

$$[\alpha]_D^{19} = - \frac{0\cdot65^\circ \times 22\cdot0814}{1\cdot4797 \times 0\cdot7136} = - 13\cdot59^\circ, \text{ kloroformban.}$$

Oldja víz, etil- és metilalkohol, ecetészter, aceton, kloroform és meleg benzol; nehezen oldja hideg benzol, éter és petrol-éter. FEHLING-oldatot nem redukál.

*

Fenti kísérletek elvégzésében CSÜRÖS ZOLTÁN okl. vegyész-mérnök úr segített. Ezért neki e helyen mondok köszönetet.

A dolgozat a *Természettudományi Alap* és a *Széchenyi Tudományos Társaság* anyagi támogatásával készült.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1929 április 22.-én tartott üléséből.)

AUFSPALTUNG DES LÄVOGLYKOSANS MIT TITANTETRACHLORID.

Von GÉZA ZEMPLÉN o. M. d. Ak.

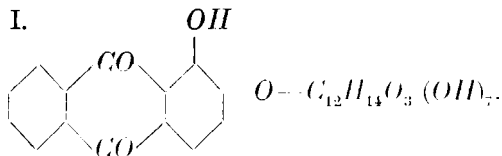
Die Behandlung von Triacetylävoglykosan mit überschüssigem Titan-tetrachlorid in Chloroform führt zu α -1-Chlor-2, 3, 4-triacetyl-glykose. Diese liefert mit Acetanhydrid in Pyridin α -Acetochlorglykose, mit Silbercarbonat und Methylalkohol ein Methylglykosid, mit Silberacetat in Benzol eine Tetraacetyl-glykose, die durch Toluolsulfonieren als 1, 2, 3, 4-Tetraacetyl-6-toluolsulfo- β -*d*-glykose identifiziert wurde.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 22. April 1929.)

TANULMÁNYOK AZ ALIZARINGLÜKOZIDRÓL, ÉS AZ ALIZARINBIOZIDOKRÓL.

ZEMPLÉN GÉZA r. tagtól és MÜLLER SÁNDOR vendégtől.

A festőbuzérban (*Rubia tinctorum*) az alizarinfesték, melyet ősrégi időktől fogva rendkívül ellenálló, valódi festések végrehajtására használtak, nem szabad állapotban van jelen, hanem C. LIEBERMANN és O. BERGAMI¹ kutatásai alapján egy biózhoz kötve, amely biozid a növény szárítása, illetőleg egyébféle előkészítése alkalmával bomlik alizarinra és cukorra. A biozid mineműségéről azonban a fentemlített kutatók egyebet nem tudtak megállapítani, mint azt, hogy hidrolízis alkalmával két molekula szőlőcukorrá alakul. Mivel a biozid erős savtermészetű vegyület, a *rubierhythrinsav* elnevezést nyerte és savanyú jellegét LIEBERMANN-ék akként magyarázták, hogy benne az alizarinnak egyik fenólos hydroxylja szabad állapotban van jelen, miért is a rubierhythrinsav szerkezete a következő szimbolummal ábrázolható (I.):

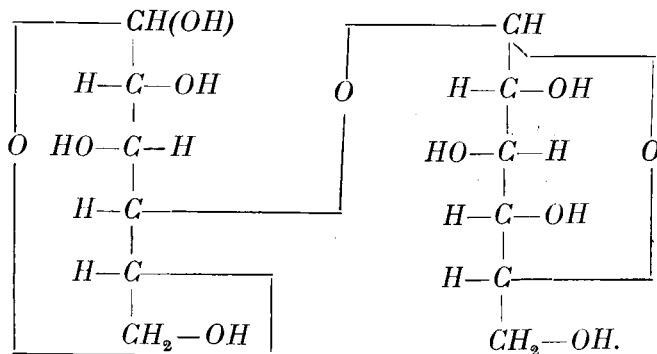


Teljesen válasz nélkül maradt azonban az a kérdés, hogy a rubierhythrinsavban jelenlevő bióz melyik. Eddig három olyan glükózból felépített biozidot ismerünk jól, amely redukálóképességgel van ellátva, mert csak ilyen vegyület jöhet tekintetbe a rubierhythrinsav felépítésében, ezek: a cellobióz (II.), maltóz

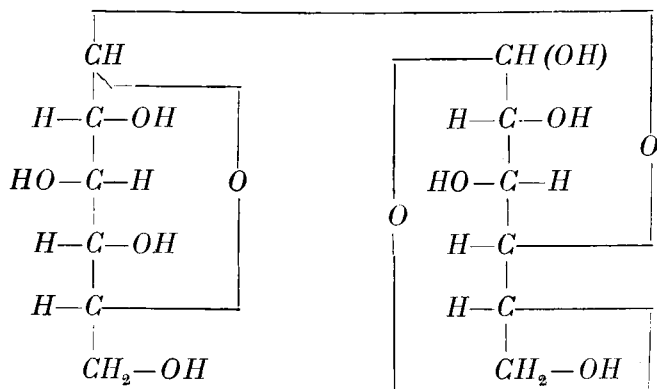
¹ C. LIEBERMANN és O. BERGAMI: Berichte 20, 2241. (1887.)

(III.) és a gentiobióz (IV.), melyeket a következő szimbolumokkal ábrázolhatunk:

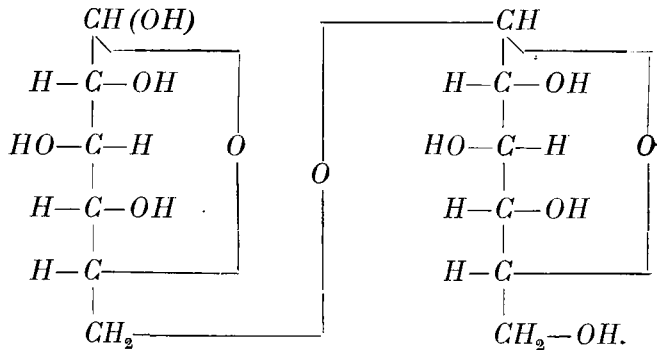
II.



III.



IV.

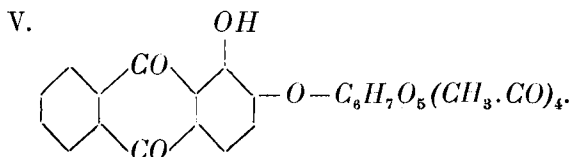


Gondolatunk az volt, hogy megkísértjük, szintézissel előállítani a három alizarinbiozidot és azoknak sajátságai alapján igyekszünk eldönteni, vajjon melyik szintézissel előállított termék azonos a rubierythrinsavval.

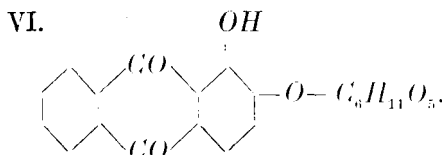
Ebből a célból először egy járható utat kellett választani az alizaringlükozidok, illetőleg biozidok előállítására.

A tetra-acetylalizaringlükozidot először R. TAKAHASHI¹ nevű japán kutató állította elő néhány év előtt azáltal, hogy alizarint és acetobrómszőlőcukrot engedett chinolin és ezüstoxid jelenlétében egymásra hatni. Körülbelül egy évvel később ERHARD GLASER és OSCAR KAHLER² wieni kutatók szintén előállítottak elenyésző csekélymennységű tetra-acetylalizaringlükozidot, még pedig olyképpen, hogy acetonban oldott acetobrómszőlőcukrot igyekeztek reakcióra birni lúgban oldott alizarinnal.

A tetra-acetylalizaringlükozidnak szerkezete valószínűleg a következő szimbolumnak megfelelő. (V.)



Míg TAKAHASHI minden különösebb nehézség nélkül a 4 acetylalkalival el tudta szappanosítani és kinyerte a szabad alizaringlükozidot (VI. szimbolum), GLASER és KAHLER ammó-

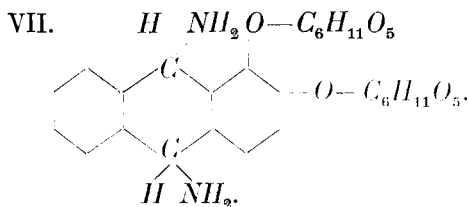


niás methylalkohollal igyekeztek szappanosítani, ellenben nem jutottak el az alizaringlükozidhoz, hanem egy szép vörös, tűkben kristályosodó, 193—194°-nál olvadó vegyülethez, melynek

¹ R. TAKAHASHI: Journ. Pharmac. Soc. Japan 1925, No. 525, 4: Chem. Centralblatt 1926, I. 1646.

² E. GLASER és O. KAHLER: Berichte der Deutschen Chem. Ges. 60, 1349. (1927.)

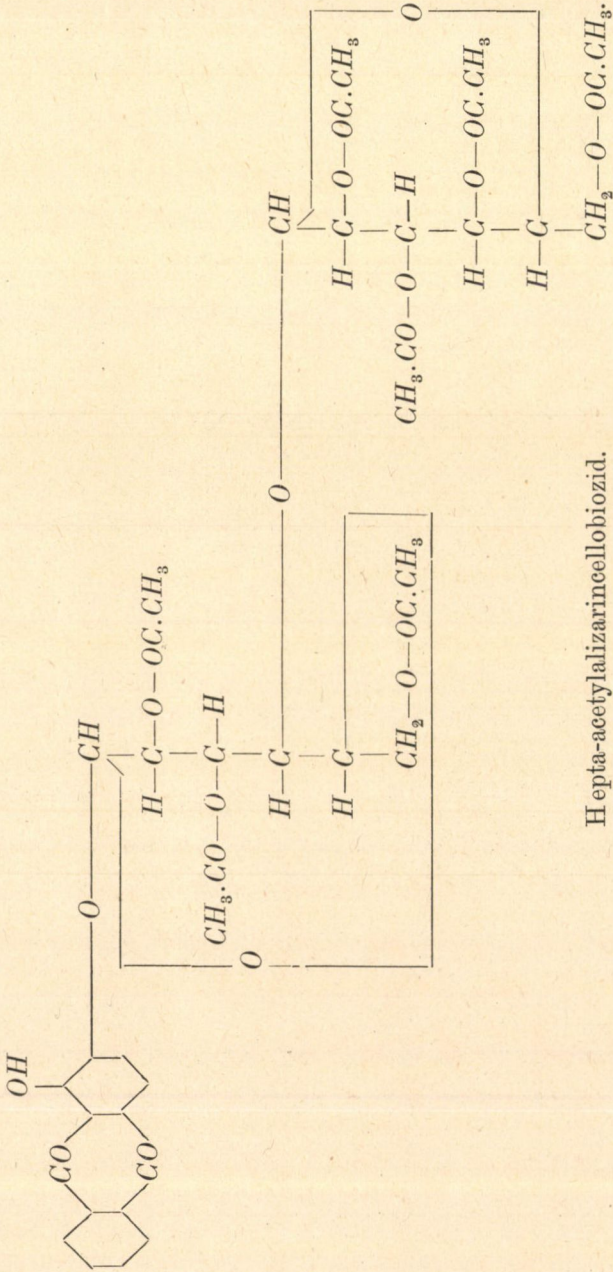
szerkezetét a VII. szimbolummal fejezik ki és *diglukozido-1, 2-dioxy-9, 10-diamino-anthra-hidrochinon*nak nevezik el.



Hogy eredetileg kijelölt célunkat elérhessük, tanulmány tárgyává tettük a szintézisnél rendelkezésre álló utakat és a következő tapasztalatokat tettük. Kiderült, hogy az acetonos acetobromszőlőcukornak alkálikus alizarinoldatokkal való reakciója teljesen alkalmatlan a glükozidok präparatív előállítására, mert csak nyomokban keletkeznek a kívánt vegyületek, egyszersmind azt is tapasztaltuk, hogy a TAKAHASHI-tól eredő módszer sem felel meg a célnak a leírt formájában. Megkértük TAKAHASHI urat, nyújtson közelebbi támaszpontokat az általa alkalmazott eljárásról, válaszlevelében azonban csak néhány közismert általános-ságot emlegetett, amivel rajtunk nem segített semmit. Hosszú és fáradságos kísérletezés révén most már annyira jutottunk, hogy jelenleg az alizaringlukozidok és biozidok előállítása nekünk nagyobb nehézségbe már nem ütközik. Leírjuk a kísérleti részben az alkalmazott módszert olyan részletességgel, hogy az bárkinek kell, hogy sikerüljön.

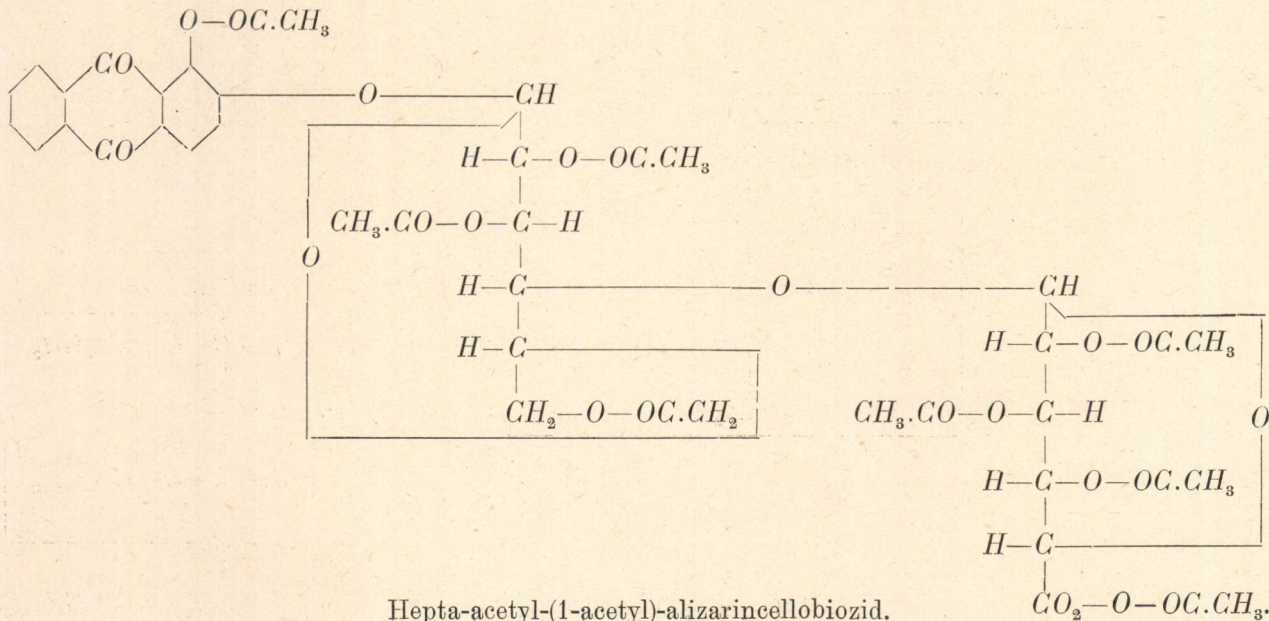
Mivel ily módon a tetra-acetylalizaringlukozid rendelkezésünkre állott, érdemesnek tartottuk a GLASER, KAHLER-féle elszappanosítási kísérleteket is metilalkoholos ammóniával megismételni, miközben a következőket állapítottuk meg. A piros vegyület, az *állítólagos diglukozid*, keletkezik tetra-acetylalizaringlukozidból, tetrabenzoilalizaringlukozidból és szabad alizaringlukozidból egyaránt. Ismételt methoxylmeghatározás alapján metilalkohol nincsen benne, acetylt sem tartalmaz. Dacára a számos rendelkezésre álló elemzésadatoknak, nem tudjuk egyelőre összetételét pontosan megadni, mert az adatok még egy és ugyanannál a készítménynél is egymástól rendkívül nagyon eltérnek. Mindössze annyi állapítható meg, hogy a kérdéses vegyület *egész*

VIII.



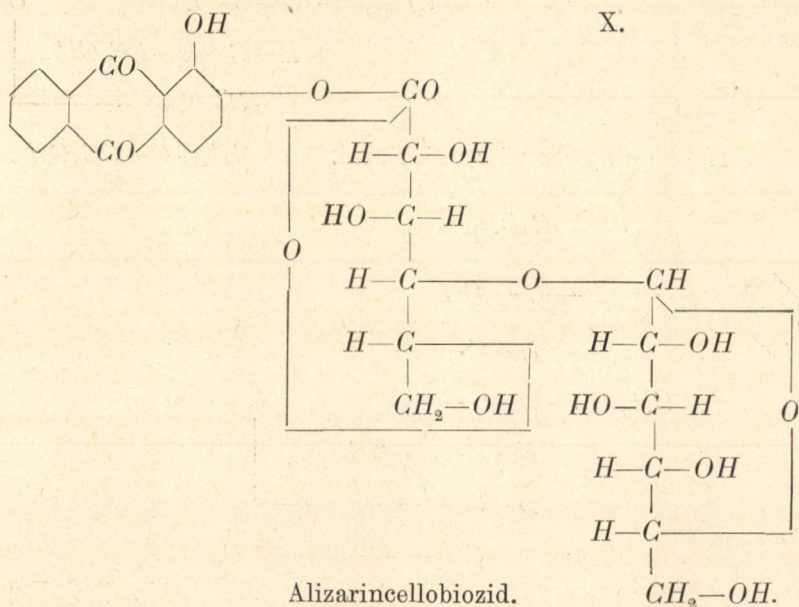
Hepta-acetylalizarincellobiosid.

IX.

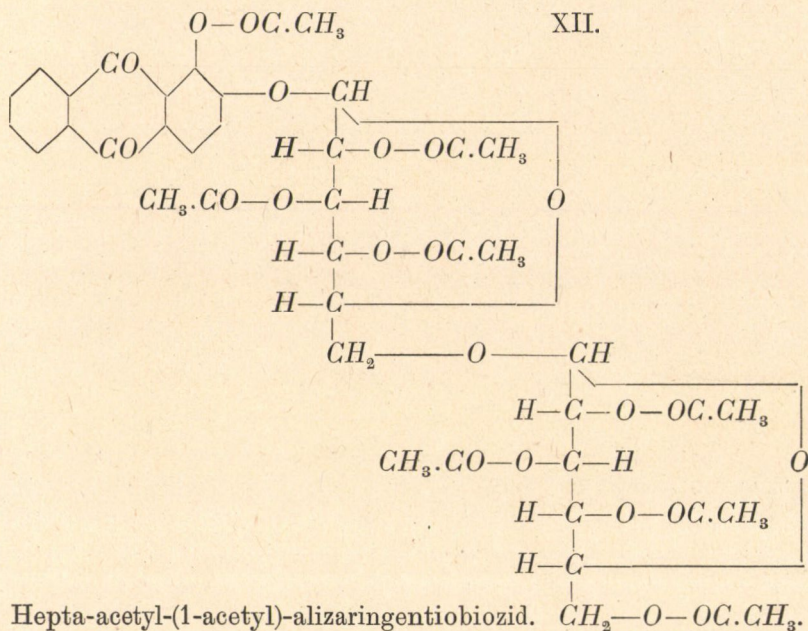
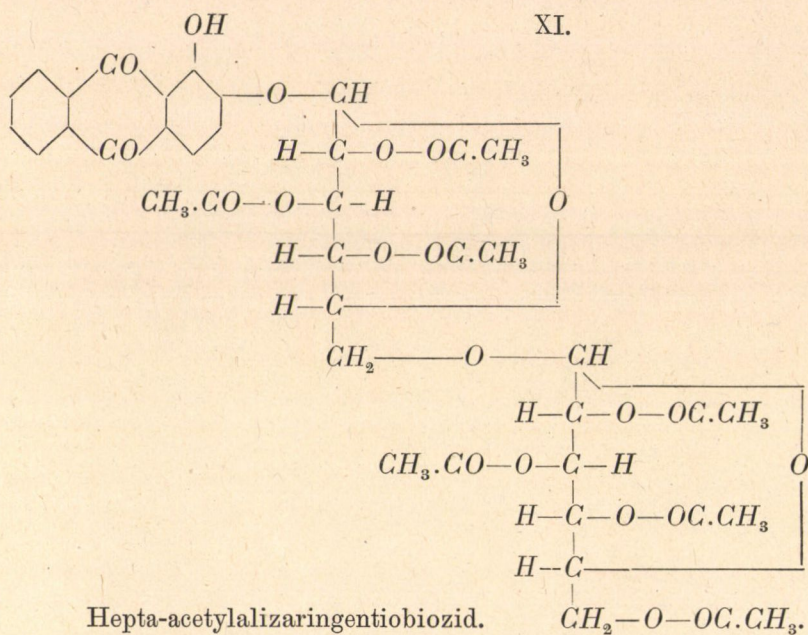


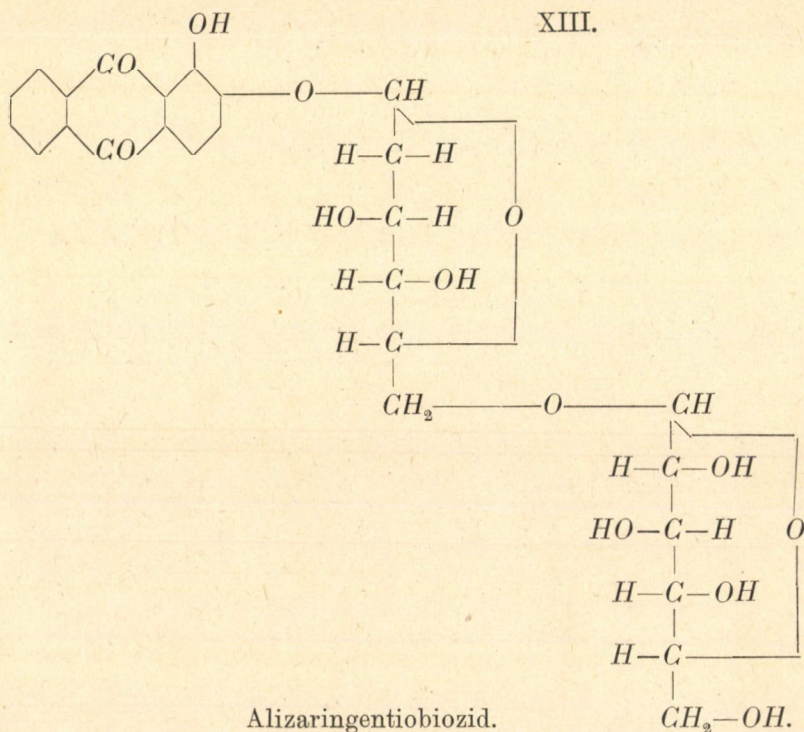
biztosan nem diglükózid, hanem egy monoglükózid és hogy az alizaringlükózidhoz még nagyon közelálló vegyület. Gondolni lehet az alizaringlükózidnak ammóniumvegyületére vagy valamilyen vele közeli rokonságban levő vegyületre, azonban az analitikai eredmények a számítottaktól lényegesen eltérnek. A biozidok analóg vegyületeinél nagyfokú higroszkóposzást vettünk észre s talán ezzel függenek össze a váltakozó analitikai értékek.

Az acetobrómcellobioziból hasonló úton, mint a tetra-acetyl-alizaringlükózidot, előállítottuk a *hepta-acetylalazarincellobiozidot* (VIII. szimbolum); belőle további acetylezéssel a *hepta-acetyl-(1-acetyl)-alazarincellobiozidot* (IX. szimbolum), a *szabad alazarincellobiozidot* (X. szimbolum) és az *ammóniumvegyületet*, valamennyit szép kristályos állapotban.



A gentiobioziból kiindulva is sikerült eljutni a megfelelő kristályos származékokhoz, és pedig a *hepta-acetylalazaringentiobiozidhoz* (XI. szimbolum), a *hepta-acetyl-(1-acetyl)-alazaringentiobiozidhoz* (XII. szimbolum) és az *alazaringentiobiozidhoz* (XIII. szimbolum):





Ezzel szemben az acetobrómmaltózzal végzett kísérletek során nem sikerült kristályos termékekhez jutni.

Az új vegyületek állandóit a rubierythrinsavnak az irodalomban leközölt adataival való összehasonlításképpen a következő táblázatban foglaltuk össze:

	Olvadáspont
Szabad biozid rubierythrinsav	258—260°
Hideg víz nehezen oldja.	
Szabad biozid alizarincellobiozid	253—256°
Hideg víz nehezen oldja.	
Szabad biozid alizaringentiobiozid	178—180°
Hideg víz aránylag jól oldja.	
Okta-acetylszármazék rubierythrinsav	230°
Okta-acetylszármazék alizarincellobiozid ..	228—229°



	Olvadáspont
Okta-acetylszármazék alizaringentiobiozid ...	232°
Hepta-acetylszármazék rubierythrinsav	ismeretlen
Hepta-acetylszármazék alizarincellobiozid ...	249°
Hepta-acetylszármazék alizaringentiobiozid	258°

Mivel egyidejűleg nem tudtunk rubierythrinsavhoz hozzájutni és ezért a közvetlen összehasonlítás lehetetlen volt, biztosan csak annyit mondhatunk, hogy a rubierythrinsav nem azonos az alizaringentiobioziddal. Az alizarincellobioziddal mutat ugyan bizonyos hasonlóságot a szabad termék és az okta-acetát olvadáspontjaiban, mégsem gondoljuk, hogy a két anyag azonos volna. A kérdés végleges eldöntéséhez még további kísérletek szükségesek. Ezeket el is kezdtük. Együttal összehasonlító kísérleteket kezdtünk el a különböző oxyanthachinonoknak a glükozidképződésnél való viselkedésének tanulmányozására.

KÍSÉRLEFTI RÉSZ.

a) *Glükózzal végzett kísérletek.*

Tetra-acetylalizinglükozid.

(V. szimbolum.)

20 gr 88—89° olvadáspontú acetobrómglükózt 6 gr szublimált száraz alizarinnal jól összekeverve, 50 cm³ száraz, frissen desztillált chinolinnal öntünk le. Az anyag jórésze oldatba megy. A nélkül, hogy megvárnók, míg az egész anyag kásássá alakul át, 12·5 gr száraz ezüstoxydot adunk hozzá két részletben és jól átgyúrjuk. A keverék magától melepszik, ennek erős átgyúrással vetünk gátat. A kezdetben higfolyós tömeg kezd vastagodni s lassan kásás lesz, de csak ritkán dermed meg teljesen. Jólefolyású reakció esetén a félig szilárd anyagból kivett kis minta alkoholban oldva, alkálival cseresznyepiros lesz. Ellenkező esetben az alizarinra, illetőleg alkálisójára jellemző sötét ibolyaszín mutatkozik.

A keveréket kétórai pihentetés után 500 cm³ kloroformban oldva, az ezüstcsapadékról szűrjük. A sötétbarna oldatot

kétszer 200—200 cm³ 5%-os kénsavval mossuk ki. Az oldat közben világosodik. Végül a kloroformos részt elválasztva, a magával ragadott kénsav kimosására magas vízzétegen csepegtetjük át. Ezután kereskedelmi klórkalciummal szárítjuk meg, ennek gyengén bázikus reakciójú mésztartalma a még jelenlevő kevés kénsavfelesleget semlegesíti le. Az oldatot csökkentett nyomáson, 35°-on sűrű olajjá pároljuk be. A vörösbarna színű, többnyire átlátszó olajat 50 cm³ alkoholban oldjuk. Közben amorf csomók válnak ki, ezek azonban hosszas rázogatóásra újra oldódnak. Az acetylglükózid órák mulva válik ki, sárgás vagy barnássárgás, jégvirágszerűen elrendezett nyalábokban. A kristályosodást beoltással siettethetjük. 12—20 óra mulva még alkoholt adunk az oldathoz, ezáltal a kristályos anyag mennyiségét jelentősen fokozhatjuk.

Ha a kristályosodás befejeződött, a kristályokat leszivatjuk, a rajtuk tapadó anyalúgtól igen kevés alkohollal mossuk, 40 cm³ meleg eceteszterben oldva szűrjük és 60 cm³ forró alkoholt adunk hozzá. Nemsokára szép, hosszú sárgás- vagy sárgásbarna tűkben kristályosodik ki. Termelés 3·0 gr, vagyis az alizarinra számított mennyiség 20·8%-a. Olvadáspontja 205°, 201°-on beálló zsugorodással. (Olvadáspont TAKAHASHI: 205—206°; GLASER és KAHLER: 203°.)

Az olvadáspont fenti módon végzett másodszori átkristályosítás után sem változik, a kristályok színe azonban tiszta arany-sárga lesz. Az átkristályosítás majdnem veszteség nélkül megy.

Az anyag centiméter hosszú, aranysárga tűkben válik ki. Kloroform, tetraklórmetán könnyen, meleg hangyasaveszter és eceteszter, jégecet jól, hideg és forró alkohol és metilalkohol, forró víz, benzol és hideg jégecet nehezen, éter, petrol-éter és hideg víz nem oldja.

Analízis:

3·905 mg: 8·515 mg CO₂; 1·690 mg H₂O.

Tetra-acetylalizaringlükózidra: C₂₈H₂₆O₁₃ (570·21).

Számított érték: 58·93% C, 4·60% H.

Talált: 59·47% C, 4·84% H.

Tetrabenzoilalizaringlükozid.

(V. szimbolum, a 4 acetyl helyén 4 benzoillal.)

6 gr pentabenzoilglükózhoz¹ 20 cm³ kloroformban oldva 10 cm³ jégecetes brómhidrogént adunk és három óra hosszat tartjuk szobahőmérsékleten. Az oldatot ezután 40 cm³ kloroformmal higitjuk és ötször mossuk — egyenkint 60 cm³ — vízzel, míg savmentes lesz. Klórkalciummal megszáritva, csökkentett nyomáson pároljuk be. A visszamaradó barnásszínű termék súlya 6 gr.

Ez a termék közvetlenül felhasználható a szintézishez. 10 cm³ chinolinban oldva 1·2 gr alizarint és 2 gr ezüstoxidot adunk hozzá. A keverék felmelegedés közben kásás lesz, de nem dermed meg teljesen. A lúggal kapott reakció többnyire még szabad alizarint jelez. Párórai pihentetés után a tömeget 150 cm³ kloroformban oldva szűrjük és kétszer 200—200 cm³ 5%-os kénsavval mossuk. Közben a változatlan alizarin a két réteg határfelületén habként válik ki, az oldat ezáltal tisztul és világosodik. Lúgokkal most már cseresznyepiros színt ad. Az oldatot 5 cm magas vízrétegen csepegtetjük át, majd kereskedelmi klórkalciummal megszáritva, csökkentett nyomáson olajsűrűségűre pároljuk. 10 cm³ alkohol hozzáadására az anyag amorf pelyhekben válik ki. Kevés kloroformmal óvatosan újra oldatba visszük. Az oldatból vastag, sárgásbarna tük válnak ki. Ezeket másnap leszivatva, alkohollal, majd éterrel mossuk.

A kristályokat 10 cm³ meleg ecetészterben oldva, 20 cm³ alkoholt adunk hozzá. Lassú lehülés közben hosszú, aransárga tükben válik ki. Termelés 1·2 gr, a számított mennyiség 15·8%-a.

Aransárga tükristályok, olvadáspont 232°. Kloroform, acetone, pyridin, meleg hangyasav-ecetészter és jégecet jól oldja, meleg alkohol és metilalkohol csak nehezen, hideg alkohol és metilalkohol, továbbá éter, petrol-éter és víz nem oldja.

¹ Leírás: 'E. FISCHER és K. FREUDENBERG: Berichte der Deutsch. Chem. Gesellschaft 45, 2725. (1912.)

Alizaringlükózidammónium.

Tetra-acetylalizaringlükózidból. 2 gr tetra-acetylalizarin-glükózidot 200 cm³ metilalkoholban szuszpendálva, jegesvizet hűtés mellett száraz ammóniákgázt vezetünk bele. A metilalkohol karminvörös színű lesz és a sárga tűk lassan oldódnak. A teljes oldódás körülbelül az ammóniás telítéssel egyidejűleg áll be. A lombikot ledugatlanul eltéve, 12 óra múlva amorf, karminvörös pelyhek válnak ki. Ezeket nemsokára világosabb színű, csomókat alkotó kristályok követik, közben a pelyhek is átkristályosodnak. 4—5 nap múlva leszivatva, alkohollal mossuk. Termelés 1·5 gr. Olvadáspont 197—198°. (GLASER: 193—194°.)

A termék egészen tiszta. Sok alkoholtól átkristályosítható, de a színe és az olvadáspontja ezzel nem változik. Oldja piridin, nehezen forró alkohol és metilalkohol, jégecet és forró víz; nem oldja éter, hangyasav- és ecetészter, kloroform, benzol, petrol-éter és hideg víz. Híg ásványos savakban sárgásbarna színűvel oldódik.

Analízis:

WEIL (München): I. 4·240 mg : 8·685 mg CO₂; 1·975 mg H₂O,
4·220 mg : 0·1372 cm³ N, 734 mm, 21°.

WEIL (München): II. 4·100 mg : 7·795 mg CO₂; 1·955 mg H₂O,
5·010 mg : 0·1323 cm³ N, 715 mm, 19°.

WEIL (München) ugyanaz a termék:

III. 4·160 mg : 8·120 mg CO₂, 2·150 mg H₂O,
4·440 mg : 0·1103 cm³ N, 715 mm, 20°.

SCHOELLER (Berlin):

IV. 4·66 mg : 9·020 mg CO₂, 2·27 mg H₂O,
3·060 mg : 0·090 cm³ N, 753 mm, 22·5°.

0·0508 gr : 0·0260 gr alizarin; 0·0508 gr : 6·2 cm³ n/10
KMnO₄ (BERTRAND).

Alizaringlükózidammóniumra: C₂₀H₂₁O₉N (419·18).

számított érték: glükóz: 47·74%, alizarin: 49·65%,

C: 57·26%, H: 5·05%, N: 3·34%.

Talált: glükóz: 39·0%, alizarin: 51·3%,

- I. $C: 55.88\%$, $H: 5.21\%$, $N: 2.97\%$,
 II. $C: 51.87\%$, $H: 5.34\%$, $N: 2.90\%$,
 III. $C: 53.24\%$, $H: 5.78\%$, $N: 2.72\%$,
 IV. $C: 51.59\%$, $H: 5.45\%$, $N: 3.35\%$,
 GLASER: V. $C: 52.13\%$, $H: 5.29\%$, $N: 4.72\%$,
 VI. $C: 52.37\%$, $H: 5.90\%$.

GLASER-féle termékre: $C_{26}H_{34}O_{14}N_2$ (598). Számított értékek: glükóz: 60.2% , alizarin: 34.80% ; $C: 52.17\%$, $H: 5.68\%$, $N: 4.68\%$.

A N -százalékok átlagban jóval alacsonyabbak, mint a GLASER által kapott értékek. Ezenkívül még a glükóz-, illetőleg az alizarintartalom is világosan monoglükozid mellett szól, mert egy diglükozidban jelentékenyen nagyobb a glükóz és kisebb az alizarintartalom.

Tetrabenzoylalizaringlükozidból. 0.1 gr tetrabenzoylalizaringlükozidot 80 cm^3 metilalkohollal leöntve, száraz ammóniákgázt vezetünk bele. A termék, metilalkoholban való rossz oldhatósága miatt, gyakran még ismételt telítés után sem megy oldatba maradék nélkül. Ebben az esetben rázógépen kell rázatni. Nyitott edényben félretéve, pár nap alatt szép, sugarasan elrendezett, rubinvörös tűkben válik ki. Leszivatva, alkohollal mossuk. Termelés 0.06 gr. Olvadáspontja $198-199^\circ$. Fenti termékkel $1:1$ arányban keverve, keverékolvadáspontja 198° .

Analízis:

3.970 mg: 7.920 mg CO_2 , 1.990 mg H_2O ,
 5.280 mg: 0.1421 cm^3 N , 717 mm, 19° .

Talált értékek: 54.41% C , 5.61% H , 2.97% N .

Számított értékeket lásd fent.

Alizaringlükozidból. 0.2 gr alizaringlükozidot (op.: 236°) bombacsőbe helyezve, 30 cm^3 metilalkohollal öntünk le és jegesvízes hűtés mellett száraz ammóniával telítjük. A metilalkohol azonnal karminvörös színű lesz, a kristályok azonban csak részben oldódnak. A többi mint pelyhes vörös csomó marad vissza. A csövet beforrasztva, három óra hosszat rázatjuk rázógépen, de az anyag még így sem megy oldatba. Ezért a csövet víz-

fürdön igen lassan 100° -ra melegítjük. Félórai melegítéssel tiszta oldatot kapunk. A csövet másnap felnyitva, tartalmát ERLENMEYER-lombikba öntjük át, ezt ledugatlan eltesszük. Nemsokára sötétvörös, kocsonyás anyag válik ki. Már másnapra csinos, világosszínű kristályrózsák jelennek meg s rövidesen az egész tömeg átkristályosodik. Termelés 0.15 gr. Olvadáspont 199° .

Analízis:

2.730 mg : 5.380 mg CO_2 ; 1.295 mg H_2O .

Talált érték: 53.76% C, 5.31% H.

Számított értékeket lásd fent.

Alizaringlükózid.

A szabad glükózid, akár az ammóniumszármazék savas, akár a tetra-acetyl- vagy tetrabenzoylalizaringlükózid lúgos elszappanosításával állítható elő.

Savas szappanosítás. 1.25 gr alizaringlükózidammóniumot 45 cm^3 $n/10$ sósav és 65 cm^3 alkohollal leöntve, vízfürdön melegítjük, gyakori rázogatas közben. Az anyag közben sárga színnel oldódik. Oldás után fél óra múlva szűrjük. A szabad glükózid hülés közben lapos, csomókban elrendezett tűkben válik ki. Pár óra múlva leszivatva, alkohollal jól kimossuk. A kapott terméket az analízishez 80%-os ecetsavból kristályosítjuk át. Termelés 0.9 gr. Olvadáspont $235\text{--}237^{\circ}$.

Alkálikus szappanosítás. 0.5 gr tetra-acetylalizaringlükózidot vízfürdön 20 cm^3 alkohollal felfőzve, 9 cm^3 vízzel hígított 1 cm^3 33%-os nátronlúgot adunk hozzá. Sötétvörös alkálivegyület válik ki, ezt pár perc múlva 50 cm^3 meleg vízzel visszük oldatba. Még ötperces melegítés után óvatosan megsavanyítjuk 10%-os sósavval. Fél óra múlva sárgaszínű, kis csomókat alkotó tűk válnak ki. Két nap múlva leszivatva, a nyerstermék súlya 0.32 gr.

Az anyagot vagy vizes alkoholból kristályosítjuk át vagy 30 cm^3 jégecet- és 20 cm^3 alkohollal főzzük vízfürdön, mikor is az anyag oldódik és lehülés közben kikristályosodik. A tiszta anyag súlya 0.30 gr, a számított mennyiség 88%-a. Olvadáspont $235\text{--}236^{\circ}$. (TAKAHASHI: $230\text{--}231^{\circ}$.)

Sárga tük. Meleg alkohol és metilalkohol nem jól, meleg jégecet valamivel jobban; benzol, ecet- és hangyasavészter, kloroform és víz nem oldják. Alkáliákban cseresznyepiros, koncentrált kénsavban vörös színnel oldódik.

Analízis:

3·975 mg: 8·585 mg CO_2 , 1·790 mg H_2O .

Alizaringlükozida: $C_{20}H_{18}O_9$ (402·14).

Számított értékek: 59·68% C, 4·51% H.

Talált értékek: 58·90% C, 5·04% H.

b) *Cellobiózzal végzett kísérletek.*

Hepta-acetylalizarincellobiozid.

(VIII. szimbolum.)

7 gr (1 cmol) tiszta acetobrómcellobiozt 1·2 gr (0·5 cmol) 289°-on olvadó száraz, szublimált alizarinnal jól elkeverve, 8 cm³ vízmentes, frissen desztillált chinolinnal öntjük le. Az anyag részben oldódik. Ezután 2·3 gr (2 cmol) vákuumban szárított ezüstoxidot adunk hozzá és a félig folyós tömeget jól átdolgozzuk. Melegedés közben higfolyós és sötétbarna színű lesz. Színe nemsokára világosodik, a tömeg kásás, végül szilárd lesz, színe ekkor zöldessárga. Ebben az állapotban alkálival cseresznyepiros színeződést ad. A lassan lehülő reakciókeveréket pár óra hosszát pihentetjük, ezután négyszer 60 cm³ kloroformban felvéve, a sötétbarna oldatot szűrjük, kétszer — egyenkint 150 cm³ — 5%-os kénsavval mossuk. Közben az oldat tisztul, színe világosodik. Vízen átsepegtetve (mosni az erős habzás miatt nem ajánlatos) kereskedelmi klórkalciummal szárítjuk és csökkentett nyomáson, 40°-os fürdőről, szárazra pároljuk.

A barnás, félig szilárd maradékot melegítéssel vízmentes hangyasavészterben oldjuk és állni hagyjuk. Nemsokára kristályosodni kezd. A kiválás gyorsasága függ a kísérő szennyezésektől. Pár nap múlva leszivatva, hangyasavészterrel, majd alkohollal s végül éterrel mossuk. A kapott nyersterméket még egyszer átkristályosítjuk hangyasavészterből. Most már sokkal

nehezebben oldódik s gyors lehülés esetén aransárga, csillogó port alkotó kristályokban válik ki. A továbbdolgozáshoz ez a forma a legmegfelelőbb. Lassú lehülésnél jól fejlett, 3—4 mm hosszú zömök prizmákban válik ki. Termelés 2·8—3·0 gr, vagyis az alizarinra számított mennyiség 64—67 %-a.

Aransárga, prizmatikus kristályok, kapillárisban hevítve, 249°-on olvadnak. Oldja kloroform, tetraklórmetán, meleg ecet-észter, hangyasavészter, benzoészter és jégcet; nehezen oldja acetont, benzol, hideg ecet- és hangyasavészter, jégcet; majdnem oldhatatlan meleg alkohol-, metilalkohol-, hideg amilalkohol- és széndiszulfidban; nem oldja vizet, éter, petroléter. Alkáliakkal rubinvörös, koncentrált kénsavval karminvörös színt ad.

Analízis:

4·105 mg : 8·390 mg CO_2 , 2·090 mg H_2O .

Hepta-acetylalizaringentiobiozidra: $C_{40}H_{42}O_{21}$ (858·34).

Számított értékek: 55·92% C, 4·93% H.

Talált értékek: 55·74% C, 5·70% H.

Hepta-acetyl-(1-acetyl)-alazarincellobiozid.

(IX. szimbolum.)

2 gr hepta-acetylalazarincellobiozidot 14 cm³ ecetsavanhidrid és 46 cm³ piridinnel vízfürdőn óvatosan melegítünk. Sötétsárga színnel oldódik. Félórát melegítés után 60 cm³ vízbe öntjük. A tiszta oldatból hamarosan félig kristályos pelyhek válnak ki. Másnap leszivatva, vízzel, majd alkohollal jól kimosva, 30 cm³ forró ecetészterben oldjuk, szűrjük és 15 cm³ meleg alkoholt adunk hozzá. Az oldatot igen lassan hűtve, a teljesen acetilezett termék igen szép, világossárga színű táblás kristályokban válik ki. Ezeket leszivatva, kétszer alkohollal, egyszer éterrel mossuk és 50°-on szárítjuk. 219°-on élesen olvad, bomlás nélkül. Abszolút hangyasavészterből háromszor átkristályosítva olvadáspontja 228—229°. Termelés 1·55 gr, a számítotttnak 81·2 %-a.

Citromsárga tük vagy táblák. Színük jóval világosabb, mint

a heptaacetylalizarincellobiozidé. Oldhatósága azonban hozzá hasonló, de a savészterekben nagyobb. Színreakciói ugyanazok.

Analízis:

4·330 mg : 8·805 mg CO_2 ; 2·010 mg H_2O .

Okta-acetylalizarincellobiozidra: $C_{42}H_{44}O_{22}$ (900·36).

Számított értékek: 55·98% C, 4·93% H.

Talált értékek: 55·46% C, 5·19% H.

Alizarincellobiozidammónium.

2 gr hepta-acetylalizarincellobiozidot 350 cm³ metilalkoholban szuszpendálva, jegesvizes hűtés mellett száraz ammóniákgázzal telítünk. A folyadék lassan rubinvörös színű lesz, a termék lassan oldatba megy. A metilalkohol telítésével egyidejűleg többnyire a szappanosítás is kész. A nyitott lombikban pár nap múlva csomókat alkotó vörös kristályok jelennek meg, ezek lassan szaporodnak. 4—6 nap múlva leszivatva, alkohollal és éterrel mossuk őket. Termelés 10 gr. Néha előfordul, hogy először itt is kocsonyás pelyhek válnak ki, ezek később maguktól átkristályosodnak.

Rubinvörös csillogó tűk, kapillárisban hevítve, 220°-on zsugorodnak és 230°-nál olvadnak. Alkohol és metilalkohol, meleg jégecet és meleg víz nehezen; aceton, éter, benzol, hangyasav és ecetészter, toluol, xylol, továbbá kloroform, tetraklórmetán és széndiszulfid nem oldja. Híg ásványsavakban bomlás közben oldódik. Sok alkoholból átkristályosítható, de már az először kapott termék is egészen tiszta és olvadáspontja sem emelhető tovább.

Analízis:

I. 3·810 mg : 7·310 mg CO_2 , 2·000 mg H_2O ,

4·880 mg : 0·1078 cm³ N, 708 mm, 24°.

II. 3·950 mg : 7·300 mg CO_2 ; 2·170 mg H_2O ,

5·370 mg : 0·1078 cm³ N, 716 mm, 20°.

Alizarincellobiozidammóniumra: $O_{36}H_{31}O_{14}N$ (581·26)

Számított értékek: 53·68%, C, 5·38% H, 2·41% N.

Talált értékek: I. 52·33% C, 5·85% H, 2·28% N,

II. 50·40% C, 6·15% H, 2·20% N.

Alizarincellobiozid.

(X. szimbolum.)

Savas szappanosítás. 0·5 gr alizarincellobiozidammóniumot 2 cm³ hideg tömény sósavval eldörzsölve, apránként annyi alkoholt adunk hozzá, amennyivel, karminvörös színnel, oldatba megy. Az oldatot szűrve és csökkentett nyomáson 25°-os fürdővel bepárolva, előbb élénk-, majd világossárga színű lesz. Körülbelül 100 cm³ alkohol ledesztillálása után nemsokára kásás pelyhek válnak ki. Ezeket pár nap múlva leszivatva, alkohollal és éterrel mossuk. Termelés 0·26 gr. A nem egészen kristályos anyag olvadáspontja 248°, de már 243°-on zsugorodik. Jégacetből átkristályosítva, 253°-on olvad.

Alkálikus szappanosítás. 10 gr hepta-acetylalizarincellobiozidot vízfürdön 50 cm³ alkohollal felfőzve, 5 cm³ vízzel hígított 0·5 cm³ 33%-os nátronlúgot adunk hozzá. A sárga anyag és a folyadék sötétvörös színű lesz és az alkálivegyület kocsonyás pelyhekben válik ki. 50 cm³ vízzel melegítve, oldatba visszük, az oldatot szűrjük és még forrón 10%-os sósavval savanyítjuk meg. Pár óra múlva a termék szép, világossárga tükben vagy gyakrabban nem jellemzően kristályos csomókban válik ki. Másnap leszivatva, alkohollal és éterrel mossuk. Termelés 0·52 gr, a számítottnak 78·5%-a. Ha az anyag kristályosan válik ki, 256°-on olvad, ha nem, akkor 20% alkohollal elegyített jégacetből kell átkristályosítani, hogy ugyanott olvadjon.

Finom sárga tük, meleg jégecet és 50%-os meleg alkohol oldatja, a többi oldószer nem oldja. Sok meleg vízben oldódik, de lehülve kocsonyásan válik ki.

c) *Gentióbiózzal végzett kísérletek.*

Hepta-acetylalizaringentiobiozid.

(XI. szimbolum.)

10 gr okta-acetylgentiobiózt régebbi leírás¹ szerint 100 cm³ száraz kloroformban oldva, jegesvizes hűtés mellett 25 cm³

¹ G. ZEMPLÉN: Berichte der Deutschen Chem. Gesellschaft 57, 702. (1924.)

ugyancsak jól lehűtött jégecetes brómhidrogént adunk hozzá és jegesvizben tartjuk fél óra hosszat. Ezután ugyanoly térfogatú kloroformmal higitva, ötször — egyenkint 150 cm^3 — jegesvizzel mossuk savmentesre és tiszta klórkalciummal szárítva, csökkentett nyomáson, 25° -os fürdőről sűrű olajjá pároljuk. A maradékot 50 cm^3 éterrel oldjuk ki. Az acetobrómgentiobióz, főleg kapargatásra, hófehér, kristályos porként válik ki. Olvadáspontja 133° . Termelés $4\cdot0$ gr.

4 gr acetobrómgentiobiózt kis lombikban $1\cdot2$ gr szublimált alizarinnal elkeverve, 8 cm^3 chinolinnal gyúrjuk át és $2\cdot3$ gr száraz ezüstoxidot adunk hozzá. Részleges oldódás közben felmelegedik és feketésbarna színű lesz a keverék, majd kivilágosodik, miközben vastagon-folyós, illetőleg kásás lesz. A keletkező szilárd téstát pár óráig pihentetjük. 180 cm^3 kloroformban oldva szűrjük, az oldatot kétszer — egyenkint 150 cm^3 — 5%-os kénsavval mossuk és 5 cm^3 magas vízrétegen csepegtetjük át. Kereskedelmi klórkalciummal szárítva, csökkentett nyomáson szárazra pároljuk 40° -os fürdőn. A sötétbarna, félig szilárd maradékot körülbelül 20 cm^3 hangyasavészterrel óvatosan kifözve, 80 – 100 cm^3 alkoholt adunk hozzá és pár napig pihentetjük. Az alizarinvegyület barnássárga porként válik ki, a szennyezések jórészt a sötétbarna oldatban maradnak. Leszivatva, alkohol és éterrel mossuk. Termelés $2\cdot1$ gr.

Tisztítás végett körülbelül 100 cm^3 forró jégecetben oldva, a sötétbarna oldatot szűrjük és igen lassan hűtjük le. Az anyag rövid, zömök tükbén kristályosodik. Még nem egészen tiszta, a szennyezések egy része vele válik ki. Ezért fenti módon újból átkristályosítjuk. A tiszta termék 258° -on olvad. Az így végzett tisztítás elég sok veszteséggel jár. $2\cdot1$ gr-ból három átkristályosítás után már csak $0\cdot95$ gr marad.

Ezek miatt előnyösebb a frakcionált acetylezés: $2\cdot1$ gr. nyers hepta-acetylalizarin-gentiobiozidot 14 cm^3 ecetsavanhidrid és 46 cm^3 piridinnel leöntve, vízfürdőn melegítünk. A termék sötétbarna színnel oldódik, később a szín kivilágosodik. Az oldatot még egy óra hosszat melegítjük, majd 30 cm^3 vizet adunk hozzá. A hepta-acetát egy nap alatt teljesen kikristályosodik. Leszivatva, alkohollal, majd éterrel mossuk. Súlya $1\cdot5$ gr. Kevés hangyasav-

észterrel megnedvesítve, fenti módon átkristályosítjuk 30 cm³ jégecetből. A kiváló arany-sárga tűk teljesen kitöltik az anyalúgot. Termelés 1·3 gr. Olvadáspont 258°.

Selyemfényű, arany-sárga tűk. Oldja kloroform, tetraklórmetán jól; meleg hangyasav- és ecetészter, benzoésavészter, jégecet valamivel nehezebben; nem oldja hideg alkohol, metilalkohol, víz, éter, petrol-éter, és széndiszulfid. Alkáliákkal cseresznyepiros színt ad.

Analízis:

4·315 mg : 8·815 mg CO₂; 2·125 mg H₂O.

Hepta-acetylalizingentiobiozidra: C₄₀H₄₂O₂₁ (858·34).

Számított értékek: 55·92% C, 4·93% H.

Talált értékek: 55·71% C; 5·51% H.

Hepta-acetyl-(1-acetyl)-alizingentiobiozid.

(XII. szimbolum.)

0·4 gr hepta-acetylalizingentiobiozidot 4 cm³ ecetsavanhidrid és 0·4 gr vízmentes nátriumacetáttal fél óra hosszat melegítünk 120°-os fürdőben. Az anyag hamar oldódik. Melegítés után 6 cm³ vizet adunk hozzá. Előbb sárgás olaj válik ki, ez nemsokára fakósárga pelyhekké dermed meg. Lecentrifugálva, ecetsavtartalmú alkoholból kristályosítjuk át. Termelés 0·32 gr, vagyis a számított mennyiség 76·2%-a.

Halványsárga, selyemfényű tűk, kapillárisban hevítve, 232°-on olvadnak. Oldhatósága az előbbi termékével azonos, csak kissé nagyobb, főleg savészterekben és alkoholban.

Analízis:

3·845 mg : 7·905 mg CO₂; 1·735 mg H₂O.

Okta-acetylalizingentiobiozidra: C₄₂H₄₄O₂₂ (900·36).

Számított értékek: 55·98% C, 4·93% H.

Talált értékek: 56·07% C, 5·05% H.

Alizingentiobiozidammónium.

1·0 gr hepta-acetylalizingentiobiozidot 300 cm³ metilalkohollal leöntve, jegesvízes hűtés mellett száraz ammóniákgázt

vezetünk bele. A keletkező termék hideg metilalkoholban igen nehezen oldódik. Ezért az oldat csak hosszabb idő múlva lesz rubinvörös. A szappanosítás elősegítésére ezért gyakran vagy keverni vagy rázogatni kell. Így elérhető, hogy az oldat telítéssé az anyag is oldatba megy, ha nem, rázógépen kell rázatni. Ezután nyitott edényben áll. Nemsokára igen szép, sugarasan elrendezett, mélyvörös színű, zömök tűk válnak ki, lassan szaporodnak. 5—6 nap múlva leszívátva, alkohollal jól kimossuk. Még oldószert tartanak vissza, ezért vákuumban 60°-on szárítjuk. Olvadáspontjuk 199—200°. Termelés 0·6 gr.

Sötétvörös színű, fémes fényű, csillogó tűk. Alkohol és metilalkohol nehezen, víz ellenben elég jól oldja, az előbbi ammóniumszármazékokkal ellentétben. Éter, benzol, kloroform és tetraklórmetán nem oldja.

Analízis:

3·925 mg : 7·610 mg CO_2 ; 1·940 mg H_2O .

4·380 mg : 0·1078 cm³ N, 720 mm, 21°.

Alizaringentiobiozidammóniumra: $C_{26}H_{31}O_{14}N$ (581·26).

Számított értékek: 53·68% C, 5·38% H, 2·41% N.

Talált értékek: 52·88% C, 5·53% H, 2·71% N.

Alizaringentiobiozid.

(XIII. szimbolum.)

1·0 gr hepta-acetylalizaringentiobiozidot 25 cm³ meleg alkohollal leöntve, 5 cm³ vízzel hígított 0·5 cm³ 33%-os nátronlúgot adunk hozzá. A kiváló sötétvörös alkaliszármazékot 20 cm³ meleg vízzel újra oldatba visszük. A tiszta forró oldatot lehűtve, 10%-os sósavval savanyítjuk meg, óvatosan. Aranysárga oldatot kapunk. Csökkentett nyomáson 30° alatti fürdőből bepárolva, 20 cm³ metilalkoholt adunk hozzá és szárazra pároljuk. Ezt a metilalkoholos sósavelűzést megismételve, a sárga maradékot vízfürdőn háromszor 50, 20 és 10 cm³ alkohollal kifőzzük és az oldatokat a színtelen konyhasórolól leszűrjük. Az élénk színű oldatból már melegen válnak ki apró, csillogó prizmák, melyek lassan szaporodnak. Az anyalúgban víztiszta zömök prizmák vagy

hemipiramisok levegőn szétmállanak és átlátszóságukat elvesztik. Barnássárga színűek. Oldószert tartanak vissza, ezért csökkentett nyomáson 60° -on kell őket megszáritani. Szárazon 178 — 180° -on olvad. Termelés $0\cdot56$ gr, vagyis quantitativ (számított mennyiség $0\cdot57$ gr).

Kloroform, tetraklórmetán, éter, petrol-éter és benzol nem; meleg alkohol és metilalkohol, továbbá víz elég jól oldja.

A dolgozat a *Magyar Természettudományi Alap* és a *Szécsényi-Társaság* anyagi támogatásával készült.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1929 június 3.-án tartott üléséből.)

ÜBER ALIZARINGLYKOSID UND ALIZARINBIOSIDE.

Von GÉZA ZEMPLÉN o. M. und ALEXANDER MÜLLER Gast.

Versuche durch Synthese zu entscheiden, welche Biose der Rubierythrinsäure, der Krappwurzel zugrunde liegt, führten zu keiner endgültigen Entscheidung. Rubierythrinsäure ist mit Alizaringentiobiosid nicht identisch, mit Alizarincellobiosid hat sie eine gewisse Ähnlichkeit in den Schmelzpunkten der freien Substanz und der Okta-acetylverbindung. Die Arbeit erschien unterdessen in den Berichten der Deutschen Chemischen Gesellschaft. Bd 62, 2107—2118 (1929).

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 3. Juni 1929.)

ACETYLEZETT CUKROK ÉS ROKONVEGYÜLETEK ELSZAPPANOSÍTÁSA.

ZEMPLÉN GÉZA r. tagtól és PACSU JENŐ vendégtől.

Régebben végzett kísérletek alapján egyikünk kimutatta,¹ hogy acetylezett cukrok és cukorszarmazékok elszappanosítására igen előnyösen alkalmazható nátriummetilát. A teljes elszappanosításhoz a számított mennyiségnél jóval kevesebb nátrium elég, mert az acetylek főrésze metilacetátként hasad le. Így például 20 gr okta-acetyl-cellobiózt kloroformos oldatban 1 gr nátriummal át lehet alakítani szabad cellobiózzá. A módszer azóta általános alkalmazásnak örvend.

Most azt találtuk, hogy oly acetylszarmazékoknál, melyeknél az elszappanosítás folyamán nem válik szabaddá redukáló csoport, metilalkoholos oldatban vízfürdőn is lehet dolgozni és hogy ily körülmények között egész csekély mennyiségű nátrium is elég a teljesen tiszta acetylmentes termék felszabadítására. Így például 8 gr hexa-acetylmannitot 0.0046 gr nátriummal, vagyis a számított mennyiség $\frac{1}{600}$ -ad részével már három perc alatt el lehet szappanosítani úgy, hogy már a még forró oldatból kiválik a szabad mannit legnagyobb része. Ezenkívül igen jó eredményt értünk el a triacetyl-lävoglükózán, okta-acetylszakkharóz, okta-acetyl-thioizotrehalóz és pentaacetyl-salicin elszappanosításánál.

Igen tanulságos a tetraacetyl- α -metilmannozid elszappanosítása. Így például 0.54 gr-ot 5 cm³ hideg absz. metilalkoholban

¹ G. ZEMPLÉN: Berichte 59, 1258, (1926); G. ZEMPLÉN és A. KUNZ Berichte 56, 1705, (1923).

oldva 0.1 cm^3 $n/10$ -nátriummetilátoldatot adunk hozzá és forró vízfürdőre helyezzük. Két perc múlva a szabad α -metilmannozid pompás kristályokban kezd kiválni. Ha a keveréket nem melegítjük, a szappanosítás menetét polarimetrálással kísérhetjük. A reakció szobahőmérsékleten 40 perc alatt be van fejezve. Az oldatból éjszakai állás közben az α -metilmannozid szép kristályokban válik ki.

A módszert megpróbáltuk redukáló cukrok acetátjaira is alkalmazni. A szappanosítás ezeknél is igen gyorsan megy, az oldatok azonban sárgásbarna színűek lesznek s ezért a kapott kristályokat átkristályosítással kell tisztítani. Ebben az esetben tehát a régi, kloroformos oldatban való hideg szappanosítás előnyösebb.

KÍSÉRLETI RÉSZ.

Mannit hexa-acetyl-mannitból.

8 gr hexa-acetylmannitot 20 cm^3 absz. metilalkohollal leöntve vízfürdőn felmelegítjük és 2 cm^3 $n/10$ nátriummetilátoldatot adunk hozzá. Három perc múlva mannit kezd kiválni. A reakciókeveréket csökkentett nyomáson szárazra párolva, a maradékot 5 cm^3 vízben oldjuk és melegen 25 cm^3 absz. alkoholt adunk hozzá. Lehűlve 2.7 gr mannit kristályosodik ki, a számított mennyiség 80.5%-a. Olvadáspont 165° , kevert op.: 165° . Irodalmi olvadáspont: 166° .¹

Lävoglükózán triacetyl-lävoglükózánból.

10 gr triacetyl-lävoglükózánt 20 cm^3 absz. metilalkoholban oldva, 2 cm^3 $n/10$ nátriummetilátoldattal melegítjük vízfürdőn öt percig. Másnapra nagy, szintelen, üvegfényű kristályok válnak ki. Termelés 4 gr, a számított mennyiség 71%-a. Olvadáspont 175° .

$$[\alpha]_D^{19} = - \frac{6.70^\circ \times 7.707}{0.7522 \times 1.05} = - 65.4^\circ, \text{ vízben.}$$

¹ LANDOLT: Zeitschrift für physical. Chem. 4, 366, (1889).

Mivel a keményítő vákuumdesztillációjánál kapott egészen szennyezett, sárgásbarna nyersanyagból is lehet teljesen szintelen triacetyl-lävoglükozánt kapni acetylezés és forró vízből való csontszenes derítéssel egybekötött átkristályosítással, e módszer igen alkalmas tiszta, szintelen lävoglükozán előállítására, tekintve, hogy a lävoglükozán nyerstermékek közvetlen átkristályosítással csak igen nagy veszteségek árán tisztíthatók meg.

Szakkharóz okta-acetyl-szakkharózból.

10 gr oktaacetátot, 50 cm³ absz. methylalkoholt és 2 cm³ n/10 nátriummetilátoldatot vízfürdön 5 percig melegítünk. Egy éjszaka alatt 4·5 gr kristály válik ki, termelés 89%. Olvadáspont 182°.

$$[\alpha]_D^{19} = + \frac{8 \cdot 30^\circ \times 6 \cdot 6964}{0 \cdot 8114 \times 1 \cdot 062} = + 64 \cdot 5^\circ, \text{ vízben.}$$

SCHUCHARDT-féle tiszta szakkharóz olvadáspontja 180°; $[\alpha]_D^{19} = + 64 \cdot 53^\circ$, vízben.

Thio-izotrehalóz okta-acetyl vegyületéből.

Szappanosítás teljesen fenti módon. 10 gr-ból tiszta termék kapható, vagyis a számított mennyiség 97%-a. 174°-on olvad.

$$[\alpha]_D^{18} = - \frac{0 \cdot 56^\circ \times 6 \cdot 7064}{0 \cdot 5010 \times 1 \cdot 042} = - 84 \cdot 3^\circ, \text{ vízben.}$$

Irodalmi adatok¹ szerint a thio-izotrehalóz 174°-on olvad; $[\alpha]_D^{23} = - 84 \cdot 78^\circ$, vízben.

Salicin penta-acetylsalicinből.

20 gr penta-acetylsalicint 80 cm³ absz. metilalkoholban szuszpendálva, 4 cm³ n/10-nátriummetilátoldattal öt percig melegítünk forró vízfürdön. Egy éjszaka alatt 10 gr kristályosodik ki, vagyis a számított mennyiség 86·7%-a. 201°-on olvad.

¹ W. SCHNEIDER és F. WREDE: Berichte 50, 793, (1917).

$$[\alpha]_D^{19} = - \frac{4.63^\circ \times 7.3562}{0.5532 \times 1.036} = - 59.4^\circ, \text{ vízben.}$$

Egy összehasonlító-termék 201°-on olvadt; $[\alpha]_D^{19} = - 61.3^\circ$.

BRUCKNER ZOLTÁN vegyészmérnök úr nagy hozzáértéssel segített fenti kísérletek elvégzésénél. Ezért neki e helyen mondunk köszönetet.

A dolgozat a *Természettudományi Kutató Alap* anyagi támogatásával készült.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1929 június hó 3.-án tartott üléséből.)

ÜBER DIE VERSEIFUNG ACETYLIERTER ZUCKER UND VERWANDTER SUBSTANZEN.

Von GÉZA ZEMPLÉN o. M. und EUGEN PACSU Gast.

Zur Verseifung acetylierter, nicht reduzierender Zuckerderivate oder mehrwertiger Alkohole empfehlen Verfasser eine Abänderung der früher von ZEMPLÉN angegebenen Methode. Die Verseifung erfolgt katalitisch mit $\frac{1}{600}$ der theoretischen Natriummenge in Form von Natriummethylat in Methylalkohol ohne Anwendung von Chloroform. Man erhält sogleich die analysenreinen acetylfreien Verbindungen. Das Verfahren wurde erprobt zur Darstellung von Mannit aus Hexa-acetylmannit, Lävoglykosan aus Triacetylävoglykosan, Rohrzucker aus Okta-acetylsaccharose, Thioisotrehalose aus ihrem Okta-acetat, Salicin aus Penta-acetylsalicin. Die Arbeit erschien inzwischen in den Berichten der Deutschen Chemischen Gesellschaft 62, 1613 (1929).

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 3. Juni 1929.)

RÖNTGENSUGARAK DISZPERZIÓJA *CuSO₄* KRISTÁLYOKBAN.

(Előzetes jelentés.)

NAGY L. JÓZSEF-től.

Mint STENSTRÖM¹ első, majd később HJALMAR² pontosabb vizsgálatai mutatták, a BRAGG-féle $n\lambda = 2d \sin \varphi_n$ egyenletből folyó

$$\frac{\sin \varphi_n}{n} = \frac{\lambda}{2d} \quad (1)$$

hányados nem konstans. A $\frac{\sin \varphi_n}{n}$ az n növekedésével csökkenő értékeket vesz fel, amelyek aszimptotikusan közelednek egy határérték felé. E jelenséget STENSTRÖM a jelzett dolgozatában a RÖNTGEN-sugaraknak a kristályokban bekövetkező *töréséből* és *szóródásából* magyarázta. Pontosabb magyarázatát P. EWALD adta, aki a klasszikus DRUDE—LORENTZ-féle diszperzió-formula segítségével a BRAGG-féle relációt a következőre módosította:

$$n\lambda = 2d \left(1 - \frac{4d^2}{n^2} \cdot \frac{\delta}{\lambda} \right) \sin \varphi_n, \quad (2)$$

ahol λ a hullámhosszúság, n a reflexio rendszáma, δ a diszperzió, φ_n a simuló szög és d az $n = \infty$ rendszámhoz tartozó, valódi atomsíktávolság. A $\sin \varphi_n$ szorzóját d_n -el jelölve:

$$n\lambda = d_n \sin \varphi_n. \quad (3)$$

¹ Experimentelle Untersuchungen der Röntgenspektra, p. 29.

² Z. f. Ph. 1920. 2. p. 332.

³ Z. f. Ph. 1923. 15. p. 94.

Adott λ -ból és φ_n -ből d_n meghatározható és ebből (2) és (3) egyenletek figyelembevételével, tekintve azt, hogy $d_n - d$ a d -hez képest kis mennyiség, kapjuk, hogy

$$d_0 - d_n = \frac{4}{n^2} \cdot \frac{\delta}{\lambda^2} \cdot d_n^2,$$

vagy

$$d_0 = d_n \left(1 + \frac{4d_n^2}{n^2} \cdot \frac{\delta}{\lambda^2} \right).$$

LARSON¹ gondos vizsgálatai és számításai az EWALD-féle elméletet fényesen igazolták. A $CuK\alpha_1$ hullámhosszúságát a (2) egyenlet segítségével 10 rendben kiszámította és a kapott eredmények 6 számjegyig megegyeztek.

A (2) egyenletet, mert a λ számára a rendszámtól független értéket szolgáltat, fel lehet használni a δ meghatározására. Ha két különböző, m és n rendben meghatározzuk a simulószöveget φ_m -et és φ_n -et, akkor a

$$m\lambda = 2d \left(1 - \frac{4d^2}{m^2} \cdot \frac{\delta}{\lambda^2} \right) \sin \varphi_m,$$

$$n\lambda = 2d \left(1 - \frac{4d^2}{n^2} \cdot \frac{\delta}{\lambda^2} \right) \sin \varphi_n,$$

egyenletekből kapjuk:

$$\delta = \frac{\frac{\sin \varphi_m}{m} - \frac{\sin \varphi_n}{n}}{\frac{1}{m \sin \varphi_m} - \frac{1}{n \sin \varphi_n}}.$$

Vagy ha $\sin \varphi_1 - \frac{\sin \varphi_n}{n} = J$ jelöléssel élünk, akkor jó megközelítéssel

$$\delta = \frac{n^2}{n^2 - 1} \cdot J \sin \varphi_1.$$

Az így nyert tapasztalati értékeket a DRUDE—LORENTZ-féle

$$\delta = \frac{e^2}{2\pi m} \sum \frac{N_i}{\nu^2 - \nu_i^2}$$

¹ Z. f. Ph. 1925/26. 35. p. 410.

egyenlethől számítható értékekkel idáig több kutató¹ vetette össze és azt találták, hogy míg a $\nu - \nu_i$ különbség elég nagy, addig a tapasztalati és az elméleti értékek jól megegyeznek.

Mindezek a vizsgálatok azonban nem terjedtek ki ugyanazon kristály más és más atomsíkjára és bár a kristályok a legkülönbözőbb kristályrendszerhez tartoztak, a talált értékek a reguláris rendszerbe tartozó kristályokra levezetett elméleti értékekkel jól megegyeztek, ami azt látszik mutatni, hogy a diszperzió a reflektáló atomsíknak a kristályban való orientációjától független. Csak DRESHEM említi egyik rövid referátumában,² hogy bizonyos experimentumok azt látszanak mutatni, hogy a diszperzió ugyanazon anyag különböző felületein más és más lehet.

Jelen kutatásomban a TRIKLIN-rendszerbe tartozó $CuSO_4 + 5H_2O$ kristályt vettem vizsgálat alá és pedig kétféle szempontból:

1. Függ-e a diszperzió a visszaverő felület irányításától, illetőleg indexeitől?

2. A CuK abszorpciós éle: $\lambda = 1377.65 X$ közelében tapasztalok-e anomális diszperziót?

E célból antikatód gyanánt Cu -t használtam, amelynek $K\beta_2$ vonalának hossza $1378.0 X$ és erre $ZrHfSO_4$ -t³ dörzsöltem rá, amelyben a $HfL\beta_1$ vonalának hossza $1370.17 X$. Sajnos azonban

¹ DAVIS and TERLL: Proc. Nat. Akad. Sci. 1922. 8. p. 557.

HATLEY and DAVIS: Phys. Rew. 1924. 23. p. 290.

DAVIS and NARDROFF: Phys. Rew. 1924. 23. p. 291.

NARDROFF: Phys. Rew. 1924. 24. p. 143.

HATLEY: Phys. Rew. 1924. 24. p. 486.

LARSON: Z. f. Ph. 1925/6. 35. p. 401, Z. f. Ph. 1927. 41. p. 507.

EHRENBERG und MARK: Z. f. Ph. 1926. 38. p. 129.

HJALMAR: Ann. d. Ph. 1926. 79. p. 554.

DAVIS and C. M. SLACK: Phys. Rew. 1926. 27. p. 796.

J. A. PRINS: Naturw. 1928. 16. p. 555. Z. f. Ph. 1928. 47. p. 479.

E. DRESHEM: Phys. Rew. 1928. 31. p. 305, Phys. Rew. 1929. 33. p. 120. Proc. Nat. Ac. of Am. 1928. 14. p. 380.

R. FORSTER: Helv. Phys. Acta. 1928. 1. p. 18.

St. FRIESEN: Z. f. Ph. 1929. 54. p. 679.

² Phys. Rew. 1929. 33. p. 129.

³ Ezt HEVESY GYÖRGY professor úr volt szíves rendelkezésemre bocsájtani, amiért is e helyen is köszönetemet fejezem ki.

e két fontos vonalat órák hosszában át tartó expositio után sem kaptam meg s így közvetlenül az abszorpciós élnél adataim nincsenek.

Vizsgálataimat a SEEMANN-féle spektrográffal az ékmódszerrel végeztem. A fotográflemeznek az éktől való távolsága $138\cdot85$ milliméter volt.

Mintthogy ezek a mérések abszolút mérések, szükséges volt annak a megvizsgálása, hogy a fotográflemez tartó sík a nullsíkra (a reflektáló atomsíkra) merőleges-e. Ha a merőlegestől való eltérés δ , akkor az 1. ábra szerint elemi trigonometriai úton kapjuk, hogy $a = a' (\cos \delta - \operatorname{tg} \varphi \sin \delta)$.

Ha tehát δ nem nagyon kicsi, akkor φ növekedésével az $a' - a$ különbség rohamosan nő. Méréseim szerint a készüléknél $\delta < 20''$ és felvételeim folyamán $\varphi < 26^\circ$ és $a' < 65$ mm volt mindig, azért

$$a' - a = \operatorname{tg} \varphi \sin \delta < 3 \cdot 10^{-4} \text{ mm,}$$

ami a kimérésem pontosságán ($0\cdot001$ mm) alul van.

Az interferenciavonalaknak a nullvonalától való távolságát több ízben mértem ki ugyanazon lemezen is, hogy a vizuális hibákat lehetőleg csökkentsem; különösen szükséges volt ez 2-od és 3-ad rendben, mert itt a vonalak elmosódottabbak. Az első rendben a lemérések szélső értékei $0\cdot002$ mm-nyire, 2-od és 3-ad rendben $0\cdot005$ mm-nyire különböztek egymástól; a középértékektől való eltérés tehát az első rendben $\pm 0\cdot001$ mm, illetőleg $0\cdot0025$ mm, aminek a

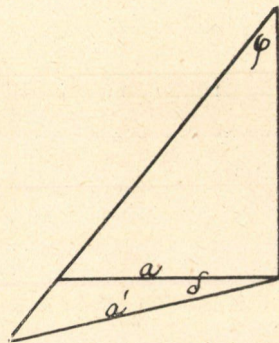
$$\Delta\varphi = \frac{\operatorname{tg}(\varphi + \Delta\varphi) - \operatorname{tg} \varphi}{1 + \operatorname{tg}^2 \varphi}$$

egyenlet szerint nálam

$$\Delta\varphi = \pm 1\cdot5'',$$

illetőleg

$$\Delta\varphi = \pm 3\cdot3''$$



1. ábra.

hiba felel meg, ami a diszperzió nagyságának finomabb követését nem engedi meg.

Felvételeim és kiméréseim megbízhatóságának ellenőrzésére $\lambda = 1537.30 \text{ X}$ ($\text{CuK}\alpha_1$)-et véve alapul, a többi hullám hosszúságát is kiszámítottam. Ezek a SIEGBAHN-féle táblázatokban adott értékektől csak oly rendben különböznek (a hiba kisebb mindig 0.1%), aminő pontosságot a készülékem megenged.

Méréseim és számításaim eredményeit a következő táblázatok tartalmazzák. Az első oszlopban levő a a hullámvonalnak a nullvonaltól való távolságát adja.

{120} kristályfelület, 3 felvétel; 20 kimérés középértéke.

a mm	λ (X)	φ	$\log \sin \varphi$	$\sin \varphi$	$\delta.10^6$	$\frac{\delta}{\lambda}.10^6$
I. rendben.						
18.726	$WL\beta_2$ 1241.88 1241.91	$7^\circ 40' 51.1''$	9.1259850	0.1336549	6.7	3.98
19.300	$WL\beta_1$ 1274.24 17	$7^\circ 54' 48.0''$	9.1388550	0.1376752	9.8	6.42
20.997	$\text{CuK}\beta_1$ 1389.31 33	$8^\circ 35' 57.0''$	9.1747016	0.1495208	15.7	8.45
22.299	$WL\alpha_1$ 1473.36 48	$9^\circ 7' 25.2''$	9.2001898	0.1585586	19.0	9.8
23.294	$\text{CuK}\alpha_1$ 1537.30	$9^\circ 31' 24.5''$	9.2186528	0.1654447	19.0	8.3
23.355	$\text{CuK}\alpha_2$ 1541.25 16	$9^\circ 32' 52.6''$	9.2197758	0.1658730	19.7	8.5
23.745	HfLa_1 1566.26 07	$9^\circ 42' 15.8''$	9.2267668	0.1685654	20.6	9.7
II. rendben.						
38.506		$15^\circ 29' 59.3''$	9.4268935	0.2672351		
39.753		$15^\circ 58' 35.4''$	9.4397167	0.2752433		
43.487		$17^\circ 23' 26.2''$	9.4755033	0.2988844		
46.399		$18^\circ 28' 40.4''$	9.5009753	0.3169387		
48.658		$19^\circ 18' 44.2''$	9.5194562	0.3307167		
48.799		$19^\circ 21' 50.7''$	9.5205751	0.3315700		
49.691		$19^\circ 41' 27.7''$	7.5275627	0.3369484		
$\log 2d_1 = 3.9681068$ $d_1 = 4645.96 \text{ X}$						

{110} kristályfelület, 2 felvétel, 6 kimérés.

α	λ (X)	φ	$\log \sin \varphi$	$\sin \varphi$	$\delta \cdot 10^6$	$\frac{\delta}{\lambda} \cdot 10^6$
I. rendben.						
17·866	$CuK\beta_1$ 1839. ³³ ₃₃	7° 19' 54·6"	9·1059038	0·1276156	$\frac{1}{2}$ 43·7 $\frac{1}{3}$ 44·6	22·8
18·967	$WL\alpha_1$ 1473. ⁴⁷ ₄₈	7° 46' 42·6"	9·1314381	0·1353437	$\frac{1}{3}$ 51·3	23·6
19·805	$CuK\alpha_1$ 1537·30	8° 7' 3·6"	9·1498555	0·1412067	$\frac{1}{2}$ 54·6 $\frac{1}{3}$ 52·8	22·8
19·855	$CuK\alpha_2$ 1541. ¹⁰ ₁₆	8° 8' 16·5"	9·1509265	0·1415561	$\frac{1}{2}$ 51·7 $\frac{1}{3}$ 52·5	21·9
II. rendben.						
36·573		14° 45' 24·4"	9·4060568	0·2547169		
		nem látható				
40·786		16° 22' 10·9"	9·4499934	0·2819340		
40·901		16° 24' 48·1"	9·4511189	0·2825653		
III. rendben.						
57·379		22° 27' 9·3"	9·5819711	0·3819200		
61·508		23° 53' 32·9"	9·6074770	0·4050213		
64·748		25° 0' 1·4"	9·6259548	0·4226247		
64·945		25° 4' 1·7"	9·6270379	0·4236800		
			$\log. 2d_1 = 4·0369031$			
			$d_1 = 5·443·44$			

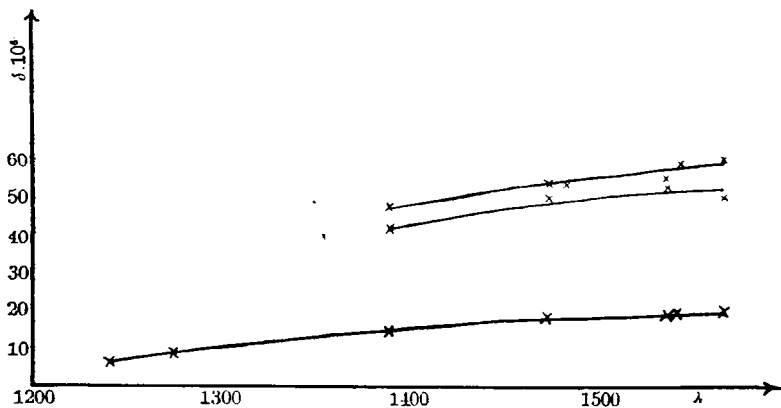
Kísérleteim folyamán a hőmérséklet állandóan 20° C körül volt; a legnagyobb eltérés 1° C volt s így az ebből származó rácsállandó-változás figyelmen kívül hagyható.

E táblázatok a következő eredményeket mutatják:

1. A reflektáló felülettel nemcsak a rácsállandó változik, hanem
2. a diszperzió is, és pedig
3. nagyobb rácsállandóhoz nagyobb diszperzió tartozik.
4. Két felületnél a $\frac{\delta}{\lambda^2}$ hányados elég jól állandó értékű,

{110} kristályfelület, 2 felvétel, 10 kimérés.

a	λ (X)	φ	$\log \sin \varphi$	$\sin \varphi$	$\delta \cdot 10^8$	$\frac{\delta}{\lambda} \cdot 10^8$
I. rendben.						
17·083	$CuK\beta_1$ 1389 $\frac{52}{33}$	7° 0' 50·3"	9·0867559	0·1221113	48·3	25
18·132	$WL\alpha_1$ 1473 $\frac{45}{48}$	7° 25' 23·9"	9·1122279	0·1294875	54·3	25
18·268	$WL\alpha_2$ 1484 $\frac{36}{52}$	7° 59' 42·5"	9·1154185	0·1304423	54·3	24·7
18·932	$CuK\alpha_1$ 1537·30	7° 45' 57·5"	9·1306507	0·1350986	56·5	23·9
18·983	$CuK\alpha_2$ 1541 $\frac{36}{16}$	7° 47' 5·9"	9·1317976	0·1354558	60·0	25·2
19·293	$HfLa_1$ 1566 $\frac{06}{07}$	7° 54' 37·9"	9·1387017	0·1376260	60·8	24·8
II. rendben.						
34·879		14° 6' 3·2"	9·3867308	0·2436300		
37·132		14° 58' 19·1"	9·4122029	0·2583467		
37·427		15° 5' 8·0"	9·4154093	0·2602607		
38·869		15° 38' 19·7"	9·4306748	0·2695719		
38·974		15° 40' 44·3"	9·4317610	0·2702471		
39·659		15° 56' 26·2"	9·4387661	0·2746515		
$\log. 2d_1 = 4·0561079$ $d_1 = 5689·55$						



2. ábra.

míg a harmadik felületnél erős ingadozás tapasztalható; valószínűleg a felvételnél a készüléknél valami kis változás állott be.

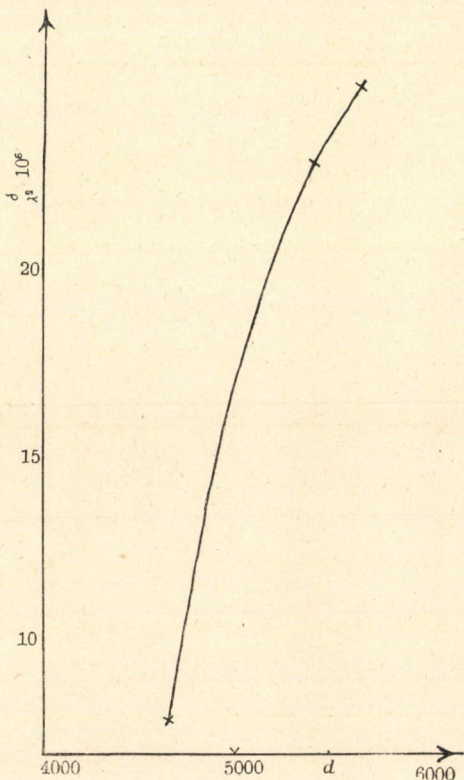
5. Egy diszperzió sem egyezik az elméletből folyó $\delta = 3 \cdot 10^{-6}$ értékkel.

E kísérleteknél nem ugyanazon kristály három különböző felületéről történt a reflektálás, hanem három különböző kristály más-más orientációjú felületéről.

Az eredmények szükségessé teszik, hogy ugyanazon kristály lehetőleg sok felületéről történjék felvétel nagyobb pontossággal.

Az eredményeket grafikailag az mellékelt 2-ik és 3-ik ábrák mutatják.

A kísérleteket a Kir. József-műegyetemnek dr. POGÁNY BÉLA vezetése alatt álló kísérleti fizikai intézetében a Természettudományi alap támogatásával végeztem. A jóakarató támogatásért e helyen is mély hálámat fejezem ki.



3. ábra.

DISPERSION DER RÖNTGENSTRAHLEN IN $CuSO_4$ KRISTALLEN.

Vorläufige Mitteilung.

Von JOSEF L. NAGY.

Verfasser hat die Dispersion der Röntgenstrahlen an drei verschieden-orientierten Flächen der $CuSO_4$ Kristallen in der Nähe der CuK Absorptionskante untersucht. Trotz mehrstündiger Exposition konnten die Linien $CuK\beta_2$ ($\lambda=1378\cdot0.X$) und $HfL\beta_1$ ($\lambda=1360\cdot17X$) nicht erhalten werden. Die Dispersion wurde nach der Stenström'schen Relation :

$$\delta = \frac{\frac{\sin \varphi_m}{m} - \frac{\sin \varphi_n}{n}}{\frac{1}{m \sin \varphi_m} - \frac{1}{n \sin \varphi_n}}$$

berechnet. Es ergab sich, dass die Dispersion an den verschieden orientierten Flächen verschieden ist; und zwar *wächst* mit zunehmendem Atomebenenabstand sowohl die Dispersion, wie auch $\frac{\delta}{\lambda^2}$. Die Aufnahmen wurden mit einem SEEMANN'schen Apparat gemacht. Die Entfernung: Schneide-Platte war 138·85 mm. Die Ergebnisse sind in den Tabellen zu lesen. Die erste Kolumne enthält den Abstand Linie-Nullinie. Die oberen Zahlen in der zweiten Kolumne der Tabellen sind die *ausgerechneten* Wellenlängen, die unteren Zahlen sind die aus den Siegbahn'schen Tabellen entnommenen Wellenlängen.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 3. Juni 1929.)

A FOSZFORESCENCIA EGY ÚJ TÖRVÉNYSZERŰSÉGE.

FRÖHLICH PÁL 1.-tagtól.

1. Az eddigi kísérleti eredmények összefoglalása.

A legújabb időkig a tapasztalat alapján az volt a felfogás, hogy az anizotrop kristályok kivételével minden más anyag vagy oldat fluoreszcenciafénye sohasem poláros, még az esetben sem, ha a gerjesztés lineárisan poláros fénnel történik. Ezzel ellentétben WEIGERT¹ rájött arra, hogy a fluoreszkáló festékoldatok által emittált fluoreszcenciafény parciálisan poláros, de csak akkor, ha a gerjesztés lineárisan poláros fénnel történik és az oldószer viszkozitása elég nagy.

A kutatók egy tekintélyes száma erősen kezdett e kérdéssel foglalkozni, hogy a festékoldatok fluoreszcenciafénye polárosságának problémáját tisztázzák, mert ezzel a fluoreszcencia lefolyásának mechanizmusára vonatkozólag is felvilágosítást nyerhetünk. Főként PRINGSHEIM, CARELLI, WAWILOW, LEWSCHIN és SCHMIDT végeztek ez irányban vizsgálatokat és én magam is foglalkoztam e kérdéssel.²

E nagyszámú kísérleti vizsgálat eredményei röviden a következőkben foglalhatók össze:

A gerjesztés történjék lineárisan poláros fénnel.

Kis viszkozitású oldatok esetén a fluoreszcencia-fény nem

¹ F. WEIGERT: Phys. Zschr. Bd. 23, S. 232, 1922.

² P. PRINGSHEIM: Fluorescenz und Phosphorescenz. Dritte Auflage, S. 195 és Handbuch der Physik, Band XXIII. Quanten, S. 542.

poláros. Az oldat viszkozitásának növelése maga után vonja az emittált fény polározását. Így a fluoreszkáló festékek emissziós fénye vizes oldat esetén általában nem poláros; de a viszkozitást glicerin, zselatin vagy cukor hozzáadásával növelve, az emissziós fény parciálisan polárossá válik.

A parciális polározás mértéke az oldat viszkozitásán kívül egyéb körülményektől is függ, éspedig a hőmérséklet csökkenésével növekszik, ugyancsak növekszik a feloldott festékanyag csökkenő koncentrációjával. Tehát a koncentráció és hőmérséklet növelése az emissziós fényre nézve depolarozó hatással van és megfelelő magas hőmérséklet, illetőleg megfelelő nagy koncentráció esetén az emissziós fény parciális polározásának mértéke zérus is lehet.

A hőmérséklet- és koncentráció csökkenésével és a viszkozitás növelésével az emissziós fény parciális polározásának mértéke fokozatosan nő és a legtöbb festékanyagnál körülbelül maximálisan 35%-ot ér el.

A parciális polározás mértéke függ az előbb említett három tényezőn kívül a gerjesztő fény hullámhosszától is oly módon, hogy nagyobb hullámhosszal való gerjesztés esetén az emissziós fény parciális polározása nagyobb, mint ugyanazon oldat emissziós fényének parciális polározása rövid hullámhosszúsággal gerjesztve.

Hogy a parciális polározás az emittált fény spektrumának különböző részeiben különböző-e vagy sem, e kérdés még nincsen tisztázva, ugyanis az erre vonatkozó kísérleti eredmények ellentétesek.¹

Végül a parciális polározás mértéke függ a festékanyagtól is, éspedig nagyobb molekulásúlyú festékek esetén nagyobb.

A parciális polározás mértéke a gerjesztő lineáris vektorra merőleges síkban, minden irányban ugyanakkora.

Azok a festékoldatok, melyeknek fluoreszcenciafénye lineári-

¹ F. WEIGERT: Phys. Zs. Bd. 23, S. 232, 922; F. WEIGERT und G. KÄPPLER: Zschr. f. Phys. Bd. 25, S. 106, 1924; S. I. WAWILOW und W. L. LEWSCHIN: Zschr. f. Phys. Bd. 16, S. 146, 1923; S. I. WAWILOW: Zschr. f. Phys. Bd. 37, S. 721, 1925.

san poláros gerjesztés esetén parciálisan poláros, nem poláros fényel történő gerjesztés esetén is parciálisan poláros fényt emittálnak, de csakis a gerjesztő sugárhoz ferde irányban. Ilyen esetben a parciális polározás mértéke a gerjesztő sugárra merőleges irányban maximális, a gerjesztő sugárhoz fokozatosan közeledve csökken és a gerjesztő sugár irányában (iránya mentén) zérus. A maximális polározás mértéke körülbelül fele annak, amit lineárisan polárosgerjesztés esetén nyerünk.

Ismeretes, hogy a fluoreszkáló festékkoldatok megszilárdulásuk esetén foszforeszkálókká válnak. E megszilárdulás vagy úgy érhető el, hogy az oldatot megfagyasztjuk, vagy az oldathoz zselatint, cukrot stb-t adunk hozzá.

E szilárd festékkoldatok fotoluminiszcenciájának kérdése még meglehetősen tisztázatlan.

PRINGSHEIM és WAWILOW szerint e megszilárdult oldatok két különböző sávot emittálnak. A fluoreszcenciában a rövidebb hullámhosszúságú sáv intenzitása nagyobb, mint a hosszabb hullámhosszúságú sáv. A foszforeszcenciában azonban éppen fordítva, a hosszabb hullámhosszúságú-sáv intenzitása erősebb, mint a rövidebb hullámhosszúságúé. A hőmérséklet fokozatos csökkenésével a rövidebb hullámhosszúságú sáv a foszforeszcenciában teljesen el is tűnhet. Ezért a nagyobb hullámhosszúságú sávot, minthogy ennek intenzitása a foszforeszcenciában domináló, foszforeszcencia-sávnak és a rövidebb hullámhosszúságú sávot, minthogy ennek intenzitása fluoreszcenciában a domináló, fluoreszcencia-sávnak nevezték el. A fluoreszcencia-sáv körülbelül megegyezik azzal, amit a festékkoldat megszilárdulása előtt emittált; általában mindkét sáv úgy a fluoreszcenciában, mint a foszforeszcenciában jelentkezik; csak az intenzitásuk más.

Az eddigi vizsgálatok szerint az úgynevezett fluoreszcencia-sáv a polározás szempontjából az előzőekben részletezett módon viselkedik úgy a fluoreszcenciában, mint a foszforeszcenciában. Azzal a hozzáadással, hogy a polározás mértéke független az utánvilágítás időtartamától. Ugyanezen vizsgálatok szerint azonban az úgynevezett foszforeszcencia-sáv a polározás szempontjából a fluoreszcencia-sávtól merőben különbözik. Ugyanis e sáv állítólag soha, sem fluoreszcenciában, sem a foszforeszcenciába nem mutat

polárosságot, még poláros fénnel gerjesztve sem. Ha a két sáv egymásba átnyúlik, akkor poláros gerjesztés esetén az emittált fény polározásának mértéke a rövidebb hullámhosszaktól a nagyobbak felé csökken.

2. E jelenségek elméleti értelmezése.

Az itt közölt jelenségesoport elméleti értelmezésére vonatkozólag a következőket kell röviden felemlítenem. Ha a gerjesztett emittáló festékmolekulát egy klasszikus fényforrás-modellnek tekintem és föltételezem, hogy az elektron a molekulán belül bármely tetszésszerű irányban oszcillálhat, vagyis feltételezem, hogy a molekula az elektron oszcillációja szempontjából izotrop, akkor lineárisan poláros fénnel gerjesztve, minden körülmények között 100%-ban parciálisan poláros, vagyis lineárisan poláros fényt kellene a festékmolekulának emittálnia.

Minthogy azonban az emittált fény poláros gerjesztése esetén nem lineárisan poláros, mindenekelőtt fel kell tételnie, hogy a molekula nem izotrop. Tegyük fel, hogy minden molekula egy meghatározott tengelyre nézve anizotrop. Vagyis minden molekulában egy meghatározott és kitüntetett irány létezik és az elektron csakis ezirányban végezheti a rezgését. A molekulák különben az oldaton belül tetszésszerű fekvésűek lehetnek. Ez esetben, lineárisan poláros fénnel gerjesztve, az emittált fény 50%-ban parciálisan poláros. Ha feltételezzük, hogy minden molekula nem egy, hanem több tengelyre nézve anizotrop, akkor a polározás mértéke 50%-nál nagyobb, de 100%-nál kisebb. Tehát az anizotropia mértéke szerint az emittált fény polározása 50 és 100% között lehet. Ha ezenkívül feltételezzük, hogy a molekula termikus rotációt is végez, akkor a polározás mértéke kisebb lesz. A termikus rotáció következtében a polározás mértéke legfeljebb 14·3%-ig csökkenhet, ezen érték alá nem. Ha végül még feltételezzük, hogy a molekulák a gerjesztés és emisszió időtartamán belül össze is ütköznek, akkor a polározás mértéke még jobban csökken és az ütközések következtében teljes depolarizódás is bekövetkezhetik.¹

¹ S. I. WAWILOW und W. L. LEWSCHIN : Zschr. f. Phys. Bd. 16, S. 135, 1923.

A fluoreszkáló és foszforeszkáló festékmolekulákra vonatkozólag tehát fel kell tételeznünk azt, hogy azok egy tengelyre nézve anizotropok. Kis viszkozitású, nagy koncentrációjú és magas hőmérsékletű oldatokban a molekulák termikus rotációja és gyakori ütközése következtében, az általuk emittált fény teljesen depolarizálódik. A viszkozitás növelése, a koncentráció csökkenése és alacsonyabb hőmérséklet következtében a molekulák termikus rotációja és az ütközések száma csökkenni fog és így a polározás mértéke fokozatosan növekszik, maximálisan 50%-ot érhet el, de csak akkor, ha a termikus rotáció és az ütközés teljesen megszűnik.

Az egy tengelyre nézve anizotrop festékmolekula feltevésével tehát értelmezhető a fluoreszcencia és a foszforeszcencia úgynevezett fluoreszcencia-sávja polározásának összefüggése az oldat viszkozitásával, a hőmérséklettel és a festék koncentrációjával. A polározás mértékének a gerjesztő fény hullámhosszától való függésére vonatkozólag Wawilow egy legújabban megjelent dolgozatában az excentrikus elhelyezésű atómcsoportok elméletét állítja fel.

Azonban még mindig magyarázat nélkül marad az úgynevezett foszforeszcencia-sáv viselkedése. Mert a foszforeszcencia-sáv viselkedése azt mondaná, hogy ugyanazon molekula az ütközések következtében teljesen depolarozott fényt emittál a nagyobb hullámhosszakban, ugyanakkor a rövidebb hullámhosszakra nézve, vagyis a fluoreszcencia-sávra nézve az ütközések száma oly kicsiny, hogy az emittált fény lényegesen poláros. Ugyanazon molekulánál egy időben az emittált fény hullámhossza szerint különböző számú ütközést feltételezni nem lehet. Lehetséges volna még feltételezni, hogy a foszforeszcencia-sáv keletkezésének mechanizmusa merőben eltér a fluoreszcencia-sávétól; és hogy e mechanizmus annyira komplikált, hogy a folyamat befejezése után a gerjesztő fényvektor eredeti irányítása az emittált fényben már nem észlelhető.

Az emisszió mechanizmusa szempontjából igen fontosnak látszott e kérdés tisztázása.

3. Az eddig alkalmazott kísérleti módszerek kritikai ismertetése.

Vizsgálataim megértése szempontjából szükségesnek tartom a parciális polározás mértékének meghatározására alkalmazott eddigi kísérleti módszereket röviden ismertetni. Mint ismeretes, a parciálisan poláros fény felismerhető azért, hogy az intenzitása egy Nicol-prizmán át vizsgálva, a Nicol forgatása folyamán változik. Vagyis a parciálisan poláros fénysugáron átfektetett különböző síkokban a fényvektor amplitudója, tehát a fény intenzitása is változó. E szempontból az elliptikusan poláros fényhez hasonlít, de a kettő közötti különbség egy negyedhullámhosszúságú lemezzel kimutatható, mert e lemez segítségével az elliptikusan poláros fény lineárisan polárossá alakítható át, míg a parciálisan poláros fénynél ez nem lehetséges.

A parciálisan poláros fénysugáron át fektetett síkok között mindig találunk két kitüntetett síkot. Ezek közül az egyikben a vektor amplitudója, tehát az intenzitás is maximális értékű, az erre merőleges síkban a fényvektor amplitudója, tehát az intenzitás is minimális értékű; de a minimum nem lehet zérus. Amennyiben a minimum zérus, akkor lineárisan poláros fényről van szó.

Legyen parciálisan poláros fény esetében az intenzitás maximális értéke I_1 , e vektorhoz tartozó amplitudó A_1 , a minimális intenzitás értéke I_2 , az ehhez tartozó amplitudó A_2 . A parciális polározás mértékét százalékban a következő módon fejezzük ki:

$$p = 100 \frac{A_1^2 - A_2^2}{A_1^2 + A_2^2} = 100 \frac{I_1 - I_2}{I_1 + I_2}.$$

A parciális polározás mértékének kísérleti meghatározása a fluoreszkáló és foszforeszkáló festékkoldatok által emittált fény esetén eddig kizárólag két szubjektív optikai módszerrel történt.¹

Az egyik módszernél a SAVART-féle lemez azt a tulajdonságát alkalmazzuk, hogy e lemezen áthaladó poláros fény eseté-

¹ R. W. Wood: Physical Optics, II. kiadás, 298. oldal, 1924.

ben, egy NICOL-prizmán át nézve, interferencia-csikok jönnek létre, míg nem poláros fény esetén ezen interferencia-csikok nem jelentkeznek. Tehát az interferencia-csikok jelentkezése a polározás kritériuma. Ha már most a parciálisan poláros fényt emittáló fenyforrás és a SAVART-féle lemez közé egy vagy több üveglapot helyezünk el, akkor az üveglapok elforgatásával elérhető, hogy az interferencia-csikok eltűnnek. Ugyanis az a polarizáció, amely az üveglapokon való töréses áthaladás következtében jött létre, ekkor tökéletesen kompenzálta a fényforrás által emittált fény eredeti polározását. Az üveglapok elforgatási szögéből és a FRESNEL-féle formulák segítségével egyszerű módon kiszámítható az eredeti fény polározásának mértéke.

A másik kísérleti módszer, mellyel a parciális polározás mértéke meghatározható, CORNU-tól származik. A megvizsgálandó fény egy kicsiny négyszögalakú nyíláson és azután egy kettősen törő prizmán halad át oly módon, hogy a kettősen törő prizma egyik rezgési síkja párhuzamos legyen a megvizsgálandó parciálisan poláros fény maximális vagy minimális intenzitású vektorának síkjával. Ez esetben a négyszögalakú nyílás kettősen látszik, vagy helyesebben két egymást érintő, általában nem egyenlően megvilágított felületet fogunk látni. A berendezés és szemünk közé elhelyezett NICOL-prizma segítségével a két felület egyenlő megvilágításúvá tehető. A NICOL-prizmát 360° -al elforgatva, négy esetben lesz a megvilágítás egyenlő. Ha a Nicol állásai két egyenlő megvilágítás esetén ω szöget zárnak be, akkor, a parciális polározás mértéke:

$$p = 100 \cos \omega.$$

Ha e módszerek közül bármelyiket alkalmazzuk, saját tapasztalatom szerint az elkövetett észlelési hiba, nagy mértékben szubjektív körülményektől függ. A pihent vagy fáradt állapotban végzett észlelések eredményei között lényeges eltérés mutatkozott. Ez természetes is, mert az első módszernél meg kell állapítani azt, hogy az üveglemezek milyen elforgási szöge mellett tűnnek el az interferencia-csikok. Az üveglemezeknek esetleg egy egész fokkal való továbbforgatása nagyon gyakran elő szokott fordulni. A második esetben megállapítandó az, hogy egy NICOL-

prizmának milyen elforgatási szöge mellett látszik két felület egyenlően megvilágítva. Ennek megállapítása egész természet-szerűleg szemünk pihent vagy fáradt állapotától függ és az elkövetett hiba igen nagy is lehet.

Mindkét módszer esetén a használt fény intenzitásának nagy-nak kell lennie, mert kis intenzitású fény esetében a polározást jelző interferencia-csíkok egyáltalában nem lesznek láthatók, dacára annak, hogy a megvizsgált fény poláros. Hasonló módon kis intenzitású fény esetén a CORNU-féle polarimétert alkalmazva, a két megvilágított felület megvilágítása oly kicsiny, hogy mindenképpen vagy legalább is igen nagy közben egyenlően megvilágítottnak, helyesebben egyenlően sötétnek látszik.

A szóban forgó fluoreszcencia, illetőleg foszforeszcenciafény intenzitását azonban egy meghatározott maximumon túl nincs módunkban növelni. A gerjesztő fényforrás intenzitásának fokozatos növelésével egy meghatározott festékoldat által emittált fluoreszcencia, illetőleg foszforeszcenciafény intenzitása egyideig növekszik, míg egy maximumot el nem ér és ezen túl nem növelhető. E festékoldatok által emittált fény intenzitás maximuma egy bizonyos koncentrációnál a legkedvezőbb. Ennél nagyobb és kisebb koncentráció esetén az emittált fény intenzitásmaximuma csökken. Az intenzitásmaximum még az optimális koncentráció esetén is gyakran oly kicsiny, hogy nem lehet spektroszkópiailag szétbontani az emittált fényt és ily módon megvizsgálni a polározást. Ugyanis a fény intenzitása a polariméteren áthaladva is még lényegesen csökken. Ennek tulajdonítható, hogy a spektroszkópiailag szétbontott fény polározására nézve különböző kutatók homlokegyenest ellentétes kísérleti eredményeket nyertek.

A zavartalan, ütközésmentes festékmolekula által emittált fény polározásának meghatározása elvileg úgy mehet végbe, hogy a csökkenő koncentrációjú oldatoknak egy sorozatát készítjük és a polározás mértékét az egyes oldatokra nézve külön-külön meghatározzuk. Ez esetben az várható, hogy a polározás mértéke a koncentráció csökkenésével egy határérték felé közeledik, e határérték lesz a zavartalan ütközéstől mentes molekula által emittált fény polározásának mértéke.

Ha e várt határértéket a festékoldat optimális intenzitás-koncentrációja közelében nyerjük, akkor az előbb leírt optikai módszerek közül bármelyik alkalmazható, sőt esetleg az emittált fény spektroszkópai szétbontása is lehetséges, vagyis a polározás mértéke az emittált spektrum különböző részeiben is meghatározható. Leggyakrabban azonban nem ez az eset forog fenn, hanem a polározás mértékének határértéke az optimális koncentrációnál lényegesen kisebb koncentrációk körébe esik. Ekkor a kis intenzitás következtében, mint már említettem, spektroszkópai szétbontásról szó sem lehet és a két optikai módszer egyike sem alkalmazható, illetőleg ezek alkalmazása esetén teljesen helytelen és így használhatatlan eredményt nyerünk.

Ugyanis előző vizsgálataim¹ alapján én mutattam rá először, hogy nemcsak a festékmolekula fluoreszkál, illetőleg foszforeszkál, hanem a tiszta oldószer is, tehát a glicerin, zselatin, cukoroldat stb. festék nélkül. A tiszta oldószer által emittált fény poláros gerjesztés esetén ugyancsak poláros. Ha a festék optimális koncentrációja közelében vagyunk, akkor a tiszta oldószer által emittált fény nem fog zavarni, illetőleg ennek befolyása elhanyagolhatóan csekély lesz, mert intenzitása az optimális koncentrációjú festék által emittált fényéhez képest rendszerint kicsiny. Azonban a festékkoncentrációnak az optimumon túl való fokozatos csökkentésével a festék által emittált fény intenzitása kisebbedik. El fogunk érkezni egy oly koncentrációhoz, melynél a két intenzitás egyenlő és ezen túl már a tiszta oldószer által emittált fény intenzitása lesz domináló. Tehát az optimális festékkoncentrációtól egy bizonyos távolságban a tiszta oldószer által emittált fény hatása már nem lesz elhanyagolható. Ha ezt a hatást figyelmen kívül hagyjuk, akkor minden festék esetén ugyanazon polározási határértékhez fogunk eljutni, amely határérték magával a festékmolekulával semmi összefüggésben nincs, mert ez nem egyéb, mint a tiszta oldószer által emittált fény polározásának mértéke. Ennek tulajdonítom azt, hogy egyes kutatók² azon eredményre jutottak, hogy a koncen-

¹ P. FRÖHLICH: Zschr. f. Phys. Bd. 35. S. 193, 1925.

² W. L. LEWSCHIN: Zschr. f. Phys. Bd. 26, S. 274, 1924.

tráció fokozatos csökkenésével a polározás mértéke egy maximumig növekedett és azután újból csökkent. Ugyanis az illetők a koncentráció fokozatos csökkenésével először, még mielőtt a tiszta oldószer által emittált fény lényeges befolyást gyakorolt volna, elérték a festékmolekula által emittált fény maximális polározásának mértékét és a koncentráció további csökkenésével a tiszta oldószer által emittált fény polározásának mértékéhez közeledtek, ahol az utóbbi az előbbinél kisebb volt.

A tiszta oldószer hatása az említett két optikai módszer alkalmazása esetén csakis úgy volna kikerülhető, ha spektroszkópiailag szétválasztanók a tiszta oldószer és a festékmolekula által emittált sávokat. Ez azonban a kis intenzitás következtében lehetetlen, másrészt pedig az az eset is előállhat, hogy a két sáv egymást részben fedi és akkor ezeket spektroszkópiailag szétválasztani semmikép sem tudjuk.

Az elmondottakból kitűnik, hogy az eddigi vizsgálatok eredményei egyrészt a két optikai módszer esetén fellépő szubjektív észlelési hibák, másrészt és főként a tiszta oldószer által emittált fény befolyása következtében igen nagy mértékben megbízhatatlanok.

Jelen vizsgálataimnak célja egy olyan kísérleti módszert kidolgozni, melynek segítségével a szubjektív hibák és a tiszta oldószer befolyása kiküszöbölhetők, azután e módszer alkalmazásával meghatározni a zavartalan festékmolekula által emittált fény polározásának mértékét, hogy ebből a molekulában végbe menő mechanizmusra következtetést vonhassak.

A fősúlyt az úgynevezett foszforeszcencia-sáv viselkedésének tisztázására fordítottam. Minthogy a kis intenzitás következtében spektroszkópiailag szétbontás nem volt lehetséges, ügyelni kellett arra, hogy a festék csakis egy sávot emittáljon. Még megjegyzem, hogy a foszforeszcenciafény vizsgálatánál nyert eredmények lényegesen megbízhatóbbak és értékesebbek, mint a fluoreszcenciafény esetén. Ugyanis minden fluoreszcencia-vizsgálatnál, mint ismeretes, a szétszórt és közvetlen fény kiküszöbölése végett a STOKES-féle keresztezett ernyőket kell alkalmazni. De ekkor már úgy a gerjesztő fény, mint az emisszióban megvizsgált fény spektroszkópiailag bizonyos korlátok közé van szorítva. Ezért vizsgálataimat kizárólag a foszforeszcenciafényre alkalmaztam.

4. Az alkalmazott kísérleti módszer és az ezzel nyert eredmények ismertetése.

A tiszta oldószer által emittált fény hatása kiküszöbölhető olymódon, hogy a polározás mértékének meghatározására a fotocellát alkalmazzuk. Megjegyzem, hogy vizsgálataim folyamán megjelent KEUSSLER-nek egy dolgozata, melyben szintén a fotocellát alkalmazza a polározás mértékének meghatározására, de egészen más okból. Ugyanis a fotocella segítségével az ultraibolya rezonanciasugárzás polározásának mértékét határozza meg. Ez esetben, minthogy ultraibolya fényről van szó, közvetlen optikai módszer egyáltalán nem volt használható.

A kísérleti berendezésem a következő volt. Egy hatezer gyertyás izzólámpa fonalaít egy hűtőn és polarizáló Nicolon át rávetítettem egy Becquerel foszforoszkópban elhelyezett szilárd foszforeszkáló oldatra. A szilárd oldat lemezalakú volt. A fényforrás és oldat közé iktatott Nicol következtében a gerjesztés lineárisan poláros fényvel történt. A foszforoszkóp másodpercenkénti fordulatszámja hatvan-hetven volt, tehát a gerjesztés és emisszió között eltelt idő átlagban 10^{-3} másodperc. Az oldat foszforeszkáló felületét egy analizáló Nicolon át a fotocella érzékeny rétegeire vetítettem. Vizsgálataim folyamán a szükséghez képest különböző cellákat használtam. Vörös fényt emittáló festékoldat esetén rubidium, sárgazöld emisszió esetén káliumcellát.

A fényelektromos áramot egy fonalas elektrométer feltöltődése segítségével mértem. Az elektrométer érzékenységét a fonál kifeszítésével, illetőleg meglazításával változtattam.

Minthogy a használt katod potenciál a cella kisülési potenciáljától elég távol volt, az ELSTER-GEITEL-féle proporcionálítási törvényt alkalmazhattam.

Meg kell jegyezni azt, hogy az analizáló Nicol forгатása következtében a megvizsgált fénynyaláb egy körkép palástja mentén elmozdul és így a forгатás folyamán a cella érzékeny rétegét más-más helyén fogja a fény érni. Hogy a fényfoltnak a cella érzékeny rétegén való elmozdulása lehetőleg minimális legyen, az analizáló Nicolt egészen közel, közvetlenül a cella elé helyeztem el. Először is megvizsgáltam azt, hogy nem polá-

ros fény esetén a Nicol-t forgatva, a cella érzékeny rétegét ugyanannyi fény éri-e, illetőleg hogy nem poláros fény esetén az analizáló Nicol forgatása következtében a fényelektromos áram nem változik-e meg. A fényelektromos áram nem poláros fény esetén, az analizáló Nicol forgatása következtében ugyanis két okból kifolyólag változhatik. Lehetséges, hogy a Nicol forgatása folyamán különböző mennyiségű fény éri a cella érzékeny rétegét. Ezt a hibát könnyű kiküszöbölni. Lehetséges az is, hogy a Nicol forgatása közben a cellát ugyanannyi fény éri ugyan, de mint-hogy a fényfolt eltolódik és az érzékeny réteg érzékenysége különböző helyeken általában nem egyenlő, különböző fényelektromos áramot fogunk a Nicol forgatása következtében nyerni. A cella érzékenységváltozását, a Nicolnak 360° -al való elforgatása alatt kellett tehát legelőször meghatároznom és a további mérések folyamán ezen érzékenységváltozást figyelembe kellett venni, illetőleg a különböző beállítások esetén nyert fényelektromos áramot egyenlő érzékenységre kellett korrigálni.

Ezen korrekció meghatározása után lehetett a tényleges mérésekhez hozzáfogni. Az analizáló Nicol négy helyzetében mértem meg a fényelektromos áramot. Kétszer a polarizáló Nikollal párhuzamos és kétszer erre merőleges helyzetben. A két párhuzamos, illetőleg a két merőleges helyzet az analizáló Nicolnak 180° -nyi elforgatásával állott elő. A két párhuzamos, illetőleg két merőleges helyzetű beállítások esetén, ha semmi nem változott és a cella érzékenysége mindenütt ugyanakkora, egyenlő fényelektromos áramot kellene nyernünk. Minthogy azonban a cella érzékenysége az analizáló Nicol forgatása folyamán megváltozhatik, a négy beállításnál nyert fotoelektromos áramot egyenlő érzékenységre kellett korrigálni, továbbá minden beállításnál külön-külön figyelembe kellett venni az úgynevezett sötét-áram (Dunkelstrom) hatását is.

Ha a megvizsgált fény nem poláros, akkor a korrekciók figyelembevételé után az analizáló Nicol négy beállításánál nyert fényelektromos áramok intenzitásai egymással egyenlők. Ha azonban a megvizsgált fény poláros, akkor a fényelektromos áram intenzitása az analizáló Nicolnak két párhuzamos helyzetű beállítása esetén nagyobb, mint a két merőleges helyzetű beállí-

tásnál. A fényelektromos áramnak ilyen módon meghatározott intenzitásai arányosak lévén a fényintenzitással, a foszforeszcencia-fény polározásának mértéke az elektrométer feltöltődésének időtartami segítségével közvetlenül meghatározható volt.

Az eljárásom rendszerint az volt, hogy az elektrométer fonalának 10 osztályrésznyi kitérése időtartamából meghatároztam 1 sec.-nak megfelelő kitéréseket. Ha az analizáló Nicol a két párhuzamos helyzetében ez időtartam középértéke t_1 , a két merőleges helyzetben pedig t_2 sec., akkor az 1 sec.-nek megfelelő kitérései az elektrométer fonalának $n_1 = \frac{1}{t_1}$ és $n_2 = \frac{1}{t_2}$ osztályrész. Az n_1 és n_2 nyilván arányosak a fényelektromos áram intenzitásával és a proporcionalitási törvény értelmében a fényintenzitással is. Ezerint a polározás mértéke:

$$p = 100 \frac{n_1 - n_2}{n_1 + n_2}.$$

Azonban a polározás mértékének ily módon meghatározott adata a tiszta alapanyag hatását is magában foglalja.

A tiszta oldószer hatásának kiküszöbölése oly módon történt, hogy a foszforoszkópba először a tiszta oldószert helyeztem el és meghatároztam az előző módon az elektrométer fonalának 1 sec. alatti kitéréseit. Legyen ez az analizáló Nicol párhuzamos beállítása esetén ν_1 osztályrész, az analizáló Nicol merőleges beállítása esetén ν_2 osztályrész.

Ezután behelyeztem a foszforeszkópba a megvizsgálandó festékoldatot. Legyenek az 1 sec.-nak megfelelő kitérései az elektrométer fonalának, az analizáló Nicol párhuzamos, illetőleg merőleges beállítása esetén n_1 , illetőleg n_2 .

Az n_1 és n_2 magukban foglalják a tiszta oldószer és a festékmolekula által emittált fény intenzitásai okozta kitéréseket. Minthogy a tiszta oldószer által emittált fény hatása az első mérésből ismeretes, a festékmolekula által emittált fény okozta kitérések:

$$N_1 = n_1 - \nu_1 \quad \text{és} \quad N_2 = n_2 - \nu_2.$$

Tehát a festékmolekula által emittált fény intenzitása N_1 illetőleg N_2 -vel arányosak lévén, a polározás mértéke:

$$p = 100 \frac{N_1 - N_2}{N_1 + N_2}.$$

A polározásnak így meghatározott mértéke tisztán a festék-oldat által emittált fényre vonatkozik és a tiszta oldószer hatását ilyen módon sikerült kiküszöbölnöm.

Az optikai módszereknél jelentkező szubjektív hibák itt természetesen nem szerepelnek. Továbbá úgy találtam, hogy az optikai módszereknél az itt leírt eljárás lényegesen érzékenyebb vagy érzékenyebbé tehető. Csak az illető emisszió színére nézve megfelelő cellát és eléggé érzékeny elektrométert kell alkalmazni s a cella meg fogja a fényhatást mérhetőleg érezni, még akkor is, ha a szemmel való szubjektív megfigyelés a csekély intenzitás következtében már teljesen bizonytalan.

E módszer segítségével megvizsgáltam a Rhodamin B., Rhodamin B. extra, Eosin gelblich, Eosin bläulich és a Rhodulin Orange festékek által emittált foszforeszcenciafényt. Oldószerül minden esetben zselatint használtam. Az oldat elkészítése úgy történt, hogy a zselatint forró vízben feloldottam, ehhez a kívánt koncentrációnak megfelelő előre kiszámított mennyiségű festéket kevertem és végül a vizet elpárologtatva, minden esetben egy 0.03 mm vastagságú, meghatározott festék koncentrációjú, teljesen száraz, festett zselatinlemezt nyertem. A zselatinlemezek vastagsága és általában az oldat rétegvastagsága a vizsgálat szempontjából igen fontos, mert nagyobb rétegvastagság esetén egyrészt a festék önabszorpciója, másrészt a secundär fotolumineszcencia a jelenséget lényegesen befolyásolja.

Minden festékből az előbb említett módon csökkenő koncentrációjú szilárd zselatinoldatoknak egy sorozata készült és ezzel egyidőben egy teljesen azonosmértű tiszta oldószer, vagyis festéknélküli tiszta zselatin lap. Az összes megfigyelések 20° C hőmérsékletnél történtek.

Itt csak a Rhodamin B.-re vonatkozó eredményeket kívánom közölni, a többi festékre vonatkozó eredményeim ezzel nagyjában megegyeznek.

A Rhodamin B. ugyanis különös módon viselkedik, mert az eddigi tapasztalatok szerint minden megvizsgált hőmérsékleten csakis a foszforeszcenciasávot emittálja. E festék tehát módot nyújt arra, hogy az itt alkalmazott új módszer segítségével a foszforeszcencia sáv viselkedését megvizsgáljuk. A Rhodamin B. által emittált foszforeszcencia sáv a spektrum vörössárga határán fekszik, nem túlságosan diffúz, úgy a Rhubidium, mint a Kálium cellán való hatása még jól mérhető. A mérést egy $c=10^{-1}$ gr/cm³ koncentrációjú lemezzel kezdtem meg és a koncentrációt fokozatosan csökkentettem $c=10^{-4.5}$ gr/cm³-ig. Az intenzitás-optimum a $c=10^{-1}$ gr/cm³ koncentráció közelében fekszik. Ennél kisebb koncentrációk esetén az intenzitás csökken és $c=10^{-3}$ gr/cm³ esetén az intenzitás oly kicsiny, hogy szubjektív optikai mérésről már nem igen lehet szó, azonban a rubidium cella még ennél lényegesen kisebb koncentrációk esetén is megérezte az emittált foszforeszcenciafényt.

A zselatinban feloldott Rhodamin B. által emittált, poláros fényvel gerjesztett foszforeszcenciafény parciális polározására vonatkozó eredményeimet a mellékelt táblázatban foglaltam össze.

Rhodamin B. zselatinban.

Koncentráció gr/cm ³ ...	10^{-1}	$10^{-1.5}$	10^{-2}	$10^{-2.5}$	10^{-3}	$10^{-3.5}$	10^{-4}	$10^{-4.5}$
Polározás százalékban ...	0.0	0.2	3.9	13.9	23.8	37.5	44.2	45.4

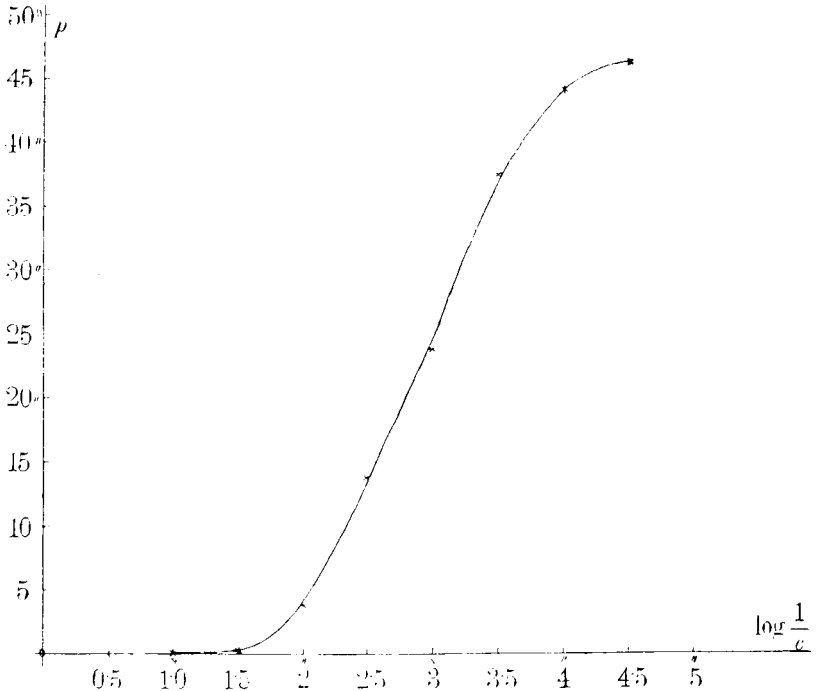
A táblázatból kitűnik, hogy $c=10^{-1}$ gr/cm³ koncentráció esetén az emittált fény nem poláros. A koncentráció fokozatos csökkenésével az emittált fény polározása növekszik és $c=10^{-4.5}$ gr/cm³ koncentrációnál, vagyis az általam észlelt legkisebb koncentráció esetén az emittált fény polározásának mértéke 45.4%.

A táblázatban összefoglalt eredményeket grafikusán is feltüntettem a mellékelt ábrán.

Az abszcissatengelyen a koncentráció reciprok értékének logaritmusát mértém fel, $\log 1/c$. Az ordinátatengelyen az egyes koncentrációknak megfelelő polározási mértékeket %-ban. Mint az ábrából látható, a görbe az abszcissatengely +1 pontjától

kezdvé asszimptotikusan emelkedik és azután újból asszimptotikusan közeledik egy értékhez, mely $p=45$ és $p=46$ között fekszik.

Ezen eredményekből mindenekelőtt az látható, hogy az eddigi vizsgálatok eredményeivel ellentétben, a foszforeszcenciasáv poláros. PRINGSHEIM és WAWILOW negatív eredményét annak



1. ábra.

tulajdonítom, hogy ők minden valószínűség szerint az optimális koncentráció környezetében végezték vizsgálatukat, már pedig ott a polározás mértéke, mint a táblázatból és ábrából is látható, igen kicsiny. Különben az említett két kutató a használt oldat koncentrációját dolgozatában nem közölte.

Eredményeimből látható továbbá az, hogy a zavartalan Rhodamin B. molekula által emittált fény polározása az 50% alatt marad ugyan, de azt lényegesen megközelíti. A zavar-

talán festékmolekula polározásának mértéke 45 és 46 % között van.

Hasonló eredményt nyertem a többi festékoldatra nézve is, de a maximális polározást különböző festékek esetén különböző koncentrációknál értem el.

Tehát az itt használt módszer segítségével megállapítottam azt, hogy a foszforeszkáló festékmolekula által emittált foszforeszcencia-sáv az eddigi felfogással ellentétben parciálisan poláros, amiből viszont az következik, hogy a foszforeszkáló festékmolekula által emittált két sáv emissziója egy egységes molekuláris mechanizmus következménye. Éspedig úgy a fluoreszcencia-sáv, mint a foszforeszcencia-sáv esetében az emittáló elektron a molekulán belül egy tengelyre nézve anizotrop és a szobahőmérsékleten termikus rotációt is végez.

Vizsgálataimat az Országos Magyar Természettudományi Alap támogatásával végeztem, amiért is e helyen az Alap vezetőségének köszönetet mondok.

Őszinte hálával tartozom HARTLYNÉ STUMPF ILONA úrnőnek, intézetem gyakornokának, aki a foszforeszkálólemezek elkészítését nagy gonddal és szorgalommal végezte.

Szeged, 1929 április hó.

A m. kir. Ferenc József Tudományegyetem Kísérleti Fizikai Intézete.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1929 április 22.-én tartott üléséből.)

AUSZUG AUS «EIN NEUES RESULTAT
IN DER FRAGE DES POLARISIERTEN
PHOSPHORESZENZLICHTS.»

Von PAUL FRÖHLICH in SZEGED.

Es wurde mit photoelektrischer Methode experimentell nachgewiesen, dass bei linear polarisierter Erregung die Phosphoreszenzbande, der gelatinösen Lösung des Rhodamin B (Kahlbaum) polarisiert ist. Es wird auch auf die Nachteile der optischen Methoden hingewiesen.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften, am 22. April 1929.)

ÚJABB VIZSGÁLATOK KRASSÓSZÖRÉNYMEGYEI KALCITOKON.

VENDL MÁRIÁ-tól.

(16 ábrával.)

A krassószörénymegyei kontakt-területről részletesen ismerttettem már Vaskő, Dognácska, Szászkabánya és Újmoldova rendkívül változatos kifejlődésű kalcitkristályait.¹ Újabbán alkalmam volt ugyancsak Vaskőről és Szászkabányáról származó néhány olyan kalcitkristályon tanulmányokat végezni, melyek az akkor ismertetett kristályoktól eltérő kifejlődésűek, nemcsak habitus szempontjából, hanem új alakok fellépése által is. Vaskőről származó vizsgálati anyagom újabbán került a Magyar Nemzeti Múzeum birtokába, a tanulmányozott szászkabányai kalcitkristályokat pedig dr. LIFFA AURÉL főgeológus, műegyetemi rk. tanár úr bocsátotta rendelkezésemre, amiért neki e helyen is legőszintebb köszönetemet fejezem ki. A Magyar Nemzeti Múzeum régebbi darabjai közül való az az oravicabányai stufadarab, melynek érdekes továbbnövése kalcitkristályait szintén itt ismertetem.

Vaskő (1—11. ábra).

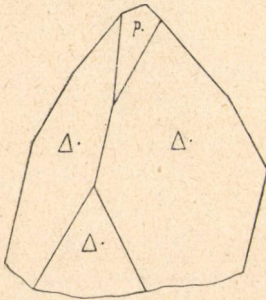
A most tanulmányozott vaskői kalcitkristályok mind a Terézia bányából származnak s nem annyira a formák gazdagságával, mint inkább ritkább kifejlődésű habitusukkal tűnnek fel. Nagyrészüik iker a bázis szerint.

¹ VENDL M.: Kristálytani vizsgálatok magyarországi kalcitokon. Mat. és Természettud. Közlemények. XXXVI. kötet. 1927. — Kristallographische Untersuchungen an ungarischen Calciten. Zeitschr. f. Kristallographie. Bd. 65. 1927.

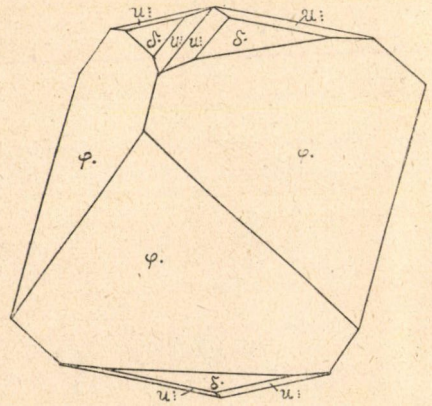
Meghatározott alakok a következők:

Betű	Bravais	Miller	Betű	Bravais	Miller
<i>o</i>	{0001}	{111}	<i>g</i>	{0.16.16.5}	{779}
<i>b</i>	{1010}	{211}	<i>II</i>	{0881}	{335}
<i>p</i>	{1011}	{100}	* <i>u</i>	{3.5.8.22}	{11.8.3}
<i>δ</i>	{0112}	{110}	<i>w</i>	{4.14.18.5}	{959}
<i>φ</i>	{0221}	{111}	* <i>h</i>	{4.9.13.5}	{22.10.17}
<i>A</i>	{0772}	{334}	* <i>q</i>	{2.10.12.3}	{17.11.19}

Ez alakok közül a *-gal jelöltek a kalcitra teljesen újak, a {0772} romboéder pedig a vaskői kalcitra nézve új. A vaskői kalcitokon eddig 28 alak volt ismeretes, most e négygel az alakok száma 32-re emelkedik.



1. ábra.



2. ábra.

Az *o* {0001} romboédes termetű kristályokon lép fel, néha csak kisebb háromszög alakjában, sok esetben azonban olyan mélyen tompít, hogy a kristály táblás külsejűvé válik. Lapjai mindig érdesek.

A *b* {1010} prizmat bázis szerinti penetrációs ikerkristályokon s ugyanilyen típusú egyszerű kristályokon észleltem uralkodólag, szokatlanul kifogástalan, síma, fényes lapokkal.

A *p*·{1011} romboédert most csak alárendelten figyeltem meg. Lapjai mindig kifogástalan minőségűek, símak és fényesek.

A *δ*·{0112} többnyire szintén csak alárendelten jelenik meg, csak a prizmás kristályokon érnek el rendesen rostos, de azért fényes lapjai nagyobb kifejlődést.

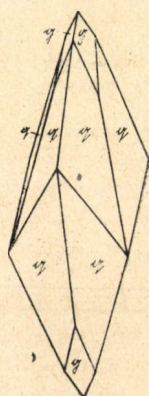
A $\varphi \cdot \{02\bar{2}1\}$ romboéder, miként azt már régebben megállapíthattam, a vaskői kalcitok leggyakoribb alakja; a most vizsgált kristályok legnagyobbbrészen is előfordul. Ha alárendelten jelenik meg, akkor lapjai minőségben vetekednek az $\{10\bar{1}1\}$ elsőrendű, fényes lapjaival, de ha uralkodólag lép fel, akkor lapjai a nagyobb, $\frac{1}{2}$ —3 cm átmérőjű kristályokon nem egészen kifogástalanok; néha fényesek ugyan, de akkor kissé görbültek, sokszor pedig homályosak, reflexük azonban ekkor is elég kielégítő.

A $\Delta \cdot \{07\bar{7}2\}$ romboéder több kristály uralkodó alakja. Fényes lapjai néha teljesen simák, az $\{10\bar{1}1\}$ -hez jól mérhető, néha azonban kissé hullámosak.

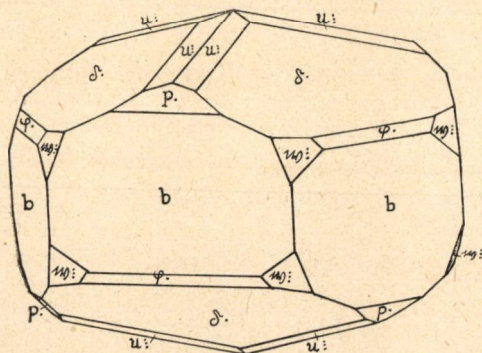
A $g \cdot \{0.16.\bar{1}6.5\}$ romboédert két szkalenoédertes termetű kristályon észleltem fényes lapok alakjában.



3. ábra.



4. ábra.

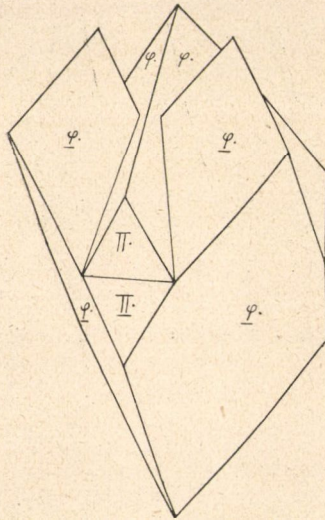


5. ábra.

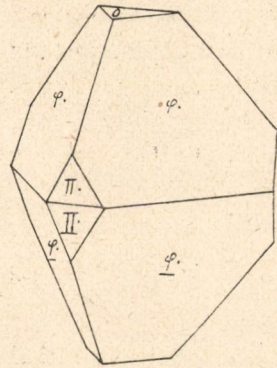
A $\Pi \cdot \{08\bar{8}1\}$ romboéder igen gyakori alak a most vizsgált kristályokon. Az ikerkristályok legnagyobb részén megfigyelhettem a legkifogástalanabb minőségű, sima, fényes és többnyire elég nagy lapokkal.

Az $\star u : \{3 \cdot 5 \cdot \bar{8} \cdot 22\}$ szkaloóéder a prizmás habitusú ikerkristályokon és az ugyanazon stufán levő részben prizmás, részben romboéderes egyszerű kristályokon volt megfigyelhető. E kristályokat a $\{01\bar{1}2\}$ romboéder tetőzi be s a romboéderlapok között mindenütt megjelennek e szkaloóéder fényes lapjai s élénken elűtnek a $\{01\bar{1}2\}$ rostos lapjaitól. A szkaloóéder a $\{01\bar{1}2, \bar{1}2\bar{1}0\}$ övben fekszik s meghatározása ez övből és a szkaloóéderlapoknak egymáshoz, valamint az $\{10\bar{1}1\}$ -hez mért hajlásából történt.

Ennek az övnek a $(01\bar{1}2)$ és $(1\bar{1}02)$ lapok közti részében eddig nem ismertünk egy szkaloóédert sem. A $\{3 \cdot 5 \cdot \bar{8} \cdot 22\}$



6. ábra.



7. ábra.

szkaloóédert 4 kristályon mértem, de a darab többi kristályán is fellép, mégpedig majdnem mindig 6 lappal. Értékei közel állnak a $\{2 \cdot 3 \cdot \bar{5} \cdot 14\}$ egyszerűbb indexű szkaloóéder adataihoz, de tekintve, hogy a forma jól volt mérhető s a mért adatok a $\{3 \cdot 5 \cdot \bar{8} \cdot 22\}$ számított értékeivel nagyon jól egyeznek, a magasabb indexű alakot kellett feltételeznem.

Összehasonlítással közlöm a szkaloóéder két sarkélének mért középértékeit egybevetve a $\{3 \cdot 5 \cdot \bar{8} \cdot 22\}$ és $\{2 \cdot 3 \cdot \bar{5} \cdot 14\}$ megfelelő adataival:

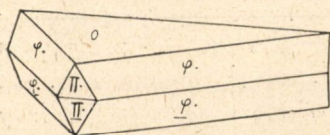
	Számított	Mért középérték
$(3 \cdot 5 \cdot \bar{8} \cdot 22) : (8 \cdot \bar{5} \cdot \bar{3} \cdot 22)$	$21^\circ 21' 4''$	$21^\circ 22'$
$(2 \cdot 3 \cdot \bar{5} \cdot 14) : (5 \cdot \bar{3} \cdot \bar{2} \cdot 14)$	$20^\circ 9' 24''$	
$(3 \cdot 5 \cdot \bar{8} \cdot 22) : (3 \cdot 8 \cdot \bar{5} \cdot 22)$	$12^\circ 45' 45''$	$12^\circ 43'$
$(2 \cdot 3 \cdot \bar{5} \cdot 14) : (2 \cdot 5 \cdot \bar{3} \cdot 14)$	$13^\circ 23' 56''$	

A $w : \{4.14.\bar{1}\bar{8}.5\}$ szkalenoéder alárendelten lép fel a prizma-kifejlődésű ikerkristályokon. Lapjai fényesek, de kissé görbültek; a mérési adatok az $\{1\bar{3}\bar{4}1\}$ és $\{4.14.\bar{1}\bar{8}.5\}$ értékeihez állanak közel. Lapjait megmértem a $(01\bar{1}2)$, $(02\bar{2}1)$, $(10\bar{1}0)$ -hoz, továbbá két szkalenoéderlap hajlását egymáshoz és ez adatok középértékeit összehasonlítva az $\{1\bar{3}\bar{4}1\}$ és $\{4.14.\bar{1}\bar{8}.5\}$ adataival, azt látjuk, hogy ezek a $\{4.14.\bar{1}\bar{8}.5\}$ értékeivel sokkal jobban egyeznek:

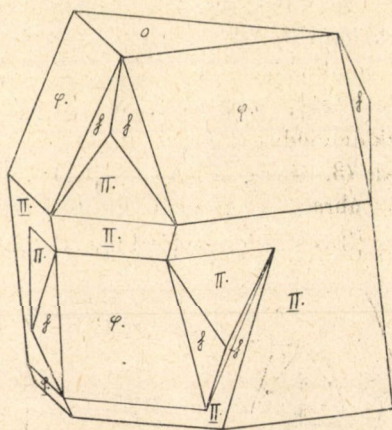
Mért	Számított	Számított
$(hk\bar{l}) : (01\bar{1}2) = 47^\circ$	$(4.14.\bar{1}\bar{8}.5) : (01\bar{1}2) = 47^\circ 17' 48''$	$(1\bar{3}\bar{4}1) : (01\bar{1}2) = 49^\circ 0' 10''$
$(02\bar{2}1) = 15^\circ 2'$	$(02\bar{2}1) = 14^\circ 52' 30''$	$(02\bar{2}1) = 17^\circ 4' 28''$
$(10\bar{1}0) = 49^\circ 40'$	$(10\bar{1}0) = 50^\circ 4' 20''$	$(10\bar{1}0) = 48^\circ 7' 20''$
$(i\bar{k}h\bar{l}) = 89^\circ 36'$	$(18.\bar{1}\bar{4}.\bar{4}.5) = 90^\circ 4'$	$(4\bar{3}11) = 87^\circ 50' 40''$

Ezek alapján a $\{4.14.\bar{1}\bar{8}.5\}$ jelenlétét tételeztem fel, annál is inkább, mivel ez a vaskői calciton elég gyakran előfordul alak.

A $*h \{4.9.\bar{1}\bar{3}.5\}$ szkalenoédert két kristályon észleltem síma és elég fényes lapokkal. A forma a $[02\bar{2}1, 80\bar{8}1]$ és $[01\bar{1}1, 11\bar{2}0]$ övekben fekszik. Mérhető volt a két szkalenoéderlap egymáshoz való hajlása, továbbá az egyik szkalenoéderlap hajlása



8. ábra.



9. ábra.

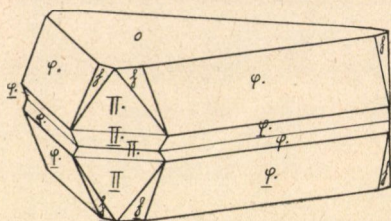
a $\{02\bar{2}1\}$ -hez és a $\{08\bar{8}1\}$ egyik alsó lapjához. E mért középértékekből kiindulva végeztem a számításokat, és a mért adatokat a $\{4.9.\bar{1}\bar{3}.5\}$ szkalenoéder számított értékeihez meglepően közel állóknak találtam. Ezek az értékek a következők:

	Mért	Számított
$(4.9.\bar{1}\bar{3}.5) : (02\bar{2}1)$	$16^\circ 4'$	$16^\circ 6'$
$(80\bar{8}\bar{1})$	$51^\circ 42'$	$51^\circ 46'$
$(13.\bar{9}.\bar{4}.5)$	$76^\circ 31'$	$76^\circ 26' 40''$

A $\star q$ $(2.10.\bar{1}\bar{2}.3)$ szkalenoéder több kristály uralkodó alakja. Vagy csak egymagában jelenik meg, vagy a $g \cdot \{0.16.\bar{1}\bar{6}.5\}$ romboéderrel kombinálva. Lapjai símák, jól mérhetőek, azon a kristályon, melyen a romboéder is fellép, a romboéder kombinációélével párhuzamos irányban kissé rostosak. Meghatározása a szkalenoéder két sarkélének és a szkalenoéderlapnak az $(10\bar{1}1)$ -hez való mért adatából történt, mely értékek összehasonlítva a megfelelő számított értékekkel a következők:

	Mért	Számított
$(2.10.\bar{1}\bar{2}.3) : (12.\bar{1}\bar{0}.\bar{2}.3)$	$97^\circ 6'$	$97^\circ 13' 20''$
$(\bar{2}.12.\bar{1}\bar{0}.3)$	$17^\circ 8'$	$17^\circ 15' 13''$
$(10\bar{1}1)$	$52^\circ 3'$	$52^\circ 9' 48''$

A most vizsgált egyszerű kristályok között romboéderes, szkalenoéderes és prizmás termetűeket különböztethettem meg. A romboéderes kristályok a $\Delta \cdot \{07\bar{7}2\}$, $p \cdot \{10\bar{1}1\}$ (1. ábra) és $\varphi \cdot \{02\bar{2}1\}$, $\delta \cdot \{01\bar{1}2\}$, $u : \{3.5.8.22\}$ (2. ábra) kombinációi. A szkalenoéderes kristályokat a q $\{2.10.\bar{1}\bar{2}.3\}$ alkotja egymagában (3. ábra), vagy a $g \cdot \{0.16.\bar{1}\bar{6}.5\}$ romboéderrel kombinálva (4. ábra). A prizmás kristályok alakjai: $b \cdot \{10\bar{1}0\}$, $\delta \cdot \{01\bar{1}2\}$, $u : \{3.5.8.22\}$, $p \cdot \{10\bar{1}1\}$, $\varphi \cdot \{02\bar{2}1\}$, $w : \{4.14.\bar{1}\bar{8}.5\}$ (5. ábra).



10. ábra.

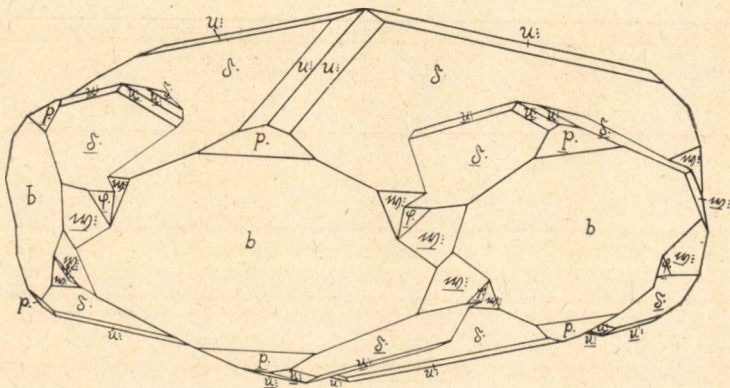
A többi kristály mind iker. Ezek között legegyszerűbb a $\varphi \cdot \{02\bar{2}1\}$ és $\Pi \cdot \{08\bar{8}1\}$ kombinációja. Két kristály a bázis szerint vagy úgy nőtt össze, hogy csak érintkezési, vagy pedig úgy, hogy penetrációs ikret alkot (6. ábra). E kristályok mind

rendkívül fényesek s $1/2$ —2 cm átmérőjűek. Egy másik stufadarabon szintén olyan kristályok helyezkednek el, melyek ikrek az $o \cdot \{0001\}$ szerint s uralkodó alakjuk a $\varphi \cdot \{02\bar{2}1\}$, de míg az előbb említett kristályokon az uralkodó romboéderlapok a többi lappal

együtt rendkívül fényesek, itt a $\{02\bar{2}1\}$ lapjai mindig homályosak. Szintén részben juxtapozíciós, részben pedig penetrációs ikrek, de különböznek még az előbbiektől azáltal is, hogy mindig fellép rajtuk a bázislap és néha a $\{4.9.\bar{1}\bar{3}.5\}$ szkalenoéder. Átmérőjük $1/2-3$ cm. Meghatározott kombinációk:

- $\varphi \cdot \{02\bar{2}1\}$, $o \{0001\}$, $\Pi \cdot \{08\bar{8}1\}$; (7. és 8. ábra).
- $\varphi \cdot \{02\bar{2}1\}$, $o \{0001\}$, $\Pi \cdot \{08\bar{8}1\}$, $\eta \{4.9.\bar{1}\bar{3}.5\}$; (9. és 10. ábra).

A bázis szerinti ikrek között prizmás kifejlődéseket is sikerült megfigyelnem. Nagyságuk $1/2-1$ cm s mind rendkívül fényes,



11. ábra.

átlátszó kristályok a következő kombinációval: $b \{10\bar{1}0\}$, $\delta \cdot \{01\bar{1}2\}$, $\varphi \cdot \{02\bar{2}1\}$, $p \cdot \{10\bar{1}1\}$, $u \cdot \{3.5.\bar{8}.22\}$, $w \cdot \{4.14.\bar{1}\bar{8}.5\}$. A penetrációs ikerkristályokat a 11. ábrában tüntettem fel.

Az alábbi táblázatban összehasonlítás céljából közlöm a mért adatokat, egybevetve a számított hajlásokkal. Az új alakoknál a mért értékeken kívül az illető formára vonatkozó fontosabb alapértékeket is feltüntettem.

			Mért	Számított
$b : p.$	$(10\bar{1}0)$	$(10\bar{1}1)$	$45^\circ 3'$	$45^\circ 23' 30''$
$p. : \delta.$	$(10\bar{1}1)$	$(01\bar{1}2)$	$37^\circ 25'$	$37^\circ 27' 30''$
$p'.$		$(\bar{1}011)$	$74^\circ 55'$	$74^\circ 55'$
$\delta. : \delta'.$	$(01\bar{1}2)$	$(\bar{1}012)$	$45^\circ 1'$	$45^\circ 3'$
$\varphi.$		$(02\bar{2}1)$	$36^\circ 53'$	$36^\circ 52'$
$\varphi. : \varphi'.$	$(02\bar{2}1)$	$(\bar{2}021)$	$101^\circ 5'$	$101^\circ 9'$

			Mért	Számított	
Δ	p	(07 $\bar{7}$ 2) :	(10 $\bar{1}$ 1)	57° 10'	57° 38' 15"
Δ'	p	($\bar{7}$ 072) :	(10 $\bar{1}$ 1)	118° 40'	118° 27' 30"
g	p''	(0.16. $\bar{1}$ 6.5) :	(0 $\bar{1}$ 11)	117°	117° 1' 50"
Π	$\bar{\Pi}$	(08 $\bar{8}$ 1) :	(08 $\bar{8}$ 1)	14° 20'	14° 26'
u	u'	(3.5. $\bar{8}$.22) :	(8. $\bar{5}$. $\bar{3}$.22)	21° 22'	21° 21' 4"
	u''		($\bar{3}$.8. $\bar{5}$.22)	12° 43'	12° 45' 45"
	p		(10 $\bar{1}$ 1)	32° 17'	32° 23'
	δ		(01 $\bar{1}$ 2)	11° 50'	11° 51'
	o		(0001)	— —	17° 25' 32"
	b		(1010)	— —	76° 23' 27"
	u'''		(5.3. $\bar{8}$. $\bar{2}$ 2)	— —	124° 29'
w	δ	(4.14. $\bar{1}$ 8.5) :	(01 $\bar{1}$ 2)	47°	47° 17'
	φ		(02 $\bar{2}$ 1)	15° 2'	14° 52' 30"
	b		(1010)	49° 40'	50° 4' 20"
	w'		(18. $\bar{1}$ 4. $\bar{4}$.5)	89° 36'	90° 4'
h	φ	(4.9. $\bar{1}$ 3.5) :	(02 $\bar{2}$ 1)	16° 4'	16° 6'
	Π''		(80 $\bar{8}$ 1)	51° 54'	51° 46'
	h'		(13. $\bar{9}$. $\bar{4}$.5)	76° 32'	76° 26' 40"
	h''		(4.13.9.5)	32° 8'	31° 55' 20"
	o		(0001)	— —	66° 16' 30"
	p		(10 $\bar{1}$ 1)	— —	40° 30' 30"
	b		(10 $\bar{1}$ 0)	— —	47° 33' 54"
	$\bar{\Pi}$		(08 $\bar{8}$ 1)	44° 17'	43° 56' 57"
q	q'	(2.10. $\bar{1}$ 2.3) :	(12. $\bar{1}$ 0.2.3)	97° 6'	97° 13' 20"
	q''		($\bar{2}$.12. $\bar{1}$ 0.3)	17° 8'	17° 15' 13"
	p		(10 $\bar{1}$ 1)	52° 3'	52° 9' 48"
	φ		(02 $\bar{2}$ 1)	14° 3'	14° 17' 4"
	o		(0001)	— —	74° 43' 28"
	b		(10 $\bar{1}$ 0)	— —	52° 40' 10"
	q'''		(10.2. $\bar{1}$ 2. $\bar{3}$)	— —	51° 36' 25"

Szászskabánya (12—13. ábra).

Dr. LIFFA AURÉL főgeológus úr két kalcitkristályt adott át vizsgálatra. Az egyik kissé sárgásszínű s méretei a főtengely irányában 1.5 cm, két horizontális irányban pedig 1.4 és 1 cm, a másik vitztiszta s nagysága három irányban 3—2.5—2 cm. Mindkét kristály iker a bázis szerint; a kisebb közönséges kifejlődésű érintkezési iker, mint amilyeneket a budai Kis-Svábhegyről ismerünk, a leggyakoribb alakokkal, a nagyobbik egész szokatlan megjelenésű és érdekes kifejlődésű penetrációs iker. A két kristályon észlelt összes alakok a következők:

Betű	Bravais	Miller	Betű	Bravais	Miller
<i>b</i>	{10 $\bar{1}$ 0}	{2 $\bar{1}$ 1}	<i>II.</i>	{08 $\bar{8}$ 1}	{33 $\bar{5}$ }
<i>p.</i>	{10 $\bar{1}$ 1}	{100}	<i>K:</i>	{21 $\bar{3}$ 1}	{20 $\bar{1}$ }
<i>m.</i>	{40 $\bar{4}$ 1}	{3 $\bar{1}$ 1}	<i>*F:</i>	{4.28.3 $\bar{2}$.15}	{17.13.1 $\bar{5}$ }
<i>φ.</i>	{02 $\bar{2}$ 1}	{11 $\bar{1}$ }	<i>*O</i>	{8.24.3 $\bar{2}$.11}	{17.9.1 $\bar{5}$ }
			<i>D</i>	{3.8.1 $\bar{1}$.4}	{63 $\bar{5}$ }

A csillaggal jelölt két alak új.

A kisebb kristályt a *K*: {21 $\bar{3}$ 1}, *φ*·{02 $\bar{2}$ 1}, *b* {10 $\bar{1}$ 0} és *m*·{40 $\bar{4}$ 1} alkotja (12. ábra). E formák lapjai kivétel nélkül síma, fényes lapok. (Az ábrán az ikerállásban levő lapok betűinek aláhúzása elmaradt.)

A nagyobb kristályt a következő alakok kombinációja alkotja: *p*·{10 $\bar{1}$ 1}, *O* {8.24.3 $\bar{2}$.11}, *φ*·{02 $\bar{2}$ 1}, *II*·{08 $\bar{8}$ 1}, *m*·{40 $\bar{4}$ 1}, *F*·{4.28.3 $\bar{2}$.15}, *D* {3.8.1 $\bar{1}$.4}. A 13. ábrában a kristályt lehetőleg természetes kifejlődésében iparkodtam feltüntetni.

A *p*·{10 $\bar{1}$ 1} összes lapjai homályosak és érdesek, úgyhogy feltűnően elütnek a kristály többi fényes lapjától.

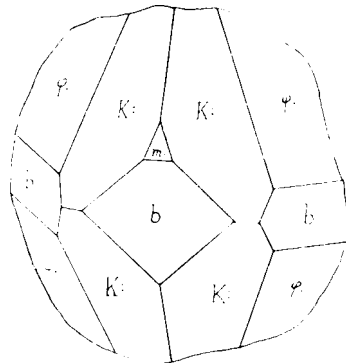
A *m*·{40 $\bar{4}$ 1} alárendelten lép fel mint keskeny, de rendkívül fényes lap.

A *φ*·{02 $\bar{2}$ 1} lapjai is elég kifogástalanok, ugyanígy a {08 $\bar{8}$ 1} lapjai, melyek beugró szöget alkotnak.

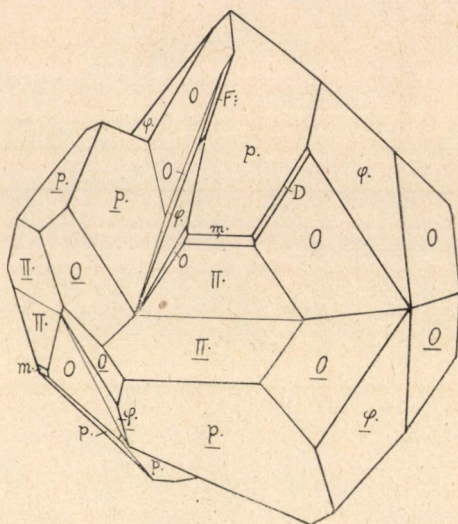
A *D* {3.8.1 $\bar{1}$.4} keskeny csik alakjában lép fel.

Az **O* {8.24.3 $\bar{2}$.11} új negatív szkalenóéder két lapja az {10 $\bar{1}$ 1} lapjaival körülbelül egyenlő mértékben fejlett, a többi lapja alárendeltebb. Meghatározása az [10 $\bar{1}$ 1, 08 $\bar{8}$ 1] és [02 $\bar{2}$ 1, 80 $\bar{8}$ 1] övből történt. Mérhető volt e két övben négy laphoz s még ez öveken kívül szintén négy laphoz. Kisebb lapjai nagyon jó minőségűek, nagyobb lapjai kevésbé jól mérhetőek.

A meghatározott másik új alak az **F*: {4.28.3 $\bar{2}$.15} negatív szkalenóéder az (10 $\bar{1}$ 1) és (24.3 $\bar{2}$.8.11) lapok érintkezési élét tompítja le keskeny csik alakjában. Meghatározása e két laphoz



12. ábra.



13. ábra.

való hajlásából, továbbá a $[02\bar{2}1]$, $2\bar{1}\bar{1}0$ és $[\bar{1}101, 8.24.\bar{3}2.11]$ övekből történt.

Az alakok meghatározására szolgáló mért középértékeket összehasonlítva a számított adatokkal, valamint az új alakok fontosabb alapértékeit az alábbi táblázatban közlöm:

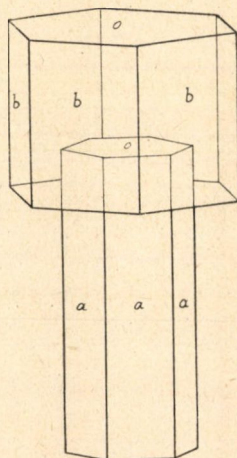
			Mért	Számított	
$p. : m.$	$(10\bar{1}1)$:	$(40\bar{4}1)$	$31^\circ 12'$	$31^\circ 10' 15''$
$\varphi.$			$(02\bar{2}1)$	$50^\circ 33'$	$50^\circ 34' 32''$
$\Pi.$			$(08\bar{8}1)$	$64^\circ 4'$	$64^\circ 2' 7''$
Π''			$(80\bar{8}\bar{1})$	$52^\circ 32'$	$52^\circ 36' 30''$
$m. : \Pi''$	$(40\bar{4}1)$:	$(80\bar{8}\bar{1})$	$21^\circ 20'$	$21^\circ 26'$
Π''			$(80\bar{8}\bar{1})$	$7^\circ 4'$	7°
$\Pi'' : \Pi''$	$(80\bar{8}\bar{1})$:	$(80\bar{8}\bar{1})$	$14^\circ 18'$	$14^\circ 26'$
$\varphi.$			$(02\bar{2}1)$	$67^\circ 24'$	$67^\circ 18' 57''$
$K : m.$	$(21\bar{3}1)$:	$(40\bar{4}1)$	$19^\circ 25'$	$19^\circ 24'$
$K :$			$(3\bar{1}\bar{2}1)$	$35^\circ 34'$	$35^\circ 36'$
$F : p. ' (4.28.\bar{3}2.15)$:	$(\bar{1}101)$	$55^\circ 28'$	$55^\circ 17' 20''$
O			$(8.24.\bar{3}2.11)$	$8^\circ 32'$	$8^\circ 42' 50''$
$F : ' (32.\bar{2}8.\bar{4}.15)$			— —	— —	$91^\circ 38' 37''$
$F : '' (\bar{4}.\bar{3}2.\bar{2}8.15)$			— —	— —	$11^\circ 45' 20''$
$D : p. (3.8.\bar{1}1.4)$:	$(10\bar{1}1)$	$43^\circ 10'$	$42^\circ 56' 27''$
$p.$			$(\bar{1}101)$	$55^\circ 27'$	$55^\circ 17' 20''$

		Mért	Számított	
$O. : p.$	$(8.24.\overline{32}.11) :$	$(10\overline{1}1)$	$44^\circ 36'$	$44^\circ 41' 31''$
p'		$(\overline{1}101)$	$64^\circ 7'$	$64^\circ 0' 10''$
$\varphi.$		$(02\overline{2}1)$	$14^\circ 2'$	$13^\circ 55' 35''$
$\Pi.$		$(08\overline{8}1)$	$19^\circ 27'$	$19^\circ 20' 36''$
Π''		$(80\overline{8}1)$	$53^\circ 14'$	$53^\circ 23' 38''$
O'		$(32.\overline{24}.\overline{8}.11)$	$84^\circ 36'$	$84^\circ 27' 32''$
O''		$(\overline{8}.32.\overline{24}.11)$	— —	$25^\circ 53' 20''$
O'''		$(24.8.\overline{32}.\overline{11})$	$54^\circ 20'$	$54^\circ 10' 52''$
\underline{O}		$(8.24.\overline{32}.11)$	$42^\circ 4'$	$42^\circ 16' 20''$
o		(0001)	— —	$68^\circ 51' 50''$

Oravicabánya (14—16. ábra).

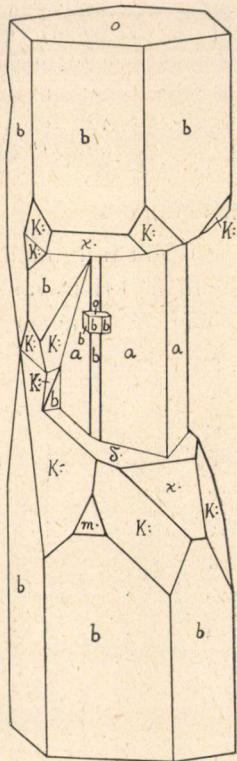
Az oravicabányai kalcit eddig nem igen volt tanulmányozva. Csak Zepharovich említ e lelőhely kalcitján kristályalakokat, mégpedig a $\{01\overline{1}2\}$ és $\{10\overline{1}0\}$ kombinációját. A Magyar Nemzeti Múzeum gyűjteményében levő oravicai kalcitkristályok egyrésze szintén e két alak kombinációjából áll; a stufadarabok között vannak olyanok, melyeken

1—2 mm s olyanok, melyeken 1—10 mm átmérőjű kristályok helyezkednek el. Az egyik stufadarabon kisebb, sárgásszínű kristályok között nagyobb, víztiszta oszlopos kristályok láthatók, melyeket nem a $\{01\overline{1}2\}$ zár be, hanem vagy a bázislap $o\{0001\}$, vagy pedig a $K:\{21\overline{3}1\}$ szkalenoéder, az $m\cdot\{40\overline{4}1\}$, $x\cdot\{0111\}$ és néha még a $\delta\cdot\{01\overline{1}2\}$ romboéderekkel. E kristályok átmérője 3—7 mm, hosszuk 8—32 mm. Ez oszlopos kifejlődésű kristályok között érdekes továbbnövésűek figyelhetők meg. Az egyszerűbb kifejlődésűek olyanok, hogy egy hatoldalú oszlop tetején ül egy másik, nagyobb átmérőjű oszlop, mindkét végén a bázislappal elzárva s a belső oszlop a külsőhöz képest a másodrendű oszlopnak megfelelő helyzetben van. A másik kifejlődés olyan, hogy a hatoldalú oszlop köré két másik olyan oszlopos kristály nőtt, melyeket egyik végükön a bázislap, másikon a $\{21\overline{3}1\}$ szkalenoéder

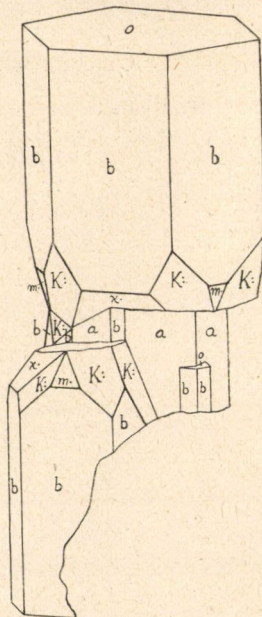


14. ábra.

a $\{40\bar{4}1\}$, $\{01\bar{1}1\}$ romboéderekkel határol. A belső oszlop a külsőhöz képest itt is másodrendű helyzetben van. Ez oszlop két vége köré nőtt kristály külön-külön olyan, mint egy-egy hemimorf kifejlődésű kristály; ez a hemimorfia azonban a két kristálynak egymáshoz való szimmetrikus helyzete folytán megszűnik. A belső, másodrendű oszlop egy-egy élén sokszor megjelenik a másik oszlop-



15. ábra.



16. ábra.

lap s erre a külső kristállal párhuzamos helyzetben apró $\{10\bar{1}0\}$ és $\{0001\}$ kombinációjából álló kristályok nőttek. A 14., 15. és 16. ábra egy-egy ilyen továbbnövéses kristályt tüntet fel. A kristályok majdnem teljesen átlátszók s a külsőn keresztül láthatók a belsőnek a kontúrjai, miként ezt a 14. ábrában fel is tüntettem.

A goniometrikus méréseket a József-Műegyetem Ásvány-Földtani intézetében végeztem.

NEUERE UNTERSUCHUNGEN AN KALZITEN AUS DEM KOMITAT KRASSÓSZÖRÉNY.

Von MARIA VENDL.

In dieser Arbeit teile ich die kristallographischen Untersuchungen mit, welche ich an den Kalziten des Kontaktgebietes im Komitat Krassószörény neuerlich ausgeführt habe.

Die jetzt untersuchten Kristalle von Vaskő stammen alle aus der Grube Theresia. Zwillinge kommen sehr häufig vor und zwar nach der Basis. Unter den festgestellten Formen sind die Skalenoeder

$u : \{3.5.8.22\}$, $\eta \{4.9.13.5\}$ und $q \{2.10.12.3\}$ neu.

Die untersuchten Kristalle von Szászkabánya sind Zwillinge nach der Basis. An diesen Kristallen konnten zwei neue Formen festgestellt werden:

$F : \{4.28.32.15\}$, $O \{8.24.32.11\}$.

Die Kristalle von Oravicabánya sind prismatisch ausgebildet, unter denen sehr interessante parallele Fortwachsungen beobachtet werden konnten.

Die beobachteten Formen, die Kombinationen und die gemessenen Werte der Formen mit den ihnen entsprechenden berechneten sind in dem ungarischen Text angeführt.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 22. April 1929.)

KÚPSZELETEKRE ÉS MÁSODRENDŰ FELÜLETEKRE VONATKOZÓ NÉHÁNY TÉTEL ÁLTALÁNOSÍTÁSA.

KLUG LIPÓT-tól.

Ismeretes, hogy a kúpszelet köré írható derékszögű négyszögek csúcsai egy körön, a DE LA HIRE-körön, vannak és hogy a kúpszeletfelület, azaz a másodrendű felület köré írható derékszögű paralelepipedonok csúcsai egy gömbnek, a MONGE-gömbnek a pontjai. Ugyancsak ismeretes, hogy a kúpszelet poláris-háromszögei köré írt körök (FAURE-körök) a kúpszelet DE LA HIRE-körét, és a másodrendű felület poláristetraéderei köré írt gömbök (FAURE-gömbök) a felület MONGE-gömbjét derékszög alatt metszik.

E tételek metrikus vonatkozásokat fejeznek ki és igazolásuk is rendszeresen metrikus relációkkal történik.

E tételek azonban általánosabb tételeknek különös esetei.

Ha ezeket az általánosabb tételeket kimutatjuk, akkor ezzel nemcsak ama különöset igazoltuk, hanem más különös tételeket nyerünk, amelyeknek bizonyítása éppen speciális voltuknál fogva sokkal nehezebb.

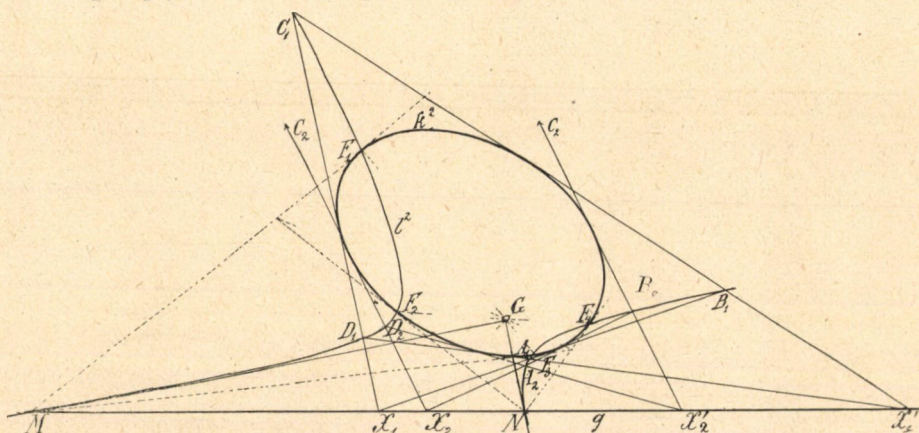
A következőkben tehát a DE LA HIRE-, MONGE-, FAURE- és más ezekkel kapcsolatos tételek általánosítását mutatjuk be. A tételek igazolását számítás nélkül, a projektív geometria tételeinek felhasználásával végezzük és a nyert általános tételeknek különös eseteit új tételekbe foglaljuk össze.

I.

1. Induljunk ki a következő tételből:

Bármily egyenes két pontpárjának pontjaiból egy megadott kúpszelethez kisugárzó érintők oly két négyszögnek oldalai, amelynek nyolc csúcsa egy kúpszeleten van.

Hogy ezt igazolhassuk, jelöljük a g egyenes X_1, X_1' , valamint X_2, X_2' pontjaiból a k^2 kúpszelethez kisugárzó érintőpárok-ból alkotott két négyszögnek egymásra következő csúcsait A_1, B_1, C_1, D_1 -gyel, illetőleg A_2, B_2, C_2, D_2 -vel (1. ábra).



1. ábra.

Az első négyszög bármelyik oldalán o -n (mely tehát érintője a k^2 -nek) a két csúc és a második négyszög két pár szemben fekvő oldalának két pár metszéspontja az o oldallal egy involúciónak társpontpárja; ezért az első négyszögnek az o oldalon levő két csúcsa és második négyszögnek mind a négy csúcsa egy l^2 kúpszeleten van. Minthogy azonban az első négyszögnek bármelyik oldala az o oldalnak tekinthető, azért az első négyszögnek mind a négy csúcsa az l^2 kúpszeleten lesz.

Az X_1X_1', X_2X_2' pontpárok az l^2 kúpszeletnek konjugált pólusai és az $A_1B_1C_1D_1, A_2B_2C_2D_2$ négyszögek A_1C_1, B_1D_1 , illetőleg A_2C_2, B_2D_2 átlóinak G metszéspontja a $g \equiv X_1X_1'X_2X_2'$ egyenesnek pólusa úgy a k^2 , mint az l^2 kúpszeletre vonatkozólag. És ha a g egyenesen az X_iX_i' az l^2 kúpszeletnek egy tetszés-

szerinti konjugált póluspárja, akkor a k^2 kúpszeletnek e pontpárból kisugárzó érintőpárja egy az l^2 kúpszeletbe írt $A_i B_i C_i D_i$ négyszöget alkot, mert az l^2 kúpszeletet már meghatározzák az A_1, B_1, C_1, D_1 pontjai és az $X_1 X'_1, X_2 X'_2$ konjugált pólusából alkotott I involúció.

Mint hogy az l^2 kúpszelet minden P pontja a k^2 kúpszelet oly két érintőjének metszése, amely az I involúció M, N kettőspontjait harmonikusan választja el, azért a PM, PN egyenesek konjugált polárisai a k^2 -nek és ezért az l^2 kúpszeletet az oly P pontok geometriai helyének is tekinthetjük, amelyből a k^2 kúpszelet síkjának két pontja az M és az N , a k^2 -nek konjugált polárisaival projiciálható.

Ez az l^2 kúpszelet az MN pontpáron megy át és a k^2 kúpszeletet az M és N pontból a k^2 -höz kisugárzó négy érintő F_1, F_2, F_3, F_4 érintőpontjában metszi. Ez a négy érintőpont pedig csúcsa egy négyszögnek, és oldalainak a k^2 kúpszeletre vonatkozó pólusa az M és N -en kívül oly különös négy pont, mely utóbbiból (és csak ebből) az I involúciónak társpontjai a k^2 kúpszeletre vonatkozólag konjugált polárisokkal projiciálhatók.

Mindezekből folyólag felírhatjuk a duális tételt:

Ha felvesszünk a k^2 kúpszelet síkjában levő

g egyenesen egy I pont-involúciót, akkor ennek társpontjaiból a k^2 kúpszelethez kisugárzó érintők metszőpontjainak geometriai helye egy az I involúció M, N kettőspontjain átmenő l^2 kúpszelet, amelynek az M, N pontokhoz tartozó érintői egymást a g egyenesnek a k^2 kúpszeletre vonatkozó G pólusában metszik. Az l^2 kúpszelet pontjaiból tehát az MN pontpár a k^2 -re vonatkozó konjugált polárispárokkal projiciálható.

Az M és N pontból a k^2 kúpszelethez kisugárzó érintők

G pontból kisugárzó i sugár-involúciót, akkor ez involúció társ-sugarainak a k^2 kúpszelettel való metszőpontjait összekötő egyenesek egy l^2 kúpszeletet burkolnak, amely az i involúciónak m, n kettőssugarait ott érinti, ahol a G pontnak a k^2 -re vonatkozó polárisa e kúpszeletet metszi. Az l^2 kúpszelet érintői tehát az mn egyenespárt a k^2 -re vonatkozó konjugált pólusokban metszik.

A k^2 és l^2 kúpszeleteknek közös érintői a k^2 -öt egy négyszög csúcsaiban érintik; ennek

érintőpontjai, a k^2 és l^2 kúpszelet metszőpontjai; maguk az érintők pedig oly négyoldalnak oldalai, amelynek az M , N -től különböző csúcaiból az l involúció társponjtjai a k^2 kúpszeletre vonatkozó konjugált polárisokkal projiciálhatók.

két oldala m , n , a másik négy oldala pedig az i sugárinvolúciót a k^2 -re vonatkozó konjugált pólusokban metszi.

Ha a baloldali tételben az MN pontpárt, a jobboldaliban pedig az mn egyenespárt egy elkorcsosult kúpszeletnek, h^2 -nek tekintjük, akkor e kettős tétel az itt következő általános tételnek mint különös esete írható fel:

Ha a k^2 és h^2 kúpszelet ugyanegy síkban van, akkor azoknak a pontoknak geometriai helye, amelyekből a k^2 és h^2 kúpszelethez kisugárzó érintők egymást harmonikusan választják el a k^2 és h^2 közös érintőinek érintőpontjain átmenő l^2 kúpszelet.

azok a sugarak, amelyek a két kúpszeletet harmonikusan elválasztott pontpárokban metszik egy II. r. sugársorhoz tartoznak, azaz egy l^2 kúpszeletet burkolnak, amely érinti a két felvett kúpszelet metszőpontjainak érintőit.

Ha a k^2 és h^2 kúpszelet közös érintőinek három érintőpontja egy p egyenesen van, akkor ezen az egyenesen még egy ilyen érintőpont lesz, míg a többi egy másik egyenesnek, q -nak négy pontja, és ekkor az l^2 kúpszelet a p/q egyenespárra korcsosul el. A két kúpszelet mindegyik közös érintőjén a két érintőpont két közös érintőtől harmonikusan van elválasztva.

Ha a k^2 és h^2 kúpszelet négy közös pontja érintői közül három egy l' ponton megy át, akkor még a l' egy negyedik közös pontnak érintőjén is rajta van, míg a többi közös pontnak négy érintője egy Q pontban találkozik és ekkor az l^2 kúpszelet a $l'Q$ pontpárra korcsosul el. A két kúpszelet mindegyik közös pontjának a két érintője két közös ponttól harmonikusan van elválasztva.

J e g y z e t. 1. Ez utóbbi általános tételnek szintétikus bizonyítását REYE TH. «igen bonyolultnak» tartotta (Geom. d. Lage,

I. Abt. V. Aufl. 1909. p. 235). E sorok írója e tételt az «Einige Sätze über Kegelschnitte» című értekezésében (Acta Litt. ac Scientiarum R. Univ. Hungaricae Francisco-Josephinae, Tom I. Fasc. III. Szeged, 1923), két segédtételere támaszkodva, elég egyszerűen bizonyította be.

2. A baloldalon álló tétel l^2 -kúpszeletéről a következőket mondhatjuk:

a) Az l^2 kúpszelet két egyenessé korcsosul, ha az I involúció g tartója a k^2 kúpszeletet érinti; vagy pedig ha az l involúció kettőspontjai (MN) konjugált pólusai a k^2 kúpszeletnek és ez utóbbi esetben a kettőspontoknak a k^2 -re vonatkozó polárisai képezik az egyenespárrá elkorcsult l^2 kúpszeletet.

b) Az l^2 kúpszelet a k^2 -t érinti az l involúció kettőspontjaiban, M és N -ben, ha ennek az involúciónak a társ-pontjai a k^2 -nek konjugált pólusai. Ha e kettőspontok valósak, akkor az l^2 kúpszelet pontjait abból a tulajdonságból szerkeszthetjük, hogy azoknak összekötő egyenesei az MN kettőspontokkal konjugált polárisai a k^2 kúpszeletnek.

Ez esetben a k^2 és l^2 kúpszeletnek az a kölcsönös helyzete van, hogy a k^2 kúpszelet az l^2 -ből és abból az l sugárinvolúcióból, amely az I pontinvolúciót tartójának az l^2 kúpszeletre vonatkozó pólusából projiciálja a jobboldali tétel alapján származtatható le.

c) Az l^2 kúpszelet képzetes, ha az egyenlőkép haladó I involúciónak hatványpontjai (azaz a képzetes kettőspontok valós képviselői) a k^2 kúpszeleten belül vannak. De ha e hatványpontok magán a k^2 kúpszeleten vannak, akkor az l^2 kúpszelet e hatványpontokba korcsosul el.

d) Az l^2 minden más esetben el nem korcsosult valós kúpszelet lesz.

e) A k^2 és l^2 kúpszelet négy $F_1F_2F_3F_4$ metszőpontjáról, amelyből az I involúció a k^2 kúpszelet konjugált polárisaival projiciálható, azt mondhatjuk, hogy az valós (képzetes), ha az I pontinvolúció két valós kettőspontja a k^2 kúpszeleten kívül van (illetőleg egy kettőspont vagy mindkettő a k^2 kúpszeleten belül van); a négy pont F_i egybeesik az I involúció tartójának

pólusába, ha I a k^2 kúpszelet konjugált pólusainak involúciója; végre minden más esetben az I_i pontok közül kettő valós és kettő konjugált-képzetes.

2. Az 1. számú tételből mint különös esetet a következő (részben ismert) tételeket nyerjük:

«A k^2 kúpszeletnek amaz érintői, amelyek egy h^2 kúpszeletnek konjugált átmérőivel paralelek, egymást egy l^2 kúpszelet pontjaiban metszik, amely a k^2 kúpszelettel koncentrikus, a h^2 kúpszelettel pedig homotétikus. Ha a k^2 és l^2 kúpszelet közös húrjainak a k^2 -re vonatkozó pólusaiból az l^2 kúpszelet konjugált átmérőihöz paraleleket vezetünk, akkor ezek a paralelek konjugált polárisai a k^2 kúpszeletnek.»

Ha a h^2 kúpszelet kör, ekkor ebből nyerjük a DE LA HIRE-tételt, mely így szól:

«A k^2 kúpszelet köré írt derékszögű négyszögek csúcsai egy l^2 körön vannak; a k^2 kúpszelet vezérvonalai: a k^2 -nek és az l^2 körnek közös húrjai.»

«Ha valamely kúpszelet köré írt két derékszögű négyszög oldalai egymást 45° alatt metszik, akkor bármelyiknek csúcsai és a másinak érintőpontjai a kúpszelettel egy egyenoldalú hiperbolán vannak; a két ekkép meghatározott egyenoldalú hiperbola egymást a kúpszelet gyújtópontjaiban derékszög alatt metszi.»

«Egy k^2 parabolának ama érintői, amelyek egy h^2 centrikus kúpszelet konjugált átmérőivel paralelek, egymást egy egyenesen metszik, amely a h^2 kúpszeletnek a parabola tengelyével parallel átmérőjéhez konjugált átmérővel parallel.»

«Egy kúpszelet konjugált átmérői egy vele] koncentrikus kúpszeletet oly négyszögek csúcsaiban metszik, amelyeknek oldalai az elsővel koncentrikus-homotétikus kúpszeletet burkolnak.»

»Az M csúcsa körül forgó és egy k^2 kúpszelet síkjában fekvő derékszög szárjai a kúpszeletet oly pontpárookban metszik, amelyeknek összekötő egyenesei egy l^2 kúpszeletet burkolnak; a szög M csúcsának a k^2 kúpszeletre vonatkozó m polárisa az l^2 -nek vezérvonala, maga a csúcs pedig az l^2 -nek ehhez tartozó gyújtópontja. (Poncelet: Traité des propriétés projectives...).

A k^2 , l^2 kúpszeleteknek és az m egyenesnek polárisalakzatai

bármilyen M középpontú μ^2 körre vonatkozólag egy k'^2 kúpszelet, annak DE LA HIRE-köre l'^2 és ezeknek középpontja M'^2 »

Ebből következik:

«Egy k^2 kúpszelet egymásra merőleges átmérőinek végpontjait összekötő egyenesek egy a kúpszelettel koncentrikus l^2 kört burkolnak, amely a kúpszelet e körre vonatkozó poláris kúpszeletének, k'^2 -nek, a DE LA HIRE-köre.»

Ha a k^2 kúpszelet féltengelyeinek négyzete a^2 , $\pm b^2$, akkor a DE LA HIRE-köre sugarának négyzete $(a^2 \pm b^2)$ és az l^2 kör sugarának négyzete $\pm a^2 b^2 : (a^2 \pm b^2)$. Az l^2 kör tehát úgy, mint a DE LA HIRE-kör, az ellipszis esetében mindig valós, ellenben a hiperbolánál valós vagy képzetes, a szerint, amint a DE LA HIRE-kör képzetes vagy valós. Végre megjegyezhető még, hogy az l^2 kúpszeletnek ama húrjai, amelyek a középpontjából derékszög alatt látszanak, érintői az l^2 körnek és hogy az ellipszis területe geometriai középarányos a DE LA HIRE-köre és az l^2 köre között.

«A kúpszeletnek mindama húrjai, amelyeket a kúpszeletnek egy szilárd húrja felez, egy parabolát burkolnak; a kúpszelet konjugált átmérői a parabolának konjugált polárisai, tehát a kúpszelet aszimptótái a parabolának szintén érintői.»

3. Térjünk vissza az 1. pontban talált l^2 kúpszelethez, amely a g egyenes X_1, X'_1 pontpárjából a k^2 kúpszelethez kisugárzó érintőkből képezett $A_1 B_1 C_1 D_1$ négyoldal köré van írva és amely még az M, N pontokból a k^2 kúpszelethez kisugárzó érintők érintőpontjain, valamint ezeken az M, N pontokon is átmege, amelyek az X_1, X'_1 pontpárt harmonikusan elválasztják és végre érinti azokat az MG, NG egyeneseket, amelyek a g egyenesnek a k^2 kúpszeletre vonatkozó G pólusában találkoznak.

Tekintve, hogy az $A_1 B_1 C_1 D_1 M N$ pontoktól meghatározott l^2 kúpszelet nem változik, ha a k^2 kúpszeletet az $X_1 X'_1 A_1 B_1 C_1 D_1$ négyoldalba írható bármely kúpszelettel, tehát egy $[k^2]$ kúpszeletsereg kúpszeleteivel fölcseréljük: az l^2 kúpszelet geometriai helye az M, N pontokból a $[k^2]$ kúpszeletsereg kúpszeleteihez kisugárzó érintők érintőpontjainak.

Az l^2 kúpszelet minden P pontja oly tulajdonságú, hogy

a PM , PN egyenesek a k^2 -re és egyszersmind a $[k^2]$ kúpszelet-sereg minden kúpszeletére vonatkozólag konjugált polárisok, tehát a PM , PN egyenespár az $X_1X'_1A_1B_1C_1D_1$ négyoldalnak nemcsak az $X_1X'_1$, hanem az A_1C_1 és B_1D_1 szembenfekvő csúcspárját is (mint elkorcsosult kúpszeletet a seregben) harmonikusan választja el. A kúpszeletseregnek a P ponton átmenő két kúpszelete a PM , illetőleg PN egyenest érinti és a GP egyenes e PM , PN érintőket az l^2 kúpszelet P pontjának érintőjétől szintén harmonikusan választja el.

Ha ezután még az MN pontpárt az $X_1X'_1A_1B_1C_1D_1$ négyoldal $X_1X'_1$ átlóján akkép változtatjuk, hogy az a szembenfekvő $X_1X'_1$ csúcspárt harmonikusan válassa el, akkor az l^2 kúpszelet is változik és egy A_1 , B_1 , C_1 , D_1 alappontokkal bíró $[A_1B_1C_1D_1]$ kúpszeletsort ír le és e sor minden kúpszeletének helyzete a $[k^2]$ kúpszeletsereg kúpszeletei irányában ugyanolyan, mint az l^2 helyzete a k^2 kúpszelethez.

Ha végre még az $X_1X'_1A_1B_1C_1D_1$ teljes négyoldalban az $X_1X'_1$ szembenfekvő csúcspontokat az A_1C_1 és B_1D_1 szembenfekvő csúcspontokkal felcseréljük, két új kúpszeletsort $[X_1X'_1B_1D_1-]$ és $[X_1X'_1A_1C_1-]$ -et nyerünk, amelynek viszonylagos helyzete a $[k^2]$ kúpszeletsereg irányában ugyanaz, mint az első kúpszeletsoré.

Ezért:

«Egy kúpszeletsereg $[k^2]$ három kúpszeletsort határoz meg, amelynek egyenként négy alappontja a kúpszeletsereg köré írt V négyoldal két-két szembenfekvő csúcspárja. Minden pontpárból, amely a V négyoldal szembenfekvő csúcspontjait harmonikusan választja el, a kúpszeletsereg kúpszeleteihez kisugárzó érintők érintőpontjai a kúpszeletsorok egy kúpszeletén vannak.

A kúpszeletsereg síkjának minden P pontján átmegy a kúpszeletsereg két kúpszelete és a három kúpszeletsor egy-egy kúpszelete. A sereghez tartozó két kúpszelet két érintője t , t' a P pontban harmonikusan választja el a V négyoldal minden szembenfekvő csúcspárját, valamint a sorokhoz tartozó három kúpszelet érintőjét a V négyoldal átlósháromszögének egyes csúcspontjaitól; és a t , t' érintők három metszéspontpárja ez átlósháromszög egyes oldalaival egyenként rajta van a kúpszeletsoroknak három utóbbi kúpszeletén.»

Ha a kúpszeletsereg konfokális, akkor a három kúpszelet-sor közül kettő körsor, a harmadik pedig egyenoldalú hiperbolásor.

4. Az 1. sz. alatt levő tétel l^2 kúpszeletének az eddig említett tulajdonságon kívül még más vonatkozása is van a k^2 kúpszelethez. Hogy ezt kimutassuk, előre becsájtjuk a következőket:

Ismeretes, hogy ha egy kúpszelet egy másik kúpszelet egyik polárisháromszöge köré van írva, akkor az a kúpszelet ez utóbbinak még ∞^1 polárisháromszöge köré van írva. De nem ismertes:

«Ha a π^2 kúpszelet a k^2 kúpszeletnek $ABCD$ polárisnégy-szöge köré van írva, akkor a π^2 a k^2 kúpszeletnek még ∞^3 polárisnégy-szöge és ∞^1 polárisháromszöge köré is van írva.»

Ugyanis, minthogy az A pontnak a k^2 -re vonatkozó a polárisa a négyszög AB , CD és AC , BD szembenfekvő oldalait a k^2 kúpszelet konjugált pólusaiban metszi: az a -nak metszőpont-párja A_1A_2 , a π^2 kúpszelettel szintén konjugált póluspárja, tehát az AA_1A_2 polárisháromszöge a k^2 kúpszeletnek.

Ha másrészt az A' , B' , C' három tetszésszerű pontja a π^2 kúpszeletnek, a D' pont pedig az $A'B'C'$ háromszöget egy a k^2 -re vonatkozó polárisnégy-szöggé egészíti ki, akkor az A' pont a' polárisának $A'_1A'_2$ metszőpontjai a π^2 kúpszelettel és az $A'B'C'D'$ polárisnégy-szög szembenfekvő oldalpárjaival szintén konjugált pólusai a k^2 kúpszeletnek.

Ámde az $A'B'C'D'$ négyszög szembenfekvő oldalpárjai és az A' , B' , C' , D' , A'_1 pontokon átmenő x^2 kúpszelet az a' egye-
nest egy involúciónak társpontpárjaiban metszi, amely azonban a k^2 kúpszelet konjugált pólusaitól képezett involúcióval egybe-
esik, amiért is az A'_1 pontnak a társpontpontja ebben az involúció-
ban az A'_2 pont lesz, és így az x^2 kúpszelet, amelynek a π^2 -vel
 A' , B' , C' , A'_1 , A'_2 öt közös pontja van, egybeesik a π^2 -vel.
Ebből pedig az következik, hogy a D' pont szintén rajta van
a π^2 kúpszeleten, s mert az $A'B'C'$ ponthármas ezen ∞^3 -szer
vehető fel: állításunk igazolva van.

A tétel következménye:

Ha egy k^2 kúpszelet poláris-

háromszöge vagy polárisnégy-
szöge és egy másik poláris-
háromszöge vagy polárisnégy-
szöge köré egy-egy kúpszeletet
írunk, akkor e két kúpszelet
egymást a k^2 kúpszelet egy
polárisnégyszögének csúcsaiban
metszi és így a velük egy sor-
ban levő bármelyik kúpszeletébe
még a k^2 -nek ∞^1 poláris-három-
szöge és ∞^3 polárisnégy-
szöge írható be.

háromszögébe vagy polárisnégy-
oldalába és egy másik poláris-
háromszögébe vagy polárisnégy-
oldalába egy-egy kúpszeletet
írunk, akkor e két kúpszelet
közös érintői a k^2 kúpszelet egy
polárisnégyoldalának oldalai, és
így a velük egy seregben levő
bármelyik kúpszelet köré még
a k^2 -nek ∞^1 poláris-három-
szöge és ∞^3 polárisnégy-
oldala írható.

Mert a baloldali tétel két kúpszeletének három közös pontját egy negyedik pont egészíti ki a k^2 kúpszelet egy polárisnégy-
szögének csúcsává; de e negyedik csúcsnak, amint éppen ki-
mutattuk, mindkét kúpszeleten rajta kell lenni, tehát ez a két
kúpszeletnek a negyedik metszőpontja.

5. Az imént talált tételnek következménye, hogy ha a k^2
kúpszelet síkjának M és N pontján keresztül két kúpszeletet
vezetünk, amely még a k^2 -nek egy-egy poláris-háromszöge köré
van írva, akkor e két kúpszeletnek egyik közös húrja az $MN \equiv g$
egyenesnek a k^2 -re vonatkozó G pólusán megy át, s e két kúps-
zelettel egy sorban levő kúpszeletekbe még k^2 -nek ∞^1 poláris-
háromszöge és ∞^3 polárisnégy-
szöge írható be.

Ha azonban az M és N ponton átmenő és a k^2 kúpszelet
összes poláris-háromszöge köré írt kúpszeleteket tekintjük, a kö-
vetkező baloldali tételt nyerjük:

Mindaz a ∞^2 kúpszelet π^2 , amely a k^2 kúpszeletnek ∞^3
poláris-háromszöge köré van írva
és még az MN pontpáron megy
keresztül, oly tulajdonságú, hogy
a k^2 kúpszeletnek az $MN \equiv g$
egyenes G pólusából kisugárzó
 h sugarait csak egy-egy invo-
lucióban metszi.

poláris-háromszögébe és az mn
szögbe van írva, oly tulajdon-
ságú, hogy az mn szög csúcsá-
nak k^2 -re vonatkozó polárisa
pontjaiból a π^2 kúpszeletekhez
kisugárzó érintőpárok csak egy-
egy sugárinvoluciót képeznek.

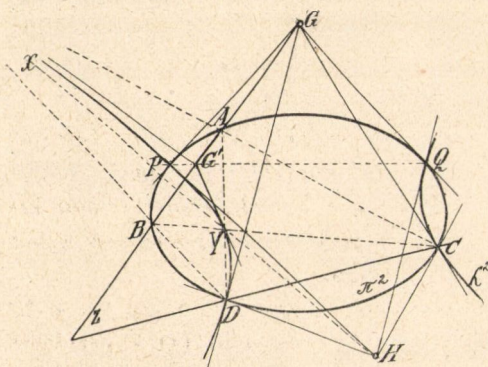
Messe a π^2 kúpszeletrendszernek egy π_i^2 kúpszelete a G sugársornak két sugarát a h és h_i -t a PP' és $P_iP'_i$ pontpárban.

Az $MNPP'$ és $MNP_iP'_i$ alappontú kúpszelet sorok a π^2 rendszerhez tartoznak és a második kúpszelet sor a h egyenest egy I involúciós pontsorban metszi, amelynek két társpontpárja PP' ; $G(hg)$.

Ha a π_j^2 a π^2 kúpszeletrendszernek egy tetszőszerinti kúpszelete, akkor a π_i^2 , π_j^2 kúpszeletekkel egy sorban levő, és így a π^2 rendszeréhez tartozó kúpszeletek a h egyenest szintén egy involúcióban metszik, amely azonban az I involúcióval egybe-

esik, mert PP' és $G(hg)$ ennek is társpontpárja. Ebből látható, hogy a π^2 rendszer tetszőszerinti π_j^2 kúpszeletének metszőpontjai a h egyenest az I involúciónak társpontjai.

6. Hogy megtaláljuk geometriai helyét ama ∞^1 involúció kettőspontjainak, amelyet az előbbi tétel π^2 kúpszeletei a h sugara-



2. ábra.

kon kimetszenek, a következő segédtelet kell felhasználnunk és kimutatnunk.

«Az $ABCD$ alappontokkal bíró kúpszelet sor AB húrjának egy G pontjából a kúpszelet sor kúpszeleteihez kisugárzó érintők érintőpontjai egy oly λ^2 kúpszeleten vannak, amely a C, D alappontokon és az $ABCD$ négyszög $(AC, BD) \equiv X$, $(AD, BC) \equiv Y$ átlópontjain megy át és a C, D alappontoknak érintői egymást G pontban, az X, Y átlópontoknak érintői pedig a G -hez a kúpszelet sorra vonatkozó konjugált pólusban, G' -ben metszik.

E λ^2 kúpszeletnek metszőpontjai a G sugársor sugaraival konjugált póluspárjai a kúpszelet sorban.»

Legyen e végből P, Q a G pontból a kúpszelet sor egyik kúpszeletéhez π^2 -hez kisugárzó érintőknek az érintőpontja és λ^2 a

PGD háromszög köré írt az a kúpszelet, amely a GC , GD egyeneseket érinti (2. ábra).

Minthogy a π^2 és λ^2 kúpszelet P , C , D pontjainak érintői egy G ponton mennek át, ez a G pont e két kúpszelet negyedik metszéspontjának egyik érintőjén is rajta van (1. szám alatt levő utolsó tétel), s így a negyedik metszéspont a G pontból a π^2 kúpszelethez kisugárzó második érintőnek Q érintőpontja, és az AB pontpár az ABC egyenesen a λ^2 kúpszelettől harmonikusan van elválasztva.

Ez a λ^2 kúpszelet azonban már C és D pontja és ezeknek GC és GD érintője, valamint az AB konjugált póluspárjától meg van határozva és átmegy a G pontból a kúpszeletsorban tetszés szerint felvett π^2 kúpszelethez kisugárzó érintők P és Q érintőpontján: ezért lesz λ^2 a tételben kifejezett geometriai hely. Ha még tekintetbe vesszük azt, hogy a λ^2 kúpszelet az X és Y pontokon is átmegy, mert ezek a kúpszeletsorban fekvő AC , BD , AD , BC egyenespárok kettőspontjai és a $G'X$, $G'Y$ egyeneseket, mint a G -nek ezekre az egyenespárokra vonatkozó polárisait, ezekben az X , Y pontokban érinti, akkor ezzel a segédtételel minden részletében igazolva van.

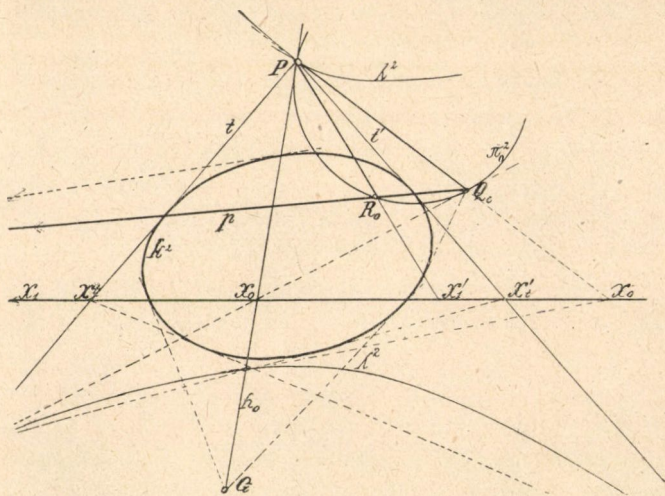
Megjegyezhető még e λ^2 kúpszeletről, hogy P , Q pontjainak érintői a π^2 kúpszelet C , D pontjai érintőinek H metszéspontján mennek át, amely H pont a G' -nek a λ^2 -re vonatkozó XY polárisán is rajta van: továbbá, hogy a P , valamint a Q pont érintőpárja a CD pontpártól és a C , valamint a D pont érintőpárja a PQ pontpártól harmonikusan van elválasztva.

7. E segédtételel felhasználásával megállapíthatjuk geometriai helyét amaz involúciók kettőspontjainak, amelyet valamely k^2 kúpszelet polárisháromszögei köré írt és még az MN pontpáron átmenő π^2 kúpszeletek az $MN \equiv g$ egyenesnek a k^2 -re vonatkozó G pólusából kisugárzó h egyeneseken kimetszenek.

Vegyük tekintetbe a π^2 kúpszeletek közül azokat, amelyeknek a g húron kívül egy a G pontból kisugárzó h egyenes a közös húrja és amelyek az előbbieket szerint egy kúpszeletsorban vannak. Ez a kúpszeletsor a többi G -ből kisugárzó h egyeneseket azokban az involúciókban metszi, mint az összes (∞^2 számú) π^2 kúpszeletek, és melyek kettőspontjainak geometriai helyét

keressük. De ez involúciók kettőspontjai, hacsak a kúpszelet-sort tekintjük a G pontból a kúpszeletsor kúpszeleteihez kiséző érintők érintőpontjai, s mint ilyenek, a segédétel szerint egy λ^2 kúpszeleten vannak; ez a λ^2 kúpszelet tehát a keresett geometriai hely.

Ha a P a λ^2 kúpszeletnek egy pontja, akkor a π^2 kúpszeletek közül egy kúpszeletsornak, $(MNPP)$ -nek, kúpszeletei a GP egyenest a P pontban érintik. E P pontnak a k^2 kúpszeletre vonatkozó p polárisa a k^2 -t a QR pontpárban, a kúpszeletsort



3. ábra.

pedig a k^2 -re vonatkozó konjugált póluspárokban, tehát egy pont-involúcióban metszi. Ebből látható, hogy a PM , PN egyenes-pár (valamint a kúpszeletsor minden kúpszelete) a QR pontpárt harmonikusan választja el, vagy más szóval: a PM , PN egyenesek konjugált polárisai a k^2 kúpszeletnek. Ez a P pont tehát egy oly l^2 kúpszeleten van, amely az 1. szám alatt tárgyalt k^2 kúpszeletből és az MN pontpárból az ottani tulajdonságok alapján származtatható le, tehát a talált λ^2 kúpszelet és az 1. számú l^2 kúpszelete ugyanegy.

Mielőtt tárgyalásunk eredményét tételbe foglalnók össze, a λ^2 és l^2 kúpszeletek azonosságát ki akarjuk mutatni a nélkül,

hogy, mint előbb, az MN pontok valós voltát tekintetbe vennők. Lássuk még egyszer egészében a kérdést, amelyre felelni akarunk.

A k^2 kúpszelet síkjában levő g egyenesen egy I pont-involúció van adva (3. ábra). A k^2 kúpszelet polárisháromszögei köré π^2 kúpszeletek írhatók, amelyeknek konjugált pólusai az I involúciónak társpontjai. A g egyenes k^2 -re vonatkozó G pólusából egy ily π^2 kúpszelethez vezethető h érintőnek legyen az érintőpontja a P , és a P -nek a k^2 -re vonatkozó polárisa legyen a p . A P pontok geometriai helye, mint láttuk, egy λ^2 kúpszelet, amelyre nézve az I -nek társpontjai képesolt pólusok és a g -nek pólusa a G pont.

Ki kell mutatnunk azt, hogy a P pontból a k^2 kúpszelethez kisugárzó t, t' érintőpár a g egyenest az I involúció egy $X_t X'_t$ társpontpárjában metszi, mert ekkor a P pont az 1. számú tételek szerint az l^2 kúpszeletnek is egy pontja.

Messe a $PG \equiv h_0$ érintő és a p poláris a g egyenest az X_0 , illetőleg X_1 pontban és legyenek e pontoknak az I involúcióban a társpontjai X'_0, X'_1 .

A h_0 érintő az X_0 pontnak a λ^2 kúpszeletre vonatkozó polárisa és ∞^1 az π^2 kúpszeletek rendszeréhez tartozó kúpszeletnek az érintője. Ezek között van egy kúpszelet π_0^2 , amelyre vonatkozólag az X_0 pontnak a polárisa a PX'_0 egyenes. E kúpszelet a PX'_0 egyenest másodszor a p egyenesnek Q_0 pontjában és a p egyenest még a PX'_1 egyenesnek az R_0 pontjában metszi és PQ_0R_0 polárisháromszöge a k^2 kúpszeletnek.

Mint hogy az X_1 pontnak polárisa a k^2 -re nézve a h_0 , azért a k^2 kúpszeletnek a P pontból kisugárzó tt' érintőpárja az $X_1 X_0$ pontpárt, úgyszintén a $Q_0 R_0$ konjugált póluspárt, tehát az $X_0 X'_1$ pontpárt harmonikusan választja el, azaz $X_0 X_1 X_t X'_t$ és $X'_0 X'_1 X_t X'_t$ harmonikus pontnégyesek. Ebből pedig következik, hogy az $X_t X'_t$ pontpár az $I \equiv X_0 X'_0 X_1 X'_1 \dots$ involúciónak társpontpárja, amit kimutatni akartunk.

E szerint:

Ha egy k^2 kúpszelet ∞^3 polárisháromszöge köré írjuk azt a ∞^2 kúpszeletet, π^2 -t, amely még két ponton M és N -en megy-	Ha az mn szögbe és egy k^2 kúpszelet polárisháromszögeibe π^2 kúpszeleteket írunk, akkor az $(mn) \equiv G$ pontnak a k^2 kúp-
--	--

keresztül, akkor az $MN \equiv g$ egyenesnek a k^2 kúpszeletre vonatkozó G pólusából a π^2 kúpszeletekhez kisugárzó érintők érintőpontjai egy az M, N pontokon átmenő és a GM, GN egyeneseket érintő l^2 kúpszeleten vannak.

A G pontból kisugárzó sugarak a π^2 kúpszeletek az l^2 -re vonatkozó konjugált pólusokban metszik és az MN pontpár harmonikusan választja el az l^2 kúpszelet és minden π^2 kúpszelet közös pontjának érintőit.

E tételeknek különös eseteit nyerjük, ha az MN pontpárt végtelen távol vesszük fel, vagy ha az MN a sík abszolút pontpárja, vagy ha az mn egy izotrop egyenespár, vagy végre, ha az n egyenes végtelen távol van.

8. Ha az MN pontpár a sík abszolút pontpárja, akkor a π^2 kúpszeletek a k^2 kúpszelet polárisháromszögei köré írt körök (FAURE-körök), és az l^2 kúpszelet a k^2 -nek DE LA HIRE-köre, és a 7. pont baloldali tétele azt fejezi ki, hogy a DE LA HIRE-kör a FAURE-köröket derékszög alatt metszi. Ez a kúpszeletekre vonatkozó úgynevezett FAURE-tétel.

Ha az MN pontpár végtelen távol van, akkor a π^2 kúpszeletek homotétikusok, azaz hasonlóak és hasonlófekvésűek, és így mondhatjuk:

«A k^2 ellipszis vagy hiperbola polárisháromszögei köré ∞^2 homotétikus kúpszelet π^2 írható. A k^2 középpontjából e kúpszeletekhez kisugárzó érintők érintőpontjai egy a π^2 kúpszeletekkel homotétikus és a k^2 -vel koncentrikus l^2 kúpszeleten vannak. Az l^2 és bármelyik π^2 kúpszelet egy közös pontjának érintői: átmérői e π^2 , illetőleg az l^2 kúpszeletnek.»

«Ha a k^2 kúpszelet polárisháromszögeibe azokat a (∞^2 számú) monofokális π^2 kúpszeleteket írjuk, amelynek egy tetszésszerű G pont az egyik gyújtópontja, és ha ezekhez a kúpszeletekhez

szeletre vonatkozó g polárisa a π^2 kúpszeleteket oly pontpárokban metszi, amelyeknek érintői egy l^2 kúpszeletet burkolnak, amely még az mn szög szárait is érinti a g egyenessel való metszőpontjaiban.

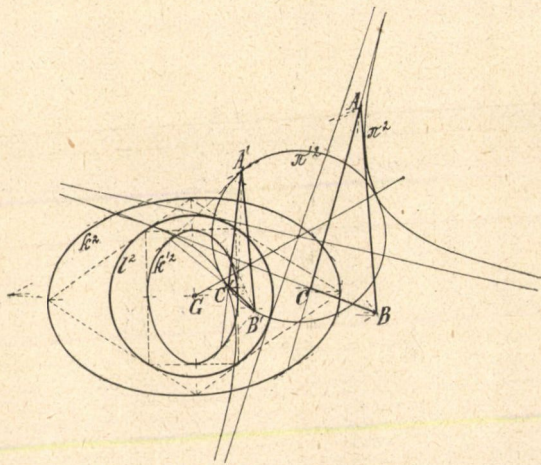
A g egyenes pontjaiból a π^2 kúpszelethez kisugárzó érintők konjugált polárisai az l^2 kúpszeletnek és az mn szög szára harmonikusan választják el az l^2 kúpszelet és minden π^2 kúpszelet közös érintőinek érintőpontjait.

ama pontokban, amelyekben a G pontnak a k^2 kúpszeletre vonatkozó polárisa g azokat metszi, érintőket vezetünk, akkor ezek az érintők egy oly l^2 kúpszeletet burkolnak, amelynek a G az egyik gyújtópontja és a g egyenes az ehhez tartozó vezérvonala. Az l^2 kúpszelet és bármelyik π^2 kúpszelet közös érintőjének érintőpontjai a G pontból derékszögű sugárral projiciálhatók.»

Ha a G pont a k^2 kúpszeletnek középpontja, mondhatjuk:

«Azoknak a π^2 hiperboláknak aszimptótái, amelyek egy k^2 ellipszis vagy hiperbola polárisháromszögeibe vannak írva és egyik gyújtópontjuk a k^2 -nek középpontja G : a k^2 kúpszeletbe írható rombuszok oldalait érintő l^2 kör.

A π^2 hiperbolák tengelyeinek végpontjai konjugáltpólusai, parallelérintői pedig konjugált polárisai az l^2 körnek, míg e körnek parallelérintői konjugált polárisai a π^2 hiperboláknak.»



4. ábra.

A tétel első részét még ekkép is kifejezhetjük:

«Ha a k^2 kúpszeletbe írható rombuszok oldalait érintő l^2 körnek két érintője (vagy ami ugyanezt fejezi ki, ha a k^2 kúpszelet két húrja, amely a kúpszelet középpontjából derékszög alatt látszik) egy π^2 hiperbolának a két aszimptótája, akkor e hiperbola köré a k^2 kúpszeletnek ∞^1 polárisháromszöge írható.»

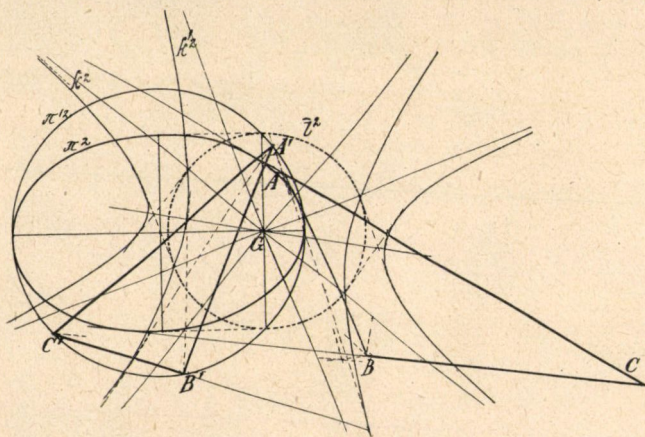
Érdekes e tételnek összefüggése az előbbi FAURE-tétellel, amely szerint a kúpszelet DE LA HIRE-körét derékszög alatt metsző bármely körbe a kúpszeletnek ∞^1 polárisháromszöge írható.

Egy π^2 hiperbola (4. ábra) és annak csúcsérintőköre π'^2 (tehát az a kör, amely a hiperbolát annak csúcsaiban érinti),

egymásnak polárisalakzata arra az l^2 körre nézve, amelynek középpontja a π^2 -nek egyik gyújtópontja G , és amely a π'^2 kört derékszög alatt metszi. Ez az l^2 kör a hiperbola aszimptótáit érinti, tehát átmérője a hiperbola melléktengelyével egyenlő.

Az l^2 kör a DE LA HIRE-köre ∞^2 kúpszeletnek k'^2 -nek, amelyeknek a π'^2 a FAURE-köre, s viszont a π'^2 körbe irt bármely háromszög $A'B'C'$, mint polárisháromszög és G , mint középpont, meghatároz egy k'^2 kúpszeletet, amelynek l^2 a DE LA HIRE-köre.

A k^2 kúpszelet, mint k'^2 -nek az l^2 -re vonatkozó poláris-



5. ábra.

kúpszelete (amelynek tehát az l^2 kör érintőin levő húrjai a G középpontból derékszög alatt látszanak) oly tulajdonságú, hogy ∞^1 polárisháromszöge a π^2 hiperbola köré van írva. E között van egy ABC , amely az előbbi $A'B'C'$ háromszögnek a polárisalakzata az l^2 körre vonatkozólag.

De ha a kúpszelet π^2 , amelyből kiindulunk, ellipszis (5. ábra) és annak a főténgelyén levő csúcokban csücsérintőköre a π'^2 , akkor a G gyújtópontjából nem lehet valós kört leírni, amely a π'^2 kör derékszög alatt metszi, de van e képzetes l^2 körnek egy vele koncentrikus valós képviselője \bar{l}^2 , amelynek átmérője a π^2 ellipszis melléktengelyével egyenlő és amelyet tehát a π'^2 kör egyik átmérőjének végpontjában metsz.

Erre az l^2 képzetes körre a π^2 ellipszis és a π'^2 kör egymásnak polárisalakzatai és így az \bar{l}^2 körre nézve azok egymásnak apolárisalakzatai.

Az l^2 kör szintén a DE LA HIRE-köre ∞^2 kúpszeletnek, k'^2 -nek, amelynek a π'^2 egyik FAURE-köre és így a k'^2 kúpszeletnek ama húrjai, amelyek az l^2 kör valós helyettesének, \bar{l}^2 -nek érintőin vannak, a G középpontból derékszög alatt látszanak és ez a k'^2 kúpszelet, ha valós, csak hiperbola lehet. E k'^2 hiperbola l^2 körre vonatkozó apolárisalakzatának, a k^2 hiperbolának, az \bar{l}^2 a DE LA HIRE-köre és a π'^2 a FAURE-köre.

A π'^2 körbe írt bármely háromszög $A'B'C'$, mint poláris-háromszög és a G , mint középpont, meghatároz egy k'^2 hiperbolát, amelynek az \bar{l}^2 kör érintőin levő húrjai a középpontból derékszög alatt látszanak. E k'^2 hiperbolának az \bar{l}^2 körre vonatkozó apoláris hiperbolája k^2 oly tulajdonságú, hogy ∞^1 poláris-háromszöge van a π^2 ellipszis köré írva. Ezek között van egy ABC , amely az előbbi $A'B'C'$ háromszögnek az apolárisalakzata az \bar{l}^2 körre nézve, és ez is a π^2 ellipszis köré van írva.

Ezek után a találtakat egy kettős tételbe ekkép fejezhetjük ki:

«Ha a π^2 kúpszelet főtengelyén levő csúcsaiban a csúcs-érintő kör π'^2 és a π^2 kúpszelet egyik gyújtópontjából, a G -ből, mint középpontból, az l^2 (illetőleg \bar{l}^2) kört írjuk le, amelyet a π'^2 kör derékszög alatt (illetőleg egyik átmérőjének végpontjaiban) metsz, akkor π^2 és π'^2 egymásnak erre a körre nézve poláris (illetőleg apoláris) alakzata.

A G pont, mint középpont és a π'^2 körbe írt tetszésszerű háromszög $A'B'C'$, mint poláris-háromszög, meghatároz egy k'^2 kúpszeletet, amelynek az l^2 kör a DE LA HIRE-köre (illetőleg amelynek az l^2 kör érintőin levő húrjai a G középpontból derékszög alatt látszanak).

Ha aztán a k'^2 kúpszeletnek az l^2 körre vonatkozó polárisalakzata (illetőleg az \bar{l}^2 körre vonatkozó apolárisalakzata) a k^2 kúpszelet, akkor a π^2 köré ∞^1 számú háromszög írható, amely a k^2 -nek poláris-háromszöge, és ezeknek egyike, ABC , az előbbi $A'B'C'$ háromszögnek polárisalakzata az l^2 körre nézve (illetőleg apolárisalakzata az \bar{l}^2 körre nézve).»

Visszatérve e szám eredeti duális tételéhez és a ha jobboldali tételében levő mn szög szárai közül az egyiket, például az n szarat végtelen távol vesszük fel, akkor e tételt nyerjük:

«Ha a k^2 középponttal bíró kúpszelet polárisháromszögeibe π^2 parabolákat írunk, amelyek a k^2 kúpszeletnek egy m húrját érintik és azokat a parabolákat a k^2 kúpszeletnek az m -hez konjugált átmérőjével, g -vel metsszük, akkor a metszőpontok érintői egy l^2 parabolát burkolnak, amelynek a g az egyik átmérője és amely az m hürt az (mg) pontban érinti. Az l^2 parabola és egy tetszés-szerinti π^2 parabola bármely közös érintőjének érintőpontjai az m hürtől egyenlő távolságra vannak.»

9. Az 1. szám alatti tételekből a II. r. kúpra vonatkozólag az alábbi tételekre következtethetünk:

Ha egy K^2 II. r. kúpnak a csúcsa egy orthogonális sugár-involúciónak középpontjában van, akkor ennek társsugariból a kúphoz vezető érintősíkok metszőegyenesei egy L^2 II. r. kúpon vannak, amelynek egyik ciklikus síkja a sugár-involúció síkja. Az L^2 tehát forgáskúp, ha a sugár-involúció a K^2 kúpnek egyik szimmetriasíkjában van.

sík-involúció tengelyén van, akkor azok a síkok, amelyek a sík-involúció társ-síkjainak a K^2 kúppal való metszésalkotóin mennek át, egy L^2 II. r. kúpot burkolnak, amelynek egyik fókálistengelye a sík-involúciónak a tengelye. Az L^2 tehát forgáskúp, ha e tengely a K^2 kúpnek egyik tengelyében van.

II.

10. Szándékunk az előbbi vizsgálatokat a három dimenziós térre is átvinni.

Legyen e végből az F^2 egy II. r. felület, a k^2 egy (valós vagy képzetes) kúpszelet a π síkban; a P pont e síknak az F^2 felületre vonatkozó pólusa, végre az ABC a k^2 kúpszeletnek egy polárisháromszöge.

E háromszög BC , CA , AB oldalaiból az F^2 felülethez vezethető α , α' ; β , β' ; γ , γ' érintősíkpárok egy S hatlapot alkotnak, amelynek $\alpha\beta\gamma$, $\alpha'\beta'\gamma'$; $\alpha'\beta\gamma$, $\alpha\beta'\gamma'$; $\alpha\beta\gamma'$, $\alpha'\beta'\gamma$ szemben-

fekvő csücsai a P pont- és a π síktól harmonikusan vannak elválasztva.

A k^2 kúpszeletnek minden az A pontból kisugárzó konjugált polárispárjából két érintősíkpár vezethető az F^2 felülethez, s mert ezek egyszersmind érintősíkpárja az A pontból az F^2 felület köré írható II. r. kúpnak, azért ezek oly ∞^1 számú négylapot képeznek, amelyeknek élei egy A^2 II. r. kúpon vannak (a 9. pont tételei alapján). Az aa' síkpár e négylapokat (az A síknyalábban) ∞^1 oly hatlappá egészíti ki, mint amilyen az előbbi $S \equiv a\beta\gamma a'\beta'\gamma'$ hatlap volt, és az A^2 II. r. kúpot két kúpszeletben, a^2 - és a'^2 -ben metszi, amelyen a hatlap csücsai oly helyzetűek, hogy az a^2 -n levő csücsok az a'^2 -n levő szembenfekvő csücsoktól a P pont és a π sík által harmonikusan vannak elválasztva. Végre ezek az a^2 , a'^2 kúpszeletek még a k^2 kúpszeletnek és a BC egyenesnek metszéspontjain mennek át.

Ugyanígy az ABC polárisháromszög B és C csücsaiből kisugárzó és a k^2 kúpszeletre vonatkozó konjugált polárisok a B -, illetőleg a C pontból az F^2 II. r. felület köré írható ∞^1 négylapot határoznak meg, amelynek élei egy B^2 , illetőleg C^2 II. r. kúpon vannak. E kúpokat a $\beta\beta'$, illetőleg $\gamma\gamma'$ síkpárok a β^2 , β'^2 , γ^2 , γ'^2 kúpszeletpárokban metszik, amelyek szintén megfelelőleg a k^2 kúpszelet és a CA , illetőleg AB egyenesnek közös pontjain mennek át.

Mint hogy az a^2 , a'^2 ; β^2 , β'^2 ; γ^2 , γ'^2 kúpszeletek közül bármely kettőnek két pontja közös (pl. az a^2 és β^2 -nek, az S hatlappnak $a\beta\gamma$ és $a\beta\gamma'$ csücspontja), azért e kúpszeletek egy L^2 II. r. felületen vannak. Ez a felület mindama ∞^1 hatlappnak csücsain is átmegegy, amelyet az aa' , $\beta\beta'$, $\gamma\gamma'$ síkpárok az A^2 , B^2 , C^2 II. r. kúpokba és az F^2 felület köré írt ∞^1 négylapból kimetszettek.

Mert ha az AB_iC_i az ABC -től különböző polárisháromszöge a k^2 kúpszeletnek, akkor ez éppúgy, mint az ABC egy az F^2 felület köré írható S_i hatlappot határoz meg, amelynek az S hatlappal az aa' szembenfekvő lappárja közös, és ebből közösek az a^2 , a'^2 kúpszeletek. Az S_i hatlappnak más két pár szembenfekvő lapján a $\beta_i\beta'_i$ és $\gamma_i\gamma'_i$ -ön, azaz az AC_i és AB_i egyenesekből az F^2 felülethez vezetett érintősíkpárokon legyenek a $\beta^2\beta'^2$ és $\gamma^2\gamma'^2$ -nek megfelelő kúpszeletei $\beta'_i\beta_i^2$ és $\gamma'_i\gamma_i^2$. Mint hogy azon-

ban ezeknek a kúpszeleteknek egymás között és az α^2 , α'^2 kúpszeletekkel két közös pontjuk van: azért ezek az új kúpszeletek is az L^2 felületen fekszenek.

De a k^2 kúpszelet tetszésszerűen $A_2B_2C_2$ polárisháromszögnek oldalaitól az F^2 II. r. felülethez vezethető érintősíkpárok is egy S_2 hatlapnak szembenfekvő oldalai, amelynek csúcsai szintén az L^2 felületen vannak.

Ugyanis, ha a $C_1 \equiv (BC, B_2C_2)$, $B_1 \equiv (BC, AA_2)$, $B_3 \equiv (B_2C_2, AD_2)$ pontok az illető egyenespárok metszései, akkor a k^2 kúpszelet ABC , AB_1C_1 , $A_2B_3C_1$, $A_2B_2C_2$ polárisháromszögei közül mind-egyiknek a következővel egy-egy közös csúcspontja van; tehát a második, aztán a harmadik, végre a negyedik polárisháromszög segítségével (mint az ABC -vel) meghatározott S_1 , S'_1 , S_2 hatlapnak csúcsai mind az L^2 II. r. felületen vannak, amit be kellett bizonyítanunk.

Ezért:

Ha az F^2 egy II. r. felület és a

k^2 egy a π síkban fekvő kúpszelet, a P pedig a π síknak az F^2 felületre vonatkozó pólusa, akkor a k^2 kúpszelet polárisháromszögeinek oldalaitól az F^2 felülethez vezethető érintősíkoknak metszéspontjai egy L^2 II. r. felületen vannak, amely a P csúcsú és a k^2 vezérvonalú $P.k^2$ II. r. kúpot a k^2 kúpszelet mentén érinti.

Ha a π sík az F^2 felületnek érintősíkja, akkor az L^2 felület a π síkká és egy másik síkká korcsosul el, amely a π síkot érintőpontjának a k^2 kúpszeletre vonatkozó polárisában metszi.

K^2 egy P csúcsú II. r. kúp, a π pedig a P pontnak az F^2 felületre vonatkozó polárisíkja, akkor azok a síkok, amelyek a K^2 kúp poláristriéderei élének az F^2 felülettel való metszéspontjain mennek át, egy L^2 II. r. felületnek érintősíkjai, amely a K^2 kúpot abban a kúpszeletben érinti, amelyben azt a π sík metszi.

Ha a P az F^2 felületnek egy pontja, akkor az L^2 felület két ponttá korcsosul el; ezeknek egyike a P , a másik pedig a P pont érintősíkjának (azaz a π síknak) a K^2 kúpra vonatkozó polárisán van.

11. Kimutatjuk még a jobboldali tételnek utolsó részét.

Legyen az abc , $a_2b_2c_2$ két tetszésszerű poláristriédere a K^2 kúpnek, amelynek P csúcsa az F'^2 II. r. felületen van és ab_1c_1 , $a_2b_2c_1$ a K^2 kúpnek még más két poláristriédere, amelynek egymással és amazokkal egy-egy közös éle van, s legyen az a , b , $c \dots c_2$ éleknek egy-egy metszéspontja az F'^2 felülettel még A , B , $C \dots C_2$, végre legyen az F'^2 felület P pontjához tartozó π érintősíknak a K^2 kúpra vonatkozó polárisa a p .

A $bc b_1c_1$ sík az F'^2 felületet egy kúpszeletben metszi; ezen a bc , b_1c_1 konjugált polárispárok egy $BC.B_1C_1 \dots$ pont-involúciót vágnak ki, amelynek involúció-pólusa A' , a bc , π síkok t metszőegyeneséhez (a kúpszelet érintőjéhez) a K^2 kúpra vonatkozó és a bc síkban levő konjugált polárisán, és így az ap , bc síkok metszőegyenesén van.

De az AA' egyenes a p polárist ugyanabban az L pontban metszi, mint az ABC , AB_1C_1 síkok, s mert épúgy kimutatható, hogy a C_1AB_1 , $C_1A_2B_3$ síkok, továbbá az $A_2B_3C_1$, $A_2B_2C_2$ síkok is a p polárist ugyanabban az L pontban metszik, következik végre hogy az ABC , $A_2B_2C_2$ síkok is a p polárisnak ugyanazon az L pontján mennek keresztül; és ezt kellett igazolnunk!

12. Az előbbi tételek különös eseteiből megemlítjük a következőket:

«Egy F'^2 centrikus II. r. felület ama érintősíkjai, amelyek egy Φ^2 II. r. felület hármasan konjugált átmérősíkjaival paralelelek, egymást egy oly L^2 II. r. felület pontjaiban metszik, amely az F'^2 -vel koncentrikus és a Φ^2 -vel homotétikus.»

Ha a Φ^2 felület gömb, tehát a főtétel k^2 kúpszelete az abszolút kúpszelet, akkor az L^2 felület az F'^2 felületnek a MONGE-gömbje és a tétel így szól:

«Egy centrikus másodrendű felület köré írható derékszögű paralelepipedonok csúcsai a felülettel koncentrikus gömbön vannak.» (Ez MONGE-tétele.)

Ha az F'^2 II. r. felület paraboloid, a Φ^2 pedig egy centrikus II. r. felület, akkor az L^2 II. r. felület két síkká korcsosul el, amelynek egyike végtelen távol van. Ezért:

«Az F'^2 paraboloid ama érintősíkjainak metszéspontjai, amelyek egy Φ^2 centrikus II. r. felület hármasan konjugált átmérő-

síkjaival paralelek, egy síkon vannak, amely parallel az Φ^2 felületnek a paraboloid tengelyével parallel átmérőjéhez konjugált átmérősíkjával.»

A jobboldalán álló általános tételből következik:

«Egy centrikus Φ^2 II. r. felület hármasan konjugált átmérői egy ezzel koncentrikus F^2 II. r. felületet oly ponthármasokban metszik, amelyeknek összekötő síkjai egy a Φ^2 -vel koncentrikus-homotétikus L^2 II. r. felületet burkolnak.»

Ha Φ^2 gömb, akkor az L^2 is gömb lesz, tehát:

«Egy F^2 centrikus II. r. felület páronként egymásra merőleges átmérőhármasai a felületet oly ponthármasokban metszik, amelyeknek összekötő síkjai az F^2 -vel koncentrikus gömbnek érintősíkjai. Ez a gömb a MONGE-gömbje az F^2 felület e gömbre vonatkozó polárisfelületének, F'^2 -nek.»

A tétel első részét még másképp is kifejezhetjük.

Ha az oktaéder tengelyeit akképp változtatjuk meg, hogy a három tengely különböző hosszúságú, akkor azzal az oktaéder lapjai is változnak és kongruens szabálytalan háromszögek lesznek. Az ilyen testet a kristallografiában rombosbipiramisnak neveznek, míg a geometriai neve prizmatoid, amely kifejezés azonban általánosabb fogalom lévén, nem jellemezné pontosan az illető testet.

Mintogy csak a centrikus másodrendű felületekbe írható be az ily test, azért az előbbi tétel első része ekkép is kifejezhető.

«A centrikus másodrendű felületbe ∞^3 számú rombosbipiramis írható, amelynek lapjai ugyanegy gömbnek az érintősíkjai.»

Ennél általánosabb a következő tétel, mint folyománya a jobboldali duálistételnek:

«Egy orthogonális sugárnyaláb poláristriéderei (azaz sugárhármások, amelyek három, páronként egymásra merőleges sugárból állanak) az F^2 II. r. felületet oly pontokban metszik, amelyek hármásával négy-négy síkpáron fekszenek és e síkpárok egy E^2 II. r. forgásfelületet burkolnak. Az orthogonális nyaláb S csúcsa az E^2 felületnek egyik gyújtópontja és az S pontnak az F^2 felületre vonatkozó σ polárisíkjája az E^2 felületnek az S -hez tartozó vezérsíkjája.

Az F^2 , E^2 felületeknek és a σ síknak az S középpontú és tetszésszerinti sugarú gömbre vonatkozó polárisalakzata megfelelőleg: egy F'^2 II. r. felület, annak E'^2 MONGE-gömbje és annak S' középpontja.»

«Egy F^2 II. r. felület bármelyik S pontjából kisugárzó három, páronként egymásra merőleges húr második végpontja oly síkban van, amely a P pont felületnormálisát egy szilárd pontban metszi, ez a P pont FRÉGIER-pontja.»

13. Vegyük most tekintetbe az F^2 II. r. felület két poláris-tetraéderét $ABCD$, $AB_iC_iD_i$ -t, amelynek egy közös A csúcsa van.

Jelölje a az A pontnak az F^2 felületre vonatkozó poláris-síkját a P a k^2 kúpszelet π síkjának az F^2 felületre vonatkozó pólusát, végre H^2 és H_i^2 az $ABCD$, illetőleg $AB_iC_iD_i$ poláris-tetraéder köré írt és a k^2 kúpszeleten átmenő két II. r. felületet.

E két felületnek a k^2 kúpszeleten kívül van még egy közös kúpszelete, amelynek síkja ω a P ponton megy át, azaz a π síkhoz az F^2 felületet illetőleg konjugált poláris-sík, amit éppen bizonyítani akarunk.

Az a sík a H^2 , H_i^2 és F^2 II. r. felületet egy-egy kúpszeletben, a k^2 kúpszeletet pedig az M , N pontokban metszi. A két első kúpszelet az MN pontpáron megy át és a harmadik kúpszeletnek BCD , $B_iC_iD_i$ poláris-háromszöge köré van megfelelőleg írva, tehát a két első kúpszeletnek az $MN \equiv a\pi$ egyenesről különböző húrja o ez egyenesnek, $a\pi$ -nek a harmadik kúpszeletre vonatkozó O pólusán megy keresztül (7. szám tétele). De ez az o húr és az A pont az ω síkban van és az AO egyenes polárisa az $a\pi$ egyenesnek az F^2 felületre vonatkozólag. Ezért a P pont az AO egyenesen, tehát egyszersmind az ω síkon is rajta van, ami állításunkat igazolja.

Ebből következik, hogy a P sugárnyaláb minden sugara a H^2 , H_i^2 II. r. felületeket oly pontpárokból metszi, amelyek a P , $(g\pi)$ pontpárral együtt egy involúcióhoz tartoznak.

Vegyük ezután tekintetbe az F^2 II. r. felületnek két tetszésszerinti poláris-tetraéderét $ABCD$, $A_2B_2C_2D_2$ -t és iktassunk ezek közé oly két új poláris-tetraédert $AB_1C_1D_1$, $A_2B_1C_1D_3$ -mat, hogy a négy egymásra következő poláris-tetraédernek legalább egy közös csúcsa legyen. Ezt akkép érjük el, ha a BCD , $B_2C_2D_2$

síkokat az AA_2 egyenessel a D_1 , illetőleg D_3 pontban metsszük és a BCD , $B_2C_2D_2$ síkok metszőegyenesén az F^2 felületnek egy pár konjugált pólusát, B_1C_1 -et tetszésszerint vesszük fel.

A k^2 kúpszeleten átmenő és egyenként ama négy poláris-tetraéder köré írt II. r. felületeknek az előbbiek szerint az a tulajdonsága, hogy azok a síkok, amelyekben az egymásra következő két-két II. r. felületnek (a π síkon kívül levő) közös pontjai vannak: a P nyalábhoz tartoznak.

E szerint a P nyalábnak minden P sugara az első és második, a második és harmadik, végre a harmadik és negyedik II. r. felületet egy-egy oly involúció pontpárjában metszi, amelyben a P pontnak a $(g\pi)$ a társpontja. Minthogy pedig a három involúció közül bármelyik két egymásra következőnek a P , $(g\pi)$ társpontokon kívül még egy közös társpontpárja van: a három involúció ugyanegy involúciós sorhoz tartozik.

Ebből látható, hogy a k^2 kúpszeleten átmenő és az $ABCD$, valamint az $A_2B_2C_2D_2$ poláris-tetraéder köré írt két II. r. felület H^2 , H_2^2 , a P sugárnyaláb minden g sugarát két pontpárban metszi, amely a P , $(g\pi)$ pontpárral együtt ugyanegy involúcióhoz tartozik; továbbá a két II. r. felületnek a k^2 kúpszeleten kívül levő közös pontjai e kúpszelet π síkjához az F^2 felületre vonatkozó konjugált poláris-síkban vannak.

Ha a két poláris-tetraéder egyikét, pl. az $A_2B_2C_2D_2$ -t más poláris-tetraéderrel és így a köré írt H_2^2 II. r. felületet is mással cseréljük fel, míg a többi alakzatrészek változatlanok maradnak, akkor a P pontból kisugárzó g sugarakon az involúciók nem változnak, mert ezek már két társpontpárral meg vannak határozva; ezért mindkét poláris-tetraédert és a köréjük írt két II. r. felületet másokkal pótolhatjuk, a nélkül, hogy a P nyaláb sugarai a felületeket az előbbtől különböző involúciókban metszenék.

Minthogy az F^2 II. r. felületnek ∞^6 poláris-tetraédere van és mert minden ily poláris-tetraéder köré írt II. r. felületben az F^2 -nek még ∞^3 poláris-tetraédere írható, azért a k^2 kúpszeleten keresztül csak ∞^3 oly II. r. felület H^2 vezethető, amely az F^2 -nek poláris-tetraédere köré van írva. És ezek a II. r. felületek a k^2 kúpszelet π síkjának az F^2 -re vonatkozó P pólusából kisugárzó

bármely g sugáron csak egy involúciót metszenek ki, amelyben a P pontnak a társpontja a π síkon van. Ez involúciók társ-pontpárján tehát ∞^2 számú H^2 II. r. felület megy át.

Ezért:

Az F^2 II. r. felület ∞^6

poláristetraédere köré írt és a k^2 kúpszeleten átmenő ∞^3 II. r. felület H^2 egymást páronként a k^2 -n kívül még oly kúpszeletekben metszik, amelyeknek síkjai a k^2 kúpszelet π síkjának az F^2 felületre vonatkozó P pólusán mennek keresztül. A P nyaláb minden g sugara a H^2 felületeket egy-egy involúció társ-pontjaiban metszi, amelyben a P pontnak a társpontja a π síkon van és a társpontok mindenikén ∞^2 számú H^2 felület megy keresztül.

poláristetraéderébe és még egy K^2 II. r. kúpba írható ∞^3 II. r. felület H^2 még egy-egy más II. r. kúpba is be van írva; ezeknek a kúpoknak csúcsai egy α síkon vannak, amely a K^2 kúp K csúcsának az F^2 felületre vonatkozó poláris síkjá. E α sík bármely g egyeneséből a H^2 felülethez vezethető érintősíkpárok egy-egy involúciónak társ-síkpárjai, amelyekben mindig a α -nak a Kg sík a társ-síkja és minden ilyen társ-síkpár a H^2 felületek közül ∞^2 számút érint.

14. Határozzuk meg geometriai helyét az előbbi tétel g sugarain levő involúciók kettőspontjainak!

Minden ily H^2 felületen az involúciók kettőspontjai azon a h^2 kúpszeleten vannak, amelyben a P pontból a H^2 felülethez kisugárzó érintők e felületet érintik.

Két ily H^2 felületen két h^2 kúpszelet van, amelynek két közös pontja a két H^2 felület közös kúpszeletén s így a P nyalábnak egy síkján van. Minthogy pedig a h^2 közül bármely kettőnek két közös pontja van, azért e kúpszeleteknek és így a keresett kettőspontoknak geometriai helye egy másodrendű felület.

Ezt még a következőképpen is igazolhatjuk:

A P nyaláb egy ξ síkja a ∞^3 számú H^2 II. r. felületet ∞^2 kúpszeletben metszi, amelynek egyik közös húrja (ξ, k^2). Ezért a P pontból e kúpszeletekhez kisugárzó érintők érintő-

pontjai (a 7. számú tétel szerint) egy ξ^2 kúpszeleten vannak, amelyre vonatkozólag a (ξ, k^2) húrnak a pólusa a P pont.

A ξ sík változtatásával a P nyalábban változik a ξ^2 kúpszelet is és ezeknek geometriai helye az előbb talált és a $P.k^2$ kúpot a k^2 kúpszelet mentén érintő L^2 II. r. felület.

Ezért:

Ha a k^2 kúpszelet π síkjának egy F^2 II. r. felületre vonatkozó pólusa a P pont, akkor a k^2 -n átmenő és az F^2 felület egy-egy poláristetraédere köré írható H^2 II. r. felülethez e P pontból kisugárzó érintőkérintő-pontjai oly kúpszeleten vannak, amelynek geometriai helye egy L^2 II. r. felület; ez a P csúcscsal és k^2 vezérvonallal bíró $P.k^2$ kúpot a k^2 kúpszelet mentén érinti.

Ha a K^2 II. r. kúp K csúcsának az F^2 II. r. felületre vonatkozó polárisíkja a x , akkor e K^2 kúpba és az F^2 felület egy-egy poláristetraéderebe írható H^2 II. r. felület és a x sík metsző-pontjainak érintősíkjai oly L^2 II. r. felületet burkolnak, amely a K^2 kúpot a x síkkal való metszésében érinti.

15. Ki akarjuk még mutatni, hogy e tételben a L^2 II. r. felület azonos a 11. sz. alatti tétel L^2 felületével, ha mindkét tételben az F^2 felület és a k^2 kúpszelet ugyanaz az alakzat.

Legyen e végből A az előbbi baloldali tétel L^2 felületének egy pontja és A^2 az A pontból az F^2 felület köré írható II. r. kúp.

A k^2 kúpszeleten átmenő és az F^2 felület poláristetraéderei köré írt H^2 felületek között ∞^2 van, amely az A ponton is átmegey, tehát az AP sugarat az A pontban érinti; ezek között van az az $A.k^2 \equiv H_k^2$ kúp is, amely a k^2 kúpszeletet az A pontból projiciálja. Ez az A pont egyszersmind egyik csúcsa az F^2 II. r. felület ∞^3 számú poláristetraéderének, amely köré van írva a ∞^2 számú H^2 II. r. felület.

Ha az $ABCD$ a H_k^2 kúpba írt ily poláristetraédereknek egyike, akkor az $A.BCD$ poláristriédere az A^2 kúpnak.

De ha az A^2 kúpnak egy, tehát ∞^1 számú poláristriédere a H_k^2 kúpba írható, akkor a H_k^2 kúpnak poláristriéderei közül ∞^1 az A^2 kúp köré is írható. Ez utóbbi triéderek oldalai a k^2

kúpszelet π síkját ennek egy polárisháromszögében metszik és ezért az A^2 kúp köré és így egyszersmind az F^2 felület köré is ∞^1 triéder írható, amelynek oldalai a k^2 kúpszelet poláris-háromszögeinek oldalain mennek át és egymást az A pontban metszik. Ezért az A pont a 11. számú tétel L^2 felületének is egyik pontja!

Így tehát felírhatjuk a következő duális tételt:

Ha a P pont a k^2 kúpszelet π síkjának az F^2 II. r. felületre vonatkozó pólusa és a P pontból érintősíkot vezetünk az F^2 felület egy poláris-tetraédere köré írt és a k^2 kúpszeleten átmenő H^2 II. r. felülethez, amely a H^2 -t az A pontban érinti, akkor az A pontból, mint csúcspólusból ∞^1 számú triéder írható az F^2 felület köré úgy, hogy oldallapjai az F^2 felületet érintik és a π síkot a k^2 kúpszelet polárisháromszögeiben metszik.

Ha a K^2 II. r. kúp K csúcspólusának az F^2 II. r. felületre vonatkozó poláris-síkja a x és e síknak, valamint a K^2 kúpba és az F^2 felület egy poláris-tetraéderebe írt II. r. felületnek, H^2 -nek egy metszőpontjában a H^2 -höz tartozó érintősík az α , akkor ebbe az α síkba és egyidejűleg az F^2 felületbe ∞^1 háromszöget lehet írni, amely a K pontból a K^2 kúpnak poláris-triédereivel projiciálható.

A 14. számú baloldali tétel különös eseteit nyerjük, ha a k^2 kúpszelet végtelen távol van, tehát a H^2 felületek homotétikusok, vagy ha a k^2 az abszolút kör s így a H^2 felületek gömbök.

Tehát:

«Egy F^2 centrális másodrendű felület átmérősíkjai az F^2 poláris-tetraéderei köré írható és a Φ^2 II. r. felülettel homotétikus H^2 II. r. felületeket oly pontokban érintik, amelyek az F^2 -vel koncentrikus és a Φ^2 -vel homotétikus II. r. felületen vannak.»

«Az F^2 centrális másodrendű felület átmérősíkjai annak poláris-tetraéderei köré írható gömböket (a FAURE-gömböket) oly pontokban érintik, amelyek egy az F^2 -vel koncentrikus gömbön, a F^2 felületnek MONGE-gömbjén vannak.» (Ez FAURE-tétele.)

«Egy paraboloid poláris-tetraéderei köré írható gömbök középpontjai egy a paraboloid tengelyére merőleges síkon vannak.»

A 14. sz. jobboldali tételéből következik, ha a K^2 II. r. kúp az abszolút körön megy át, tehát a K^2 -be írható másodrendű felület forgásfelület, amelynek a K^2 kúp K csúcsa az egyik gyújtópontja:

«Ha a K pont polárisikja egy F^2 II. r. felületre nézve a x sík és az F^2 felület poláristetraédereibe írható H^2 II. r. felületeknek egyik gyújtópontja a K , akkor a H^2 felületeknek érintősíkjai a x sík és a H^2 felületek metszéspontjaiban, valamint a K pontból kisugárzó szabályos derékszögű triéderek élleinek és az F^2 felületnek metszéspontjain átmenő síkok egy Φ^2 II. r. forgásfelületet burkolnak, amelynek a K az egyik gyújtópontja és a x az ehhez tartozó vezérsíkja.»

Ha a K az F^2 felület középpontja, akkor mondhatjuk:

«Az F^2 centrális II. r. felület poláristetraédereibe ∞^3 számú forgáshiperboloid H^2 írható, amelynek az egyik gyújtópontja az F^2 -nek a középpontja; e forgáshiperboloidok aszimptotikus kúpjai ama gömb köré vannak írva, amely az F^2 -be írható rombosbipiramisok lapjait érinti.»

Vagy fordítva is mondhatjuk:

«Ha az F^2 II. r. felületbe írható rombosbipiramisok lapjait érintő gömb köré írt bármely kúp egy hiperboloidnak az aszimptotikus kúpja és az F^2 felület középpontja e hiperboloidnak az egyik gyújtópontja, akkor az F^2 felületnek ∞^3 poláristetraédere írható e hiperboloid köré.»

E tételből szintén leszarmaztatható a FAURE-tétele, mely szerint a II. r. felület MONGE-gömbjét derékszög alatt metsző-gömbökbé a II. r. felület poláristetraéderei írhatók be.

Ugyanis, ha egy G^2 gömb bármelyik érintőkúpját, K^2 -t, egy H^2 kétágú forgáshiperboloid aszimptotikus kúpjának és a gömb G középpontját e hiperboloid egyik gyújtópontjának tekintjük, akkor ennek a hiperboloidnak polárisalakzata a G^2 gömbre nézve egy oly H'^2 gömb lesz, amely a G^2 gömböt a H^2 aszimptotikus kúppal való érintési körében derékszög alatt metszi.

A G^2 gömb ∞^4 II. r. felületnek F'^2 -nek lehet a MONGE-gömbje és ennek a G^2 gömbre vonatkozólag ∞^4 számú polárisalakzata van.

Ha F'^2 és F^2 két ily összetartozó II. r. felület, amely tehát a G^2 gömbre, mint az F'^2 -nek MONGE-gömbjére egymásnak polárisalakzata, akkor az F^2 felületbe ∞^3 rombosbipiramis írható, amelynek lapjai a G^2 gömböt érintik. És mert az előbbi tétel szerint az F^2 felületnek poláristetraéderei közül ∞^3 a H^2 forgáshiperboloid köré írható, azért az F'^2 II. r. felületnek poláristetraéderei közül ∞^3 írható a H'^2 gömbbe.

(A M. Tud. Akadémia III. osztályának 1930. február 17.-én tartott üléséből.)

VERALLGEMEINERUNG EINIGER SÄTZE ÜBER KEGELSCHNITTE UND FLÄCHEN ZWEITER ORDNUNG.

Von L. KLUG.

(Auszug.)

In diesem Aufsatz werden die Sätze von *de la Hire* und von *Monge* über den Ort der Eckpunkte der einem Zentralkegelschnitt umschriebenen Rechtecke, bzw. der Ort der Eckpunkte der einer Zentralfläche II. O. umschriebenen Parallelepipede aus projektiven Eigenschaften, in ihrer allgemeinen Fassung abgeleitet.

Es wird also der Ort der Eckpunkte der einem Kegelschnitt k^2 umschriebenen Vierecke bestimmt, deren zwei Eckpunkte die konjugierten Punktpaare einer auf der Geraden g liegenden Involution I sind, ferner wird der Ort der Eckpunkte der einer Fläche II. O. F^2 umschriebenen Sechsecke bestimmt, deren Gegenseiten durch die Seiten der Polardreiecke eines in der Ebene γ liegenden Kegelschnitt c^2 gehen.

Der erste Ort ist ein durch die Doppelpunkte M, N der Involution I gehende Kegelschnitt l^2 , deren Tangenten in den Punkten M, N sich im Pole G der Geraden g nach k^2 treffen; der zweite Ort aber ist eine durch den Kegelschnitt k^2 gehende Fläche II. O. L^2 , deren Berührungsebenen längs k^2 sich in dem Pol C der Ebene γ nach F^2 treffen. Der Kegelschnitt l^2 ist zugleich der Ort der Berührungspunkte der aus dem Punkte G ausstrahlenden Tangenten der durch das Punktpaar M, N gehenden und den Polardreiecken von k^2 umschriebenen Kegelschnitt-

ten; und ebenso ist die Fläche L^2 der Ort der Berührungspunkte der mit G inzidenten Berührungsebenen derjenigen Flächen $II. O.$, welche durch den Kegelschnitt c^2 gehen und den Polartetraedern von F^2 umgeschrieben sind. (Sätze von Faure.)

Aus diesen und ihren dualen Sätzen ergeben sich verschiedene andere. So z. B. die folgenden:

Die einem Zentralkegelschnitt k^2 einbeschriebenen Rauten berühren einen mit k^2 konzentrischen Kreis; zwei beliebige Tangenten dieses Kreises als Asymptoten und der Mittelpunkt als ein Brennpunkt bestimmen eine Hyperbel h^2 , der man ∞^1 Polardreiecke von k^2 umschreiben kann.

Die orthogonalen Durchmessertripel (Durchmesserdreibeine) einer Zentralfläche $II. O. F^2$ treffen diese in Punkt-tripeln, deren Ebenen sogenannte Rombische-bipiramiden begrenzen, deren Seiten eine mit F^2 konzentrische Kugel berühren; der Mittelpunkt dieser Kugel als ein Brennpunkt und ein beliebiger Berührungskegel derselben als Asymptotenkegel bestimmen ein Drehhyperboloid, dem man ∞^3 Polartetraeder der Fläche F^2 umschreiben kann.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 17. Feber 1930.)

A BEER-FÉLE TÖRVÉNY VIZSGÁLATA A JÓD IBOLYASZÍNŰ OLDATAIN.

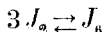
GRÓH GYULA I. tagtól.

PAPP SZILÁRD kísérletei alapján.

(Dolgozat a M. kir. Állatorvosi Főiskola kémiai intézetéből.)

I. A legrégebb felfogás szerint a jód különböző színű (ibolya-barna) oldataiban különböző összetételű jódmolekulák foglaltatnak (J_2 , J_4 , stb.) s ez magyarázná az oldatok eltérő színét. A különböző színű oldatokon végzett molekulasúly-meghatározások kétségtelenné tették e felfogás helytelen voltát. Ma már bizonyos, hogy a jód minden oldószerben J_2 molekulák alakjában oldódik és a barna szín olyan oldószerekben áll elő (például oxigén- vagy nitrogéntartalmú oldószerekben), melyeknek molekuláival a J_2 -molekulák szolvátokat képeznek.¹

Másrészt azonban GRÓH és SZELESTEY vizsgálatai újra fellevenítik a polimer jódmolekulák létezésének kérdését. E vizsgálataink ugyanis² arra engednek következtetni, hogy a jód ibolyaszínű oldataiban a következő egyensúly áll fenn:



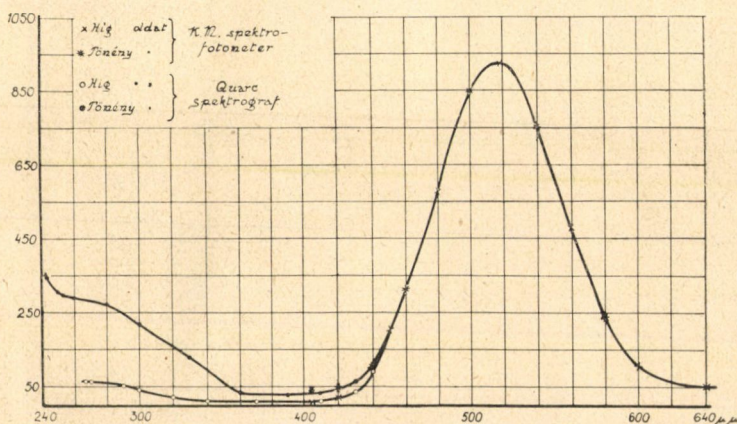
Dolgozatunkban kiszámítottuk a J_6 molekulák képződési hőjének nagyságrendjét, azonban a reakció egyensúlyi állandójának nagyságáról mindössze annyit lehetett megtudnunk, hogy a jódmolekulák illetően polimerizációjának foka bizonyára csekély.

¹ GRÓH, Zeitschr. f. anorg. u. allg. Chem. 162. 287 (1927).

² GRÓH és SZELESTEY, ugyanott, 162. 333 (1927) és SZELESTEY Magy. Chemiai F. 1927.

Egy német kollégám szíves volt magánlevél formájában figyelmet arra felhívni, hogy a közölt reakcióhő nagyságából a NERNST féle hőelmélet alapján számolva az adódik, hogy közepes töménységű széntetrakloridos oldatokban a jód főtömege J_6 -molekulák alakjában lenne jelen, ami merő ellentétben áll most említett tapasztalatunkkal, nemkülönben az első bekezdésben említett molekulásúlymeghatározások eredményeivel.

II. A fenti viszonyok indokoltá tették azt, hogy kísérletileg tovább foglalkozzunk az ibolyaszínű jódoldatokkal, a feltételezett



1. ábra.

J_6 -molekulák jelenlétének más úton való kimutatását és esetleg az egyensúlyi állandó meghatározását tűzve ki feladatul.

Abból indultunk ki, hogy amennyiben a fenti egyensúly valóban fennáll, a jód asszociációfoka tömény és alacsony hőfokú oldatokban nagyobb, híg és magasabb hőmérsékletű oldatokban pedig viszonylag kisebb kell hogy legyen. Vizsgálataink már most annak megállapítására irányultak, hogy a tömény és híg, avagy alacsonyabb és magasabb hőfokú jódoldatok közt a jód asszociációfokának változása folytán feltételezett különbségek jelentkeznek-e a jódoldatok abszorpcióspektrumában. E végből tehát meghatároztuk az oldott jód extinkciókoefficienseit különböző hullámhosszok mellett a látható fényben és az ultraib-

I. táblázat.

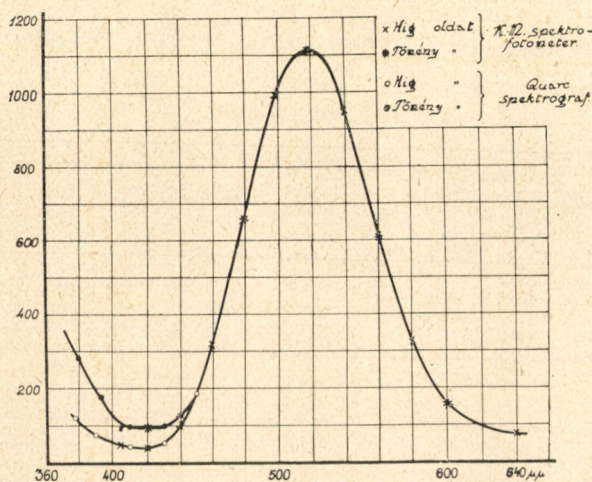
Széntetrakloridos jódoldatok molekuláris extinkció-koefficiensei.

Mérések a látható spektrumban													Mérések kvare-optikával					
Hullámhossz	J ₂ -koncentráció												Hullámhossz	J ₂ -koncentráció				
	0·0005 mól/l				0·005 mól/l				0·1 mól/l					0·005 mól/l		0·1 mól/l		
	Rétegvastagság cm													Rétegvastagság cm				
	2	5	25	0·2	0·5	2	5	10	12	15	0·02	0·1		2	4	0·01	0·02	0·1
405			9·7								42	243			344	346		
420		21	25			26	26	20	22	23	47	250			310	306		
440		94				98					107	260			295	290		
460	292	276			297							270	63		288	281		
480	579	574		574	586							568	59		273	271		
500	862			845								840	51		249	246		
515				898									40	38	222	216		
518·5	924			915								928	310	29	189	187		
524				874									320	21	170	160		
540	750			746	765							750	330	15	128	128		
560	477	478		483	479							473	340	12	13	95	94	
580	236	235			241							238	350	11	11	59	61	
600	97	106	102			102					105	360	10	10	35	34	34	
640	51		49			49	48				50	370	9	9		30	30	
												380	9	8		29	29	
												390	9	9		29	29	
												400	9	10		30	30	
												410	12	13		34	36	
												420	21	20		43	45	
												430	36	34		60	64	
												440	90			93	104	
												450	208			200	203	
												460	290			307	299	

lyában, lehetőleg tág határok közt variálva a jód koncentrációját és a hőmérsékletet. Egyszóval a BEER-féle törvény érvényességét vizsgáltuk.

Az irodalomban ugyanis nem találunk kellő számú adatokat, melyekből tiszta képet alkothatnánk a BEER-törvény érvényességéről a spektrum egész hosszában, noha számos szerző foglalkozott a jódoldatok abszorpcióspektrumával.¹

III. Vizsgálataink eredményeit az I—III. táblázatok és a hozzájuk tartozó 1—3. görbék tüntetik fel.



2. ábra.

a) *Széntetrakloridos közegben* (I. táblázat, 1. görbe) a híg (0,0005 mól/liter) és tömény (0,1 mól/liter) oldatok extinkciókoefficiensei a látható spektrum legnagyobb részében (körülbelül 450—640 $\mu\mu$ közt) megegyezőek. Az ibolyában, de még inkább az ultraibolyában jelentékeny, a kísérleti hibákat sokszorosán felülmúló eltérések jelentkeznek a BEER-féle törvénytől, főként a 250—300 hullámhosszközben.

b) *Széndiszulfidos közegben* (II. táblázat, 2. görbe) lényeg-

¹ Irodalmi összefoglalást l. pl. F. H. GETMAN, Journ. Amer. Chem. Soc. 50. 2883 (1928).

II. táblázat

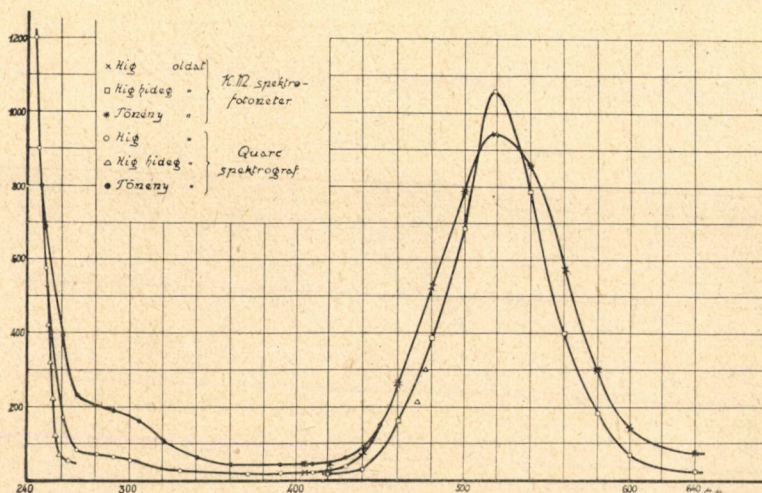
Széndiszulfidos jódoldatok molekuláris extinkció-koefficiensei.

Mérések a látható spektrumban					Mérések kvarc-optikával			
hullámhossz	J ₂ -koncentráció				hullámhossz	J ₂ -koncentráció		
	0·0005 mó/l		0·5 mó/l			0·005 mó/l	0·5 mó/l	
	rétegvastagság cm					rétegvastagság cm		
	2	10	25	0·002		0·01	1	0·01
405		56	51		92	380	111	282
420			42		92	390	75	177
440			104		130	400	56	125
460	321				318	410	43	97
480	664			652		420	42	95
500	1001			982		430	53	97
518·5	1117			1113		440	90	127
540	948			947		450	185	186
560	618			606		460	322	317
580	328				324			
600			153		159			
640		73	76		75			

gileg ugyanerre az eredményre jutottunk. Az extinkciókoefficiensek mérése itt azonban csak körülbelül 380 μ -ig volt kivihető, magának az oldószernek itt jelentékennyé váló abszorpciója miatt.

c) *Hexános közegben* ismételve kísérleteinket (III. táblázat, 3. görbe) a közönséges hőmérséklet mellett nyert eredmények összhangzásban vannak az előzőkkel; 640—450 μ közt a híg (0·0005 mólos) és az ennél 100-szor töményebb oldat extinkciókoefficiensei a kísérleti hibák határain belül egyezők. Innen kezdve a kisebb hullámhosszknál mindvégig nagyobbak a töményoldat extinkciókoefficiensei, főként pedig 250—300 μ közt.

Ugyanezen oldószert használva —53 C°-on is végeztünk méréseket. Sajnos, a jód oldhatósága ily alacsony hőmérsékleten alig nagyobb 0'0005 mól/liternél s így nem lehetett egyesíteni azt a két tényezőt, az alacsony hőmérsékletet és magas koncentrációt, melyek a fenti felfogás értelmében együttesen legjobban kedveztek volna a J_6 -molekulák képződésének. Az alacsony hőmérséklet hatása az volt, hogy a látható spektrumban szereplő szelektív abszorpció karesúbb lett s az abszorpciómaximum kör-



3. ábra.

nyékétől eltérve az extinkciókoefficiensek kisebbek lettek. Egyébként a görbe nagyjában párhuzamos lefutású a közönséges hőmérsékleten felvett görbével.

IV. A fentiek szerint 450—640 $\mu\mu$ közt a BEER-féle törvény mind a három oldószemben érvényes. Az ibolyában és ultraibolyában azonban egyértelmű eltérések mutatkoznak mindegyik oldószemben, melyek 250—300 $\mu\mu$ vidékén a legnagyobbak. A tömény-oldatoknál egyértelműleg nagyobb extinkciókoefficiensek észlelhetők, mint a hígaknál.

A feltételezett egyensúly: $3J_2 \rightleftharpoons J_6$ értelmében a J_6 -molekulák koncentrációja a J_2 -molekulák koncentrációjának harmadik hatványával arányos. Ha már most a töményebb oldatoknál

III. táblázat.

Hexámos jódolatok molekuláris extinkció-koeficiensei.

Mérések a látható spektrumban							Mérések kvarc-optikával								
J_g -koncentráció							J_g -koncentráció								
0-0005 mó/l		0-05 mó/l		0-0005 mó/l		0-0005 mó/l									
rétegvastagság cm							rétegvastagság cm								
2	5	0-02	0-1	hideg oldat			hideg oldat								
				2	6	2	6	2	3						
hullámhossz							hullámhossz								
405	24		47		235		2650		2780		2735				
420	26		38		240		1920		1950		1960				
440	72		83		250	569	575		690	402	1980	589			
460	281	266	268	248	260	180	170	391	391	330	575	70			
480	514		539		263	194	133			292	63	56			
500	775		790		270	92	80			203					
510	847		847		280	80	72			186					
518-5	890		948		290	68	63			168					
530	890			1055	300	60	54	87	60	139					
540	865				310	43	41	51	51	104					
560	573				320	32	30	42	31	81					
580	302				330	27	25	24	24	62					
600					340	25	23	22	22	51					
640	149	61	141	63	350	20	20	19	19	44					
					360	18	18	17	17	42					
					370	15	15	15	15	42					
					380	16	16	16	16	42					
					390	14	14	14	14	43					
					400	17	17	17	17	44					
					410	19	19	19	19	44					
					420	22	22	22	22	47					
					430	23	23	23	23	60					
					440	26	26	26	26	83					
					450	38	38	38	38	155					
					460	41	41	41	41	255					
					480	68	68	68	68						
					500	88	88	88	88						
					520	135	135	135	135						
					540	244	244	244	244						
					560										
					580										
					600										
					640										

jelentkező nagyobb extinkciókoefficiensek valóban a J_6 -molekulák-tól származnak, a BEER-féle törvénytől való eltéréseknek szintén a J_2 -molekulák harmadik hatványa szerint kell változniok. Elvileg tehát adva volna a lehetősége annak, hogy igazolható legyen, vajjon az észlelt eltérések a J_6 -molekulákra vezethetők-e vissza. Kísérletileg azonban az a nehézség mutatkozik, hogy a töményebb oldatokban jelentkező nagyobb abszorpció nem szelektív. Tetézi e nehézséget az, hogy a legalkalmasabbnak bizonyuló oldószerben, a hexánban a jód nem oldódik nagy mértékben, már pedig éppen a töményebb oldatoknál volnának a legnagyobb eltérések várhatók a BEER-féle törvénytől, amelyek a számítások alapját képeznék. Az adott viszonyok közt a mérések pontosságának fokozása mellett lehetne kilátás arra, hogy a felvetett kérdés megoldást nyerjen. Meg fogjuk kísérteni, ezeket a nehézségeket elhárítani. Addig is csupán annak valószínűségéről beszélhetünk, hogy a BEER-féle törvénytől való eltérésnek a jód-molekulák polimerizációja az oka.

Kísérleti rész.

A kísérleteknél alkalmazott anyagokat különös gonddal kellett tisztítani. A széntetrakloridot brómmal világosságon hagytuk állani, a brómot lúgos Na_2SO_3 -al elvontuk, a széntetrakloridot vízzel többször kiráztuk, Na_2SO_4 -el víztelenítettük, majd vízmentes Na_2SO_4 -ről frakcionálva desztilláltuk. A széndiszulfidot lúggal kénhidrogénmentessé tettük, kalciumoxiddal főzve vízmentesítettük, $KMnO_4$ -porral, majd fémes higannyal és merkuri-szulfáttal ráztuk és utána kétszer ledesztilláltuk. Mindeme műveleteket besötétített szobában, lehető gyenge villanyfénynél vittük véghez. A tisztított anyagot sötét helyen, fekete papírral bevont üvegen tartottuk el s a jódoldatok készítésénél is lehető gyenge villanyfényt alkalmaztunk. A hexán tisztítására CASTILLE és HENRI módszerét¹ alkalmaztuk: huzamos ideig tartó rázás kénsavmonohidráttal, tömény kénsavval, lúggal, lúgos permanganattal, vízzel. Szárítás fémes nátriummal, desztillálás. A jódot

¹ F. WEIGERT, *Optische Methoden der Chemie*. Leipzig, 1927, 212. oldal.

poralakú kalciumoxiddal és káliumjoddal való összekeverés után kétszer szublimáltuk. A méréseket mindig frissen (aznap) készült oldatokon végeztük.

A látható spektrumban KÖNIG—MARTENS-féle spektrofotométerrel dolgoztunk, fényforrásul akkumulátorteleppel üzembentartott nyole voltos nitralámpát használva. Az ibolyában és kékben való méréseknél erősebb villanylámpát és kék üvegfényszűrőt (ZEISS) alkalmaztunk a káros reflexek kicsatolására.

Az ultraibolyában és a látható spektrum kisebb hullámhosszú régiójában HILGER L^3 jelű spektrográfját használtuk, mely egy kétszektoros JUDD LEWIS-féle spektrálfotométerrel állt kapcsolatban. Fényforrásul wolfrámacél-szikkra szolgált.

Kicsiny rétegvastagságú (1—0.002 cm) küvettáink olvasztott kvarcból valók voltak (ZEISS) és egy darabból esiszolt, mélyedéssel ellátott tárgylemezről, meg a hozzátartozó plánparalel fedőlemezből állottak. Hogy e küvettákat buborékmentesen tölthessük és e mellett elkerüljük a töltés közben a jóddat koncentrációjának megváltozását (mindegyik oldószereink könnyen illó folyadék volt) a következően jártunk el: A vizsgálandó oldat nagyobb mennyiségét (50 ccm) hengeralakú üvegdugós edénybe helyeztük. E henger fenekéig besülyesztettünk egy oly üvegyűrűt, melyhez három üvegpálca volt forrasztva. Az üvegyűrűn azonban előzőleg elhelyeztük a küvetta tárgylemezét, melynek mélyedése felfelé nézett. Most — a három üvegpálca közt — beejtettük a jóddatba a fedőlemezt. Az üvegpálcák, mint vezetőek, biztosítottak a felől, hogy a fedőlemez pontosan a tárgylemezre esik a folyadékon belül. Ezután a hengerből kiálló pálcáknál fogva kihúztuk az így megtöltött küvettát a hengerből, megtörülgettük és a spektrográf tartójában elhelyeztük. A küvetták tárgy- és fedőlemeze oly kitűnően zár, hogy benne egy óra mulva sem lép fel buborék.

Az alacsony hőmérsékleten történő mérésekre BECK-féle, Dewar-izolációval ellátott kvareküvettát¹ alkalmaztunk.

A közölt táblázatok minden adata több mérés középértéke. A kvarc-optikával — a módszer természetének megfelelően — igen

¹ Zeitschr. f. d. ges. Gerichtl. Medizin, 12. Heft 1—2.

sok adathoz jutottunk a legkülönbözőbb hullámhosszaknál. A táblázatokban azonban csak 10—10 $\mu\mu$ -kint tüntettük fel az eredményeket, melyek ilyenformán interpolált értékek középértékei. A görbéken sem szerepel mindegyik adat, hogy a nagyszámú jelzés az áttekinthetőséget ne nehezítse.

A mérések pontossága legnagyobb az abszorpciómaximum vidékén, hol a parallel mérések a középértékektől $\pm 2\%$ -nál is kisebb eltérést mutatnak. Innen mindkét irányban növekszik az eltérés s legnagyobb az abszorpcióminimumnál válik. Azokon a helyeken, hol a legnagyobb az eltérés a BEER-féle törvénytől (250—300 $\mu\mu$), a hibahatár ± 4 —5 %-ra tehető. A széntetrakloridos oldatoknál azonban ennél valamivel nagyobb hibával kell számolnuuk, mivel a széntetraklorid a méréseknél használt ultraibolya sugarakra érzékeny és az extinkcióoefficiensek annál nagyobbaknak adódnak, minél hosszabb ideig voltak az oldatok a sugárzás hatásának kitéve. Ezért a széntetrakloridos oldatokat minden felvétel után megújítottuk.

(A M. Tud. Akadémia III. osztályának 1930 január 13.-án tartott üléséből.)

UNTERSUCHUNGEN ÜBER DIE GÜLTIGKEIT
DES BEER'SCHEN GESETZES
AN VIOLETTEN LÖSUNGEN DES JODS.

Von JULIUS GRÓH, k. Mitglied der Akademie,
nach Versuchen von Sz. PAPP.

Diese Arbeit wird etwa gleichzeitig auch in der Zeitschrift
für physikalische Chemie erscheinen.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ung. Akademie der Wissenschaften
vom 13. Januar 1930.)

KINETIKAI VIZSGÁLATOK

A JÓD ÉS ERUKASAV ADDICIÓNÁRÓL, A JÓD SZOLVATÁCIÓJÁRÓL ÉS A HATATOMOS JÓDMOLEKULÁKRÓL.

GRÓH GYULA 1. tagtól.

TAKÁCS ERZSÉBET kísérletei alapján.

(Dolgozat a M. kir. Állatorvosi Főiskola chemiai intézetéből.)

Egy korábbi munkánkban megállapítottuk a jód szolvatáció-állandóját különböző (a jódot ibolyaszínnel oldó) közegekben és különböző szolvatáló vegyületek esetében.¹

Felvetődött e vizsgálatokkal kapcsolatosan az a kérdés, hogy a szolvatált és nemszolvatált jódmolekulák reakcióképessége közt van-e és milyen különbség; másszóval: az a körülmény, hogy a jódmolekulák például egy-egy étermolekulát szolvát alakban megkötnek, változtat-e a jódmolekulák reakcióképességén.

E kérdés megvizsgálása céljából a jód és erukasav addicóját tettük közelebbi vizsgálat tárgyává. E*reakcióról korábban (SZELESTEY GYULÁ-val) kimutattuk,² hogy az erukasavra nézve monomolekulárisan, a jódra nézve azonban trimolekulárisan folyik le. Utóbbi jelenséget úgy magyaráztuk, hogy a jódoldatokban a következő egyensúly áll fenn:



s hogy a hatatomos jódmolekulák (melyeknek koncentrációja ilyformán a J_2 -molekulák harmadik hatványával arányos) lépnek

¹ GRÓH: Zeitschrift f. anorg. u. allg. Ch. 162. 287 (1927).

² GRÓH és SZELESTEY: u. ott 162. 333 (1927), és SZELESTEY: Magy. Chem. F. 1927.

közvetlenül reakcióba az erukasavval. Ha tehát az erukasavat egyszerűség kedvéért E -vel, a reakcióterméket — a dijóderukasavat — pedig EJ_2 -vel jelöljük, a reakció lefolyása a következően tüntethető fel:



Említett dolgozatunkban megállapítottuk e reakció sebességi állandóját és egyensúlyi állandóját a jódot ibolyaszínnel oldó közegekben (CCl_4 , CS_2).

Jelen dolgozatban — az említett cél érdekében — ugyanezt a reakciót olyan oldószer (éter) jelenlétében vizsgáltuk, melyel a jód szolvátot képez, ilyen egyenlet szerint:



hol S -el az étermolekulát és J_2S -el a jódéterszolvát-molekulát jelöltük.

Mindenekelőtt megállapítottuk, hogy tiszta éteres közegben az erukasav és jód közt nem megy végbe addíció: A reakcióelegy jódtitere napok múltán sem csökken, holott szétetrakloridos, vagy széndiszulfidos közegben 1—2 óra alatt az erukasav és jód jelentékeny része reagál egymással. E jelenség oka nyilván abban van, hogy tiszta éteres közegben a (3) egyenlet szerint a jód szolvatációja gyakorlatilag teljes levén, csak elenyészően csekély a szabad J_2 -molekulák koncentrációja és ezzel együtt az (1) egyenlet szerint a J_6 -molekulák koncentrációja is. Ez a kísérletünk egyúttal azt is bizonyítja, hogy a szolvált jódmolekulák a J_6 -molekulák képződése szempontjából inaktívak.

További kísérleteinkben a jód és az erukasav addícióját széntetrakloridos, vagy széndiszulfidos közegben vizsgáltuk, e közegekhez azonban kisebb-nagyobb koncentrációban étert elegyítettünk. Az addíció sebessége ezáltal csökkent és pedig annál nagyobb mértékben, minél nagyobb volt az éter koncentrációja. A mondottak után világos, hogy ez onnan van, hogy az éter a (3) egyenlet szerint a jódnak annál nagyobb mennyiségét inaktíválja, minél nagyobb az éterkoncentráció. Az addíció sebességének csökkenéséből, nemkülönben az egyensúlyi állandó változásából is alkalmunk nyílt a jód szolvatációjának egyensúlyi állandóját kiszámítani.

Dolgozatunk második részében a dijóderukasav bomlásának sebességével foglalkoztunk. Megállapítottuk, hogy ez a bomlás valóban a (2) egyenlet szerint folyik le (az alsó nyíl irányában). Vagyis a dijóderukasav önmagában nem bomlik fel erukasavra és jódra (a dijóderukasav széntetrakloridos oldata akár heteken át szintelen, vagyis szabad jódtól mentes marad); ha azonban az oldathoz kevés jódot adunk, a felbomlás jól mérhető sebességgel és pedig a jódra nézve bimolekulásan, a dijóderukasavra pedig monomolekulásan végbemegy. E kísérleteink megerősítik a J_6 -molekulákról tett korábbi feltevésünket.

Kísérleti rész.

A kísérleti berendezés lényegileg ugyanolyan volt, mint korábbi méréseinknél. Vagyis a sebességméréseket fekete szobában, gyenge vörös fénynél végeztük. A reakcióelegy azonban fénymentesen záró termosztátban foglalt helyet, vagyis teljesen el volt zárva a fénytől. Metodikánkon azonban annyit változtattunk, hogy a reakcióelegyet fecskendezőpalackszerű edényben tartottuk s a próbákat oly edényekbe fűvattuk ki, melyekben fölös mennyiségű tioszulfát foglaltatott. A tioszulfát feleslegét jóddal titráltuk vissza. Ilyen berendezéssel dolgozva, körülbelül 10%-al kisebb sebességállandókat nyertünk, mint említett dolgozatunkban, hol elégtelen mennyiségű tioszulfátba pipettával vettük a próbákat és a tioszulfátos titrálás befejezését világos szobában végeztük. Az eltérés oka nyilvánvalóan az, hogy régebbi kísérleteinknél a titrálás befejezéséig kissé tovább ment a reakció, részben a fény hatása alatt is. Metodikánk ilyen változtatása az addíció egyensúlyi állandójában is okozott csekély eltolódást. Külön kísérletekben meggyőződünk arról, hogy a tioszulfátnak feleslegben való alkalmazásával hibát nem követtünk el.

I. *A jól és erukasav addíciójának sebessége tiszta széntetrakloridban és étertartalmú széntetrakloridban 25 C°-on.* Erre vonatkozó kísérleteink az 1—10. táblázatba vannak összefoglalva. A jelölések jelentése a következő:

a a jód kezdeti koncentrációja,

b az erukasav kezdeti koncentrációja,

S a közeg éterkoncentrációja,

x_1 a reakciótermék koncentrációja az egyensúly beállta után,

t a reakcióelegy elkészítése után eltelt idő percekben,

$a-x$ a t időpontban mért jódkoncentráció (tioszulfátos meghatározás eredménye); a $t = \infty$ időnek megfelelő $a-x$ érték az egyensúly beállta után mért jódkoncentráció.

A koncentrációk mindenütt mól/liter egységekben értendők. K_a addíciós egyensúlyi állandó értékét a következő egyenlet határozza meg:

$$K_a = \frac{k}{k'} = \frac{[EJ_2] [J_2]^2}{[E'] [J_2]^3} = \frac{[EJ_2]}{[E'] [J_2]}, \quad (4)$$

illetőleg a táblázatokban adott jelölések szerint (minthogy minden kísérletünkben $a = b$)

$$K_a = \frac{x_1}{(a - x_1)^2}. \quad (5)$$

Végül az utolsó rovatokban szereplő k értékek az addíció sebességállandóit jelölik, melyeket ugyanazzal az egyenlettel számítottunk ki, mint korábbi dolgozatunkban.

Az 1—10. táblázat eredményeit a 11. táblázatban összesítettük, hol ugyanazok a jelölések használtattak, mint fent. Mint e táblázatból látható, a közeg éterkoncentrációjának (S) növekedésével úgy a sebességállandók (k), mint pedig az addíció-egyensúlyi állandók (K_a) csökkennek. Mindkét csökkenés alkalmat ad a jód szolvatációállandójának (K_s) kiszámítására a következő módon:

a) *A jód szolvatációállandójának (K_s) kiszámítása az addíciósebesség-állandókból.* A jód és erukasav addíciójának sebessége, mint a bevezetésben említett munkában kimutattuk, az erukasav koncentrációjával E és a J_2 -molekulák koncentrációjának harmadik hatványával arányos. Ha tehát eltekintünk attól, hogy ez a reakció egyensúlyra vezet, az addíció sebességének egyenlete

$$\frac{dx}{dt} = k [J_2]^3 [E']. \quad (6)$$

Ha éter is van jelen a közegben, ez a J_2 -molekulák α -törtrészét a (3) egyenlet értelmében szolvát alakjában leköti és így az addíció szempontjából inaktiválja. A tioszulfátos titrálásból kiadódó J_2 -koncentrációnak tehát csak $(1-\alpha)$ -törtrésze lesz az addíció szempontjából hatékony. Vagyis fenti egyenletünk így módosul

$$\frac{dx}{dt} = k[(1-\alpha)[J_2]^3][E] = k(1-\alpha)^3[J_2]^3[E]. \quad (7)$$

Midőn étertartalmú közegben végeztük a kísérleteket, sebesség-állandókul voltaképpen tehát nem a k -értékeket kaptuk meg, hanem a $k(1-\alpha)^3$ szorzatokat. Ha utóbbi értékeket χ -vel jelöljük, lesz:

$$\chi = k(1-\alpha)^3,$$

honnan

$$\alpha = 1 - \sqrt[3]{\frac{\chi}{k}}. \quad (8)$$

A jó d éteres szolvatációjának egyensúlyi állandója (K_s) másrésről a (3) egyenlet szerint

$$K_s = \frac{S[J_2](1-\alpha)}{[J_2]a} = \frac{S(1-\alpha)}{a}, \quad (9)$$

minthogy kísérleteinkben az éter koncentrációja (S) mindig oly nagyra választott, hogy a szolvát alakban jelenlevő éter koncentrációja mellette elhanyagolható volt.

Ha tehát az S éterkoncentráció esetén nyert sebességállandókat (melyeket a 3–11. táblázatban ugyan k -val, de, a 8. egyenletben megkülönböztetésül χ -vel jelöltünk) ismerjük, továbbá ismerjük az étermentes közegben nyert sebességállandókat (k -t) is, a 8. egyenletből α , ennek segélyével pedig a 9. egyenlet alapján K_s kiszámítható. Az eredmények a 11. táblázat 4. vízszintesen sorában vannak egybefoglalva.

b) A jó d szolvatációállandójának K_s kiszámítása az addíció egyensúlyi állandóiból. Az erukasav és jó d addíció-egyensúlyi állandója (K_a) a (4) egyenlet szerint

$$K_a = \frac{[EJ_2]}{[E][J_2]}.$$

A jód és az erukasav addíciójának sebessége tiszta széntetrakloridban és étertartalmú széntetrakloridban 25·0 C°-on.

	t	$a-x$	k		t	$a-x$	k		
1. táblázat.	0	0·05	—	4. táblázat.	0	0·05	—		
	3·5	0·0484	82·0		4	0·0485	66·5		
	19·0	0·0445	97·4		12	0·0460	67·0		
	$S = 0$	21·5	0·0430		90·0	$S = 0·35$	25	0·0437	60·6
	$a = b = 0·05$	24·85	0·0419		85·6	69	0·0411	62·9	
	$x_1 = 0·01850$	47·5	0·0384		88·1	$a = b = 0·05$	81	0·0379	56·7
	$K_a = 18·6$	75·0	0·0362		85·6	112	0·0374	57·6	
		88·25	0·0354		87·6	$x_1 = 0·01658$	131	0·0363	60·8
		102	0·0349		84·7	$K_a = 14·84$	∞	0·0334	—
		120	0·0343		87·7			k. é.	61·6
	∞	0·0315	—						
		k. é.	88·9						
2. táblázat.	0	0·05	—	5. táblázat.	0	0·05	—		
	9·2	0·0437	93·4		5	0·0483	57·4		
	14·8	0·0415	85·1		15	0·0463	50·7		
	$S = 0$	23·0	0·0406		100·5	$S = 0·451$	40	0·0426	50·0
	$a = b = 0·05$	30·0	0·0404		92·5	65	0·0406	47·1	
	$x_1 = 0·01850$	33·0	0·0390		87·8	$a = b = 0·05$	90	0·0384	51·9
	$K_a = 18·6$	43·0	0·0370		87·7	$x_1 = 0·01600$	120	0·0371	55·2
		60·1	0·0359		91·3	150	0·0363	54·4	
		76·0	0·0341		89·5	$K_a = 13·84$	∞	0·0340	—
		111·5	0·0316		94·4			k. é.	51·7
	∞	0·0315	—						
		k. é.	91·1						
3. táblázat.	0	0·05	—	6. táblázat.	0	0·05	—		
	7·0	0·0472	75·5		13	0·0460	61·8		
	13	0·0453	75·3		30	0·0441	45·5		
	$S = 0·15$	21	0·0430		82·7	$S = 0·60$	45	0·0418	49·1
	$a = b = 0·05$	30	0·0414		80·0	60	0·0405	50·6	
	$x_1 = 0·01760$	68	0·0374		78·3	$a = b = 0·05$	75	0·0397	48·2
	$K_a = 16·77$	85	0·0365		76·4	$x_1 = 0·01582$	100	0·0386	45·8
		106	0·0359		81·5	120	0·0379	45·4	
		120	0·0355		74·3	$K_a = 13·53$	165	0·0372	47·0
		∞	0·0324		—		∞	0·0342	—
		k. é.	78·0			k. é.	51·0		

	t	$a-x$	k		t	$a-x$	k	
7. táblázat.	0	0.05	—	9. táblázat.	0	0.05	—	
	10	0.0478	41.0		10	0.0484	28.2	
	22	0.0456	41.9		25	0.0464	28.2	
	35	0.0448	39.6		40	0.0446	31.3	
	$S = 0.70$	40	0.0438		37.5	46	0.0435	30.9
	$a = b = 0.05$	70	0.0416		35.8	70.5	0.0422	32.3
	$x_1 = 0.01513$	90	0.0401		38.8	120	0.0405	28.1
$K_a = 12.45$	120	0.0389	39.0	135	0.0396	30.5		
	200	0.0371	35.9	180	0.0385	30.7		
	∞	0.0349	—	$K_a = 10.67$	255	0.0377	27.6	
		k. é.	38.7	350	0.0367	30.1		
				380	0.0365	31.6		
				∞	0.0359	—		
					k. é.	30.1		
8. táblázat.	0	0.05	—	10. táblázat.	0	0.05	—	
	15	0.0480	29.6	10	0.0483	29.9		
$S = 0.95$	30	0.0461	30.4	$S = 1.08$	24.75	0.0466	27.2	
	60	0.0430	35.0	67	0.0432	27.2		
$a = b = 0.05$	80	0.0426	28.7	$a = b = 0.05$	85	0.0420	28.1	
$x_1 = 0.01390$	138	0.0400	27.1	$x_1 = 0.01360$	122	0.0403	31.6	
	275	0.0373	33.5	$K_a = 10.28$	∞	0.0364	—	
$K_a = 10.67$	∞	0.0361	—			k. é.	28.8	
		k. é.	31.7					

11. táblázat.

S	0	0.15	0.35	0.451	0.60	0.70	0.95	0.96	1.08
k	90.0	78.0	61.6	51.7	51.0	38.7	31.7	30.1	28.8
K_a	18.60	16.77	14.84	13.84	13.53	12.45	10.67	10.67	10.28
K_s k -ből számítva	—	1.34	1.36	1.29	1.38	1.39	1.29	1.26	1.31
K_s K_a -ből számítva	—	(3.06)	2.60	2.22	2.52	2.15	2.28	2.32	2.34

Ha a már használt jelölések szerint az egyensúly beállta után a dijóderukasav koncentrációja $[EJ_2] = x_1$ a szabad erukasavé $[E] = b - x_1$ és a szabad jódé $[J_2] = a - x_1$, akkor

$$K_a = \frac{x_1}{(b - x_1)(a - x_1)}. \quad (10)$$

Ha a reakcióközegben éter nincs jelen, a szabad jóđ koncentrációja, vagyis $(a - x)$ értéke — mint láttuk — a tioszulfátos titrálásból közvetlenül kiadódó érték. Ha azonban éter is van jelen az oldatban, a tioszulfátos titrálással a szabad és szolvatált jóđ koncentrációjának összegét kapjuk meg. Ha a jóđszolvát koncentrációját y -al jelöljük, fenti egyenletünk így módosul:

$$K_a = \frac{x_1}{(b - x_1)(a - x_1 - y)},$$

illetőleg, minthogy minden kísérletünkben $a = b$, lesz:

$$K_a = \frac{x_1}{(a - x_1)(a - x_1 - y)}. \quad (11)$$

Másrésről azonban a jóđ szolvatációjára nézve a következő egyenlet érvényes:

$$K_s = \frac{(S - y)(a - x_1 - y)}{y}. \quad (12)$$

Ha rövidség okáért $a - x_1 = d$, a (11) és (12) egyenlet ily alakba jut:

$$K_a = \frac{x_1}{(d - y)d} \quad \text{és} \quad K_s = \frac{(d - y)(S - y)}{y},$$

honnan

$$K_s = \frac{x_1 \left(S - d + \frac{x_1}{K_a d} \right)}{K_a d^2 - x_1}. \quad (13)$$

A (13) egyenletből az összetartozó x_1 , S , d és K_a értékek-ből a jóđ szolvatációállandója kiszámítható. Az eredmények a 11. táblázat utolsó vízszintes sorában vannak feltüntetve.

Mint látható, a szolvatáció egyensúlyi állandójául a sebességmérésekből számolva középértékben 1.33, az egyensúlyokból szá-

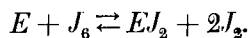
molva pedig 2.44 adódik ki. Az eredmények tehát nem egyezők. Ennek az eltérésnek magyarázatát illetőleg sajnos, csupán kísérletileg alig hozzáférhető kombinációkra vagyunk utalva. Egy korábbi dolgozatunkban ugyancsak széntetrakloridos közegben megállapítottuk az oldhatóságnövekedés módszerével a jód éteres szolvatációállandóját s azt 0 C°-on 0.909-nek, 11.4 C°-on pedig 1.205-nek találtuk. Ha ebből a két értékből lineárisan 25 C°-ra extrapolálunk, eredményül 1.56 adódik, vagyis az egyensúlyeltolódásból kapott eredményhez (1.33) eléggé közelálló érték.

Biztosabb összehasonlítás kedvéért a most ismertetett kísérleteket 0 C°-on is megismételtük.

2. *A jód és eruksav addíciójának sebessége tiszta széntetrakloridban és étertartalmú széntetrakloridban 0 C°-on.* Ezeket a kísérleteket egészen olyan módon vittük véghez, mint a 25 C°-on végzetteket és a kiszámítás is mindenben azonos módon történt. Az eredményeket a 12—17. táblázatban közöljük, a végső eredmények pedig a 18. táblázatba vannak összefoglalva. Mint innen látható, a jód szolvatációállandója a reakciósebességéből számítva középértéken 1.45-nek, az egyensúlyi állandókból számítva pedig középértékben 0.78-nak adódik. Az eltérés a két módszerrel nyert állandók közt tehát itt is jelentékeny, de közülök az utóbbi eléggé jól egyezőnek mondható az oldhatóságnövekedés módszerével kapott és az előbbi pontban említett állandóval, 0.909-el.

3. *A jód és erukasav addíciójának sebessége tiszta széndiszulfidban és étertartalmú széndiszulfidban 25.0 C°-on.* Előbbi kísérleteinket széndiszulfidos közegben megismételtük s az előbbiekkkel egyező módon számolva, az eredményeket a 19—26. táblázatba foglaltuk. A 27. összefoglaló táblázatból azt láthatjuk, hogy a kétféle úton meghatározott szolvatációállandó közt (középértékben a sebességsökkenésből 3.24, az egyensúlyi állandókból pedig 2.87) távolról sincs oly nagy eltérés, mint amikor a közeg széntetraklorid volt.

4. *A dijóderukasav bomlásának sebességéről.* A bevezetésben említett (2) egyenlet szerint



A jód és az erukasav addíciójának sebessége tiszta széntetrakloridban és étértartalmú széntetrakloridban 0 C°-on.

	t	$a-x$	k		t	$a-x$	k		
12. táblázat.	0	0·0320	—	15. táblázat.	0	0·0320	—		
	5	0·0314	123		10·6	0·0314	51·0		
	10	0·0307	127		20	0·0311	48·1		
	20	0·0298	109		35	0·0308	52·0		
	37	0·0291	122		64	0·0275	68·0		
	$S = 0$	45	0·0277		122	110	0·0208	47·0	
		62	0·0267		115	233	0·0252	50·0	
	$a = b = 0·032$	101	0·0255		114	$a = b = 0·032$	345	0·0241	41·0
		108	0·0246		118	435	0·0234	41·3	
	$x_1 = 0·01855$	158	0·0232		112	$x_1 = 0·01600$	810	0·0210	40·8
	$K_a = 102·5$	202	0·0222		109	$K_a = 62·5$	∞	0·0160	—
	440	0·0192	108			k. é.	51·0		
	1210	0·0189	109						
	∞	0·01345	—						
		k. é.	115						
13. táblázat.	0	0·0320	—	16. táblázat.	0	0·0320	—		
	6	0·0313	123		20	0·0314	39·6		
	12	0·0305	128		30	0·0311	32·4		
	25	0·0291	131		55	0·0305	29·0		
	$S = 0$	45	0·0279		115	59	0·0303	31·0	
		62	0·0270		108	140	0·0285	31·5	
	$a = b = 0·032$	90	0·0253		117	$a = b = 0·032$	210	0·0275	29·6
		150	0·0236		106	285	0·0265	29·6	
	$x_1 = 0·01855$	230	0·0214		112	$x_1 = 0·01518$	427	0·0248	30·0
	$K_a = 102·5$	330	0·0201		109	$K_a = 53·6$	1240	0·0211	27·3
		1100	0·0158		109		∞	0·01682	—
	∞	0·01345	—			k. é.	31·1		
		k. é.	116						
14. táblázat.	0	0·0320	—	17. táblázat.	0	0·0320	—		
	20	0·0307	76·2		70	0·0306	22·0		
	35	0·0299	71·9		98	0·0298	25·1		
	$S = 0·25$	70	0·0281		71·3	156	0·0290	23·0	
		100	0·0287		73·3	217	0·0284	21·0	
	$a = b = 0·032$	160	0·0257		69·0	$a = b = 0·032$	360	0·0270	19·0
		280	0·0232		65·8	443	0·0262	21·0	
	$x_1 = 0·01710$	304	0·0224		72·1	$x_1 = 0·01420$	510	0·0256	20·0
	$K_a = 77$	511	0·0208		62·8	$K_a = 44·8$	∞	0·0170	—
		∞	0·0149		—			k. é.	21·6
			k. é.		72·7				

18. táblázat.

S	0	0.25	0.504	0.747	1.01
k	115.5	72.7	51.0	31.1	21.6
K_a	102.5	77	62.5	53.6	44.8
$\frac{K_s}{k}$ -ből számítva	—	1.50	1.61	1.36	1.35
$\frac{K_s}{K_a}$ -ből számítva	—	0.74	0.78	0.82	0.78

A jód és az erukasav addíciójának sebessége tiszta széndiszulfidban és étertartalmú széndiszulfidban 25 C°-on.

	t	$a-x$	k		t	$a-x$	k	
19. táblázat.	0	0.05	—	21. táblázat.	0	0.05	—	
	8	0.0489	24.2		20	0.0493	(61.0)	
	18	0.0479	22.1		45	0.0470	14.7	
	$S = 0$	28	0.0472		20.2	60	0.0461	14.8
	$a = b = 0.05$	37	0.0465		19.9	80	0.0450	16.3
		49	0.0456		20.7	120	0.0436	16.7
	90	0.0436	20.5	$x_1 = 0.00953$	145	0.0431	16.3	
	∞	0.03945	—	$K_a = 6.44$	310	0.0411	17.7	
		k. é.	21.2		380	0.0409	17.8	
					∞	0.04047	—	
						k. é.	16.2	
20. táblázat.	0	0.05	—	22. táblázat.	0	0.1	—	
	8	0.0494	(12.5)		4	0.0924	25.4	
	30	0.0472	18.5		10	0.0846	27.7	
	$S = 0$	35	0.0450		22.7	17	0.0800	25.3
	$a = b = 0.05$	85	0.0437		21.7	28	0.0750	27.3
		120	0.0424		22.2	$a = b = 0.1$	40	0.0726
	155	0.0420	19.4		45	0.0719	26.5	
	300	0.0400	23.6	$x_1 = 0.03115$	70	0.0700	26.7	
	391	0.0399	19.5	$K_a = 6.57$	∞	0.06885	—	
	∞	0.03945	—			k. é.	26.5	
		k. é.	21.1					

	t	$a-x$	k		t	$a-x$	k		
23. táblázat.	0	0·1	—	25. táblázat.	0	0·1	—		
	4·5	0·0914	24·9		15	0·0890	10·9		
	15	0·0817	24·9		23	0·0854	11·2		
	$S = 0$	31	0·0752		24·2	$S = 1·0$	30	0·0831	11·4
	$a = b = 0·1$	45	0·0726		24·0	$a = b = 0·1$	45	0·0791	12·7
	$x_1 = 0·03115$	52	0·0713		25·9	$x_1 = 0·02660$	70	0·0786	9·7
	$K_a = 6·57$	75	0·0705		23·5	$K_a = 4·93$	105	0·0754	10·2
	80	0·0700	26·7		∞	0·0734	—		
	∞	0·06885	—			k. é.	11·0		
		k. é.	24·9						
24. táblázat.	0	0·1	—	26. táblázat.	0	0·1	—		
	10	0·0881	18·1		26·8	0·0844	10·9		
	20	0·0844	14·3		60	0·0769	12·3		
	$S = 0·752$	30	0·0817		13·0	$S = 1·016$	78	0·0767	10·5
	$a = b = 0·1$	40	0·0791		12·9	$a = b = 0·1$	105	0·0747	12·7
	$x_1 = 0·02795$	55	0·0764		14·1	$x_1 = 0·02660$	150	0·0744	10·5
	$K_a = 5·38$	82	0·0751		13·0	$K_a = 4·93$	163	0·0739	11·8
		87	0·0744		14·0		189	0·0737	10·8
		92	0·0739		12·8		∞	0·07340	—
		∞	0·07205		—			k. é.	11·3
		k. é.	13·5						

27. táblázat.

S	0	0	0·45	0	0	0·752	1·000	1·016
k	21·2	21·1	16·2	26·5	24·9	13·5	11·0	11·3
K_a	6·78	6·78	6·44	6·57	6·57	5·38	4·93	4·93
$\frac{K_s}{k}$ -ből számítva	—	—	3·42	—	—	3·15	3·17	3·22
$\frac{K_s}{K_a}$ -ből számítva	—	—	2·68	—	—	2·82	3·12	2·87

**A dijud-erukasav bomlásának sebessége széntetrakloridban
250 C°-on.**

	t	$a' + x$	k'		t	$a' + x$	k'
28. táblázat. $a' = b' = 0.00509$ $c = 0.00491$	0	0.00509	—	31. táblázat. $a' = b' = 0.00846$ $c = 0.01154$	0	0.00846	—
	330	0.00534	6.6		185	0.00931	6.0
	1320	0.00594	5.5		245	0.00980	7.5
	2820	0.00672	5.0		373	0.01031	6.3
	2880	0.00679	4.6		491	0.01102	6.5
	4260	0.00728	4.6		745	0.01132	6.6
	5690	0.00765	4.2		1380	0.01386	5.3
	6960	0.00788	4.0		1595	0.01417	5.0
	8580	0.00817	4.0		1805	0.01487	5.7
	∞	0.00860	—		∞	0.01552	—
	k. é.	4.81		k. é.	6.11		
29. táblázat. $a' = b' = 0.002545$ $c = 0.002455$	0	0.002545	—	32. táblázat. $a' = b' = 0.00423$ $c = 0.00577$	0	0.00423	—
	60	0.00255	5.9		301	0.00443	6.4
	1098	0.00265	5.5		509	0.00470	6.5
	2580	0.00279	4.6		2007	0.00571	6.5
	5340	0.00308	5.4		3205	0.00660	6.5
	9660	0.00346	5.3		4290	0.00731	6.4
	∞	0.004605	—		7020	0.00776	4.6
		k. é.	5.34		8790	0.00820	4.8
			∞	0.00862	—		
				k. é.	5.95		
30. táblázat. $a' = b' = 0.01692$ $c = 0.02308$	0	0.01692	—				
	45	0.0185	6.4				
	82	0.0193	5.5				
	127	0.0204	5.0				
	166	0.0215	4.8				
	242	0.0231	5.3				
	344	0.0246	5.1				
	409	0.0251	4.9				
	∞	0.0267	—				
	k. é.	5.28					

az erukasav jódadicióját úgy kell elképzelnünk, hogy egy-egy erukasav-, illetőleg J_2 -molekula egymásra hatásából egy dijóderukasavmolekula és két J_2 -molekula keletkezik. Ezen (2) egyenlet alsó nyila irányában pedig az ellentétes folyamat úgy megy végbe, hogy a dijóderukasavra két J_2 -molekula hat.

Érdekesnek találtuk külön megvizsgálni ezen utóbbi folyamat rendűségét és sebességét, hogy ezzel is megerősíthessük azt a, SZELESTREY-vel tett, feltevésünket, mely szerint valóban hatatos jód-molekulák reagálnak az erukasavval.

Mindenekelőtt a következő kvalitatív kísérletet végeztük:

Jódot és erukasavat széntetrakloridos közegben egymásra engedtünk hatni, mindaddig, míg az egyensúly beállott. Ezt követőleg az egész reakcióelegyben foglalt jódot nátriumtioszulfáttal közömbösítettük, a széntetrakloridos fázist vízzel való kizárás útján többször kimostuk, széntetrakloriddal nedvesített szűrőn szűrtük s a teljesen színtelen oldatot (mely tehát csupán dijóderukasavat és szabad erukasavat tartalmazott) sötét szobában állani hagytuk. Az oldat heteken át színtelen maradt, annak jeléül, hogy a dijóderukasav önmagában nem bomlik jódra és erukasavra. Midőn azonban az elegyhez kevés szabad jódot tettünk, megállapítható volt (tioszulfátoldattal való titrálás útján), hogy az oldat szabad jódtartalma folyton növekedik, mindaddig, míg egy újabb egyensúlyi állapot be nem következik. Szabad jód jelenlétében tehát a dijóderukasav bomlékonynak bizonyult, ami a fenti egyenlet helyessége mellett szól.

A dijóderukasav bomlási sebességének megmérése céljából a következő kísérleteket végeztük: Széntetrakloriddal oly reakcióelegyet készítettünk, melyben a jód és erukasav kezdeti koncentrációja 0.1—0.1 mól volt literenkint. Az elegyet 25.0 C°-os termosztátban addig hagytuk állani, míg az egyensúly beállott. Ennek megtörténte után a reakcióelegy egy részét 10-szeres, más részét 20-szoros térfogatra hígítottuk fel tiszta széntetrakloriddal. A felhígítás időpontját 0 időnek véve, időnkint titrálás útján meghatároztuk a szabad jód koncentrációját. Egy másik esetben olyan reakcióelegyből indultunk ki, melynek kezdeti jód- és erukasavkoncentrációja 0.2—0.2 mól volt. Az egyensúly beállta után az elegyet tiszta széntetrakloriddal 5-szörös, 10-sze-

res, illetőleg 20-szoros térfogatra hígítottuk s egyébként hasonlóan jártunk el, mint előbb. Az eredmények a 28. és 29., illetőleg a 30., 31., és 32. táblázatban vannak összeállítva.

A k' sebességi koefficiens kiszámítása a következő módon történt:

A felhígítás megtörténte után a jód, erukasav és dijóderukasav koncentrációját jelentse a' , b' , c .

t idő elteltével ugyanezen anyagok koncentrációja legyen $a' + x$, $b' + x$, $c - x$.

A (2) egyenlet értelmében a dijóderukasav bomlásának sebessége

$$\begin{aligned} \frac{dx}{dt} &= k' [EJ_2] [J_2]^2 - k [E] [J_2]^2 = \\ &= k' (a' + x)^2 (c - x) - k (a' + x)^2 (b' + x)^2 \end{aligned}$$

és az új egyensúly beállta után

$$\frac{k}{k'} = K = \frac{c - x_1}{(a' + x_1)(b' + x_1)}$$

A fenti differenciálegyenletből

$$\frac{dx}{(a' + x)^2 [k' (c - x) - k (a' + x)(b' + x)]} = dt.$$

Innen

$$\frac{dx}{-(a' + x)^2 \left[x^2 + \left(\frac{k'}{k} + a' + b' \right) x + a'b' - \frac{k'}{k} c \right]} = kdt = Kk'dt,$$

ahonnan

$$\frac{dt}{(a' + x)^2 (\xi_1 - x)(\xi_2 - x)} = -Kk'dt,$$

ahol ξ_1 és ξ_2 az

$$x^2 + \left(\frac{k'}{k} + a' + b' \right) x + a'b' - \frac{k'}{k} c = 0$$

egyenlet gyökei. Ezeket a gyököket a K egyensúlyi állandó értékének felhasználásával kiszámítva kiadódik, hogy ha $\xi_2 = x_1$, akkor

$$\xi_1 = \frac{-(a'b' + (a' + b')c + cx_1)}{c - x_1}$$

¹ Ezen differenciálegyenlet integrálását SZELESTEY GYULA úr volt szíves elvégezni, miéért e helyen is köszönetet mondunk.

Most a

$$\frac{dx}{(a'+x)^2(\xi_1-x)(\xi_2-x)} = -Kk'dt$$

egyenlet parciális törtekre való felbontását kell elvégeznünk. Legyen

$$\frac{1}{(a'+x)^2(\xi_1-x)(\xi_2-x)} = \frac{A}{(a'+x)^2} + \frac{A_1}{a'+x} + \frac{B}{\xi_1-x} + \frac{C}{\xi_2-x}.$$

Az egyenlet mindkét oldalát megszorozva $(a'+x)^2$ -tal és x helyébe a -t helyettesítve

$$A = \frac{1}{(\xi_1+a')(\xi_2+a')}.$$

Most az $(a'+x)^2$ -tel szorzott egyenlet mindkét oldalát x szerint differenciáljuk

$$\begin{aligned} \frac{d}{dx} \cdot \frac{1}{(\xi_1-x)(\xi_2-x)} &= \frac{\xi_1+\xi_2-2x}{(\xi_1-x)^2(\xi_2-x)^2} = \\ &= \frac{d}{dx} \left[A_1(a'+x) + \frac{B(a'+x)^2}{\xi_1-x} + \frac{C(a'+x)^2}{\xi_2-x} \right] = \\ &= A_1 + \frac{d}{dx} \left[(a'+x)^2 \left(\frac{B}{\xi_1-x} + \frac{C}{\xi_2-x} \right) \right] = \\ &= A + (a'+x)^2 \frac{d}{dx} \left(\frac{B}{\xi_1-x} + \frac{C}{\xi_2-x} \right) + \\ &+ \left(\frac{B}{\xi_1-x} + \frac{C}{\xi_2-x} \right) 2(a'+x). \end{aligned}$$

Ha most ezen egyenletben x helyébe $-a'$ -t teszünk, lesz

$$A_1 = \frac{\xi_1 + \xi_2 + 2a'}{(\xi_1 + a')^2(\xi_2 + a')^2}.$$

Az eredeti egyenlet mindkét oldalát (ξ_1-x) -el megszorozva és x helyébe ξ_1 -et téve

$$B = \frac{1}{(\xi_1 + a')^2(\xi_2 - \xi_1)}.$$

Ugyanezt (ξ_2-x) -el megismételve

$$C = \frac{1}{(\xi_2 + a')^2(\xi_1 - \xi_2)}.$$

Most már rátérhetünk a parciális törtekre bontott differenciálegyenlet integrálására:

$$\begin{aligned} \int \frac{dx}{(a' + x)^2 (\xi_1 - x) (\xi_2 - x)} &= A \int \frac{dx}{(a' + x)^2} + \\ + A_1 \int \frac{dx}{a' + x} + B \int \frac{dx}{\xi_1 - x} + C \int \frac{dx}{\xi_2 - x} &= \\ = \frac{-A}{a' + x} + A_1 l (a' + x) - B l (\xi_1 - x) - C l (\xi_2 - x) &= \\ = -Kk't + \text{const.} \end{aligned}$$

Tudva, hogy ha $t=0$, akkor $x=0$ és összevonás után lesz

$$\frac{-Ax}{a'(a'+x)} + A_1 l \frac{a'}{a'+x} + Bl \frac{\xi_1 - x}{\xi_1} + Cl \frac{\xi_2 - x}{\xi_2} = Kk't.$$

Mint a 28–32. táblázat adatai mutatják, a diód-erukasav bomlásának sebességi koeficiensei (k') függetlenek a kiindulási koncentrációktól és a reakció előrehaladtával is állandók maradnak. Egyezésük megítélésénél tekintetbe veendő az, hogy a dolog természetéből kifolyólag csak igen híg oldatokkal dolgozhattunk, ami a mérések pontosságát hátrányosan befolyásolta.

A (4) egyenlet értelmében

$$K_a = \frac{k}{k'}$$

hol K_a az addíció egyensúlyi állandóját, k pedig az erukasav és jód addíciósebességi állandóját jelenti. Miután mindkét értéket ismerjük, lesz:

$$k' = \frac{k}{K_a} = \frac{90}{18.6} = 4.84,$$

míg közvetlenül 5.21-et találunk középértékben. Az eltérés bizonyára a számos kísérleti hiba összegeződéséből származik. Ha ettől eltekintünk, mit bizonyára jogosan tehetünk, a (2) egyenletet igazoltnak tekinthetjük s ezzel újabb bizonyítékot szolgáltatunk a J_6 -molekulák létezéséről szóló feltevésünk helyességéhez.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1930 január 13.-án tartott üléséből.)

KINETISCHE UNTERSUCHUNGEN
ÜBER DIE ADDITION DES JODS UND DER ERUCASÄURE,
ÜBER DIE SOLVATATION DES JODS UND ÜBER DIE
EXISTENZ SECHSATOMIGER JODMOLEKÜLE.

Von JULIUS GRÓH,

nach Versuchen von ELISABETH TARÁCS.

Diese Arbeit wird etwa gleichzeitig auch in der Zeitschrift
für physikalische Chemie erscheinen.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissen-
schaften vom 13. Januar 1930.)

MAGASABBRENDŰ QUADRATURÁK.

RADOS GUSZTÁV r. tagtól.

A k -adrendű quadratura problémája a következő:

Adva vannak valamely n változós ismeretlen függvénynek összes k -adrendű parciális differenciálhányadosai, továbbá e függvénynek és a k -adiknál alacsonyabbrendű parciális differenciálhányadosainak tetszésszerű helyen tetszés szerint választott kezdeti értékei, mikor és miképpen határozható meg ezekből az adatokból az ismeretlen függvény?

Erre a kérdésre óhajtók a jelen dolgozatomban választ adni, kifejtvén a probléma megoldhatóságának szükséges és elegendő feltételeit, valamint megoldhatósága esetére a megoldást szolgáltatató képletet.

Fejtegetéseim gondolatmenete világosan kidomborodik, ha ezeket előbb speciális eseteken mutatom be.

Kétméretű magasabbrendű quadraturák.

Itt két változós ismeretlen függvénynek másodrendű parciális differenciálhányadosai, továbbá e függvénynek és elsőrendű parciális differenciálhányadosainak tetszés szerint adott $x = a$, $y = b$ helyen tetszés szerint adott kezdeti értékei vannak megadva:

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial^2 f}{\partial x^2} &= R(x, y) \\ \frac{\partial^2 f}{\partial x \partial y} &= S(x, y) \\ \frac{\partial^2 f}{\partial y^2} &= T(x, y) \end{aligned} \right\} \quad (Q_2)$$
$$f(a, b) = f_0 \quad f'_x(a, b) = P \quad f'_y(a, b) = Q,$$

ahol $f(x, y)$ az ismeretlen függvényt $R(x, y)$, $S(x, y)$, $T(x, y)$ az x és y változók szerint parciálisan differenciálható oly függvényeket jelentenek, amelyeknek differenciálhányadosaik folytonosak és melyek kétszeri integrálást eltérnek; f_0 , P és Q pedig tetszés szerint adott állandók. Kérdés, mikor oldható meg a (Q_2) egyenletrendszer és ha megoldható, miként kapjuk a megoldást.

Mint hogy a (Q_2) egyenletrendszerben csak egy ismeretlen függvény foglaltatik és ennek három egyenletet kell kielégítenie, előre világos, hogy a probléma megoldhatósága feltételek kielégítéséhez van kötve. Amint tárgyalásunkból ki fog derülni, ezek a feltételek, amelyek a probléma megoldhatóságának szükséges és elegendő feltételei és amelyeket *integrálhatósági feltételeknek* nevezünk, a következők:

$$\frac{\partial R}{\partial y} = \frac{\partial S}{\partial x}, \quad \frac{\partial S}{\partial y} = \frac{\partial T}{\partial x}. \quad (I)$$

Mindenekelőtt kimutatjuk e feltételek szükséges voltát. Tegyük fel, hogy a (Q_2) alatt felírt másodrendű quadraturának van megoldása, akkor a

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\partial f}{\partial x} \right) = R(x, y), \quad \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{\partial f}{\partial x} \right) = S(x, y), \quad (Q'_1)$$

és

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\partial f}{\partial y} \right) = S(x, y), \quad \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{\partial f}{\partial y} \right) = T(x, y), \quad (Q''_1)$$

elsőrendű quadraturáknak szintén megoldhatóknak kell lenniök, amelyekben $\frac{\partial f}{\partial x}$, illetőleg $\frac{\partial f}{\partial y}$ az ismeretlen függvény, a

$$\left(\frac{\partial f}{\partial x} \right)_{x=a, y=b} = P,$$

illetőleg

$$\left(\frac{\partial f}{\partial y} \right)_{x=a, y=b} = Q$$

ezeknek kezdeti értékei.

A (Q'_1) megoldhatóságának szükséges és elegendő feltétele

$$\frac{\partial R}{\partial y} = \frac{\partial S}{\partial x},$$

a (Q_1'') -é pedig

$$\frac{\partial S}{\partial y} = \frac{\partial T}{\partial x};$$

de ezzel be van bizonyítva, hogy az (I) alatti feltételek a (Q_2) másodrendű quadratura megoldhatóságának szükséges feltételei. *Figyelemreméltó körülmény, hogy ezek a feltételek a (Q_2) másodrendű quadratura megoldhatóságára magukban véve már elegendők is.*

Tegyük most fel, hogy az (I) alatti feltételek ki vannak elégítve. Ki fogjuk mutatni, hogy a (Q_2) másodrendű quadraturának van megoldása és pedig egyetlenegy, amely a (Q_2) -höz csatolt kezdeti feltételeknek is megfelel.

Ha az (I) alatti feltételek ki vannak elégítve, akkor a (Q_1') és (Q_1'') alatti elsőrendű quadraturák megoldhatók. Megoldásaik ismeretes szabály alapján ekként írhatók föl:

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial f}{\partial x} &= \int_a^x R(x, y) dx + \int_b^y S(a, y) dy + P = \Phi(x, y); \\ \text{illetőleg} \\ \frac{\partial f}{\partial y} &= \int_a^x S(x, y) dx + \int_b^y T(a, y) dy + Q = \Psi(x, y). \end{aligned} \right\} (Q_1''')$$

Most kimutatható, hogy ha az (I) alatti feltételek teljesülnek, akkor a (Q_1''') alatti elsőrendű quadratura a

$$f(a, b) = f_0$$

kezdeti feltétel mellett megoldható. A (Q_1''') megoldhatóságának szükséges és elegendő feltétele:

$$\frac{\partial \Phi(x, y)}{\partial y} = \frac{\partial \Psi(x, y)}{\partial x}.$$

Ez pedig, mint közvetlenül meggyőződhetünk, ki van elégítve, ha az (I) alatti feltételek teljesülnek. Ugyanis

$$\frac{\partial \Phi(x, y)}{\partial y} = \int_a^x \frac{\partial R(x, y)}{\partial y} dx + S(a, y)$$

az (I) alatti első egyenlőségnél fogva azonban

$$\frac{\partial R(x, y)}{\partial y} = \frac{\partial S(x, y)}{\partial x},$$

úgyhogy

$$\begin{aligned} \frac{\partial \Phi(x, y)}{\partial y} &= \int_a^x \frac{\partial S(x, y)}{\partial x} dx + S(a, y) = \\ &= [S(x, y)]_{x=a}^{x=x} + S(a, y) = \\ &= S(x, y) - S(a, y) + S(a, y) = \\ &= S(x, y); \end{aligned}$$

továbbá mint közvetlenül látható

$$\frac{\partial \Psi(x, y)}{\partial x} = S(x, y),$$

úgyhogy csakugyan

$$\frac{\partial \Phi(x, y)}{\partial y} = \frac{\partial \Psi(x, y)}{\partial x},$$

amivel a (Q_1'') alatti elsőrendű quadratura megoldhatósága ki van mutatva.

A (Q_1''') elsőrendű quadratura megoldását a következő képlet szolgáltatja:

$$\begin{aligned} f &= \int_a^x dx \left[\int_a^x R(x, y) dx + \int_b^y S(a, y) dy + P \right] + \\ &+ \int_b^y dy \left[\int_a^x S(x, y) dx + \int_b^y T(a, y) dy + Q \right]_{x=a} + f_0 = \\ &= \int_a^x dx \int_a^x R(x, y) dx + (x-a) \int_b^y S(a, y) dy + P(x-a) + \\ &+ \int_b^y dy \int_b^y T(a, y) dy + Q(y-b) + f_0. \end{aligned} \tag{K}$$

A (Q_2) másodrendű quadratura megoldására még egy más út is kínálkozik. Ha ugyanis az összes függvényeket keressük, amelyek a (Q_2) alatti első egyenletet kielégítik, akkor ezek a következő képlet szolgáltatja függvényhalmazban foglaltatnak:

$$f = \int_a^x dx \int_a^x R(x, y) dx + (x-a)p(y) + q(y), \quad (1)$$

amelyben $p(y)$, illetőleg $q(y)$ függvényeket, a $f'_x(x, y)$ és $f(x, y)$ függvényeket az $x = a$ helyen, jelentik. Hogyan kell a $p(y)$ és $q(y)$ függvényeket meghatározni, hogy az (1) alatti függvény a (Q_2) alatt felírt összes egyenleteket kielégítse?

Az (1) alatti egyenletből következik, hogy

$$\frac{\partial f}{\partial x} = \int_a^x R(x, y) dx + p(y);$$

és innen

$$\frac{\partial^2 f}{\partial x \partial y} = \int_a^x \frac{\partial R(x, y)}{\partial y} dx + \frac{dp(y)}{dy};$$

ha ebbe az (1) alatti első egyenletből a

$$\frac{\partial R(x, y)}{\partial y} = \frac{\partial S(x, y)}{\partial x}$$

helyettesítjük, lesz

$$\begin{aligned} \frac{\partial^2 f}{\partial x \partial y} &= \int_a^x \frac{\partial S(x, y)}{\partial x} dx + \frac{dp(y)}{dy} = \\ &= S(x, y) - S(a, y) + \frac{dp(y)}{dy}. \end{aligned}$$

Ezt a (Q_2) alatti második egyenletbe helyettesítvén, a $p(y)$ meghatározására a

$$\frac{dp(y)}{dy} = S(a, y)$$

egyenletet nyerjük, amelyből:

$$p(y) = \int_b^y S(a, y) dy + P, \quad (2)$$

ahol

$$P = p(b) = f'_x(a, b),$$

tehát P az $f'_x(x, y)$ függvény kezdeti értéke.

A $q(y)$ meghatározására a (Q_2) alatti harmadik egyenlet vezet, amelybe az f -nek (1) alatti kifejezését helyettesíteni akarván, képezzük az (1) kifejezésnek y szerinti első és második parciális differenciálhányadosát:

$$\frac{\partial f}{\partial y} = \int_a^x dx \int_a^x \frac{\partial R(x, y)}{\partial y} dx + (x-a) \frac{dp(y)}{dy} + \frac{dq(y)}{dy},$$

amely kifejezés a (1) alatti első integrálhatósági feltétel és a (2) alatti egyenlet figyelembevételével így írható:

$$\begin{aligned} \frac{\partial f}{\partial y} &= \int_a^x dx \int_a^x \frac{\partial S(x, y)}{\partial x} dx + \\ &+ (x-a) S(a, y) + \frac{dq(y)}{dy} = \\ &= \int_a^x dx [S(x, y) - S(a, y)] dx + \\ &+ (x-a) S(a, y) + \frac{dq(y)}{dy} = \\ &= \int_a^x S(x, y) dx + \frac{dq(y)}{dy}; \end{aligned}$$

innen

$$\frac{\partial^2 f}{\partial y^2} = \int_a^x \frac{\partial S(x, y)}{\partial y} dx + \frac{d^2 q(y)}{dy^2}.$$

Ha most az (1) alatti második egyenletet vesszük figyelembe, akkor

$$\begin{aligned} \frac{\partial^2 f}{\partial y^2} &= \int_a^x \frac{\partial T(x, y)}{\partial x} dx + \frac{d^2 q(y)}{dy^2} = \\ &= T(x, y) - T(a, y) + \frac{d^2 q(y)}{dy^2} \end{aligned}$$

adódik. Ezt a (Q_2) alatti harmadik egyenletbe helyettesítvén, a $q(y)$ meghatározására a

$$\frac{d^2 q(y)}{dy^2} = T(a, y)$$

egyenlet adódik, amelyből

$$\frac{dq(y)}{dy} = \int_b^y T(a, y) dy + Q,$$

azaz

$$Q = q(b) = [f'_y(a, y)]_{y=b} = f'_y(a, b),$$

tehát Q a $f'_y(x, y)$ kezdeti értéke. További integrálás végül $q(y)$ számára a következő kifejezést adja:

$$q(y) = \int_b^y dy \int_b^y T(a, y) dy + (y-b) Q + C,$$

ahol C az f_0 kezdeti értékkel egyenlő, mert

$$C = q(b) = [f(a, y)]_{y=b} = f(a, b) = f_0,$$

úgyhogy

$$q(y) = \int_b^y dy \int_b^y T(a, y) dy + Q(y-b) + f_0. \quad (3)$$

Ha a $p(y)$ és $q(y)$ (2) és (3) alatt talált kifejezéseit az (1) egyenletbe helyettesítjük f számára:

$$\begin{aligned} f = & \int_a^x dx \int_a^x R(x, y) dx + (x-a) \int_b^y S(a, y) dy + P(x-a) + \\ & + \int_b^y dy \int_b^y T(a, y) dy + Q(y-b) + f_0 \end{aligned}$$

kifejezés adódik, amely a (K) alatt talált kifejezéssel tagról-tagra megegyező.

A (Q_2) alatti másodrendű quadratura megoldása még egy harmadik úton is lehetséges, amely egyszerűségével, áttekinthetőségével és magasabbrendű quadraturákra való általánosításra való alkalmasságával az eddigieket felülmúlja. Ez az út a vonalintegrál (intégrale curviligne) néhány tulajdonságát használja fel. Ezeknek felsorolását akarom itt közbeiktatni.

Ha

$$A_1(x_1, \dots, x_n), \quad A_2(x_1, \dots, x_n), \dots, \quad A_n(x_1, \dots, x_n)$$

és

$$x_1 = \varphi_1(t), \quad x_2 = \varphi_2(t), \dots, \quad x_n = \varphi_n(t) \quad (g)$$

bizonyos n -méretű folytonos T tartományban differenciálható függvények, ha továbbá

$$\begin{aligned} a_1 &= \varphi_1(t_0), & a_2 &= \varphi_2(t_0), \dots, & a_n &= \varphi_n(t_0); \\ b_1 &= \varphi_1(t_1), & b_2 &= \varphi_2(t_1), \dots, & b_n &= \varphi_n(t_1); \end{aligned}$$

a T tartomány két helye $(a) = (a_1, a_2, \dots, a_n)$, $(b) = (b_1, b_2, \dots, b_n)$, akkor az

$$\sum_{i=1}^n \int_{t_0}^{t_1} A_i[\varphi_1(t), \varphi_2(t), \dots, \varphi_n(t)] \frac{d\varphi_i(t)}{dt} dt$$

integrál az, mely a P_i függvényrendszernek (g) görbe mentén képezett vonalintegrálja. Ezt a

$$V = \int_{(a)}^{(b)} (A_1 dx_1 + A_2 dx_2 + \dots + A_n dx_n)$$

szimbolummal jelöljük.

E vonalintegrál általánosságban más és más lesz, ha az a és b értékrendszereket más és más görbével összekapcsoljuk. Arra, hogy e vonalintegrál értéke a T tartományon belül haladó úttól, azaz az

$$\begin{aligned} x_i &= \varphi_i(t); \\ (i &= 1, 2, \dots, n). \end{aligned}$$

függvényeknek a T tartományon belül való választásától független legyen, szükséges és elegendő, hogy a következő $\frac{n(n-1)}{2}$ számú feltétel ki legyen elégítve:

$$\begin{aligned} \frac{\partial A_i}{\partial x_k} &= \frac{\partial A_k}{\partial x_i}; \\ (i < k, i, k &= 1, 2, \dots, n). \end{aligned}$$

Ha e feltételek ki vannak elégítve és

$$(x) = (x_1, x_2, \dots, x_n)$$

a T tartomány tetszőszerinti helye, és

$$W = \int_{(a)}^{(b)} A_1 dx_1 + A_2 dx_2 + \dots + A_n dx_n$$

oly vonalintegrál, amelynek felső határa a T tartományon belül változó hely, akkor ismeretes, hogy

$$\frac{\partial W}{\partial x_i} = A_i(x_1, x_2, \dots, x_n),$$

($i=1, 2, \dots, n$).

azaz W a

$$\frac{\partial f}{\partial x_i} = A_i(x_1, x_2, \dots, x_n)$$

($i=1, 2, \dots, n$).

elsőrendű quadratura egyik megoldása, amelynek általános megoldása

$$f = \int_a^x (A_1 dx_1 + A_2 dx_2 + \dots + A_n dx_n) + f(a_1, a_2, \dots, a_n),$$

ahol $f(a_1, a_2, \dots, a_n)$ az f ismeretlen függvénynek tetszés szerint megadott kezdeti értéke az $a = (a_1, a_2, \dots, a_n)$ helyen.

Ha vonalintegrál itt felsorolt tulajdonságait figyelembe vesszük, a (Q'_1) és (Q''_1) alatti elsőrendű quadraturák megoldásait, mivel az (T) feltételek kivannak elégítve, így írhatjuk fel

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial f}{\partial x} &= \int_{a,b}^{x,y} (Rdx + Sdy) + P; \\ \frac{\partial f}{\partial y} &= \int_{a,b}^{x,y} (Sdx + Tdy) + Q. \end{aligned} \right\} (Q'''_1)$$

Ezzel f meghatározása a (Q'''_1) elsőrendű quadratura megoldására van visszavezetve, amelynek integrálhatósági feltétele ki van elégítve, mert

$$\frac{\partial}{\partial y} \left[\int_{a,b}^{x,y} (Rdx + Sdy) + P \right] = S(x, y);$$

és

$$\frac{\partial}{\partial x} \left[\int_{a,b}^{x,y} (Sdx + Tdy) + Q \right] = S(x, y).$$

Ennek következtében

$$f = \int_{a,b}^{x,y} \left\{ \left[\int_{a,b}^{x,y} (Rdx + Sdy) + P \right] dx + \left[\int_{a,b}^{x,y} (Sdx + Tdy) + Q \right] dy \right\} + f_0,$$

ami részletesebben ekként írható:

$$f = \int_{a,b}^{x,y} \left\{ \left[\int_{a,b}^{x,y} (Rdx + Sdy) \right] dx + \left[\int_{a,b}^{x,y} (Sdx + Tdy) \right] dy \right\} + \quad (K^*) \\ + P(x-a) + Q(y-b) + f_0.$$

Symbolikus alakban a talált eredmény rövidebben így írható:

$$f = \int_{a,b}^{x,y} \int_{a,b}^{x,y} (Rdx^2 + 2Sdxdy + Tdy^2) + P(x-a) + Q(y-b) + f_0.$$

Könnyen győződhetünk meg arról, hogy a most talált eredmény ismét a (K) képlet szolgáltatta eredménnyel megegyező. Ha ugyanis figyelembe vesszük, hogy az (I) integrálhatósági feltételek teljesülésekor a (K^*) képletben szereplő vonalintegrálok értéke az integráció útjától függetlenek, az (a, b) és (x, y) pontok határolta utat pótolhatjuk az (a, b) és (a, y) és az (a, y) és (x, y) pontok határolta egyenes vonalдарabokból összetett úttal úgy, hogy

$$\int_{(a,b)}^{(x,y)} (Rdx + Sdy) = \int_{(a,b)}^{(a,y)} (Rdx + Sdy) + \int_{(a,y)}^{(x,y)} (Rdx + Sdy) = \\ = \int_b^y S(a, y) dy + \int_a^x R(x, y) dx = \Phi(x, y);$$

és

$$\int_{(a,b)}^{(x,y)} (Sdx + Tdy) = \int_{(a,b)}^{(a,y)} (Sdx + Tdy) + \int_{(a,y)}^{(x,y)} (Sdx + Tdy) = \\ = \int_b^y T(a, y) dy + \int_a^x S(x, y) dx = \Psi(x, y).$$

Ha ezeket az értékeket a (K^*) alatti kifejezésbe helyettesítjük, a következő kifejezés adódik:

$$f = \int_{(a,b)}^{(x,y)} [(\Phi(x, y) + P) dx + (\Psi(x, y) + Q) dy] + f_0;$$

vagy ha az itt szereplő vonalintegrál integráció-útját ismét az (a, b) , (a, y) pontok meghatározta vertikális és az (a, y) , (x, y) pontok határolta horizontális egyenesdarabokból összetevődő úttal pótoljuk, lesz:

$$\begin{aligned}
 f &= \int_{(a, b)}^{(a, y)} [(\Phi(x, y) + P) dx + (\Psi(x, y) + Q) dy] + \\
 &+ \int_{(a, y)}^{(x, y)} [(\Phi(x, y) + P) dx + (\Psi(x, y) + Q) dy] + f_0 = \\
 &= \int_b^y \Psi(a, y) dy + Q(y-b) + \int_a^x \Phi(x, y) dx + P(x-a) + f_0 = \\
 &= \int_b^y dy \int_b^y T(a, y) dy + Q(y-b) + (x-a) \int_b^y S(a, y) dy + \\
 &+ \int_a^x dx \int_a^x R(x, y) dx + P(x-a) + f_0,
 \end{aligned}$$

amely kifejezés, a tagok sorrendjétől eltekintve, a (K) alatti kifejezéssel teljesen megegyező.

n -mértetű másodrendű quadraturák.

Itt a probléma abban áll, hogy adva vannak valamely n változós $f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ függvénynek összes másodrendű parciális differenciálhányadosai, valamint e függvénynek és összes elsőrendű parciális differenciálhányadosai bizonyos

$$a = (a_1, a_2, \dots, a_n)$$

kezdeti helyen; ezekből az adatokból meghatározandó az ismeretlen f függvény. Tehát meghatározandó az f ismeretlen a

$$\frac{\partial^2 f}{\partial x_i \partial x_k} = P_{ik}(x_1, x_2, \dots, x_n) = P_{ki}(x_1, x_2, \dots, x_n) \quad (Q_2)$$

egyenletekből, amelyekben i, k helyébe az $1, 2, \dots, n$ elemek összes ismétléssel való másodosztályú kombinációi teendők, úgy-hogy ez egyenletek száma $\frac{(n+1)n}{2}$ és e mellett f -nek oly meghatározását követeljük, hogy a

$$\begin{aligned}
 f(a_1, a_2, \dots, a_n) &= f_0; \\
 f'_{x_i}(a_1, a_2, \dots, a_n) &= p_i; \\
 &\quad (i=1, 2, \dots, n).
 \end{aligned}$$

mellékfeltételek ki legyenek elégítve.

Itt is a probléma megoldása n számú elsőrendű quadraturára vezethető vissza. Ezek a következők:

$$\frac{\partial}{\partial x_1} \left(\frac{\partial f}{\partial x_i} \right) = P_{i1}, \quad \frac{\partial}{\partial x_2} \left(\frac{\partial f}{\partial x_i} \right) = P_{i2}, \dots, \quad \frac{\partial}{\partial x_n} \left(\frac{\partial f}{\partial x_i} \right) = P_{in}. \quad (Q_1^{(i)})$$

$(i=1, 2, \dots, n)$

A $(Q_1^{(i)})$ elsőrendű quadraturák integrálhatósági feltételei

$$\begin{aligned} \frac{\partial P_{i1}}{\partial x_2} &= \frac{\partial P_{i2}}{\partial x_1}, & \frac{\partial P_{i1}}{\partial x_3} &= \frac{\partial P_{i3}}{\partial x_1}, \dots, & \frac{\partial P_{i1}}{\partial x_n} &= \frac{\partial P_{in}}{\partial x_1}, \\ \frac{\partial P_{i2}}{\partial x_3} &= \frac{\partial P_{i3}}{\partial x_2}, \dots, & \frac{\partial P_{i2}}{\partial x_n} &= \frac{\partial P_{in}}{\partial x_2}, & & \\ & \dots & & & & \\ & & & & \frac{\partial P_{i, n-1}}{\partial x_n} &= \frac{\partial P_{in}}{\partial x_{n-1}}. \end{aligned} \quad (I)$$

$(i=1, 2, \dots, n)$

E feltételek, mint ki fogjuk mutatni, ismét már magukban véve elegendők is a (Q_2) másodrendű quadratura megoldhatóságára. E feltételek száma $n \cdot \frac{n(n-1)}{2}$. Könnyen meggyőződhetünk arról, hogy ezek nem mind függetlenek egymástól. Így például ha $n=3$, e feltételek a következők:

$$\frac{\partial P_{11}}{\partial x_2} = \frac{\partial P_{12}}{\partial x_1}; \quad (f_1)$$

$$\frac{\partial P_{11}}{\partial x_3} = \frac{\partial P_{13}}{\partial x_1}; \quad (f_2)$$

$$\frac{\partial P_{12}}{\partial x_3} = \frac{\partial P_{13}}{\partial x_2}; \quad (f_3)$$

$$\frac{\partial P_{21}}{\partial x_2} = \frac{\partial P_{22}}{\partial x_1}; \quad (f_4)$$

$$\frac{\partial P_{21}}{\partial x_3} = \frac{\partial P_{23}}{\partial x_1}; \quad (f_5)$$

$$\frac{\partial P_{22}}{\partial x_3} = \frac{\partial P_{23}}{\partial x_2}; \quad (f_6)$$

$$\frac{\partial P_{31}}{\partial x_2} = \frac{\partial P_{32}}{\partial x_1}; \quad (f_7)$$

$$\frac{\partial P_{31}}{\partial x_3} = \frac{\partial P_{33}}{\partial x_1}; \quad (f_8)$$

$$\frac{\partial P_{32}}{\partial x_3} = \frac{\partial P_{33}}{\partial x_2}. \quad (f_9)$$

Közvetlenül látható, hogy az (f_7) alatti feltétel az (f_3) és (f_5) alatti feltételek folyománya és mint ilyen elhagyható.

Általánosságban az (I) alatti feltételek száma $n \cdot \frac{n(n-1)}{2}$, de ezek között csak $n \frac{n(n-1)}{2} - \binom{n}{3} = \frac{n(n-1)(n+4)}{6}$ számú független egymástól.

Az (I) alatti feltételek teljesülésekor az

$$V_i = \int \sum_{\substack{(x) \\ (a) \\ (i=1, 2, \dots, n)}}^{(x) n} P_{i\alpha_1} dx_{\alpha_1}$$

vonaliintegrálok, amelyekben (a) és (x) az

$$(a) = (a_1, a_2, \dots, a_n);$$

$$(x) = (x_1, x_2, \dots, x_n);$$

értékrendszerek rövid jelei, függetlenek az integráció útvjától és így a

$$\frac{\partial V_i}{\partial x_{\alpha_1}} = P_{i\alpha_1} \quad (i=1, 2, \dots, n).$$

egyenletek állanak fenn. Ennek következtében a $Q_1^{(i)}$ alatti quadraturák megoldásai a következőképpen írhatók fel:

$$\begin{aligned} \frac{\partial f}{\partial x_1} &= \int \sum_{(a) \alpha_1=1}^{(x) n} P_{1\alpha_1} dx_{\alpha_1} + p_1 = \Phi_1; \\ \frac{\partial f}{\partial x_2} &= \int \sum_{(a) \alpha_1=1}^{(x) n} P_{2\alpha_1} dx_{\alpha_1} + p_2 = \Phi_2; \\ &\vdots \\ \frac{\partial f}{\partial x_n} &= \int \sum_{(a) \alpha_1=1}^{(x) n} P_{n\alpha_1} dx_{\alpha_1} + p_n = \Phi_n. \end{aligned} \quad (Q)$$

Ezek az f meghatározására ismét elsőrendű quadraturát szolgáltatnak. Ennek integrálhatósági feltételei teljesülnek, ha

az (I) alatti feltételek ki vannak elégítve. Ha ugyanis az (I) feltételek fennállanak, akkor a Φ_a -kban szereplő vonalintegrálok értéke függetlenek az integráció útjától és ekkor:

$$\frac{\partial \Phi_i}{\partial x_k} = \frac{\partial \Phi_k}{\partial x_i}, \quad (i < k, i, k = 1, 2, \dots, n).$$

mert

$$\frac{\partial \Phi_i}{\partial x_k} = \frac{\partial}{\partial x_k} \int_{(a)}^{(x)} (P_{i1} dx_1 + \dots + P_{ik} dx_k + \dots + P_{in} dx_n) = P_{ik};$$

és

$$\frac{\partial \Phi_k}{\partial x_i} = \frac{\partial}{\partial x_i} \int_{(a)}^{(x)} (P_{k1} dx_1 + \dots + P_{ki} dx_i + \dots + P_{kn} dx_n) = P_{ki} = P_{ik}.$$

Mint hogy a (Q_0) alatti quadratura integrálhatósági feltételei ki vannak elégítve, az f ismeretlen függvény számára a következő kifejezés adódik:

$$f = \int_{(a)}^{(x)} \sum_{\alpha_2=1}^n \left(\int_{(a)}^{(x)} \sum_{\alpha_1=1}^n P_{\alpha_1 \alpha_2} dx_{\alpha_1} \right) dx_{\alpha_2} + \sum_{\alpha_1+1}^n p_{\alpha_1} (x_{\alpha_1} - a_{\alpha_1}) + f_0.$$

Ez symbolikusan a következőképpen írható:

$$f = \int_{(a)}^{(x)} \int_{(a)}^{(x)} \sum_{\alpha_1=1}^n \sum_{\alpha_2=1}^n P_{\alpha_1 \alpha_2} dx_{\alpha_1} dx_{\alpha_2} + \sum_{\alpha_1=1}^n p_{\alpha_1} (x_{\alpha_1} - a_{\alpha_1}) + f_0.$$

n -mértű k -adrendű quadraturák.

Az előbbieken részletesen tárgyalt speciális esetek ismeretése után itt az eredmények közlésére szorítkozhatom. A probléma itt abban áll, hogy adva lévén valamely n változós függvénynek összes k -adrendű parciális differenciálhányadosai, valamint ez ismeretlen függvény és az összes k -nál alacsonyabbrendű parciális differenciálhányadosainak értéke egy bizonyos

$$a = (a_1, a_2, \dots, a_n)$$

helyen, meghatározandó ezekből az adatokból az ismeretlen függvény.

Legyenek adva a

$$\frac{\partial^k f}{\partial x_{i_1} \partial x_{i_2} \dots \partial x_{i_n}} = P_{i_1, i_2, \dots, i_k}(x_1, x_2, \dots, x_n) \quad (Q_k)$$

egyenletek, amelyekben f az ismeretlen függvény,

$$P_{i_1, i_2, \dots, i_k}(x_1, x_2, \dots, x_n)^1$$

adott függvények. Az összes egyenleteket a (Q_k) alatt fölirt egyenletről kapjuk, ha ebben i_1, i_2, \dots, i_k helyébe az $1, 2, \dots, n$ elemeknek ismétléssel való k -adosztályú kombinációit helyettesítjük. A (Q_k) alatti egyenletek száma tehát:

$$\nu_k = \binom{n+k-1}{k} = \frac{(n+k-1)(n+k-2)\dots(n+1)n}{1.2.3\dots k}.$$

Adva vannak továbbá az ismeretlen függvénynek kezdeti értéke:

$$f(a_1, a_2, \dots, a_n) = f_0;$$

és a k -adiknál alacsonyabbrendű parciális differenciálhányadosainak kezdeti értékei:

$$f_{x_{k_1} x_{k_2} \dots x_{k_\beta}}^{(\beta)}(a_1, a_2, \dots, a_n) = p_{k_1 k_2 \dots k_\beta},$$

($\beta=1, 2, \dots, k-1$)

ahol k_1, k_2, \dots, k_β helyébe az $(1, 2, \dots, n)$ elemeknek β -adrendű ismétléssel való kombinációi helyettesítendők. E kezdeti értékek száma:

$$\begin{aligned} \mu &= \binom{n+k-2}{k-1} + \binom{n+k-3}{k-2} + \dots + \\ &+ \binom{n+1}{2} + \binom{n}{1} + \binom{n-1}{0} = \binom{n+k-1}{k-1}, \end{aligned}$$

amint ez teljes inductióval könnyen kimutatható.

¹ Ezekben $P_{i_1 i_2 \dots i_k}(x_1, x_2, \dots, x_n)$ és $P_{j_1 j_2 \dots j_k}(x_1, x_2, \dots, x_n)$ ugyanannak a függvénynek jelei, ha i_1, i_2, \dots, i_k és j_1, j_2, \dots, j_k csak a sorrendben különböznek egymástól.

Ha a (Q_k) k -adrendű quadraturának van megoldása, akkor a következő ν_{k-1} számú

$$\begin{aligned}\frac{\partial}{\partial x_1} \left(\frac{\partial^{k-1} f}{\partial x_{i_1} \partial x_{i_2} \dots \partial x_{i_k}} \right) &= P_{1 i_2 i_3 \dots i_k} (x_1, x_2, \dots, x_n); \\ \frac{\partial}{\partial x_2} \left(\frac{\partial^{k-1} f}{\partial x_{i_2} \partial x_{i_1} \dots \partial x_{i_k}} \right) &= P_{2 i_2 i_3 \dots i_k} (x_1, x_2, \dots, x_n) (Q_1^{(k-1)}); \\ &\dots \\ \frac{\partial}{\partial x_n} \left(\frac{\partial^{k-1} f}{\partial x_{i_n} \partial x_{i_1} \dots \partial x_{i_k}} \right) &= P_{n i_2 i_3 \dots i_k} (x_1, x_2, \dots, x_n); \end{aligned}$$

elsőrendű quadraturák, melyek $(Q_1^{(k-1)})$ -ből akként keletkeznek, hogy $i_2 i_3 \dots i_k$ helyébe az $1, 2, \dots, n$ elemeknek $(k-1)$ -edosztályú ismétléssel való kombinációit helyettesítjük, mindannyian megoldhatók. Tehát fennállanak mindazok az egyenletek, amelyek a

$$\frac{\partial P_{\alpha i_2 i_3 \dots i_k}}{\partial x_\beta} = \frac{\partial P_{\beta i_2 i_3 \dots i_k}}{\partial x_\alpha} \quad (I_k)$$

egyenletből keletkeznek, ha α, β helyébe az $1, 2, \dots, n$ elemeknek másodosztályú ismétlés nélkül való kombinációit, az i_2, i_3, \dots, i_k helyébe pedig az $1, 2, \dots, n$ elemeknek $(k-1)$ -edosztályú ismétléssel való kombinációit helyettesítjük. Az (I_k) alatti feltételek száma

$$\mu = \frac{n(n-1)}{2} \cdot \frac{(n+k-2)(n+k-3) \dots (n+1)n}{1 \cdot 2 \cdot \dots \cdot (k-1)}.$$

Ismét könnyen kimutatható, hogy e μ számú feltétel nem mindmennyi független egymástól, valamint az is, hogy az (I_k) egyenletek már magukban véve a (Q_k) k -adrendű quadratura megoldhatóságának szükséges és elegendő feltételei. A $k=2$ esetben követett rekurzív eljárást az általános esetre is alkalmazván, az f ismeretlen függvény meghatározására a következő végképlet adódik:

$$\begin{aligned}
 f &= \\
 &= \underbrace{\int_{(a)}^{(x)} \int_{(a)}^{(x)} \cdots \int_{(a)}^{(x)}}_{(k)} \sum_{\alpha_1=1}^n \sum_{\alpha_2=1}^n \cdots \sum_{\alpha_k=1}^n P_{\alpha_1 \alpha_2 \dots \alpha_k} dx_{\alpha_1} dx_{\alpha_2} \dots dx_{\alpha_k} + \\
 &+ \frac{1}{(k-1)!} \sum_{\alpha_1=1}^n \sum_{\alpha_2=1}^n \cdots \sum_{\alpha_{k-1}=1}^n p_{\alpha_1 \alpha_2 \dots \alpha_{k-1}} (x_{\alpha_1} - a_{\alpha_1}) \cdots (x_{\alpha_{k-1}} - a_{\alpha_{k-1}}) + \\
 &+ \frac{1}{(k-2)!} \sum_{\alpha_1=1}^n \sum_{\alpha_2=1}^n \cdots \sum_{\alpha_{k-2}=1}^n p_{\alpha_1 \alpha_2 \dots \alpha_{k-2}} (x_{\alpha_1} - a_{\alpha_1}) \cdots (x_{\alpha_{k-2}} - a_{\alpha_{k-2}} + \\
 &+ \dots \dots \dots \\
 &+ \frac{1}{2!} \sum_{\alpha_1=1}^n \sum_{\alpha_2=1}^n p_{\alpha_1 \alpha_2} (x_{\alpha_1} - a_{\alpha_1}) (x_{\alpha_2} - a_{\alpha_2}) + \\
 &+ \frac{1}{1!} \sum_{\alpha_1=1}^n p_{\alpha_1} (x_{\alpha_1} - a_{\alpha_1}) + \\
 &+ f_0.
 \end{aligned}$$

E kifejezésben szereplő k -szoros integrál tulajdonképpen jelentését a következő egyenlőség fejezi ki

$$\begin{aligned}
 &\underbrace{\int_{(a)}^{(x)} \int_{(a)}^{(x)} \cdots \int_{(a)}^{(x)}}_{(k)} \sum_{\alpha_1=1}^n \sum_{\alpha_2=1}^n \cdots \sum_{\alpha_k=1}^n P_{\alpha_1 \alpha_2 \dots \alpha_k} (x_1, x_2, \dots, x_n) dx_{\alpha_1} dx_{\alpha_2} \dots dx_{\alpha_k} = \\
 &= \int_{(a)}^{(x)} \left\{ \sum_{\alpha_k=1}^n \cdots \sum_{\alpha_2=1}^n \left[\int_{(a)}^{(x)} \sum_{\alpha_1=1}^n P_{\alpha_1 \alpha_2 \dots \alpha_k} (x_1, x_2, \dots, x_n) dx_{\alpha_1} \right] \cdots \right\} dx_{\alpha_k}.
 \end{aligned}$$

(A. M. T. Akadémia III. osztályának 1929 december 16.-án tartott üléséből.)

QUADRATUREN HÖHERER ORDNUNG.

Von GUSTAV RADOS o. Mitglied.

Unter einer Quadratur k -ter Ordnung ist das folgende Problem zu verstehen. Es sind gegeben die partiellen Differentialquotienten k -ter Ordnung einer unbekannteten Funktion von n Veränderlichen, ferner die Anfangswerte der sämtlichen partiellen Differentialquotienten dieser Funktion von niedrigerer als der k -ten Ordnung; zu bestimmen ist aus diesen Daten die unbekanntete Funktion.

Durch ein rekursives Verfahren wird die Bestimmung dieser Funktion auf die Lösung von

$$\binom{n+k-2}{k-1} + \binom{n+k-3}{k-2} + \cdots + \binom{n}{1} + \binom{n-1}{0} = \binom{n+k-1}{k-1}$$

Quadraturen erster Ordnung zurückgeführt. Zur Bestimmung der $\binom{n+k-2}{k-1}$ partiellen Differentialquotienten $(k-1)$ -ter Ordnung der unbekannteten Funktion ergeben sich $\binom{n+k-2}{k-1}$ Quadraturen erster Ordnung. Als höchst bemerkenswerter Umstand möge hervorgehoben werden, dass die

$$\binom{n}{2} \binom{n+k-2}{k-1}$$

Integralitätsbedingungen dieser Quadraturen erster Ordnung schon an sich nicht nur notwendig, sondern auch hinreichend für die Lösbarkeit der Quadratur k -ter Ordnung sind. Sind diese Bedingungen erfüllt, so kann die Lösung der Quadratur k -ter Ordnung durch die Berechnung eines einzigen k -fachen Linienintegrals bestimmt werden.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 16. Dezember 1929.)

A KÉTATOMÚ GÁZOK ROTÁCIÓS ENERGIÁJÁNAK INGADOZÁSÁRÓL.

SZÉLL KÁLMÁN-tól.

Az ideális gázok quantumelméletére vonatkozó vizsgálatok azt mutatják, hogy az ideális gázok klasszikus egyenletei csak igen magas hőmérsékletnél érvényesek, alacsonyabb hőmérsékletnél a klasszikus elmélettől eltérő magatartásúak, bizonyos «elfajulási» jelenségeket mutatnak. Kétatomú gázoknál az elfajulási jelenségeket A. EUCKEN-nek,¹ K. SCHEEL és W. HEUSE-nak² a légnemű hidrogén fajhőjére vonatkozó kísérletei bizonyítják.

Az elfajulási jelenségek milyensége a gázokra tett feltevéseinkkel van meghatározva. A következőkben feltesszük, hogy a kétatomú gázmolekulákban *keringő elektronok energiája a molekulák atommagjainak forgása közelétekben számottevően nem változik meg és hogy az elektronok eredő impulzus-nyomatéka igen kicsiny az atommagok eredő impulzus nyomatékához képest. Ebben az esetben a kétatomú gázmolekula forgása tiszta forgásnak, egy szabadsági fokú forgásnak vehető s e mozgás elfajult mozgás.* A kétatomú gázmolekulák elosztódási számokban szereplő, a különböző cellákhoz tartozó statisztikai súlyok meghatározása végett a gázmolekula mozgását valamely erőter alkalmazásával elfajulás nélkülivé kell tennünk és meg kell számolnunk, hogy az elfajulás nélküli rendszer (*egy kétatomú gázmolekula*) hány állapota megy át az elfajult rendszer egy n szám által jellemzett állapotába, zéró erősségű erőterben. F szám adja

¹ A. EUCKEN: Berl. Ber. 141, 1912.

² K. SCHEEL és W. HEUSE: Ann. d. Phys. 40, 484, 1913.

meg az n -hez tartozó statisztikai súlyt, értéke: $2n+1$; vagy ha csak pozitív forgást veszünk tekintetbe: $n+1$.

Az így megállapított elosztódási számokkal nyert rotációs fajhő értéke hidrogénnél nem egyezik meg EUCKEN, SCHEEL és HEUSE méréseivel. Ezért F. REICHE¹ módosította ezen elosztódási számokat; az $n=0$ -hoz tartozó quantumállapotot kizárta a lehetséges állapotok közül. A REICHE-féle módosított elosztódási számok:

$$w_n = A(2n+1)e^{-\frac{n^2h^2}{8\pi^2IkT}}; \quad (1)$$

és

$$w_n = A(n+1)e^{-\frac{n^2h^2}{8\pi^2IkT}}. \quad (1a)$$

Az (1), (1a)-val számított rotációs fajhő értéke hidrogénnél a mért értékekkel nagyrészt megegyezik, ha a tehetetlenségi nyomaték: I megfelelően van megválasztva.

Az (1) és (1a) egyenletekkel REICHE egy-egy molekulára nézve $\frac{h^2}{8\pi^2I}$ értékű zéróponthoz tartozó rotációs energiát vesz fel, aminek létezését a szalagos színek zéróvonalainak hiánya is megerősíti.

A következő sorokban a merev molekulájú kétatomú gázok rotációs energiájának ingadozását számítom a REICHE által adott (1) és (1a) alatti egyenletek és a statisztikai mechanika segítségével. Az I. részben a következtetésekhez szükséges EULER-féle összegezési egyenletet ismertetem. A II. részben a kis mértékben elfajult kétatomú gáz rotációs energiájának ingadozását, a III. részben az igen nagy mértékben elfajult kétatomú gáz rotációs energiájának ingadozását számítom. A IV. részben a kétatomú gáz rotációs energiája ingadozásának igen magas hőmérséklet melletti kiszámításáról lesz szó.

Az egyatomú gázoknál, illetőleg a translációs mozgásnál a kicsiny mértékben és rendkívül nagy mértékben elfajult gáz energiaingadozását R. FÜRTH² számította.

¹ F. REICHE: Ann. d. Phys. 58, 674, 678, 1919.

² FÜRTH: Zeitschr. f. Phys. 48, 323, 1923.

I. Az Euler-féle összegezési egyenlet.¹

Kiszámítandó

$$f(1) + f(2) + \dots + f(n) = \sum_{\nu=1}^n f(\nu),$$

ahol $f(x)$ egy $x > 0$ mellett értelmezett, bárhányszor differenciálható függvényt jelent. Az

$$f(\nu) - f(\nu-1) = \int_{\nu-1}^{\nu} f'(x) dx \quad (\nu=1, 2, \dots, n)$$

egyenletek összeadásával

$$nf(n) - \sum_{\nu=1}^n f(\nu) = \sum_{\nu=1}^n \int_{\nu-1}^{\nu} f'(x) dx. \quad (2)$$

Azonban

$$\sum_{\nu=1}^n \int_{\nu-1}^{\nu} f'(x) dx = \sum_{k=1}^{n-1} \int_k^{k+1} f'(x) dx,$$

írhatjuk továbbá

$$\sum_{k=1}^{n-1} \int_k^{k+1} f'(x) dx = \int_1^n [x] f'(x) dx, \quad (3)$$

ahol az 1-től 2-ig való integrálásnál $[x]$ helyett 1, a 2-től 3-ig való integrálásnál $[x]$ helyett 2, ... az $(n-1)$ -től n -ig tartó integrálásnál $[x]$ helyett $n-1$ teendő.

Legyen

$$\vartheta(x) = [x] - x + \frac{1}{2}. \quad (4)$$

$[x]$ értelmezését tekintetbe véve az 1-től n -ig való integrálásnál

$$|\vartheta(x)| \leq \frac{1}{2}. \quad (4a)$$

A (2), (3), (4) egyenletekből

$$\sum_{\nu=1}^n f(\nu) = nf(n) - \int_1^n [\vartheta(x) + x - \frac{1}{2}] f'(x) dx. \quad (5)$$

$$\int_1^n x f'(x) dx = [x f(x)]_1^n - \int_1^n f(x) dx,$$

$$\frac{1}{2} \int_1^n f'(x) dx = \frac{1}{2} (f(n) - f(1)),$$

¹ L. pl. RIEMANN—WEBER: Differentialgleichungen der Physik I. 30. 1925.

következőleg az (5) alatti egyenlet:

$$\sum_{v=1}^n f(v) = \int_1^n f(x) dx + \frac{f(n) + f(1)}{2} + R_n, \quad (6)$$

ahol

$$R_n = - \int_1^n \vartheta(x) f'(x) dx.$$

A (4a) egyenletet tekintetbe véve

$$|R_n| < \frac{1}{2} \int_1^n |f'(x)| dx. \quad (7)$$

A (6) alatti egyenlet az EULER-féle összegezési tételnek legegyszerűbb alakja.

II. A kismértékben elfajult, kétatomú gáz rotációs energiája ingadozásának kiszámítása.

1. §. Az állapot-valószínűséget az $S = k \ln W$ BOLTZMANN—PLANCK-féle egyenletből fogjuk meghatározni, ahol S az entrópiát, k univerzális állandót, W a tekintetbe vett állapot-valószínűséget jelenti.

Vegyünk tekintetbe egy egyenletes hőmérsékletű, merev molekulájú, kétatomú gázt tartalmazó edényt teljesen visszaverő, ugyanazon hőmérsékletű (T) s hőtanilag izoláló oldalfalakkal. Vegyük tekintetbe a $V = V_1 + V_2$ térfogatú edénynek egy V_2 térfogathoz képest igen kicsiny V_1 térfogatrészét ($V_1 \ll V_2$). Jelöljük a molekulák számát egyenletes elosztódás esetében a V_1 és V_2 térfogatrészben N_1 és N_2 -vel és tegyük fel, hogy a tekintetbe vett V_1 térfogatrész molekuláinak száma állandó. Változzék és pedig növekedjék a V_1 térfogatrész rotációs energiája E_i -vel, akkor a térfogatrészek rotációs energiája:

$$E_1 = \bar{E}_1 + E_i \quad \text{és} \quad E_2 = \bar{E}_2 - E_i,$$

ahol az \bar{E}_1, \bar{E}_2 a térfogatrészek rotációs energiáját jelentik a rotációs energia egyenletes elosztódása mellett. Az edényben levő, jelzett állapotú gáz rotációs entrópiája egyenlő a térfogatrészek rotációs entrópiáinak az összegével,¹ azaz

¹ Hasonló sorbafejtéssel következtettem a következő dolgozataimban: «A gáz energiaingadozása, analogia sugárzási ing. stb.» Math. és Phys.

$$S = S_1 + S_2 = \bar{S}_1 + \left(\frac{\partial \bar{S}_1}{\partial \bar{E}_1}\right)_{V_1} E_i + \left(\frac{\partial^2 \bar{S}_1}{\partial \bar{E}_1^2}\right)_{V_1} \frac{E_i^2}{2} + \bar{S}_2 - \left(\frac{\partial \bar{S}_2}{\partial \bar{E}_2}\right)_{V_2} E_i + \left(\frac{\partial^2 \bar{S}_2}{\partial \bar{E}_2^2}\right)_{V_2} \frac{E_i^2}{2}, \quad (8)$$

az E_i -ben másodfokúnál magasabbfokú tagok elhanyagolásával. \bar{S}_1 , illetőleg \bar{S}_2 jelenti a V_1 , illetőleg V_2 térfogatok rotációs entrópiáját egyenletes rotációs energiaelosztódás esetében; a zárójel melletti index azt jelenti, hogy az N_1 , illetőleg N_2 molekula térfogatát állandónak vesszük.

$$dS_1 = \frac{dE_1 + p dV_1}{T}; \left\{ \left(\frac{\partial \bar{S}_1}{\partial \bar{E}_1}\right)_{V_1} - \left(\frac{\partial \bar{S}_2}{\partial \bar{E}_2}\right)_{V_2} \right\} E_i = 0, \quad (9)$$

mivel

$$\begin{aligned} \left(\frac{\partial \bar{S}_1}{\partial \bar{E}_1}\right)_{V_1} &= \left(\frac{\partial \bar{S}_2}{\partial \bar{E}_2}\right)_{V_2} = \frac{1}{T}, \\ \left(\frac{\partial^2 \bar{S}_1}{\partial \bar{E}_1^2}\right)_{V_1} &= -\frac{1}{T^2} \frac{\partial T}{\partial \bar{E}_1}, \end{aligned} \quad (10)$$

$\left(\frac{\partial^2 \bar{S}_2}{\partial \bar{E}_2^2}\right)_{V_2} \frac{E_i^2}{2}$ értéket elhanyagolhatjuk, mivel V_2 igen nagy V_1 -hez képest.

A (8), (9), (10) alapján az állapot-valószínűség:

$$W = \text{állandó} e^{-\frac{1}{2kT^2} \frac{\partial T}{\partial \bar{E}_1} E_i^2}.$$

Ennélfogva annak a valószínűsége, hogy a V_1 térfogatrész rotációs energiaingadozása E_i és $E_i + dE_i$ között van, a következő egyenlettel van adva:

$$\begin{aligned} W dE_i &= \frac{e^{-\frac{1}{2kT^2} \frac{\partial T}{\partial \bar{E}_1} E_i^2} dE_i}{\int_{-\infty}^{+\infty} e^{-\frac{1}{2kT^2} \frac{\partial T}{\partial \bar{E}_1} E_i^2} dE_i} = \\ &= \sqrt{\frac{1}{\pi} \frac{\partial T}{2kT^2 \frac{\partial \bar{E}_1}} e^{-\frac{1}{2kT^2} \frac{\partial T}{\partial \bar{E}_1} dE_i}}. \end{aligned}$$

Lapok 159, 1915. «Über die Energieschwankung im Gase», Verh. der Deutsch. Phys. Ges. 17, 122, 1915.

Ebből a rotációs energia-ingadozás négyzetének középértéke :

$$\overline{E_i^2} = \int_{-\infty}^{+\infty} E_i^2 W dE_i = kT^2 \frac{\partial \overline{E}_1}{\partial T}. \quad (11)$$

2. §. Az n . cellához tartozó rotációs energia :

$$\varepsilon_n = \frac{n^2 h^2}{8\pi^2 I}. \quad (12)$$

Legyen

$$\sigma = \frac{h^2}{8\pi^2 I k T}. \quad (13)$$

Kicsiny elfajulás esetében σ kicsiny; a kétatomú gázok oly kicsiny elfajulását vesszük tekintetbe, amelynél $\sigma \ll 1$, $\sqrt{\sigma}$ pedig már számottevő.

Egy molekula rotációs energiájának középértéke az (1) alatti egyenletből :

$$\bar{\varepsilon} = \frac{\sum_{n=1}^{\infty} (2\sigma k T n^3 + \sigma k T n^2) e^{-\sigma n^2}}{\sum_{n=1}^{\infty} (2n+1) e^{-\sigma n^2}}. \quad (14)$$

A (6) alatti EULER-féle összegezési egyenlet szerint (14) szám-lálója :

$$\begin{aligned} \sum_{n=1}^{\infty} (2\sigma k T n^3 + \sigma k T n^2) e^{-\sigma n^2} &= k T \int_0^{\infty} (2\sigma n^3 + \sigma n^2) e^{-\sigma n^2} dn - \\ &- k T \int_0^1 (2\sigma n^3 + \sigma n^2) e^{-\sigma n^2} dn + \frac{3\sigma k T}{2} e^{-\sigma} + \\ &+ k T \int_1^{\infty} \vartheta(n) (4\sigma^2 n^4 + 2\sigma^2 n^3 - 6\sigma n^2 - 2\sigma n) e^{-\sigma n^2} dn. \end{aligned} \quad (15)$$

A $\vartheta(n)$ -et tartalmazó integrál meghatározása végett alkalmazzuk a következő középértéktételt: Legyen az integrándus két integrálható függvényének, az $f(x)$ és $g(x)$ -nek szorzata. $g(x)$ az ab intervallumban ne változtassa előjelét, $f(x)$ felső határa az ab -ben legyen M , alsó határa m . Akkor

$$\int_a^b f(x) g(x) dx = \mu \int_a^b g(x) dx, \quad (16)$$

ahol μ az m és M közé esik.

E tétel alkalmazása végett a $\vartheta(n)$ -et tartalmazó integrált olyan részekre kell bontanunk, amelyekben a $\vartheta(n)$ szorzója nem változtatja előjelét. E célból a

$$4\sigma^2 n^4 + 2\sigma^2 n^3 - 6\sigma n^2 - 2\sigma n = 0,$$

azaz az

$$n^3 + \frac{n^2}{2} - \frac{3n}{2\sigma} - \frac{1}{2\sigma} = 0 \quad (17)$$

egyenlet pozitív reális gyökeit kell meghatározni. A harmadfokú egyenlet megoldási szabályai szerint (17)-nek mindenik gyöke reális. Továbbá egy teljes egyenletnek (ahol mindenik együttható zérótól különböző), melynek mindenik gyöke reális, annyi pozitív gyöke van, amennyi a jelváltozások száma.¹ A (17)-ben egy jelváltozás van, a második és harmadik tag között, tehát a (17)-nek egy pozitív reális gyöke van; legyen e pozitív reális gyök: a . a két oldalán a $\vartheta(n)$ szorzója ellenkező előjelű. Példának okáért $\sigma = 0.0001$ mellett a közelítő értéke:² 122.

A (16) alatti tétel alkalmazásával

$$\begin{aligned} & \int_1^{\infty} \vartheta(n) (4\sigma^2 n^4 + 2\sigma^2 n^3 - 6\sigma n^2 - 2\sigma n) e^{-\sigma n} dn = \\ & = \vartheta_1 \int_1^a (4\sigma^2 n^4 + 2\sigma^2 n^3 - 6\sigma n^2 - 2\sigma n) e^{-\sigma n} dn + \\ & + \vartheta_2 \int_a^{\infty} (4\sigma^2 n^4 + 2\sigma^2 n^3 - 6\sigma n^2 - 2\sigma n) e^{-\sigma n} dn, \end{aligned} \quad (18)$$

ahol ϑ_1, ϑ_2 $\frac{1}{2}$ -nél kisebb számok (l. (4a)) $-\frac{1}{2}$ és $+\frac{1}{2}$ között.

¹ L. pl. L. BIEBERBACH und G. BAUER: Vorlesungen über Algebra, 147. l. 1928.

² A (17) alatti egyenlet $n = x - \frac{1}{6}$ helyettesítéssel a következő alakra hozható: $x^3 + ax + b = 0$. (17)-nél $\left(\frac{b}{2}\right)^2 + \left(\frac{a}{3}\right)^3 < 0$, ezért mind a három gyök reális.

$$n_1 = 2\sqrt{\frac{-a}{3}} \cos \frac{\vartheta}{3} - \frac{1}{6}, \quad n_2 = 2\sqrt{\frac{-a}{3}} \cos \left(\frac{\vartheta}{3} + 120^\circ\right) - \frac{1}{6},$$

$$n_3 = 2\sqrt{\frac{-a}{3}} \cos \left(\frac{\vartheta}{3} + 240^\circ\right) - \frac{1}{6},$$

ahol

$$\cos \vartheta = \frac{-b}{2} : \left(\sqrt{\frac{-a}{3}}\right)^3.$$

Az integrálásokat a következőképpen végezhetjük:

$\sigma n^2 = x$ helyettesítéssel és $\int x e^{-x} dx = -e^{-x}(x+1) + C$ tekintetbevételével

$$\int_1^{\sigma} 2\sigma^2 n^3 e^{-\sigma n^2} dn = \int_0^{\sigma\sigma^2} x e^{-x} dx = -\{e^{-\sigma\sigma^2}(\sigma\sigma^2+1) - e^{-\sigma}(\sigma+1)\}, \quad (19)$$

parciális integrálással:

$$-\int_1^{\sigma} 6\sigma n^2 e^{-\sigma n^2} dn = [-2\sigma n^3 e^{-\sigma n^2}]_1^{\sigma} - 4\sigma^2 \int_1^{\sigma} n^4 e^{-\sigma n^2} dn, \quad (20)$$

$\sigma n^2 = x$ helyettesítéssel

$$-\int_1^{\sigma} 2\sigma n e^{-\sigma n^2} dn = e^{-\sigma\sigma^2} - e^{-\sigma}. \quad (21)$$

Vizsgálatainkban σ oly kicsiny értékeire szorítkozunk, amelyeknél a σ első hatványát tartalmazó tagok, ha csak a σ szorzói nem nagy számok, elhanyagolhatók. Ily elhanyagolásokkal (19), (20), (21)-et helyettesítve (18)-ban, (18)-nak a ϑ_1 -et tartalmazó része:

$$\begin{aligned} \vartheta_1 \int_1^{\sigma} (4\sigma^2 n^4 + 2\sigma^2 n^3 - 6\sigma n^2 - 2\sigma n) e^{-\sigma n^2} dn &= \\ &= \vartheta_1 (-2\sigma\alpha^3 e^{-\sigma\alpha^2} - e^{-\sigma\alpha^2} \sigma\alpha^2), \end{aligned} \quad (22)$$

α -nak $\sqrt{\frac{1}{\sigma}}$ rendű értéke van (l. 195. oldal).

(18) ϑ_2 -t tartalmazó része (22) segítségével ¹

$$\begin{aligned} \vartheta_2 \int_0^{\sigma} (4\sigma^2 n^4 + 2\sigma^2 n^3 - 6\sigma n^2 - 2\sigma n) e^{-\sigma n^2} dn &= \\ = \vartheta_2 \left\{ \int_0^{\sigma} (4\sigma^2 n^4 + 2\sigma^2 n^3 - 6\sigma n^2 - 2\sigma n) e^{-\sigma n^2} dn - \right. \\ - \int_1^{\sigma} (4\sigma^2 n^4 + 2\sigma^2 n^3 - 6\sigma n^2 - 2\sigma n) e^{-\sigma n^2} dn - \\ - \left. \int_0^1 (4\sigma^2 n^4 + 2\sigma^2 n^3 - 6\sigma n^2 - 2\sigma n) e^{-\sigma n^2} dn \right\} &= \\ = -\vartheta_2 (-2\sigma\alpha^3 e^{-\sigma\alpha^2} - e^{-\sigma\alpha^2} \sigma\alpha^2), \end{aligned} \quad (23)$$

¹ A $0 - \infty$ közötti integrálok kiszámítására használható integrálformulák a következők:

$$\int_0^{\infty} x^{2k+1} e^{-tx^2} dx = \frac{k!}{2t^{k+1}}, \quad \int_0^{\infty} x^{2k} e^{-tx^2} dx = \frac{1}{t^k \sqrt{t}} \frac{(2k)! \sqrt{\pi}}{2^{2k+1} k!}, \quad k=0, 1, 2, 3, \dots$$

a 0 — 1 közötti integrálásnál az exponenciális függvény sorbafejtésének első tagját véve tekintetbe, a 0 — 1 közötti integrál σ kicsisége miatt elhagyható. Helyettesítve (15)-ben (18), illetőleg (22), (23) értékeit s a még kijelölt integrálásokat elvégezve:

$$\begin{aligned} & \sum_{n=1}^{\infty} (2\sigma k T n^3 + \sigma k T n^2) e^{-\sigma n^2} = \\ & = kT \left\{ \frac{1}{\sigma} + \frac{1}{4} \sqrt{\frac{\pi}{\sigma}} + (\vartheta_1 - \vartheta_2) (-2\sigma\alpha^3 e^{-\sigma\alpha^2} - e^{-\sigma\alpha^2} \sigma\alpha^2) \right\}. \end{aligned} \quad (24)$$

A (14) alatti egyenlet nevezőjét az EULER-féle összegezési egyenlet szerint hasonló eljárással számíthatjuk ki:

$$\begin{aligned} \sum_{n=1}^{\infty} (2n+1) e^{-\sigma n^2} &= \int_0^{\infty} (2n+1) e^{-\sigma n^2} dn - \int_0^1 (2n+1) e^{-\sigma n^2} dn + \\ &+ \frac{3}{2} e^{-\sigma} + \int_1^{\infty} \vartheta(n) (4\sigma n^2 + 2\sigma n - 2) e^{-\sigma n^2} dn. \end{aligned} \quad (25)$$

A $4\sigma n^2 + 2\sigma n - 2 = 0$ egyenletnek egy pozitív reális gyöke van; $a_1 = \frac{-1 + \sqrt{1 + \frac{8}{\sigma}}}{4}$ (például $\sigma = 0.0001$ mellett a_1 közelítő értéke: 70, 2).

A (16) alatti középérték-tétel alkalmazásával:

$$\begin{aligned} \int_1^{\infty} \vartheta(n) (4\sigma n^2 + 2\sigma n - 2) e^{-\sigma n^2} dn &= \vartheta_3 \int_1^{a_1} (4\sigma n^2 + 2\sigma n - 2) e^{-\sigma n^2} dn + \\ &+ \vartheta_4 \int_{a_1}^{\infty} (4\sigma n^2 + 2\sigma n - 2) e^{-\sigma n^2} dn. \end{aligned} \quad (27)$$

$\sigma n^2 = x$ helyettesítéssel (l. az előbbi integrálásokat):

$$\int_1^{a_1} 2\sigma n e^{-\sigma n^2} dn = -e^{-\sigma a_1^2} + e^{-\sigma}, \quad (28)$$

$$-2 \int_1^{a_1} e^{-\sigma n^2} dn = -2 [ne^{-\sigma n^2}]_1^{a_1} - 4 \int_1^{a_1} \sigma n^2 e^{-\sigma n^2} dn. \quad (29)$$

(28), (29) helyettesítésével (27)-nek ϑ_3 -at tartalmazó része a jelzett elhanyagolásokkal:

$$\vartheta_3 \int_1^{a_1} (4\sigma n^2 + 2\sigma n - 2) e^{-\sigma n^2} dn = \vartheta_3 (-e^{-\sigma a_1^2} + 3e^{-\sigma} - 2a_1 e^{-\sigma a_1^2}). \quad (30)$$

(27)-nek ϑ_4 -et tartalmazó része (30) segítségével:

$$\begin{aligned} \vartheta_4 \int_{\alpha_1}^{\infty} (4\sigma n^2 + 2\sigma n - 2) e^{-\sigma n} dn &= \vartheta_4 \left\{ \int_0^{\infty} (4\sigma n^2 + 2\sigma n - 2) e^{-\sigma n} dn - \right. \\ &- \left. \int_1^{\alpha_1} (4\sigma n^2 + 2\sigma n - 2) e^{-\sigma n} dn - \int_0^1 (4\sigma n^2 + 2\sigma n - 2) e^{-\sigma n} dn \right\} = \\ &= \vartheta_4 \{ 3 + e^{-\sigma \alpha_1^2} - 3e^{-\sigma} + 2\alpha_1 e^{-\sigma \alpha_1} \}. \end{aligned} \quad (31)$$

Helyettesítve (25)-ban (27), illetőleg (30), (31) értékeit:

$$\begin{aligned} \sum_{n=1}^{\infty} (2n+1) e^{-\sigma n} &= \frac{1}{\sigma} + \frac{1}{2} \sqrt{\frac{\pi}{\sigma}} - 2 + \frac{3}{2} e^{-\sigma} + 3\vartheta_4 + \\ &+ (\vartheta_3 - \vartheta_4) (-e^{-\sigma \alpha_1^2} + 3e^{-\sigma} - 2\alpha_1 e^{-\sigma \alpha_1}). \end{aligned} \quad (32)$$

Osszuk el a (24) alatti egyenletet a (32) alattival és töröljük azokat a tagokat, amelyekben σ az első vagy elsónél magasabb hatványon fordul elő. Akkor egy molekula rotációs energiájának középértéke, a (14) alatti egyenlet:

$$\begin{aligned} \bar{\varepsilon} &= kT \left\{ 1 - \frac{\sqrt{\pi\sigma}}{4} - 2(\vartheta_1 - \vartheta_2) \alpha^3 e^{-\sigma \alpha^2 \sigma^2} + \right. \\ &\left. + 2(\vartheta_3 - \vartheta_4) \alpha_1 e^{-\sigma \alpha_1^2 \sigma} \right\}, \end{aligned} \quad (33)$$

ahol α (l. 195. oldal, 2. lábjegyzet) és α_1 ((26) egyenlet) $\sqrt{\frac{1}{\sigma}}$ rendű.

3. §. (33) alapján a (11)-ben szereplő V_1 térfogatrészt rotációs energiája (13) tekintetbevételével:

$$\begin{aligned} \bar{E}_1 &= N_1 kT \left\{ 1 - \frac{h}{4\sqrt{8\pi l kT}} - 2(\vartheta_1 - \vartheta_2) \alpha^3 e^{-\sigma \alpha^2 \sigma^2} + \right. \\ &\left. + 2(\vartheta_3 - \vartheta_4) \alpha_1 e^{-\sigma \alpha_1^2 \sigma} \right\}, \end{aligned} \quad (34)$$

következőleg a rotációs energia-ingadozás négyzetének középértéke (11)-ből:

$$\begin{aligned} \bar{E}_1^2 &= N_1 (kT)^2 \left\{ 1 - \frac{h}{8\sqrt{8\pi l kT}} - 2(\vartheta_1 - \vartheta_2) \alpha^3 e^{-\sigma \alpha^2 \sigma^2} + \right. \\ &+ 2(\vartheta_3 - \vartheta_4) \alpha_1 e^{-\sigma \alpha_1^2 \sigma} - 2T \frac{\partial}{\partial T} ((\vartheta_1 - \vartheta_2) \alpha^3 e^{-\sigma \alpha^2 \sigma^2}) + \\ &\left. + 2T \frac{\partial}{\partial T} ((\vartheta_3 - \vartheta_4) \alpha_1 e^{-\sigma \alpha_1^2 \sigma}) \right\}. \end{aligned} \quad (35)$$

Mivel $\sigma = \frac{h^2}{8\pi^2 I k T} \ll 1$, $\frac{h}{4\sqrt{8\pi I k T}}$ is és a (34) másik két korrekciós tagja is kicsiny, következésképp a rotációs energia relatív ingadozási négyzetének középértéke:

$$\begin{aligned}
 \overline{E_{r_i}^2} &= \frac{\overline{E_i^2}}{\overline{E_1^2}} = \frac{1}{N_1} \left\{ 1 - \frac{h}{8\sqrt{8\pi I k T}} - 2(\vartheta_1 - \vartheta_2) \alpha^3 e^{-\sigma\alpha^2\sigma^2} + \right. \\
 &+ 2(\vartheta_3 - \vartheta_4) \alpha_1 e^{-\sigma\alpha^2\sigma} - 2T \frac{\partial}{\partial T} ((\vartheta_1 - \vartheta_2) \alpha^3 e^{-\sigma\alpha^2\sigma^2}) + \\
 &+ 2T \frac{\partial}{\partial T} ((\vartheta_3 - \vartheta_4) \alpha_1 e^{-\sigma\alpha^2\sigma}) \left. \right\} \left\{ 1 + \frac{h}{2\sqrt{8\pi I k T}} + \right. \\
 &+ 4(\vartheta_1 - \vartheta_2) \alpha^3 e^{-\sigma\alpha^2\sigma^2} - 4(\vartheta_3 - \vartheta_4) \alpha_1 e^{-\sigma\alpha^2\sigma} \left. \right\} = \quad (36) \\
 &= \frac{1}{N_1} \left\{ 1 + \frac{3}{8} \frac{h}{\sqrt{8\pi I k T}} + 2(\vartheta_1 - \vartheta_2) \alpha^3 e^{-\sigma\alpha^2\sigma^2} - \right. \\
 &- 2(\vartheta_3 - \vartheta_4) \alpha_1 e^{-\sigma\alpha^2\sigma} - 2T \frac{\partial}{\partial T} ((\vartheta_1 - \vartheta_2) \alpha^3 e^{-\sigma\alpha^2\sigma^2}) + \\
 &+ 2T \frac{\partial}{\partial T} ((\vartheta_3 - \vartheta_4) \alpha_1 e^{-\sigma\alpha^2\sigma}) \left. \right\}.
 \end{aligned}$$

A (36)-ban a négy utolsó tag számszerinti értékét csak akkor ismerjük, ha $\vartheta_1, \vartheta_2, \vartheta_3, \vartheta_4$ pontos értékét (l. (18), (27) egyenleteket) meg tudnók határozni.

4. §. Igen magas hőmérsékletnél a V_1 térfogatrész N_1 molekulája rotációs energiájának ingadozása (l. IV. részt) független egymástól. Hogy kicsiny elfajulásnál egymástól függetlenül az N_1 molekula rotációs energiájának ingadozása, a következőképpen határozzuk meg: Egy molekula rotációs energiája ingadozási négyzetének középértéke:

$$\overline{(\varepsilon - \bar{\varepsilon})^2} = \overline{\varepsilon^2} - \bar{\varepsilon}^2, \quad (37)$$

ahol ε , illetőleg $\bar{\varepsilon}$ egy molekula rotációs energiája, illetőleg közép rotációs energiája. ε^2 értéke (1), (12), (13) tekintetbevételével

$$\begin{aligned} \bar{\varepsilon}^2 &= \frac{\sum_{n=1}^{\infty} \left(\frac{2n^5 h^4}{(8\pi^2 T)^2} + \frac{n^4 h^4}{(8\pi^2 T)^2} \right) e^{-\sigma n^2}}{\sum_{n=1}^{\infty} (2n+1)^{-\sigma n^2}} = \\ &= \frac{\sum_{n=1}^{\infty} (2\sigma^2 (kT)^2 n^5 + \sigma^2 (kT)^2 n^4) e^{-\sigma n^2}}{\sum_{n=1}^{\infty} (2n+1) e^{-\sigma n^2}}. \end{aligned} \quad (38)$$

A (6) alatti EULER-féle összegezési egyenlet szerint (38) számlálója a jelzett elhanyagolásokkal:

$$\begin{aligned} &\sum_{n=1}^{\infty} (2\sigma^2 (kT)^2 n^5 + \sigma^2 (kT)^2 n^4) e^{-\sigma n^2} = \\ &= (kT)^2 \int_0^{\infty} (2\sigma^2 n^5 + \sigma^2 n^4) e^{-\sigma n^2} dn - (kT)^2 \int_0^{\infty} (2\sigma^2 \sigma^5 + \sigma^2 n^4) e^{-\sigma n^2} dn + \\ &+ (kT)^2 \int_1^{\infty} \vartheta(n) (4\sigma^3 n^6 + 2\sigma^3 n^5 - 10\sigma^2 n^4 - 4\sigma^2 n^3) e^{-\sigma n^2} dn. \end{aligned} \quad (39)$$

A $4\sigma^3 n^6 + 2\sigma^3 n^5 - 10\sigma^2 n^4 - 4\sigma^2 n^3 = 0$, azaz az

$$n^3 + \frac{n^2}{2} - \frac{5n}{2\sigma} - \frac{1}{\sigma} = 0 \quad (40)$$

egyenletnek egy pozitív reális gyöke van (l. a (17) egyenlethez fűzött következtetéseket). Legyen ez a gyök: α_2 . A (16) alatti középérték tétel alkalmazásával (39)-ből

$$\begin{aligned} &\int_1^{\infty} \vartheta(n) (4\sigma^3 n^6 + 2\sigma^3 n^5 - 10\sigma^2 n^4 - 4\sigma^2 n^3) e^{-\sigma n^2} dn = \\ &= \vartheta_5 \int_1^{\alpha_2} (4\sigma^3 n^6 + 2\sigma^3 n^5 - 10\sigma^2 n^4 - 4\sigma^2 n^3) e^{-\sigma n^2} dn + \\ &+ \vartheta_6 \int_{\alpha_2}^{\infty} (4\sigma^3 n^6 + 2\sigma^3 n^5 - 10\sigma^2 n^4 - 4\sigma^2 n^3) e^{-\sigma n^2} dn. \end{aligned} \quad (41)$$

A jobboldali integrálokat a következőképpen számítjuk (l. 2. §): $\sigma n^2 = x$ helyettesítéssel és az $\int x^2 e^{-x} dx = -e^{-x}(x^2 + 2x + 2) + C$ tekintetbevételével

$$\begin{aligned} &\int_1^{\alpha_2} 2\sigma^3 n^5 e^{-\sigma n^2} dn = \int_{\sigma}^{\sigma \alpha_2^2} x^2 e^{-x} dx = \\ &= -\{e^{-\sigma \alpha_2^2} (\sigma^2 \alpha_2^4 + 2\sigma \alpha_2^2 + 2) - e^{-\sigma} (\sigma^2 + 2\sigma + 2)\}, \end{aligned} \quad (42)$$



parciális integrálással:

$$-\int_1^{\alpha_1} 10\sigma^2 n^4 e^{-\sigma n^2} dn = [-2\sigma^2 n^5 e^{-\sigma n^2}]_1^{\alpha_1} - 4\sigma^3 \int_1^{\alpha_1} n^6 e^{-\sigma n^2} dn, \quad (43)$$

(19) tekintetbevételével

$$-\int_1^{\alpha_1} 4\sigma^2 n^3 e^{-\sigma n^2} dn = 2 \{e^{-\sigma \alpha_1^2} (\sigma \alpha_1^2 + 1) - e^{-\sigma} (\sigma + 1)\}. \quad (44)$$

(42), (43), (44) alapján (41)-nek ϑ_5 -t tartalmazó része a jelzett elhanyagolásokkal:

$$\begin{aligned} \vartheta_5 \int_1^{\alpha_2} (4\sigma^3 n^6 + 2\sigma^3 n^5 - 10\sigma^2 n^4 - 4\sigma^2 n^3) e^{-\sigma n^2} dn = \\ = \vartheta_5 (e^{-\sigma \alpha_2^2} \sigma^2 \alpha_2^4 - 2\sigma^2 \alpha_2^5 e^{-\sigma \alpha_2^2}). \end{aligned} \quad (45)$$

(41)-nek ϑ_6 -ot tartalmazó része (45) segítségével:

$$\begin{aligned} \vartheta_6 \int_0^{\infty} (4\sigma^3 n^6 + 2\sigma^3 n^4 - 10\sigma^2 n^4 - 4\sigma^2 n^3) e^{-\sigma n^2} dn = \\ = \vartheta_6 \left\{ \int_0^{\infty} (4\sigma^3 n^6 + 2\sigma^3 n^5 - 10\sigma^2 n^4 - 4\sigma^2 n^3) e^{-\sigma n^2} dn - \right. \\ - \int_1^{\alpha_1} (4\sigma^3 n^6 + 2\sigma^3 n^5 - 10\sigma^2 n^4 - 4\sigma^2 n^3) e^{-\sigma n^2} dn - \\ - \left. \int_0^1 (4\sigma^3 n^6 + 2\sigma^3 n^5 - 10\sigma^2 n^4 - 4\sigma^2 n^3) e^{-\sigma n^2} dn \right\} = \\ = -\vartheta_6 (-e^{-\sigma \alpha_2^2} \sigma^2 \alpha_2^4 - 2\sigma^2 \alpha_2^5 e^{-\sigma \alpha_2^2}). \end{aligned} \quad (46)$$

Helyettesítve (39)-ben a (41), illetőleg a (45), (46) alatti értékeket:

$$\begin{aligned} \sum_{n=1}^{\infty} (2\sigma^2 (kT)^2 n^5 + \sigma^2 (kT)^2 n^4) e^{-\sigma n^2} = \\ = (kT)^2 \left\{ \frac{2}{\sigma} + \frac{3}{8} \sqrt{\frac{\pi}{\sigma}} + (\vartheta_5 - \vartheta_6) (-e^{-\sigma \alpha_2^2} \sigma^2 \alpha_2^4 - 2\sigma^2 \alpha_2^5 e^{-\sigma \alpha_2^2}) \right\}. \end{aligned} \quad (47)$$

Osszuk el a (47)-et a (32) alatti egyenlettel, akkor a (38) alatti egyenlet:

$$\begin{aligned} \bar{\varepsilon}^2 = (kT)^2 \left(2 - \frac{5}{8} \sqrt{\pi \sigma} - 2(\vartheta_5 - \vartheta_6) \alpha_2^5 e^{-\sigma \alpha_2^2} \sigma^3 + \right. \\ \left. + 4(\vartheta_3 - \vartheta_4) \alpha_1 e^{-\sigma \alpha_1^2} \sigma \right). \end{aligned} \quad (48)$$

Helyettesítve (37)-ben (48)-at és (34)-ből $\bar{\varepsilon}^2$ értékét:

$$\begin{aligned} \overline{(\varepsilon - \bar{\varepsilon})^2} = (kT)^2 \left(1 - \frac{h}{8\sqrt{8\pi I k T}} + 4(\vartheta_1 - \vartheta_2) \alpha^3 e^{-\sigma a^2 \sigma^2} - \right. \\ \left. - 2(\vartheta_5 - \vartheta_6) \alpha_2^5 e^{-\sigma a^2 \sigma^3} \right). \end{aligned} \quad (49)$$

Ha a V_1 térfogatrés N_1 molekulája rotációs energiájának ingadozása független volna egymástól, úgy az N_1 molekulára eső rotációs energiaingadozás négyzetének középértéke ($\overline{E_i^2}$) az egyes molekulákra eső rotációs energiaingadozási középnégyzetek összegével lenne egyenlő,¹ azaz

$$\begin{aligned} \overline{E_i^2} = N_1 (kT)^2 \left\{ 1 - \frac{h}{8\sqrt{8\pi I k T}} + 4(\vartheta_1 - \vartheta_2) \alpha^3 e^{-\sigma a^2 \sigma^2} - \right. \\ \left. - 2(\vartheta_5 - \vartheta_6) \alpha_2^5 e^{-\sigma a^2 \sigma^3} \right\}, \end{aligned} \quad (50)$$

ami különbözik a (35) alatti értéktől.

Tehát az (1) elosztódási függvényből számítva, kicsiny elfajulásnál (első megközelítésben) a kétatomú gázmolekulák rotációs energiái *egymástól függően* változnak.

Hasonló megállapítás tehető az egyatomú gázoknál. Egyatomú gázoknál kicsiny elfajulás esetében (első megközelítésben) a BOSE—EINSTEIN-féle, illetőleg FERMI—DIRAC-féle elosztódási függvényből számítva, FÜRTH vizsgálatai² szerint a gázmolekulák translációs energiáinak változásai egymástól függenek.

5. §. Az (1a) alatti elosztódási függvényből — hol a statisztikai súly: $n+1$ — ugyanazon feltételek mellett számítva, a (24) és (32) alatti egyenletben az első tag nevezőjében 2 szorzó lép fel, az α^3 -t és az α_1 -et tartalmazó tag együtthatója 2 helyett 1, (24) és (32)-ben más α érték, α_3 és α_4 szerepel, a ϑ értékek

¹ Tekintetbe véve a következő tételt: Legyenek x_1, x_2, \dots, x_n egymástól független változó mennyiségek. Összegük négyzetének középértéke, ha $\bar{x}_i = 0$ ($i = 1, 2, \dots, n$), a következő egyenlettel van adva:

$$(\overline{x_1 + x_2 + \dots + x_n})^2 = \overline{x_1^2} + \overline{x_2^2} + \dots + \overline{x_n^2},$$

a betűk feletti vízszintes vonalkával a középértéket jelölve. (L. például E. CZUBER: Wahrscheinlichkeitsrechnung, I. Dritte Auflage, 77. oldal.)

² R. FÜRTH: Zeitschr. f. Phys. 48, 323, 5. §, 1928.

is különböznek. Következésképpen egy molekula rotációs energiájának középértéke:

$$\bar{\epsilon} = kT \left\{ 1 - \frac{h}{2\sqrt{8\pi I k T}} - 2(\vartheta'_1 - \vartheta'_2) \alpha_3^3 e^{-\sigma \alpha_3^2 \sigma^2} + \right. \\ \left. + 2(\vartheta'_3 - \vartheta'_4) \alpha_4 e^{-\sigma \alpha_4^2 \sigma} \right\}. \quad (51)$$

A rotációs energiaingadozás négyzetének középértéke (11)-ből:

$$\overline{E_i^2} = N_1 (kT)^2 \left\{ 1 - \frac{h}{4\sqrt{8\pi I k T}} - 2(\vartheta'_1 - \vartheta'_2) \alpha_3^3 e^{-\sigma \alpha_3^2 \sigma^2} + \right. \\ \left. + 2(\vartheta'_3 - \vartheta'_4) \alpha_4 e^{-\sigma \alpha_4^2 \sigma} - 2T \frac{\partial}{\partial T} \left((\vartheta'_1 - \vartheta'_2) \alpha_3^3 e^{-\sigma \alpha_3^2 \sigma^2} \right) + \right. \\ \left. + 2T \frac{\partial}{\partial T} \left((\vartheta'_3 - \vartheta'_4) \alpha_4 e^{-\sigma \alpha_4^2 \sigma} \right) \right\}, \quad (52)$$

a rotációs energia relatív ingadozási négyzetének középértéke:

$$\overline{E_{ri}^2} = \frac{1}{N_1} \left\{ 1 + \frac{3h}{4\sqrt{8\pi I k T}} + 2(\vartheta'_1 - \vartheta'_2) \alpha_3^3 e^{-\sigma \alpha_3^2 \sigma^2} - \right. \\ \left. - 2(\vartheta'_3 - \vartheta'_4) \alpha_4 e^{-\sigma \alpha_4^2 \sigma} - 2T \frac{\partial}{\partial T} \left((\vartheta'_1 - \vartheta'_2) \alpha_3^3 e^{-\sigma \alpha_3^2 \sigma^2} \right) + \right. \\ \left. + 2T \frac{\partial}{\partial T} \left((\vartheta'_3 - \vartheta'_4) \alpha_4 e^{-\sigma \alpha_4^2 \sigma} \right) \right\}, \quad (53)$$

Egy molekula rotációs energiája ingadozási négyzetének középértékénél a (38) alatti egyenletben a számláló és nevező első tagjában 2 helyett 1 lép fel. Így (48) helyett kapjuk a következő egyenletet:

$$\bar{\epsilon}^2 = (kT)^2 \left\{ 2 - \frac{5h}{4\sqrt{8\pi I k T}} - 2(\vartheta'_5 - \vartheta'_6) \alpha_5^5 e^{-\sigma \alpha_5^2 \sigma^3} + \right. \\ \left. + 4(\vartheta'_3 - \vartheta'_4) \alpha_4 e^{-\sigma \alpha_4^2 \sigma} \right\}, \quad (54)$$

$\bar{\epsilon}^2$ helyettesítésével (51)-ből:

$$\overline{(\epsilon - \bar{\epsilon})^2} = (kT)^2 \left\{ 1 - \frac{h}{4\sqrt{8\pi I k T}} + 4(\vartheta'_1 - \vartheta'_2) \alpha_3^3 e^{-\sigma \alpha_3^2 \sigma^2} - \right. \\ \left. - 2(\vartheta'_5 - \vartheta'_6) \alpha_5^5 e^{-\sigma \alpha_5^2 \sigma^3} \right\}. \quad (55)$$

Természetesen itt is érvényesek a 4. §-ban a (49)-hez fűzött megjegyzések.

A (35), (36), illetőleg az (52), (53) egyenletből négyzetgyökvonással kapjuk a rotációs energiaingadozás és a rotációs energia relativ ingadozásának átlagos értékét.

6. §. A (34), illetőleg (51)-ből közvetlenül felírható a kicsiny mértékben elfajult kétatomú gáz rotációs fajhője, ami kísérleti adatokkal csak akkor lesz összehasonlítható, ha az egyenletekben fellépő ϑ mennyiségek pontosan ismeretesek. 300 (absz. hőmérs.) C°-nál hidrogénnél $\sigma = \frac{h^2}{8\pi^2IkT}$ értéke $h = 6,545 \cdot 10^{-27}$ erg. sec, $k = 1,372 \cdot 10^{-16} \frac{\text{erg}}{\text{fok}}$, $I = 2,14 \cdot 10^{-41}$ értéket helyettesítve¹ $\sigma = 0,595$.

Mivel számításainkban $\sigma \ll 1$, a kicsiny elfajulás 300 C°-nál magasabb hőmérsékletnél lép fel. Az eddigi, a kétatomú gáz fajhőjére vonatkozó kísérleti adatok² 300 C°-nál alacsonyabb hőmérsékletre vonatkoznak.

III. Az igen nagy mértékben elfajult kétatomú gáz rotációs energiájának ingadozása.

Az igen nagy mértékben elfajult kétatomú gáznál úgyszólván minden molekula az első cellában van, itt a BOLTZMANN-féle elvből levezetett (11) alatti egyenletet nem alkalmazhatjuk. Ebben az esetben a kétatomú gáz V_1 térfogatában a rotációs energiaingadozás négyzetének középértéke:

$$h_i^2 = \overline{(E_1 - \bar{E}_1)^2} = \overline{(\sum \varepsilon_i m_i - \sum \varepsilon_i \bar{m}_i)^2},$$

(12) tekintetbevételével:

$$h_i^2 = \left(N_1 \frac{h^2}{8\pi^2 I} - N_1 \frac{h^2}{8\pi^2 I} \right)^2 = 0.$$

Ugyanez az egyenlet érvényes az (1a) elosztódási függvény-nél is.

¹ F. REICHE: Ann. d. Phys. 58, 676, 1919.

² L. a 189. oldal lábjegyzetét, továbbá M. TRAUTZ és K. HEBBEL: Ann. d. Phys. 74, 285, 1924.

IV. A kétatomú gáz rotációs energiájának ingadozása igen magas hőmérsékletnél.

1. §. Igen magas hőmérsékletnél

$$\sigma = \frac{h^2}{8\pi^2 I k T} \quad \text{és} \quad \sqrt{\sigma} = \frac{h}{\sqrt{8\pi^2 I k T}}$$

elenyészően kicsiny. Ebben az esetben a V_1 térfogatrész rotációs energiaingadozási négyzetének, illetőleg relativíngadozási négyzetének középértéke a (35) és (36), illetőleg az (52) és (53) alatti egyenletből:

$$\overline{E_i^2} = N_1 (kT)^2, \quad (57)$$

illetőleg

$$\overline{E_i^0} = \frac{1}{N_1}. \quad (58)$$

2. §. Az (57), (58) alatti egyenleteket a statisztikai mechanika BOLTZMANN—GIBBS-féle egyenlete alapján is számíthatjuk.⁴ Az N_1 molekulát tartalmazó V_1 térfogatrész rotációs állapot hártaozói legyenek: $\vartheta_1, \varphi_1, \vartheta_2, \varphi_2 \dots, p_{\vartheta_1}, p_{\varphi_1}, p_{\vartheta_2}, p_{\varphi_2} \dots$, ahol ϑ_1, φ_1 illetőleg $\vartheta_2, \varphi_2 \dots$ az 1-es, illetőleg 2-es... számú molekula (szimmetria) tengelyének pozitív irányát meghatározó poláris koordináta-szögeket, $p_{\vartheta_1}, p_{\varphi_1}$, illetőleg $p_{\vartheta_2}, p_{\varphi_2} \dots$ a megfelelő impulzus-koordinátákat jelölik. Annak valószínűsége, hogy $\vartheta_1, \varphi_1, \vartheta_2, \varphi_2 \dots, p_{\vartheta_1}, p_{\varphi_1}, p_{\vartheta_2}, p_{\varphi_2} \dots$ koordináták egy tetszőszerinti időpontban $\vartheta_1, \varphi_1, \vartheta_2, \varphi_2 \dots, p_{\vartheta_1}, p_{\varphi_1}, p_{\vartheta_2}, p_{\varphi_2} \dots$ és $\vartheta_1 + d\vartheta_1, \varphi_1 + d\varphi_1, \vartheta_2 + d\vartheta_2, \varphi_2 + d\varphi_2 \dots, p_{\vartheta_1} + dp_{\vartheta_1}, p_{\varphi_1} + dp_{\varphi_1}, p_{\vartheta_2} + dp_{\vartheta_2}, p_{\varphi_2} + dp_{\varphi_2} \dots$ közé esnek, a BOLTZMANN—GIBBS-féle egyenlet alapján a következő:

$$W d\vartheta_1 d\varphi_1 \dots dp_{\vartheta_1} dp_{\varphi_1} \dots = C e^{-\frac{E_1}{kT}} d\vartheta_1 d\varphi_1 \dots dp_{\vartheta_1} dp_{\varphi_1} \dots, \quad (59)$$

ahol C állandó, E_1 a V_1 térfogatrésznek a $\vartheta_1, \varphi_1 \dots, p_{\vartheta_1}, p_{\varphi_1} \dots$ által meghatározott állapotához tartozó rotációs energiát jelenti, egy molekulára vonatkozó értéke:

⁴ A többatomú gáz rotációs energiájának ingadozásáról magas hőmérséklet mellett l. ugyane szerzőnek dolgozatát a Math. és Phys. Lapok 1928. évfolyamában az 56—60. lapokon.

$$\varepsilon = \frac{I}{2} (\dot{\vartheta}^2 + \sin^2 \vartheta \dot{\varphi}^2) = \frac{1}{2I} \left(p_{\vartheta}^2 + \frac{p_{\varphi}^2}{\sin^2 \vartheta} \right), \quad (60)$$

$$P_{\varphi} = \frac{p_{\varphi}}{\sin \vartheta}$$

helyettesítéssel

$$\varepsilon = \frac{1}{2I} (p_{\vartheta}^2 + P_{\varphi}^2). \quad (61)$$

(59)-ből p_{ϑ}^2 -nak középértéke: ¹

$$\bar{p}_{\vartheta}^2 = \frac{\int_{-\infty}^{+\infty} p_{\vartheta}^2 e^{-\frac{p_{\vartheta}^2}{2IkT}} dp_{\vartheta}}{\int_{-\infty}^{+\infty} e^{-\frac{p_{\vartheta}^2}{2IkT}} dp_{\vartheta}} = IkT. \quad (62)$$

Tehát a p_{ϑ} -hoz tartozó átlagos energiaérték:

$$\frac{\bar{p}_{\vartheta}^2}{2I} = \frac{kT}{2}, \quad (63)$$

hasonlóképpen a P_{φ} -hez tartozó átlagos energia:

$$\frac{P_{\varphi}^2}{2I} = \frac{kT}{2}. \quad (64)$$

3. §. Annak a valószínűsége, hogy a p_{ϑ_1} koordináta p_{ϑ_1} és $p_{\vartheta_1} + dp_{\vartheta_1}$ között van, az (59) alatti egyenletből:

$$W dp_{\vartheta_1} = \text{állandó} \cdot e^{-\frac{p_{\vartheta_1}^2}{2IkT}} dp_{\vartheta_1}, \quad (65)$$

Következésképpen $(p_{\vartheta_1}^2 - \bar{p}_{\vartheta_1}^2)^2$ -nak középértéke:

$$\overline{(p_{\vartheta_1}^2 - \bar{p}_{\vartheta_1}^2)^2} = \frac{\int_{-\infty}^{+\infty} (p_{\vartheta_1}^2 - \bar{p}_{\vartheta_1}^2)^2 e^{-\frac{p_{\vartheta_1}^2}{2IkT}} dp_{\vartheta_1}}{\int_{-\infty}^{+\infty} e^{-\frac{p_{\vartheta_1}^2}{2IkT}} dp_{\vartheta_1}} = 2(IkT)^2.$$

¹ A következő integrál formula tekintetbevételével:

$$\int_{-\infty}^{+\infty} x^{2k} e^{-tx^2} dx = \frac{1}{t^k} \sqrt{\frac{\pi}{2k}} \frac{(2k)!}{2^{2k} k!} \quad k=0, 1, 2, 3, \dots$$

Ugyanez az egyenlet alkalmazandó (11) kiszámításánál is.

Tehát a p_{ϑ_1} koordinátához tartozó energiaingadozás közép-négyzete:

$$\overline{\left(\frac{p_{\vartheta_1}^2}{2I} - \frac{\dot{\vartheta}_1^2}{2I}\right)^2} = \frac{(kT)^2}{2}. \quad (66)$$

Ugyanez az érték következik hasonló számítással a P_{φ} koordinátához tartozó energiaingadozás közép-négyzetére. Tehát egy molekulához tartozó rotációs energiaingadozás négyzetének közép-értéke: $(kT)^2$. Mivel a molekulák rotációs energiáinak változásai egymástól függetlenek, az N_1 molekulát tartalmazó V_1 térfogat-rész rotációs energiaingadozási négyzetének középértéke, illetőleg a rotációs relativ energia-ingadozási négyzetének középértéke: ¹

$$\overline{E_i} = \frac{1}{N_1} (kT)^2, \quad (67)$$

illetőleg

$$\overline{E_{ri}^2} = \frac{1}{N_1}, \quad (68)$$

meg egyezően az (57) és (58) alatti egyenletekkel.

Összefoglalás.

A REICHE által bevezetett (1) és (1a) elosztódási függvényekből számítottam a BOLTZMANN-féle elv, illetőleg a statisztikai mechanika tételei alapján a merev molekulájú, kétatomú gázok rotációs energiájának ingadozását *kicsiny elfajulásnál és igen nagy elfajulás esetében*. Az EULER-féle összegezési egyenlettel számított kicsiny elfajulásnál a molekulák rotációs energiáinak változásai egymástól függenek (mint az egyatomú gázoknál kicsiny elfajulásnál a molekulák translációs energiái). Magas hőmérséklet mellett is kiszámítottam egyszerű következtetéssel a rotációs energiaingadozást.

¹ L. a 202. oldal 14. lábjegyzetét!

ÜBER DIE SCHWANKUNG DER ROTATIONSENERGIE DER ZWEIATOMIGEN GASE.

Von KOLOMAN SZÉLL.

Es wird die Schwankung der Rotationsenergie der zweiatomigen Gase auf Grund des BOLZMANNschen Prinzips und der statistischen Mechanik berechnet. Die zweiatomigen Gasmolekeln werden als starre Körper behandelt. Weiter wird angenommen, dass das resultierende Impulsmoment der Elektronenbewegung sehr klein gegen das der Kernrotation ist.

Im ersten Teile (I) wird die EULERSche Summenformel behandelt. Im zweiten (II) und dritten (III) Teile wird die Rotationsenergieschwankung *bei schwacher und sehr starker Entartung* berechnet. Im vierten Teile (IV) wird die Rotationsenergieschwankung bei hoher Temperatur bestimmt.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 18. Nov. 1929.)

NÉHÁNY ŐSZI BOGYÓ VÖRÖS FESTÉKÉNEK CHEMIAI VIZSGÁLATA.

ZECHMEISTER LÁSZLÓ- és CHOLNOKY LÁSZLÓ-tól.

(A pécsi egyetem chemiai intézetében készült dolgozat.)

A legtöbb őszi bogyó pigmentjét két nagy osztály valamelyikébe sorozhatjuk. Egy részük vízben oldható anthocyan, mely glukozid alakjában fordul elő a növényben, a többi pedig vízben oldhatatlan, cukormentes *carotinoid*, igen jellegzetes tulajdonságokkal. Míg nem egy anthocyan szerkezetét pontosan ismerik, sőt szintézisét is végrehajtották,¹ addig a carotinoid bogyófestékek területe még majdnem teljesen járatlan. Igaz, hogy a vonatkozó irodalmi adatok nagy száma első pillanatban az ellenkező benyomást keltheti, azonban a vegyész számára használhatatlan a legtöbb közlemény. Hiába keressük bennök akár a tiszta, kristályos festék elkülönítésére szolgáló módszer leírását, akár az összetétel és a molekulasúly meghatározását. Szórványos kivételektől eltekintve, nem lépik túl az eddigi tanulmányok a *mikrochemia* határait.

Bármily nagybecsű újjmutatás rejlik valamely mikrochemiai megfigyelésben, sohasem fogja az pótolhatni a nagyobb méretű, szabatos elemzésekkel támogatott kísérletező munkát. Ami pedig a carotinoidokat illeti, éppen ezen a téren nagyon aggályos a kristályalak, a szín és a színreakciók megfigyelésére szorítkozni, mert e festékek *in vivo* és *in vitro* csodálatos változatosságot árulnak el és egészen különböző alakú, sőt más színű kristályo-

¹ Az első anthocyan-szintézist 1914-ben hajtották végre. V. ö. WILLSTÄTTER és ZECHMEISTER, Sitzungsber. preuss. Akad. 34. k. 886. l.

kat képezhetnek, a leválás gyorsasága, az oldószer minősége és több-kevesebb tisztátalanság jelenléte szerint.

A mikrochemia jeles képviselője, MOLISCH,¹ is hasonló értelemben állapítja meg tudományszakának határait: «A mikrochemikus rendszerint nem lesz abban a helyzetben, hogy a mikroszkop alatt, a szövetekben megkülönböztethesse egymástól a carotint, xanthophyllt, lycopint és a rokontermészetű sárga- és vörös festékeket, hanem a legtöbb esetben csak azt mondhatja meg, hogy carotinszerű anyag, tehát valamely carotin van jelen. Ha tehát itt a «carotin» szót használjuk, akkor ez, külön megjegyzés hiányában, mindig csoportos fogalmat jelent, hasonló módon, mint ahogy az ember cukorról, vagy fehérjéről beszél».

A fent vázolt tényállás ösztönzött bennünket arra, hogy szélesebb körű vizsgálatokat kezdjünk a carotinoid-csoportba tartozó *bogyófestékekről*. Mindenekelőtt a hazai flóra alkalmas termékeit gyűjtjük össze, 10-től 100 kg-ig terjedő mennyiségben. Célunk, minden esetben legalább is grammszámra különíteni el a tiszta, kristályos festéket, vagy festékeket, hogy azokat a szerves chemia modern módszereivel alapos vizsgálat alá vehessük. Növény-physiológiai szempontból is fontosnak látszik annak a megállapítása, hogy az egyes pigment-fajták mily mértékben terjedtek el a természetben és hogy előfordulásuk csak egyes növényekre, esetleg növénycsaládokra szorítkozik-e? Nem láthatjuk még előre, hogy ez a készülő «festékletár» néhány vegyület folytonos ismétléséből fog-e állani, — úgy, ahogy minden zöld levél ugyanazt a négy festéket tartalmazza, — vagy, hogy a bogyók színének árnyalati változatossága chemiai gazdagsággal jár-e együtt.

A vizsgálatok körének kiszabásában egy közel 100 év óta ismert, egyszerű *színreakció* volt segítségünkre. 1835-ben figyelte meg MARQUART,² hogy bizonyos sárga szírmok tömény kénsav hatása alatt megkékülnek. Ma tudjuk, kivált KUHN és WINTERSTEIN³ vizsgálataiból, hogy e viselkedés a sok konjugált kettőskötést tartalmazó, úgynevezett polyen-festékeket jellemzi. Tapasztala-

¹ Mikrochemie der Pflanze, 1923. 255. l.

² Die Farben der Blüten, 1835, 67. l.

³ Helv. chim. Acta, 1928, 11. k. 87. l.

taink szerint, igen alkalmas e próba anthocyan és carotinoid megkülönböztetésére, gyümölcsök és bogyók vizsgálatánál. Néhány bogyót kinyomunk és a héjakat aether jelenlétében quarzhomokkal dörzsöljük néhány percig. Ha most a kémcsőbe öntött tiszta oldat alá óvatosan néhány csepp konc. kénsavat rétege-zünk, sötétkék, zöldeskék, vagy indigókék szín fellépése arra figyelmeztet, hogy a festék carotinoid természetű és hogy a bogyó kísérleteink körébe tartozik.

Lehetséges persze az is, hogy egyidejűleg mindkét festék-típus jelen van; így például a viburnum opulus bogyóiban, némi polyen mellett, sok anthocyant találtunk. Az ilyen bonyolultabb összetételű kísérleti objektumok vizsgálata azonban nem látszik még időszerűnek.

Az alábbiak folyamán nagy vonásokban vázoljuk eddigi eredményeinket, számos kísérleti adat részletes ismertetését későbbi közlések számára tartva fenn.

1. *Lycium halimifolium*.

Az «ördögcerna» vagy «semfüsemfa» néven ismert növény szép sárgáspiros, vagy élénken korállvörös bogyókat terem, amelyek hosszúkas alakúak és két centiméterre is megnőnek. A festék keletkezése párhuzamosan halad a bogyó növekvésével. Míg a paprika csak az éréskor vörösödik meg, minden további térfogatváltozás nélkül, addig már a fejletlen lycium-bogyó vörösödni kezd s a szín erősségét csak mérsékelten fokozva, növekszik tovább. A pigment túlnyomó része a héjban van.

A rendelkezésünkre álló bogyókból, különböző eljárások szerint, összesen 80 kg-ot dolgoztunk fel, ami körülbelül 100,000 szemnek felel meg. Az alábbi módszer eredménye 17 g kristályos, tiszta festék volt, 60 kg kiindulási anyagból:

5 kg frissen szedett bogyót kézzel szétnyomunk és 10 per-
cen át sok langyos vízben áztatunk ki. A ragadós nedv ilyenkor kioldódik és a magvak egy része a fenékre sülyed. A nagy szűrőkanalakkal kihalászott nedves héjakat darálógépen célszerű áthajtani, mely egyrészt a paradicsom-mártáshoz hasonló híg kását bocsát ki magából, másfelől pedig kismennyiségű héjjal

elegyedett magvakat. Csak az előbb említett terméket érdemes feldolgozni.

A vörös szuszpenziót 10 literes választótölcsérben két liter aetherrel ráztuk át, amíg egységes emulzió képződött, amely öt órai állás után, 0,5 liter alkohol hozzáadására szétvált. Alul, a választótölcsér hegyében, sűrű, barna szirup gyűlt össze, felette aetherrel szuszpendált növényi részecskéket lehetett látni, legfelülre pedig átlátszó, szép, narancsvörös festékoldat került. A szirupot (kisebb mennyiségű maggal együtt) lebocsátottuk, majd leöntöttük és friss oldószerrel pótoltuk az aethert. Fél napi állás után, ismét szép sárga szokott lenni az oldat, míg a harmadik kivonat már alig színes.

Az egyesített kivonatok (öt liter) alkohol-tartalmát ajánlatos vízzel való ismételt mosás útján eltávolítani, majd az aethert nátriumszulfáttal való szárítás után, lehetőleg teljesen elűzni. E művelet 35°-on, légritkított térben, enyhe széndioxid-áramban történjék. A maradékhoz 100 ccm szénkéneget adva, két folyadék-réteg alakul ki, melyek közül az alsó tartalmazza a festéket; választótölcsérben leemeljük, nátriumszulfáton át szűrjük, majd négy térfogat vízmentes alkohollal elegyítjük ezt az oldatot, amire 0°-on való állásnál, egy nap leforgása alatt, szép kristályok válnak le. A nyerstermék teljesen megtisztul, ha széndiszulfid-borszeszből egyszer átkristályosítjuk.

A termelés rendszerint 1,25 g volt, tehát kerekén $\frac{1}{4}$ g 1 kg bogyóból. A késő ősszel szedett bogyók pigment-tartalma nagyobb és ennek megfelelően a hozam is javul.

Ha bőséges mennyiségű alkohol áll rendelkezésünkre, akkor az eljárás egyszerűbb és nagyobb termeléshez vezet. Ez esetben borszeszben tartjuk néhány napig a felpattantott bogyókat, amelyeket 35°-on való szárítás után jól meg lehet őrölni. Az őrlemény kivonása több módon történhetik, míg a kapott nyerstermék átkristályosítására itt is szénkéneg-alkohol a legalkalmasabb.

A *lycium halimifolium* nyers festéke kissé görbe, kardalakú kristályokból, vagy köszörükőre emlékeztető fénylő lapocskákból áll. A tiszta festék egyenes, vékony, hosszú hasábokat, illetőleg tüket képez. A poralakú készítmények, a szemcsék nagyságához

képest, vörössárgák vagy vörösek. Az olvadáspont feltűnően alacsony, tudniillik kissé 96° fölött van, míg a carotin csak $172-4^\circ$ -on olvad meg. A festék könnyen oldható benzolban, chloroformban, vagy szénkéneqben, de aethyl- vagy methyl-alkohol a melegben is alig oldja. Az oldatok naranessárgák, erős hígításban halványsárgák. Koncentrált kénsav hatására azonnal mélyen kék szín lép fel.

Az analyzis például a következő eredményre vezetett:

0·1058 g anyag: 0·3201 g CO_2 ; 0·1066 g H_2O .

Talált: 82·51 % C, 11·27 % H.

$C_{72}H_{116}O_4$. Számított: 82·69 % C, 11·19 % H.

A molekulásúly meghatározása benzolban, kryoskoposan történhetik:

0·2606 g festék 11·13 g benzolban ($k = 5·12$), $\Delta = 0·129^\circ$.

Talált: M 929.

$C_{72}H_{116}O_4$. Számított: M 1045.

A nyert érték sokkal magasabb, mint a carotin vagy a xanthophyll molekulásúlya (536, illetőleg 562). Ilyen nagy molekulájú carotinoidra eddig mindössze egy esetben bukkantak. KUHN és WIEGAND¹ vonták ki az úgynevezett «zsidócseresnyé»-ből (physalis Alkekengi és ph. Franchetti) a *physalient*, mely a mi festékünkhöz nagyon hasonlít. Biztosra vesszük, hogy a lycium és a physalis pigmentje azonos; mindenesetre közeli rokonság, tudniillik isomeria esete forog fenn. Összehasonlítás céljaira készítettünk egy kevés physalient, de a párhuzamos kísérletek még nem fejeződtek be. Hangsúlyoznunk kell, hogy magas molekulásúlyú termékek azonosságát nem könnyű ellenőrizni, mert például egy CH_2 -csoportra szorítókozó különbség nem árulná el magát az elemzés folyamán, sem a molekulásúly meghatározásánál, sőt a tulajdonságokat illetőleg is csak lényegtelen eltolódásokat okozna. Biztosan tehát csak azt állítjuk, hogy a lyciumban talált kristályos carotinoid vagy teljesen új, vagy physaliennel azonos.

¹ Helv. chim. Acta 1929. 12. k. 499.

2. *Tamus communis*.

Az «erdei szulák» csaknem cseresnye-nagyságú, kerekded bogyoí szép, kissé kékes árnyalatú festéket tartalmaznak. A gyümölcs még zöld állapotban eléri teljes nagyságát és csak később, a szár elhalásával egyidőben, csap át zöld színe sárgába, narancsvörösbe, végül ibolyásvörösbe. Kísérleteink szerint oxydatiós folyamat ez, éppúgy, mint a paprika megvörösödése.¹ Szénsavval telt üvegekben ugyanis heteken át eltarthatók az éretlen bogyók, a nélkül, hogy a vörös carotinoid színe fellépne.

A Mecsek erdeiben mintegy 70 kg bogyót gyűjtöttünk.² A *tamus communis* ama növények közé tartozik, amelyeket többször említ a mikrochemiai irodalom. Ismételten felvetették azt a gondolatot, hogy a szulákbogyo pigmentje azonos lehet a paradicsom festékével, a *lycopinnal*, amelynek részletes tanulmányozását WILLSTÄTTER- és ESCHER-nek köszönhetjük.³ Idevonatkozó kapillar-analytikai vizsgálatokról KYLIN számolt be,⁴ VAN WISSELINGH pedig a következő eredményre jutott, igen alapos mikrochemiai megfigyeléseinél⁵ «... azt sejtem, hogy a *solanum dulcamara*, az *aglaonema commutatum* és a *tamus communis* gyümölcsseiben található, vöröses-ibolya carotinoid a *solanum lycopersicum* gyümölcsének *lycopinjával* azonos. Makrochemiai vizsgálatoknak kell majd ezirányban biztos döntést hozniok».

A döntés eddig késett, most azonban megállapíthatjuk, hogy a *tamus-bogyó* főfestékét tényleg a *lycopin* alkotja, melyet az alábbi módon nyertünk ki, kristályos, tiszta állapotban:

5 kg szétzúzott (de nem roncsolt) bogyót 5 liter borszesz, vagy methyllalkohol alatt tartunk. Az anyag egy-két nap alatt megszabadul víztartalmától, míg a festékből csak elhanyagolható töredék oldódik ki. A vásznon összegyűjtött héjakat friss alkohollal keverjük el, majd másnap vásznon át szűrjük és lehetőleg jól kisajtoljuk őket. A héjak haladék nélkül, még nedves

¹ V. ö. Math. termész. ért. 1928. 45. k. 645. l.

² A *tamus* gyökerét gyógycélokra gyűjtik. (AUGUSZTIN B.)

³ Zeitschr. f. physiolog. Chemie, 1910, 64. k. 47. l.

⁴ Zeitschr. f. physiolog. Chemie, 1927. 163. k. 229. l.

⁵ Flora, 1915, 7. k. 371. l.

állapotban, megfelelő sűrűségi szitára kerülnek, amelyen a magvak egy része átesik. Ha villanykörtét állítunk a szita alá, 30—35° között, néhány nap alatt biztosan megszárad az anyag. A magvak lehető eltávolítása után megőröljük a drogot. Az így nyert, tompán vöröses por kiváló kiindulási anyag a tulajdonképpeni kísérlet számára.

A fent leírt módon mintegy 96 %-a küszöbölődött ki a friss bogycók súlyának, lényeges festék-veszteség nélkül; ugyanis 5 kg bogycóból rendszerint 175—200 g örlemény gyűl össze. Nem csoda azért, hogy e termék rendkívül gazdag festékben. Mintegy $\frac{3}{4}$ liter szénkénnel perkoláltuk és a nagyon színerős, mélyen kékesvörös kivonatot vakuumban pároltuk be, mindaddig, amíg térfogata 40 ccm-re csökkent. $\frac{1}{4}$ liter absolut alkohol hozzáadása azonnal megindítja a lycopin kristályosodását: mikroskopos méretű, de igen szép, hosszú tűk, illetve vékony, lapos hasábok jelennek meg, míg az anyalúg majdnem teljesen elveszti festő erejét.

A kristályokat a jégszekrényben, szénsav alatt való állás után, leszivtuk és némi hideg alkohollal mostuk, az anyalúgból pedig egy további frakciót nyertünk. Összes termelés: 1·5 g, vagyis 0·3 g 1 kg friss bogycóból.

A tamus lycopinjának tulajdonságai teljesen egyeznek a paradicsomból nyert festékével. Hosszú, túalakú hasábokat látni, melyek a mikroskop alatt, áteső fényben barnásan rózsaszínűek, a keresztezési helyeken azonban kékesen vörösek. A carotintól megkülönböztethetők színükkel és forró petrolaetherben mutatott csekély oldhatóságukkal. A szénkénes oldat színe kékesvörös, a forrón telített borszeszes oldaté sötétsárga.

A szénkénes-alkoholból, majd CS_2 -petrolaetherből átkristályosított termék összetétele az alábbi volt:

0·1380 g anyag: 0·4515 g CO_2 , 0·1337 g H_2O .

Talált: 89·23 % C, 10·84 % H.

$C_{40}H_{56}$. Számított: 89·48 % C, 10·52 % H.

Kétséges volt, hogy a lycopint egyéb carotinoidok is kísérik-e a tamusban. E kérdés tisztázása végett meghatároztuk (kolorimetriás úton) a bogycók pigment-tartalmát és azt találtuk, hogy

0·34 g lycopinak kell 1 kg bogyóban jelen lennie, ha a szín kizárólag tőle ered. Minthogy a legjobb kísérletek közel 0·3 g kristályos lycopint adtak, minthogy továbbá az anyalúgokban is van némi lycopin, egyéb festékek csak kis mennyiségben lehetnek jelen.

3. *Solanum dulcamara*.

Az «édes-keserű csucsor» ribizli-nagyságú, szép vörös bogyóit hasonló módon dolgoztuk fel, mint a *tamus communis* gyümölcsét.

A felpattantott és borsesz alatt több napon át víztelenített anyagot váznon gyűjtöttük össze. Ha a szétnyomas nem túlságosan erélyes, majdnem semmi növényi rész sem vész el és a 35°-on szárított drog részint összefüggő, nagyobb héjdarabokból, részint kipergett, apró magokból áll, amelyeket könnyű, alkalmas nyilású szitán át, eltávolítani.

A perkolálásnál nyert, mélyen vörös szénkéneges kivonat külsőleg alig különbözött a szulák-extraktumtól, amiből valószínűnek látszott, hogy a pigmentnek legalább is túlnyomó része itt is *lycopin*, és hogy a *tamus*-on kidolgozott kísérleti eljárás ez esetben is alkalmazható lesz. Reményünk valóra vált, amennyiben az alábbiak szerint, símán jutottunk el tiszta lycopin-készítményekhez.

A bogyókból mintegy 30 kg állt rendelkezésünkre, célszerűnek látszott azonban több részletre osztani az anyagot. 5 kg friss bogyó 230 g szárított, magtól mentes, porrá őrölt héjat adott, melynek perkolálásához 1 liter szénkéneg elegendő. A légritkított térben 100 cem-re bepárolt oldatot $\frac{1}{2}$ liter vízmentes alkohollal elegyítettük, amire azonnal megjelentek az első lycopin-kristályok. A hidegben való állás után leszűrt nyers-termék némi olajat tartalmazott, amelyet hideg petrolaetherrel való kimosás útján távolítottunk el. A kristályok jól oldódtak szénkénegben s borsesz hozzáadására tiszta állapotban váltak ki.

Az összetétel a lycopinével egyezett, miután a készítményt széndiszulfid-petrolaetherből mégegyszer átkristályosítottuk.

0·1130 g anyag: 0·3700 g CO_2 , 0·1082 g H_2O .

Talált: 89·30 % C, 10·71 % H.

$C_{40}H_{50}$. Számított: 89·48 % C, 10·52 % H.

1 kg bogyo lycopin-tartalma, kolorimetriás mérés szerint, 0·4 g volt. Ebből kedvező esetben 0·26 g-ot sikerült kinyernünk, nagyobb mennyiségű mellékfesték tehát itt sem lehet jelen.

Kísérleteink folyamán több ízben kellett az oldatok lycopin-tartalmát *kolorimetriás* úton meghatározni, amire újabban CONNEL¹ közölt egy módszert. E szerző némi bichromátot tartalmazó kobaltszulfát-oldattal végzi az összehasonlítást. CONNEL módszere azonban nem használható eredeti alakjában, mert az általa oldószerül ajánlott petrolaetherben («light petroleum») teljesen más színe van a lycopinnek, mint a standard-folyadéknak. Ha azonban petrolaether helyett szénkéneget használunk, jól végre lehet az összehasonlítást hajtani. Egyébként, tapasztalataink szerint, a kobalt-só használata felesleges, mert sokkal egyszerűbben, kaliumbichromáttal is szabatosan össze lehet hasonlítani a lycopin aether-petrolaetheres oldatát.

4. *Evonymus europaeus*.

A «kecskerágó», más néven «papsapka» termésének carotoid festékével SZILÁRD KATALIN k. a. foglalkozik intézetünkben. A festék helye a magot körülvevő narancssárga arillus, míg a szirmokban, valamint a teljesen érett magban bőséges mennyiségű anthocyan található. Ha a lefosztott és szárított arillusok aetheres kivonatát, a lipoidok hydrolyzise végett, methylalkoholos lúggal kezeljük, a kimosott és víztelenített oldatot koncentráljuk, részben kévékbe csoportosult, 1 mm hosszú sárga tüket, illetőleg hosszú, keskeny táblákat nyerhetünk, amelyek xanthophyllnál nehezebben oldhatók. A minden valószínűség szerint új festék közelebbi vizsgálata folyamatban van. Minden jel arra mutat, hogy a xanthophyllal rokon, érdekes carotinoiddal állunk itt szemben, amelynek képlete $C_{40}H_{58}O_2$.

¹ Biochemic. Journ. 1924. 18. k. 1127. l.

CHEMISCHE UNTERSUCHUNG DES PIGMENTES EINIGER HERBSTLICHEN ROTEN BEEREN.

Von L. ZECHMEISTER und L. v. CHOLNOKY.

Die Verfasser unternahmen eine längere Versuchsreihe, um die carotinoiden Farbstoffe jener roten Beeren in grösserem Maassstabe und analysenreiner Form zu isolieren, über welche bisher lediglich mikrochemische, bezüglicherweise kapillaranalytische Untersuchungen vorlagen. Das mitgeteilte Versuchsmaterial ergab folgendes:

1. Aus der reifen Frucht des *Lycium halimifolium* wurde in beträchtlichen Mengen (17 g aus 60 kg) ein hochmolekularer, schön krystallinischer Farbstoff abgeschieden, dessen Zusammensetzung der Formel $C_{72}H_{116}O_4$ entspricht und der nicht nur isomer, sondern identisch ist mit dem Physalien von KUHN und WIEGAND (aus *Physalis Alkekengi* und Ph. Franchetti). Nebenfarbstoffe sind in erheblichen Mengen nicht anwesend.

2. Aus den roten Beeren des *Tamus communis* haben die Verfasser reines Lycopin erhalten, z. Beisp. 0·3 g aus 1 kg Beeren. Das Präparat ist identisch mit dem Pigment der Tomate und der Hagebutte. Weitere Carotinoide können nur in geringen Mengen zugegen sein.

3. Die Frucht des *Solanum dulcamara* ergab ein sehr ähnliches Resultat; der Hauptfarbstoff ist Lycopin, das gleichfalls rein dargestellt wurde (Ausbeute z. Beisp. 0·26 g, aus 1 kg Beeren).

4. Aus dem Arillus des *Evonymus europaeus* wurde ein schönes, in makroskopischen Prismen krystallisierendes Carotinoid isoliert, das sich aus Aether umkrystallisieren lässt. Über die Zusammensetzung und Molekulargrösse soll später berichtet werden. Bestimmt handelt es sich um einen xanthophyllartigen Körper, von der Zusammensetzung $C_{40}H_{56}O_2$.

Die Untersuchung wird fortgesetzt und auf andere Beeren, z. Beisp. *Arum maculatum* und *Sorbus aucuparia* ausgedehnt.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften, vom 16. Dezember 1929.)

NÉHÁNY BISMUT-ÁSVÁNY VASKÖRÖL.

KOCH SÁNDOR-tól.

A bánáti kontaktvidéknek ásványokban oly gazdag emez bányahelyéről került hozzám néhány érdekesebb bismutérc, melyeket érdemesnek találtam közelebbi vizsgálatra.

Hálás köszönetemet tolmácsolom dr. WINKLER LAJOS egyetemi ny. r. tanár úrnak és dr. EMSZT KÁLMÁN fővegyész úrnak, kik lekötelező szivességgel engedték meg, hogy vizsgálataimat intézeteikben végezhessem. A megelemezett vaskői cosalit példányt dr. LUX KÁLMÁN műegyetemi m. tanár úrnak köszönöm.

Mivel az ásványok analizisénél egyöntetűen jártam el, az analizisek menetét a következőkben itt adom:

A desztillált vízzel, majd alkohollal gondosan megmosott ásványt szárítottam, majd finom porrá törtem. A fémek meghatározása céljából lemért anyagot tömény-sósavban oldottam, az oldatot hígítva szűrtem. A szüredéket bepárolva sósavval felvettem, hígítottam, (ügyelve, hogy a bismut túlságos hígítással $BiOCl$ alakjában ki ne váljon) és H_2S -l telítettem. A szüredéket bepárolva, a maradékot pár csepp hígított HCl -al felvettem, 100 cm^3 -re hígítottam és belőle a vasat NH_4OH -al csaptam ki, majd kiizzítva, mint Fe_2O_3 -at mértem. A szűrőn maradt sulfidokat tömény sósavban oldottam, az oldatot hígítva szűrtem, majd NH_4OH -al közömbösítve, belőle a bismutot és ólmot $(NH_4)_2CO_3$ -al leválasztottam. A csapadék kevés rezet mindig ránt magával. A carbonátokat tiszta, hígított HNO_3 -ban oldottam, az oldatot bepároltam s a maradékot 1 cm^3 tömény HNO_3 -al felvéve, desztillált vízzel 100 cm^3 -re hígítottam. Az oldatból a bismutot

dr. ANTAL J. eljárása szerint,¹ mint $BiOCl$ -ot választottam le s kehelytölcsérré gyűjtve, 132° -on szárítva mértem. A leszűrt oldatot 100 cm^3 -re bepároltam, $(NH_4)_2CO_3$ -al közömbösítettem, majd 1 cm^3 norm. HNO_3 -al megsavanyítva, belőle az ólmot WINKLER eljárása szerint,² mint sulfátot választottam le és 132° -on szárítva mértem. A csekély mennyiségű rezet tartalmazó maradékoldatot kis térfogatúra bepárolva egyesítettem a carbonátokról leszűrt rézoldattal, közömbösítettem, majd gyengén megsavanyítva, belőle a rezet H_2S -el kicsaptam. A sulfidot HNO_3 -ban oldva, az oldatot higitva szűrtem, bepároltam s a maradékot 100 cm^3 desztillált vízzel felvéve, belőle a rezet WINKLER előírása szerint,³ mint CuJ -ot választottam ki. A csapadékot kehelytölcsérré gyűjtve, 132° -on szárítva mértem.

Kén meghatározása céljából az ásványok porának lemért mennyiségét Fresenius-sóval tártam fel, a sulfátot WINKLER eljárása szerint⁴ határoztam meg.

1. Bismutin.

A megelezett darab a vaskői Terézia-bányából való. Erről az előfordulásról először ZEPHAROVICH emlékezik meg 1877-ben.⁵ A hozzá került példányokon grammatitban fordul elő kis mennyiségű, rövid oszlopos, vagy finomszemcsés bismutin. Qualitativ analyzissal az ércben bismut és kén mellett kevés ólmot és vasat, valamint nyomban rezet mutatott ki. Rá öt évre KRENNER⁶ a vaskői bismutinről, mint sugaras tremolithba ágyazott, nagylevelű, dús, majdnem egészen tiszta érclöbökéről emlékezik meg. Szerinte a bismutin, bismuton és kénen kívül, ólmot tartalmaz.

¹ ANTAL JÓZSEF: A bismut súlyszerinti meghatározása. Budapest. 1928. (Gyógyszerészdoktori diszertáció.)

² Zeitschrift f. angewandte Chemie. Bd. 35. (1922) p. 662.

³ Zeitschrift f. anal. Chem. Bd. 63. (1924) p. 324.

⁴ Zeitschrift f. angew. Chem. Bd. 30. p. 251—52 u. 259—60.

⁵ Lotos. Bd. 27. (1877) p. 217.

⁶ Természetud. Közöny 14. k. (1882) 26. o.

Példányom ónfehér színű, finom rostos-sugaras, teljesen tiszta bismutin. Benne qualitativ vizsgálat során bismuton és kénen kívül kevés rezet, ólmot és vasat találtam.

Quantitativ vizsgálatához 0·5543 és 0·4333 gr anyagot használtam. Az elemzés eredménye a következő:

		Mol. viszonyok.			
<i>Cu</i> _ _ _ _	0·57 %	<i>Cu</i> ₂ _ _ _ _	0·0045	} 0·3977	1 2
<i>Pb</i> _ _ _ _	0·69 %	<i>Pb</i> _ _ _ _	0·0033		
<i>Fe</i> _ _ _ _	0·40 %	<i>Fe</i> _ _ _ _	0·0071		
<i>Bi</i> _ _ _ _	80·04 %	<i>Bi</i> _ _ _ _	0·3828		
<i>S</i> _ _ _ _	18·46 %	<i>S</i> _ _ _ _	0·5756		
	<u>100·16 %</u>			1·45	2·9

Erősen szennyezett bismutinnak bizonyult egy, a vaskői Paulus-bányából származó, sárgás dolomitba nőtt, itt-ott sugaras szerkezetű vaskos, sötétes szürke, egyenlőtlen törésű darab is, melyben quantitativ analízissel bismuton és kénen kívül elég ólmot, kevesebb rezet és vasat találtam. A lemért anyag mennyisége 0·3485 és 0·2796 gr volt. A nyert eredmény a következő:

		Mol. viszonyok.			
<i>Cu</i> _ _ _ _	0·93 %	<i>Cu</i> ₂ _ _ _ _	0·0073	} 0·3937	1 2
<i>Pb</i> _ _ _ _	3·29 %	<i>Pb</i> _ _ _ _	0·0159		
<i>Fe</i> _ _ _ _	0·11 %	<i>Fe</i> _ _ _ _	0·0019		
<i>Bi</i> _ _ _ _	76·74 %	<i>Bi</i> _ _ _ _	0·3686		
<i>S</i> _ _ _ _	18·62 %	<i>S</i> _ _ _ _	0·5806		
<i>SiO</i> ₂ _ _ _	0·43 %			1·47	2·94
	<u>100·12 %</u>				

Tekintve, hogy Vaskőnek ebben a bányájában fordulnak elő az ólom-bismut sulfosók, (cosalit, rézbányit) ezeknek kisebb-nagyobb mennyisége szennyezi, úgy látszik, az itt velük együtt előforduló bismutint.

Dr. ANTAL J. fent idézett dolgozatában szintén közli egy Vaskőről, minden valószínűség szerint a Terézia-bányából származó bismutin elemzési adatait. Eredményeit az enyémmel és a számított értékekkel egybevetve itt adom:

	ANTAL	KOCH		Számított
	Terézia-b.?	Terézia-b.	Paulus-b.	
<i>Cu</i> _ _ _ _	1·07%	0·57%	0·93%	—
<i>Pb</i> _ _ _ _	nyom	0·69%	3·29%	—
<i>Fe</i> _ _ _ _	0·03%	0·40%	0·11%	—
<i>Bi</i> _ _ _ _	79·54%	80·04%	76·74%	81·22
<i>S</i> _ _ _ _	18·49%	18·46%	18·62%	18·78
<i>SiO₂</i> _ _ _	0·75%	—	0·43%	—
	99·88%	100·16%	100·12%	100·00%

2. Cosalit.

Vaskőről ezt az ásványt LOCZKA J. elemzése alapján ismerjük.¹ Darabom, mely a Paulus-bányából származik, sárgás, dolo-mitszerű carbonát, melyben nagyobb, rostos halmazok alakjában bennőve fordul elő az élénk fémfényű, ólomszürke cosalit.

Az ásványban qualitativ analysis során ólmot, bismutot, ként, kevesebb rezet és kevés vasat találtam.

A quantitativ vizsgálat céljára lemért 0·2991 és 0·2515 gr súlyú anyaggal fajsúlymérést végeztem, pyknometerrel 22° C-nál a következő eredménnyel:

$$F_s = 6·776.$$

Az elemzés a következő adatokhoz vezetett:

<i>Cu</i> _ _ _ _	3·41%
<i>Pb</i> _ _ _ _	37·68%
<i>Ag</i> _ _ _ _	0·32%
<i>Fe</i> _ _ _ _	0·68%
<i>Bi</i> _ _ _ _	41·75%
<i>S</i> _ _ _ _	15·92%
	<hr/> 99·76%

A vasat, mint chalcopyritet levonva s a maradékot 100% -ra átszámítva:

¹ Math. és Természettud. Értesítő XLII. (1926) 13. o.

		Mol. viszonyok.			
<i>Cu</i> _ _ _ _ _	2·70 %	<i>Cu</i> ₂ _ _ _ _ _	0·0212	} 1·02 2·04	
<i>Pb</i> _ _ _ _ _	38·63 %	<i>Pb</i> _ _ _ _ _	0·1864		
<i>Ag</i> _ _ _ _ _	0·32 %	<i>Ag</i> ₂ _ _ _ _ _	0·0015		
<i>Bi</i> _ _ _ _ _	42·81 %	<i>Bi</i> _ _ _ _ _	0·2048		1 2
<i>S</i> _ _ _ _ _	15·54 %	<i>S</i> _ _ _ _ _	0·4842	2·36	4·72
<u>100·00 %</u>					

A kén mennyisége kissé alacsony, az adatok megközelítőleg a $Pb_2Bi_2S_5$; illetőleg $2Pb.S.Bi_2S_3$ képlethez vezetnek. LOCZKA adatait az enyémeikkel és a számított értékekkel egybevetve:

	LOCKA	KOCH	SZÁMITOTT.
<i>Cu</i> _ _ _ _ _	3·41 %	3·41 %	—
<i>Pb</i> _ _ _ _ _	36·23 %	37·68 %	41·74 %
<i>Ag</i> _ _ _ _ _	1·50 %	0·32 %	—
<i>Fe</i> _ _ _ _ _	0·19 %	0·68 %	—
<i>Bi</i> _ _ _ _ _	42·34 %	41·75 %	42·11 %
<i>S</i> _ _ _ _ _	(16·33 %)	15·92 %	16·15 %
	<u>100·00 % ;</u>	<u>99·76 % ;</u>	<u>100·00 %.</u>

3. Rézbányit.

Ezt az érdekes magyar ásványt FRENZEL írta le Rézbányáról 1883-ban,¹ hol chalcopyrittel összenőve, vagy quarzban benőve fordul elő. Kristályrendszerét nem ismerjük, a tömött, világos ólomszürke, lágy ásvány, három, meglehetősen tisztátalan anyagon végzett, analízise a következő eredményhez vezetett:

	I.	II.	III.
<i>Cu</i> _ _ _ _ _	3·07 %	4·55 %	5·50 %
<i>Pb</i> _ _ _ _ _	17·94 %	13·86 %	12·43 %
<i>Ag</i> _ _ _ _ _	1·71 %	1·73 %	2·20 %
<i>Fe</i> _ _ _ _ _	1·35 %	1·08 %	1·96 %
<i>Zn</i> _ _ _ _ _	nyom	0·12 %	0·12 %
<i>Bi</i> _ _ _ _ _	53·54 %	57·46 %	56·35 %
<i>S</i> _ _ _ _ _	17·72 %	16·48 %	17·36 %
<i>CaCO</i> ₃ _ _ _ _	5·00 %	(4·72 %)	(4·08 %)
	<u>100·33 % ;</u>	<u>100·00 % ;</u>	<u>100·00 %.</u>

¹ TSCHERMAK : Mineralogische und Petrographische Mitteilungen N. F. Bd. 5. (1883) p. 175.

A vasat, mint chalcopyritet levonva, az analízis eredményekből FRENZEL a következő molekulaviszonyokat számította ki:

	1.	2.	3.
<i>Pb</i> _ _ _ _ _	4	4	4
<i>Bi</i> _ _ _ _ _	9·76,	10·68,	11·08
<i>S</i> _ _ _ _ _	19·24,	18·52,	19·36

Az analízisek tehát megközelítőleg a $Pb_4Bi_{10}S_{19}$, azaz $4PbS \cdot 5Bi_2S_3$ képlethez vezetnek. A rézbányitnak e képletből számított százalékos összetétele a következő lenne:

<i>Pb</i> _ _ _ _ _	23·47 %
<i>Bi</i> _ _ _ _ _	59·25 %
<i>S</i> _ _ _ _ _	17·28 %
	100·00 %.

A képlet nem fedi az analízis adatokat s nem ad felvilágosítást a talált rézmenyiség szerepéről sem az ásvány összetételében.

P. GROTH a rézbányitot Tabellarische Übersicht d. Mineralien c. munkájának III. kiadásában¹ a galenobismutit-hoz sorozza, melytől, szerinte csak magosabb bismuttartalma különbözteti meg. Művének újabb kiadásában² ellenben már a FRENZEL által megadott $Pb_4Bi_{10}S_{19}$ képletet fogadja el.

WHERRY és FOSHAG a sulfosók új rendszerezését célzó dolgozatukban³ a rézbányit képletét önkényesen $Pb_2Bi_6S_{11}$ -nek veszik s e képletből a következő százalékos összetételt számítják ki:

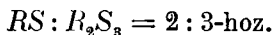
<i>Pb</i> _ _ _ _ _	20·60 %
<i>Bi</i> _ _ _ _ _	61·90 %
<i>S</i> _ _ _ _ _	17·50 %
	100·00 %.

¹ GROTH: Tabellarische Übersicht d. Mineralien. III. Aufl. Braunschweig. (1889) p. 28.

² GROTH—MIELEITNER: Mineralogische Tabellen. München. (1921) p. 24.

³ E. T. WHERRY a. W. F. FOSHAG: A new classification of the sulfosal minerals. Journ. Wash. Akad. Sci. Vol. 11. (1921) p. 1—8.

E képlet alapján egy «Rézbányít csoportot» állítanak fel, melyben az



E csoportba a rézbányiton kívül a keeleyitet osztják.

*

Példányom, melyet a helyszínen mint bismutint kaptam, a vaskői Paulus-bányából származik. Vasköröl eddig a rézbányítot nem ismertük. A darab anyaga tiszta érc, külsején az e bánya bismutásvány előfordulásaira jellemző sárgás dolomitnak kicsiny darabkái s kevés quarz ülnek. A rézbányít friss törési felületén világos ólomszürke, élénk fémfényű, máshol sötétszürke, homályos fényű. A darab anyaga tömött, törése egyenetlen, keménysége valamivel 2 felett van. Qualitativ analízis során benne rezet, ólmot, bismutot, ként és kevés vasat találtam.

Az ásványon két analízist hajtottam végre, az elsőt 0·4614 gr és 0·3728 gr, a másodikat 0·4829 gr és 0·3024 gr anyagon. Az analízis céljaira felhasznált anyagon fajsúlymérést végeztem. A 21° C-nál végzett két mérés középértéke = 6·89.

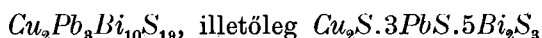
Az analízisek eredménye a következő:

	I.	II.
<i>Cu</i> _ _ _ _ _	4·17%	4·09%
<i>Pb</i> _ _ _ _ _	18·38%	18·10%
<i>Fe</i> _ _ _ _ _	0·46%	0·42%
<i>Bi</i> _ _ _ _ _	59·28%	59·22%
<i>S</i> _ _ _ _ _	17·85%	17·86%
<i>SiO₂</i> _ _ _ _ _	—	0·12%
	100·14% ;	99·81% ;

A vasat, mint chalcopryitet levonva és a maradékot 100%-ra átszámítva, a következő molekulaviszonyokat vezethetjük le:

		Molekulaviszonyok :					
		I.			II.		
<i>Cu</i> _ _ _ _ _	0·0582	1	2	0·0579	1	2	
<i>Pb</i> _ _ _ _ _	0·0899	1·54	3·08	0·0889	1·53	3·06	
<i>Bi</i> _ _ _ _ _	0·2875	4·94	9·88	0·2880	4·97	9·94	
<i>S</i> _ _ _ _ _	0·5479	9·41	18·82	0·5513	9·52	19·04	

E két, tiszta anyagon végzett analízis eredményeül tehát a



adódik, mint a rézbányitnak helyes képlete.

Két analízisem eredményeit egybevetve, a rézbányitnak fenti képletéből számított összetételével az alábbiakban adom:

	I,	II.	Számított.
<i>Cu</i> _ _ _ _ _	4·17%	4·09%	3·69%
<i>Pb</i> _ _ _ _ _	18·38%	18·10%	18·03%
<i>Fe</i> _ _ _ _ _	0·46%	0·42%	—
<i>Bi</i> _ _ _ _ _	59·28%	59·22%	60·62%
<i>S</i> _ _ _ _ _	17·85%	17·86%	17·66%
<i>SiO</i> ₂ _ _ _ _ _	—	0·12%	—
	100·14%; 99·81%; 100·00%.		

A WHERRY-FOSHAG által felállított «Rézbányit csoportból» a rézbányit tehát a mondottak következtében kiesik, de törölhetjük a csoport második tagját, a keeleyitet is, mivel az újabb vizsgálatok eredményeül nem bizonyult önálló ásványfajnak. A csoportnak eddig ismert egyetlen képviselője a Nagybányáról nemrég leírt, $2PbS \cdot 3Sb_2S_3$ összetételű Fülöppit.

4. Bismutosphärit.

Ez ásványt egy, a Terézia bányából származó, tiszta, vastag sugaras bismutin példányon találtam, apró, legfeljebb 1 mm átmérőjű gömböcskék, illetőleg selyemfényű, koncentrikus, finom sugaras foltocskák alakjában. A gömböcskék külseje sárgásbarna, belsejük, éppen úgy, mint az említett köröcskék, piszkos zöldes-szürke színűek. Az ásvány zárt üvegsőben hevítve, alig észlelhetően kevés vizet veszít, HNO_3 -ban eleinte erősebb, majd gyengébb pezsgés mellett feloldódik, oldatában a bismutot kiutattam.

Hazánkból a bismutosphäritet eddig nem ismertük.

EINIGE WISMUT-ERZE VON VASKŐ.

Von SÁNDOR KOCH.

1. Bismutin.

Das erste Exemplar stammt aus der Vaskőer Theresiagrube. Die Resultate der Analyse (siehe Seite 221) des ziemlich reinen Materials führten zur Formel Bi_2S_3 . Das zweite, unreine Exemplar ist von der Paulusgrube.

2. Cosalit.

Das Spez. Gew. des von der Paulusgrube stammenden, reinen Cosalites ist 6·776. Die durchgeführte Analyse (siehe Seite 222) gibt als annähernde Zusammensetzung $Pb_2Bi_2S_5$ bzw. $2PbS \cdot Bi_2S_3$.

3. Rézbányit.

Dieses, aus der Paulusgrube stammende, Mineral war bis jetzt von Vaskő nicht bekannt. Das Spez. Gew. des reinen, hell bleigrauen Minerals ist 6·89. Als Resultaten von zwei, an reinem Material durchgeführten Analysen (siehe Seite 225) ergibt sich die Formel $Cu_2Pb_3Bi_{10}S_{19}$ bzw. $Cu_2S \cdot 3PbS \cdot 5Bi_2S_3$.

4. Bismutosphärit.

Die höchstens 1 mm grossen Kugelchen bzw. die radialfasrigen Kreuze dieses Minerals sitzen an einen, aus der Theresiagrube stammenden, Bismutinexemplar. Der Bismutosphärit war bis jetzt von Ungarn nicht bekannt.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 18. Nov. 1929.)

ÚJABB FELFOGÁS A CSALÁDI VAKSÁGOS IDIOTASÁG KÓRSZÁRMAZÁSÁRÓL.

SCHAFFER KÁROLY r. tagtól.

Eddig a családi vakságos idiotaságot mint a kp. idegrendszer öröklődő betegségeinek egyik típusos képviselőjét tekintettük, melyben anatomiailag az összes ektodermás elemek, úgy a neuronosak valamint a neurogliások, előrehaladóan és rohamosan degenerálnak. Ez akképen történik, hogy a cytoplasma megpuffad nyilván a szomszédságból osmosis útján történt folyadékfelvétel alapján, majd ebben a megduzzadt alaktalan anyagban eleinte finomabb, majd nagyobb szemcsék csapódnak ki, melyek a WEIGERT-féle haematoxylinhez való affinitásuk által válnak ki, amivel a lecithinhez való rokonságukat igazolják; ez az anyag idővel mind jobban sudanaffin lesz, vagyis átalakul a praelipoidból (haematoxylinaffin, tehát lecithinoid szemcsékből) lipoiddá (sudanaffin szemcsékké). Ebben az átalakulásban mobilis gliasejtek nagy szerepet játszanak; ezek neuronophagos működést fejtenek ki, testükbe felveszik a praelipoidot és azt áthasonítják lipoiddá és már most amœboid mozgásukkal az erek körüli nyirokhézagokba szállítják a degenerált idegsejtes (neuronos) származékokat. A neurogliás elemek is puffadnak, jelesen az úgynevezett makroglia, mely opákos óriási sejt-testekben jelenik meg; vannak a családi vakságos idiotaságnak esetei kisebb számban, melyekben a nagyfokban elpusztult idegszövet helyébe pótló gliaburjánzás révén rostos glia is léphet.

A jelzett kórfolyamatnak lényegét én abban láttam és látom ma is, hogy a családi és faji diszponáltság által kiváló TAY-SACHS-féle idiotaságban az ektodermás elemek velenemzett gyengeségben

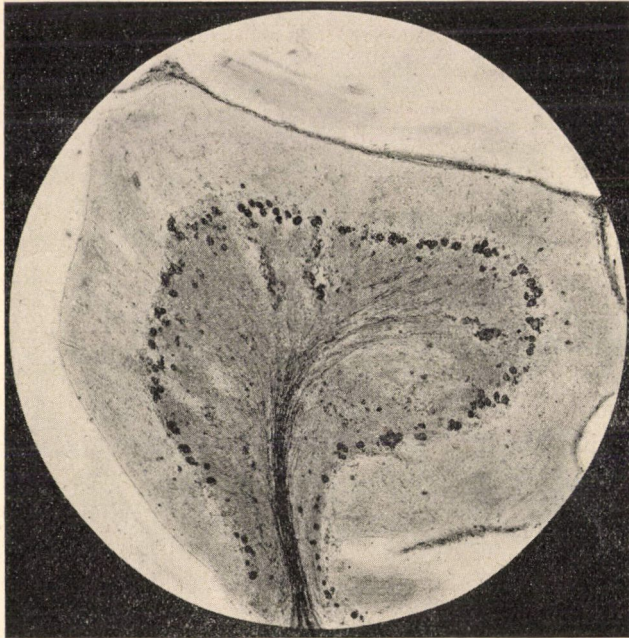
leledzenek, amit az abiogenesis jelenségei vagyis a központi idegrendszer fejlődési zavarai árulnak el; ezen kóros hajlandóságú és így életképtelen talajból hajt ki az előrehaladó ektodermás degeneráció, az abiotrophia. Ezen az alapon meghatározott korban, jelesen a csecsemőkorban megindul a cytoplasma feltartóztatatlan degenerálása, tehát minden külső ártalom közreműködése nélkül vagyis a legszigorúbb endogenitas talaján.

Ezzel a felfogással szemben BIELSCHOWSKY néhány év előtt azt kezdte hangoztatni, hogy a TAY-SACHS-féle betegség gyökere a neuronos elemeket tápláló neurogliának elsődleges elégtelenségében keresendő, minek következtében az idegsejtek anyagcseréjéhez szükségelt fermentumok képzésében van a hiba. Ezen az alapon a lipoidos anyagcserében zavar áll elő, minélfogva az idegsejtek testében hydrophil szemcsék halmozódnak fel; az elsődleges zavar tehát a vegetatív mechanizmusban keresendő, melynek szövettani alapja BIELSCHOWSKY szerint az úgynevezett metaplasziás gliában rejlenék. Ezzel a felfogással én még 1922-ben részletesen foglalkoztam és pontról-pontra visszautasítottam.

Legújabbán BIELSCHOWSKY a TAY-SACHS-féle betegség kórszármazását akképen formulázza, hogy az nem egyéb, mint részjelensége az összszervezet megbetegedésének, melynek lényege a lipoidos anyagcserezavar. Erre a felfogásra őt az a tény vezérli, hogy HAMBURGER észlelt oly csecsemőt, aki a lipoidos anyagcserebántalom klasszikus képviselőjén, az úgynevezett NIEMANN-PICK-féle splenohepatomegalián kívül még a TAY-SACHS-féle betegség tüneteit is mutatta. Helyesen mondja HAMBURGER ezen eset kapcsán, hogy ebben a két betegség nem véletlen módon találkozik össze, hanem itt mélyebb kapcsolatnak kell lennie, melyet ő mindkét bántalomnak endogenitásában, familiaritásában és faji jellegzetességében lát kidomborodni. Tetézi HAMBURGER esetét Kufs egy érdekes esettel, mely a családi idiotaság felnőtt alakjának képviselője és amelyben a NIEMANN-PICK kórszövettani jelenségei is megvoltak.

Engem ezek a kóresetek nem győztek meg arról, hogy a NIEMANN-PICK és a TAY-SACHS kórszármazása azonos lenne, nem pedig azért, mert a TAY-SACHS elég gyakran fordul elő splenohepatomegalia nélkül. Ily körülmények között rám nézve elsőrendű

fontossággal bírt az, hogy tiszta NIEMANN-PICK esetében megvizsgálhassam a központi idegrendszert és ennek eredményét a tiszta TAY-SACHS képével hasonlíthassam össze. Ezt a lehetőséget ZALKA ÖDÖN egyetemi magántanár úrnak köszönhetem, aki



1. ábra. Kisagyi metszet splenohepatomegalia esetéből, kezelve előzetes chromos pácolással és WEIGERT haematoxilinos velőfestéssel. Feltűnő: 1. a Purkinjesejtek magasságában a lipoidgömbös sejtek alkotta sánca; ezek a tároló sejtek a granularis rétegben csak kisebb gömbök alakjában jelentkeznek. 2. A granularis rétegben puffadt velőt mutató góccok. 3. A molecularis réteg vagyis a kisagy felszínén úgy az erek, mint az agyhártya finom praelipoid-porrall behintett lévén, mint fekete felszínes szegély mutatkozik.

Zürichben jártában megkérte MEYENBURG tanárt, hogy egy tiszta NIEMANN-PICK esetének idegrendszerét nekem megküldené. Az egy éves korában elhalt fiúgyermek kórboncolási diagnosisa lipoidsejtes splenomegaliára NIEMANN-PICK formájában szólott, mely esetben a lipoidsejtek a májban, lépben, nyirokmirigyekben, thymus-

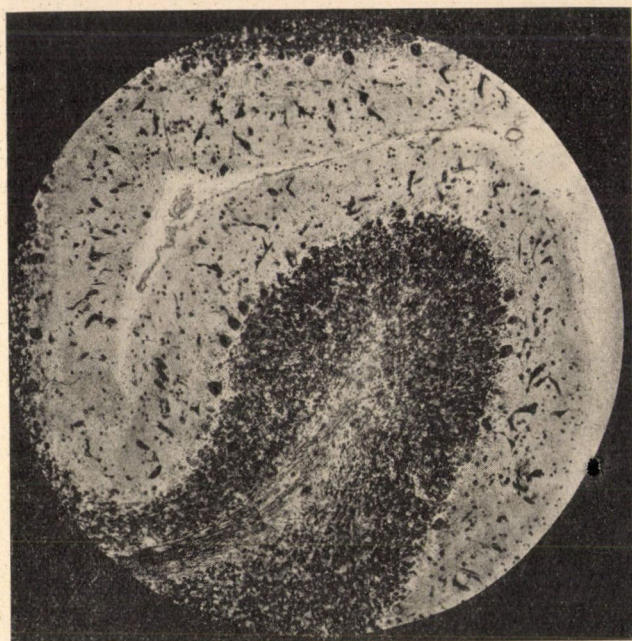
ban, csontvelőben, mellékvesékben, tüdőekben fel voltak találhatóak. Nagyfokú cachexia és másodlagos anaemia egészítette ki a képet. A zürichi intézet megküldte nekem a nagy- és kisagyvelő egyes darabkáit. Vizsgálatom tárgyául a kisagyvelőt választottam, azért ezt, mert jellegzetes szerkezeténél fogva a TAY-SACHS és a NIEMANN-PICK szerkezeti képe közötti különbség itt jobban ötlük szembe.

Mínt hogy praelipoidos termékek kimutatásáról van szó, azért is a WEIGERT-féle haematoxylinos festésű készítmények összehasonlítása érdekelhet legelső sorban.

A NIEMANN-PICK-féle splenohepatomegalia kisgyi készítményén feltűnő a haematoxylinnal sötétkékre illetőleg feketére színezett gömbös sejtek jelenléte, melyekre nézve a szamócához hasonlatos szerkezet a jellegzetes; ezzel ellentétben a magfestésű készítményen (haematoxylin-eosin) ezek a kerek sejtek kiválnak rácsos szerkezetükkel amikor is a rácsok közei világos hézagok gyanánt tűnnek fel, amelyekben ülnek a WEIGERT-féle haematoxylinnal sötétkékre festhető praelipoidos gömbös szemcsék. Ezek a képletek a kisagyvelő tekervényeinek fehér állományából látszanak felszállani a Purkinje-sejtek rétegébe, miközben mind nagyobbak lesznek, hogy végül a jelzett magasságban elérjék legnagyobb nagyságukat. A Purkinje-sejtek rétegében úgy látszik megrekednek ezek a praelipoidos gömbös sejtek, mert itt 3—4 sorból álló sejtes sáncot alkotnak és a molekuláris rétegbe nem hatolnak fel. Ezek a rövidség okából «zsírgömbös sejtek» a fehér állományból látszanak kiindulni, mert itt még kicsinyek és abban az arányban növekszenek, amint a Purkinje-sejtek rétegébe feljutnak. Még egy jelenség köti le figyelmünket a fehér állományban: ennek egyes kisebb pamatocskái hatalmas velőpuffadást mutatnak, sőt velőgöröngyöcskékre is szétesnek és ebben a formában a fehér állományban kisebb-nagyobb szigetekeskéket alkotnak. Végül ki kell egészítenünk a képet azzal a ténnyel, hogy a Purkinje-sejtek finom praelipoidos szemecskékkal való diffusus behintettséget mutatnak; ezzel szemben úgy a granularis, valamint a molekuláris rétege a kisagynak idegsejtjeiben ezt a szemcsézettséget nem mutatja, ami a WEIGERTES készítményen mint szerkezetnélküli világossárga folt tűnik fel.

Egészen más a TAY-SACHS-féle családi idiotaság kisgyi képe.

Itt a zsírgömbös sejtek nem találhatók fel, de azért vannak itt is nyujtvány nélküli gömbös sejtek, melyeknek azonban nincs rácsos szerkezetük, hanem ellenkezőleg opákos protoplasmával bíró sejtek, melyekben csak egy-két finomabb haematoxylinos szemecske



2. ábra. Kisagyi metszet családi idiotaság esetéből; kezelés mint az 1. ábránál. Feltűnő: 1. dús praelipoid szemcsézettség a granularis sejtekben; 2. a durvább praelipoid szemcsézettség Purkinje-sejtekben és ezek duzzadt dendritjeiben, miáltal a molecularis réteg szintén szemcsézettnek tűnik fel; 3. szabadonmaradása az arachnoidealis ereknek a praelipoidtól; 4. hiánya a zsírgömbös sejteknek.

látható s így semmi nyomát nem mutatják a számócához hasonlító gömbszemcsés szerkezetnek. Tehát a TAY-SACHSNÁL is vannak mobilis elemek, jelesen gliás eredésűek, melyek gliophagia révén a degenerált termékeket felveszik, magukban elzsírosítják és az erek körüli nyirokhézagok felé viszik a lipoidos masszákat, amint erről a TAY-SACHS-betegség kisagjának sudános készítményein

meggyőződhetünk. Ismétlem a TAY-SACHS-os kisagyban a gömbös sejtek más szerepet töltenek be, mint a splenohepatomegaliánál: TAY-SACHSNÁL bontó működést fejtenek ki, NIEMANN-PICKNÉL az *idegrendszeren kívül* létrejövő kóros anyagcsere termékeknek a szállítói; TAY-SACHSNÁL a gömbös sejtek a vándorgliának felelnek meg, NIEMANN-PICKNÉL kötőszövetes elemek, jelesen vándorló histiocytak.

Van azonban egy figyelemreméltó különbség a TAY-SACHS kisagyvelején szemben a NIEMANN-PICK kisagyával: TAY-SACHSNÁL a kisagy összes rétegeinek idegsejtjei mutatják a praelipoidos bomlást, vagyis a Purkinje sejteken kívül még a granularis és molecularis sejtjeinek teste is, más szóval *a valódi TAY-SACHS esetén az összes kisagyi neuronok a praelipoidos bomlás állapotában vannak, ami a NIEMANN-PICKNÉL feltűnően hiányzik.*

Légvégül egy általános különbség az érrendszer részéről jelentkezik: *amíg a NIEMANN-PICKNÉL főleg a felszínes erek és a lágyburkok igen finom de sűrű haematoxylinos behintettséget mutatnak, addig a tiszta TAY-SACHSNÁL ennek semmi nyoma sincs!* Ennek megfelelően a NIEMANN-PICKNÉL a kisagy felszíne finom fekete szegélyzést mutat, ami a haematoxylinos szemcsékkel megrakodott adventitialis és endothelialis sejtektől és a kötőszövetes hártától való.

Végső összefoglalásban a következő megállapítást lehet adnuk. A NIEMANN-PICKNÉL mint uralkodó kórszövetteni vonás a zsirgömbös sejtek jelenléte, továbbá az érrendszer és a hártya praelipoidos szemcsés behintettsége szerepel, ezzel szemben TAY-SACHSNÁL nincsenek zsirgömbös sejtek, csupán mobilis bontó gliasejtek, ezenkívül a kisagyi hártya és érrendszer abszolút bántatlansága, jobban mondva részvétlensége. Végül míg a NIEMANN-PICKNÉL csupán a Purkinje-elemek mutathatnak igen finom szemcsézettséget, addig a TAY-SACHSNÁL az összes neuronok vagyis a Purkinje-sejteken kívül még a granularis és molecularis réteg elemei is, de ezt durvább darabosabb szemcsék formájában.

A fentiekben közölt kórszövetteni képek egymástól teljesen különböző kórfolyamatra utalnak a két betegség lefolyásában. Ez a különbség egyébként is nyilvánvaló lesz elöttünk, hogyha a splenohepatomegalia kórfolyamatára egy futó pillantást vetünk.

Ez mint anyagcserebántalom a reticulo-endothelialis tárolókészüléknek (Speicherungsapparat), mint anyagcsere-készüléknek a bántalmát jelenti. Ismeretes, hogy a reticulo-endothelialis rendszert azok a szövetelemek teszik ki, amelyek az intravénásan adott lithiumkarminra illetőleg tropánkékre szemcsés tárolást végeznek; ezek az elemek részben fix, részben mobilis vagy vándorsejtek («Ortsilletőleg Wanderhistiocyten»). Ezek az elemek egyrészt a nyirokszövet reticulum-sejtjei és mint ilyenek a léppulpában és a nyirokesomókban fordulnak elő, azonkívül a lépsinusok és májcapillarissok reticulo-endothelialis sejtjei (KUPFER-féle csillagos sejtek); másrészt a kötőszövet mozgékony elemei, a spleno- és monocyták. *Mind ezek az elemek mesodermás eredésűek.* Már most a splenohepatomegalia kórhonctani képét PICK L. szerint makro- és mikrostigmák teszik ki. Ezek: a lép és máj duzzanata, megnagyobbodott nyirokesomók, in vivo leukocytosis, post mortem jelentékenyen megnagyobbodott lép, melynek keresztmetszetén lencse nagyságú sárgás fehéres szigetecskék mutatkoznak, a máj megnagyobbodott és az üvegkitthez hasonlatos, a lép hilusában nyirokesomók, a csontvelő sárgás és hyperplasiás, a thymus úgy viselkedik mint a nyirokesomók, a mellékvesék feltűnően nagyok, elzsírosodtak. Mikroszkoposan a szamárcához hasonlatos zsírgömbös sejtek a lépben, a májsejtek nagy világos testekké alakultak át és a jellegzetes SMITH-DIETRICH-féle festést adják, a thymus és a mellékvese állománya substituíáltnak mutatkozik, az erek endothelje lipoidos szemcsékkel megrakodott, sőt ilyenek még a környéki idegrostok velős hüvelyében, a központi idegsejtekben és a spinálducokban is mutatkoznak.

A splenohepatomegalia NIEMANN-PICK-féle alakját alkati, velenemzett és családi bántalomnak tekintik, melyben a női nem és a zsidó faj praedominál; ez a szigorúan endogenes bántalom a mesodermás rendszer betegsége, amihez képest a splenohepatomegalia a mesodermás rendszer öröklődő úgynevezett heredodegenerációs bántalma és mint ilyen nem azonosítható az ektodermás rendszer öröklődő, bántalmával, a TAY-SACHS-féle családi idiotasággal. Hogy mennyire nem, azt azok a tiszta TAY-SACHS-esetek igazolják, melyek a splenomegaliának, mint kórképnek egyetlen vonását sem mutatják és kórszövettani képük,

mint fentebb kimutattuk, semmiképen sem mondható azonosnak a splenohepatomegalia kórszövetteni képével. A közelmúltban éppen ZALKA ÖDÖN úr volt szíves egy tiszta TAY-SACHS-esetben a májat és a lépet behatóan megvizsgálni és szerinte a metszeteken a NIEMANN-PICK-féle betegségre utaló elváltozások nem voltak felismerhetők, mert a SMITH-DIETRICH-módszerrel lipoid nem volt kimutatható. Az amerikai J. STRAUSS, tudvalevőleg munkatársa B. SACHS-nak a családi vakságos idiotaság kórszövettanában, aki maga is sok TAY-SACHS-esetet észlelt, kijelentette, hogy ő ennek a betegségnek több esetében vizsgálta meg a lépet és abban sohasem talált splenomegaliának megfelelő elváltozást, valamint-hogy nem látta eseteiben azt a másodlagos anaemiát, amely NIEMANN-PICK-nél előfordul. Mindezekután a NIEMANN-PICK és a TAY-SACHS két egymástól különálló kórkép; az első mesodermás, a másik ektodermás heredodegenerációs bántalom, amelyek azonban éppen közös endogenes kórszármazásuknál fogva társulhatnak és akkor, mint kombinált rendszerbántalom szerepelnek. K. H. BAUER (Göttingen) és magam kimutattuk, hogy ilyen kombináció sokszorosán lehetséges, például a mesodermás dystrophia társulhat az ektodermás nucleáris amyotrophiával. Így tehát szigorúan el kell különítenünk egymástól az endogen mesodermás bántalmat az ektodermás bántalomtól, mely elkülönítést a splenohepatomegaliától egészen függetlenül fellépő TAY-SACHS-féle családi vakságos idiotaság szükségessé teszi.

Két csiralevél kombinált endogenes rendszerbetegségről van tehát szó akkor, amikor a NIEMANN-PICK típusos kórboncszövetteni képe a típusos TAY-SACHS kórszövetteni képével társul.

ÜBER EINE NEUE AUFFASSUNG IN DER PATHOGENESE DER FAMILIÄREN IDIOTIE.

Von KARL SCHAFFER o. Mitglied.

Wir hegen bezüglich der familiären Idiotie (TAY-SACHS) in pathogenetischer Hinsicht die Auffassung, dass es sich um eine endogen-ektodermale Systemkrankheit handelt. Im Gegensatz hierzu macht M. BIELSCHOWSKY (Berlin) in neuester Zeit den Versuch, diese Krankheit mit der Splenohepatomegalie (Typ NIEMANN-PICK), mit einer mesodermalen Systemkrankheit zu identifizieren, da manchmal eine Kombination beider Krankheiten vorkommt. Vortragender führt nun den Nachweis auf Grund des Vergleiches der Kleinhirnveränderungen bei Splenomegalie und TAY-SACHS, dass es sich in beiden Fällen um zwei verschiedene systematische Keimblattkrankheiten handelt, weil diese eben ganz unabhängig in eigener Form vorkommen können, wobei das reine Bild beider Krankheiten ein prinzipiell verschiedenes ist. Weil aber beide Krankheiten durch Familiarität und Rassen-disposition ausgezeichnete endogene Systemkrankheiten sind, so können sie sich wohl zusammenfinden, wodann es sich um eine kombinierte, d. h. meso-ektodermale Systemkrankheit handelt, deren differentes histologisches Bild aber auseinanderzuhalten ist.

(Aus der Sitzung vom 13. Januar 1930 der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften.)

CHALKOPIRIT Ó-RADNÁROL.¹

TOKODY LASZLÓ-tól.

Ó-Radna (Beszterce-Naszód m.) egyike Magyarország leg-gazdagabb ásvány-előfordulásainak. Innen a következő ásványokat említik:² grafit, arany, ezüst, galenit, szfalerit, pirrhotin, chalkopirit, pirit, markazit, arsenopirit, plumosit, semseyit, bournonit, tetraédrit, kerargirit, fluorit, kvarc, opál, hematit, magnetit, limonit, anatas, kalcit, dolomit, mesitin, rodokrozit, smithsonit, aragonit, cerusszit, malachit, azurit, földpát, amfibol, gránát, zirkon, epidot, biotit, kaolin, steatit, titanit, krizokolla, vivianit, barit, gipsz és aluminit.

¹ A kir. József-Műegyetem ásvány-földtani intézetében készült dolgozat.

² V. v. ZEPHAROVICH: Min. Lexicon. Wien. 1859—1893.

F. POŠEPNY: Über das geologische Alter der Rodnaer Erzlagertstätten. Verh. d. k. k. geol. Reichsanst. Wien. 1865. XV. p. 133.

MÁRTONFI L.: Új adatok Rodna ásványainak jegyzékéhez. Orvos term. tud. ért. 1879. IV. p. 78—85.

TÓTH M.: Magyarország ásványai. Budapest. 1882.

KOCH A.: Erdély ásványainak kritikai átnézete. Kolozsvár. 1885.

SZELLEMY G.: Vyhorlat-Gutin trachithegység érctelepei. — Die Erzlagertstätten des Vyhorlat-Gutin Trachytegebirges. — Les gisements de minerais des montagnes de trachytes de Vyhorlat-Gutin. Budapest. 1896. pag. 40.

SZELLEMY G.: Az óradnai havasok érctelepei. Bányászati és kohászati Lapok. 1901. XXXIV. p. 46—49.

ROZLOZSNIK P.: Az óradnai bányavidék geologiai viszonyai. Földtani Intézet Évi Jelentése 1907-ről. p. 120.

PAPP K.: A Magyar Birodalom vasérc- és kőszénkészlete. Budapest. 1915. p. 312.

A felsoroltak közül eddig részletesebb kristálytani vizsgálataink vannak a szfalerit,¹ galenit,^{1, 2} és dolomit,² pirit,³ bournonit,⁴ cerusszit⁵ és vivianitról.⁶

A következőkben az ó-radnai chalkopirit egy igen érdekes kombinációjáról számolok be. Mielőtt azonban a tulajdonképeni kristálytani sajátságokra térnék, előzőleg a paragenetikai viszonyokról kell megemlékezniem.

Ó-Radnán a chalkopirit telérdarabokon található galenit, szfalerit, pirit, bornit, kvarc, kalcit, dolomit és malachit társaságában.

Hat stufán a következő ásvány-társaságot figyelhettem meg.

Legegyszerűbb az az eset, midőn a kvarc kiválása után galenit, majd chalkopirit és végül barnapát keletkezett.

Ha a galenithez szfalerit is járult, akkor ezek egyidőben vállottak ki. Mikor azonban a galenit és szfalerit alkotja a telérdarabok főtömegét, akkor a dolomit hiányzik.

¹ A. SADEBECK: Ueber die Krystallformen der Blende. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1869. XXI. p. 627. Hemiedrie der scheinbar holoedrischen Formen der Blende und des Kupferkieses. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1888. XXV. p. 590.

G. vom RATH: Mineralogische Notizen. Sitzb. d. Niederrh. Ges. für Nat. u. Heilk. 1878/79. Sitz. v. 7. Jan. 1878. — Ref. Zeitschr. für Krist. 1880. IV. p. 429.

² H. FRANKE: Galenit und Dolomit von Óradna in Siebenbürgen. Abh. d. naturw. Ges. Isis. Dresden. 1896. p. 25. Zeitschr. für Krist. 1898. XXX. p. 663.

³ F. POŠEPNY: Über das geol. Alter der Rodnaer Erzlagerstätten. Verh. d. k. k. geol. Reichsanst. Wien. 1865. XV. p. 183.

⁴ AL. KOCH: Bournonit von Óradna. Annales musei nat. hung. 1926. XXIII. p. 395—396.

M. LÖW—L. TOKODY: Zur Kristallographie des Bourmonits von Óradna. Centralblatt für Min. etc. 1928. p. 105—113.

⁵ TOKODY L.: A magyarországi cerusszitek kristálytani monografiája. Math. és Természettud. Közlemények. Budapest. 1926. p. 22. — Kristallographische Monographie d. ung. Cerussite. Zeitschr. für Krist. 1926. LVIII. p. 407.

⁶ F. ULRICH: Cristallographie de la vivianite de Rađna vecche. Bull. intern. de l'Acad. des Sciences de Bohême. 1924. p. 1—8.

KOCH S.: Az óradnai vivianit kristályai. — Vivianitkristalle von Óradna. Annales musei nat. hung. 1926. XXIV. p. 93—98.

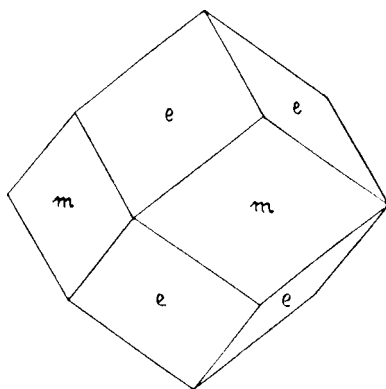
A szfalerit elmaradása esetén a galenit mennyisége is csökken, de fennőtt kvarc és kalcit, vagy gyakrabban fehéres színű dolomit telepedik a kvarc- és chalkopirit-kristályokra.

Végül: a szfalerit- és kvarckristályokon pentagondodekaédeses kifejlődésű pirit ül s ezeken található a chalkopirit. A chalkopirit felületét bornit kérgezi be, mely helyenként malachittá alakult. A malachiton igen apró hexaédeses típusú kristályokban a piritnek második generációja következik gömbös kifejlődésű barnapáttal.

A szukcesszió tehát a következő: kvarc-galenit-szfalerit-pentagondodekaédeses pirit-chalkopirit-bornit-malachit-hexaédeses pirit-dolomit.

A chalkopirit-kristályok nagyok; 2 mm-től 15 mm nagyságúak. Goniométeres mérésre csak a kisebbek alkalmasak, ezeket nem borítja bornit-malachit vagy barnapát s ezek a galenit-kvarcos telérdarabokon fordulnak elő. Ha a nagyobb kristályokon hiányzik is a bevonat, egyenetlen, facettázott felületük miatt reflexiós goniométerrel nem mérhetők.

A kristályok kombinációja rendkívül egyszerű. A kombinációban mindössze két forma szerepel, nevezetesen az $m \{110\}$ és $e \{101\}$. Különös érdekességet ad a kristályoknak, hogy az említett két forma tökéletesen egyensúlyban fejlődött ki. Ilyen-



1. ábra.

formán a kristályok teljesen rombdodekaédeses habitusúak (1. ábra), ami igen könnyen érthető, amennyiben a chalkopirit tengelyaránya $a : c = 1 : 98525$. A rombdodekaédeses kifejlődést illető csalódásunkat növeli még, hogy a nagy kristályoknál az I. rendű prizma lapja függőlegesen, a II. rendű bipiramis lapjai pedig a kombinációban a rövidebb diagonális irányában rostozottnak látszanak. Tulajdonképpen rostozottságról nincs szó, hanem az egyes facetták az említett irányokban való erőteljesebb kifejlődésükkel keltik ezt a látszatot.

A chalkopiritnek szabályos rendszerre emlékeztető egyszerű kristályait vagy kombinációit sok esetben megfigyelték. Különösen azokban az esetekben, amikor a pozitív és negatív szfenoid kombinálódott egymással¹ vagy amikor az $\{112\}$, illetőleg $\{101\}$ forma egyedül lépett fel.² Ilyenkor tetraéderez, illetőleg oktaéderez jellegű kombináció jött létre.¹ Gyakran triakisztetraéderez megjelenésű kristályok képződtek.³

Hasonlóan szabályos rendszerbe tartozóknak látszanak azok a kristályok, melyeket PENFIELD írt le a French Creek vasbányából (St. Peter, Chester Co.).⁴ Az ottani kristályok kombinációjában a $\{772\}$, esetleg a $\{332\}$ biszfenoid szerepel, amely átmehet az $m\{110\}$ formába is. E mellett a közelebről meg nem határozható forma mellett egy ugyancsak kevésbé biztos skalenoéder figyelhető meg, amely a $\{212\}$ -vel azonosítható, de megfelelhet egy II. r. bipiramisnak is. Ezek a formák egyensúlyban lépnek fel s deltoiddodekaéder jellegű kombinációit mutatnak. Ugyancsak deltoiddodekaéderez megjelenésű kristályokat ismertetett DES CLOIZEAUX Cubá-ról,⁵ amelyeknél a $\{441\}$ vagy az $\{538\}$ formák szerepeltek. Miként az előzőekből kitűnik, úgy PENFIELD, mint pedig DES CLOIZEAUX csak közelítőleg állapíthatták meg a kombinációban szereplő formákat.

WADA Arakawa-ról (Japán) származó kristályai az $y\{313\}$, $X\{331\}$ és $c\{001\}$, illetőleg $\chi\{212\}$, $t\{221\}$, $p\{111\}$ és $c\{001\}$ formákból felépült kristályai deltoiddodekaéderez habitust mutatnak. Ugyancsak WADA írta le Daira, Ugo Pr.-ből (Japán) azokat a nagy (68—80 mm) kristályokat, melyeken — az ó-radnaiak-

¹ V. GOLDSCHMIDT: Atlas d. Krystallformen. Taf. 41. Fig. 1. és 2. — Taf. 42. Fig. 10. és 19. — Taf. 43. Fig. 24. — Taf. 44. Fig. 40. 41, 48., 50., 51. — Taf. 45. Fig. 58. és 59. — Taf. 47. Fig. 103. — Taf. 52. Fig. 198.

² V. GOLDSCHMIDT: Atlas d. Krystallformen. Taf. 43. Fig. 30. és 31.

³ V. GOLDSCHMIDT: Atlas d. Krystallformen. Taf. 41. Fig. 4. — Taf. 42. Fig. 8. — Taf. 52. Fig. 191.

⁴ S. L. PENFIELD: Kupferkieskrystalle aus den French Creek Eisen-gruben, St. Peter, Chester Co., Pa. Zeitschrift für Krist. 1891. XVIII. p. 512—516.

⁵ M. DES CLOIZEAUX: Note sur des cristaux remarquables de chalcopirite de l'isle de Cuba. Bull. de la société française de Mineralogie. 1890. XIII. p. 335—336.

hoz hasonlóan — az $m\{110\}$ és $e\{101\}$ formák lépnek fel. Ezek a kristályok az $e:e = 101:011$ irányban megnyúltak s a szemlélőben egy a trigonális tengely szerint megnyúlt rombdodekaéder benyomását keltik.¹

Az ismertetett esetek legnagyobb részében a tesszerális rendszerre emlékeztető chalkopirit-kristályok inkább a szabályos rendszer feles osztályainak alakjait közelítik meg, ezzel szemben az ó-radnai kristályok tökéletes, majdnem ideális kifejlődésükkel teljesen a rombdodekaéder alakját utánozzák, tehát szabályos holoéderekes megjelenésűek.

Az ó-radnai kristályoknál az $m\{110\}$ és $e\{101\}$ fellépése kétségtelen, amit a következő szögadatok is bizonyítanak.

	Mért.	Számított.
$e:e = 101:011 = 59^\circ 24'$	$59^\circ 24'$	$59^\circ 30' 30''$
$e:e = 101:10\bar{1} = 91^\circ \text{ —}$	91° —	$90^\circ 51' \text{ —}$
$e:m = 101:110 = 60^\circ 23'$	$60^\circ 23'$	$60^\circ 14' 44''$
$m:m = 110:1\bar{1}0 = 89^\circ 50'$	$89^\circ 50'$	90° — —

A nagyobb kristályok kontakt goniométerrel történt mérése is hasonló eredményekre vezetett.

FIZÉLYI SÁNDOR, aki a tanulmányozott darabokat megvizsgálás végett 1899-ben a Magyar Nemzeti Múzeum ásvány-öslénytárának beküldötte, a darabokhoz mellékelte levelében az előfordulásról a következőleg emlékszik meg: «Van szerencsém a különböző tömzsökről 6 drb. Chalkopyritet közelebbi megvizsgálás végett küldeni; én ezen jegeceket rhombtizenkettősnek tartom, e mellett megjegyzem, hogy 12 év alatt ahány chalkopyritet Ó-Radnán láttam, az mind ilyen alakot mutatott...»

A megvizsgált kristályok átengedéséért dr. ZIMÁNYI KÁROLY nemzeti múzeumi osztályigazgató úrnak e helyen fejezem ki őszinte köszönetemet.

¹ T. WADA: Minerals of Japan. Tokyo. 1904. p. 32—34.

J. BECKENKAMP: Über Chalkopyrit von Arakawa, Provinz Ugo in Japan, und über die Struktur des Chalkopyrits im allgemeinen. Zeitschr. für Krist. 1907. XLIII. p. 43—60.

ÜBER DEN CHALKOPYRIT VON Ó-RADNA.

Von L. TOKODY.

Der Chalkopyrit von Ó-Radna kommt mit folgenden Mineralien vor: Galenit, Sphalerit, Pyrit, Bornit, Quarz, Calcit, Dolomit und Malachit.

Die Succession dieser Mineralien ist: Galenit, Sphalerit, Pyrit mit pentagondodekaederischen Habitus, Chalkopyrit, Bornit, Malachit, Pyrit mit hexaedrischen Typus, Dolomit.

Die Chalkopyritkristalle sind meistens gross: 2—15 mm. Zu goniometrischen Messungen sind nur die kleineren Kristalle geeignet, da diese nicht mit einem Bornit-Malachitüberzug bedeckt sind, wie die grösseren. Bei den grösseren Kristallen kann man öfters fazettierte Flächen beobachten. Die Kombination der Kristalle ist ausserordentlich einfach, deren Formen sind $m\{110\}$ und $e\{101\}$. Es ist sehr interessant, dass diese Formen in vorzüglichstem Gleichgewicht entwickelt sind und infolgedessen die Kristalle eine rhombendodekaederähnliche Kombination zeigen. Die pseudokubische Ausbildung des Chalkopyrits wurde schon mehrmal beobachtet. Es soll hier nur an die Beobachtungen WADA's erinnert werden,¹ der von Daira, Ugo Pr. Japan ebenfalls rhombendodekaederähnliche Chalkopyritkristalle mit den Formen $m\{110\}$ und $e\{101\}$ beschrieb, aber seine Kristalle nach der Kante $e:e=101:011$ gestreckt waren, im Gegenteil mit denjenigen von Ó-Radna, welche beinahe die Form eines Rhombendodekaeder zeigten.

Diese Kristalle wurden von AL. FIZÉLYI in das Ungarische Nationalmuseum zur Untersuchung eingesandt und er hat auch brieflich mitgeteilt, dass die Kristalle des Chalkopyrits mit solcher Kombination und Ausbildung in Ó-Radna sehr oft vorkommen.

¹ T. WADA: Minerals of Japan. Tokyo. 1904. p. 32—34.

J. BECKENKAMP: Über Chalkopyrit von Arakawa, Provinz Ugo in Japan und über die Struktur des Chalkopyrits im allgemeinen. Zeitschr. für Krist. 1907. XLIII. p. 43—60.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften, den 16. Dezember 1929.)

A KŐSÓ ROMBDODEKAÉDERES TRANSLÁCIÓJÁRÓL.¹

TOKODY LÁSZLÓ-tól.

Régóta ismeretes, hogy a kristályok szerkezete és a fizikai-morfologiai sajátosságok között a legszorosabb összefüggés áll fenn. Ezek a kapcsolatok erős bizonyítékot nyertek a kristályok belső szerkezetének röntgenometriai vizsgálata által, amikor is az elméleti megfontolásokat kísérleti megfigyelések erősítették meg. Jóllehet e téren az újabb kutatások nagy eredményeket értek el, ennek dacára sok jelenség magyarázata hiányzik még. Így például igen keveset tudunk a transláció mibenlétéről is.

A kősónál általánosan ismert jelenség, hogy a felépítő részecskéi mechanikai hatásra, nevezetesen meghatározott irányú nyomásra meghatározott irányban egymástól eltolhatók anélkül, hogy az anyag folytonossága megszakadna. Ezt a jelenséget MÜGGE mechanikai translációnak nevezi. A kősónál először REUSCH figyelte meg a rombdodekaéderes translációt, amikor is $T=(110)$ és $t=[1\bar{1}0]$. TAMMAN és SALGE 100° -on felüli hőmérsékleten az oktaederlap szerint is észleltek siklatást.²

A kősó translációjának magyarázatával STARK foglalkozott.³

¹ A Kir. József Műegyetem ásvány-földtani intézetében készült dolgozat.

² G. TAMMAN—W. SALGE: Der Einfluss des Druckes auf die Reibung beim Gleiten längs der Gleitebenen von Kristallen. Neues Jahrbuch für Min. etc., Beil. Bd. LVII. Abt. A. Festschrift O. Mügge. 1928. p. 117—130.

³ I. STARK: Neuere Ansichten über die zwischen- und innermolekuläre Bindung in Kristallen. Jahrbuch der Radioaktivität und Elektronik. 1915. XII. p. 279—296.

A következőkben a kősó rombdodekaédes translációjának STARK-étől eltérő magyarázatát és a síklatás lefolyásának, kialakulásának körülményeit óhajtanám közölni.

Számos és sokszorosan megismételt — közönséges szobahőmérsékleten végzett — kísérleteimnél a következőket volt alkalmam megfigyelhetni.

A kősó-hexaéder két szembenfekvő élének, tehát a digonális tengely irányában nyomást gyakorolva, csekélyebb nyomásnál lényeges változást nem észlelünk. A nyomás növekedésekor bekövetkezik a transláció. S végül a nyomás fokozásával elérhetjük, hogy a kristály két félre válik.

A translációs lap kialakulását figyelve, úgy tapasztaljuk, hogy az nem folytonosan, hanem ugrásszerűleg fejlődik ki. A síklatási lapnak ilyen ugrásszerű kialakulását M. CLASSEN—NEKLUDOWA is megfigyelte.¹ Vizsgálatai szerint ezek az ugrások csak meghatározott hőmérsékleten, így a kősónál 230° C-on felül jelennek meg, alacsony hőmérsékleten pedig ezek oly kicsinyek, hogy egymással teljesen összefolynak. A síklatási lapnak hasonló fellépését OBREIMOW és SCHUBNIKOFF is megfigyelték.² Az én kísérleteimnél — melyeket szobahőmérsékleten végeztem — a legtöbb esetben észrevehető volt a translációs lap ugrásszerű kialakulása.

A síklatási lap kifejlődését igen sajátosogó sístergő, zizegő hangjelenség kíséri, mely a jégzajlaskor egymáshoz surlódó jég-táblák keltette hanghoz hasonlít. E hangjelenséget P. EHRENFEST és A. JOFFE 450° -ra hevített kősókristály deformációs vizsgálatánál észlelték. Megfigyelésüket CLASSEN—NEKLUDOWA kísérletei megerősítették. Szobahőmérsékleten végzett kísérleteimnél ez a zizegő hangjelenség mindenkor hallható volt.

Figyelemre méltó a translációs lap maga. Ez ugyanis a legtöbb esetben nem síkfelületű. Amikor a síkfelületet legjobban megközelíteni látszik, akkor is szálas-rostos szerkezetet mutat.

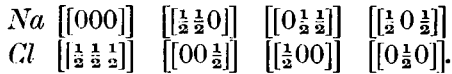
¹ M. CLASSEN—NEKLUDOWA : Über die sprungartige Deformation. Zeitschrift für Phys. 1929. LV. p. 555—568.

² J. W. OBREIMOW—L. W. SCHUBNIKOFF : Über eine optische Methode der Untersuchung von plastischen Deformationen in Steinsalz. Zeitschr. für Phys. 1927. XLI. p. 907—919.

Igen gyakran megfigyelhető, hogy a siklatási lap lépcsőzetes; derékszögű lépcsőkből épül fel. Irányára nézve megjegyezhetjük, hogy normális esetekben éltől élig halad. De előfordul, hogy éltől kiindulólág nem a szemben fekvő élen végződik, hanem lapon s azon a kilépése annak az éltől számított $1/8$ — $1/10$ részére esik. Felületi kifejlődésétől eltekintve megjelenése kétféle lehet: egyenes vonalú és görbült.

A fenti megfigyelések alapján és a kősó hasadása NIGGLI-féle magyarázatának tekintetbevételével a translációs jelenséget a következőképpen magyarázhatjuk.

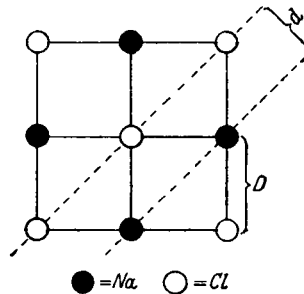
A kősó általánosan ismert szerkezete a következő:



Minden Na -iont a hexaéder-séma szerint hat Cl -ion vesz körül, minden Cl -iont hasonló módon hat Na -ion. Koordinációs szám: 6. $[NaCl_6] [ClNa_6]$.

E szerkezet alapján a kősó hasadását NIGGLI az alábbi igen egyszerű módon magyarázza.¹

Vetítsük az atom (-ion) súlypontokat a hasadási lapok egyikére s vegyük szemügyre a tömegsíkok egymástól való távolságát a különböző egyszerű irányokban (1. ábra). Azonnal feltűnik, hogy az (100), (010) és (001) tömegsíkok egymástól nagyobb távolságokban vannak, mint az (110) vagy (111) síkok. A koordinátatengelyek irányában az ionok közti távolság nagyobb: az összetartó erő kisebb, mint például az (110) síkokra merőlegesen, ahol ez a távolság kisebb s így az összetartó erő nagyobb. Ilyen szerkezet, vagyis tömegeloszlás mellett természetes, hogy a hexaéderlap kitűnő hasadási lap.

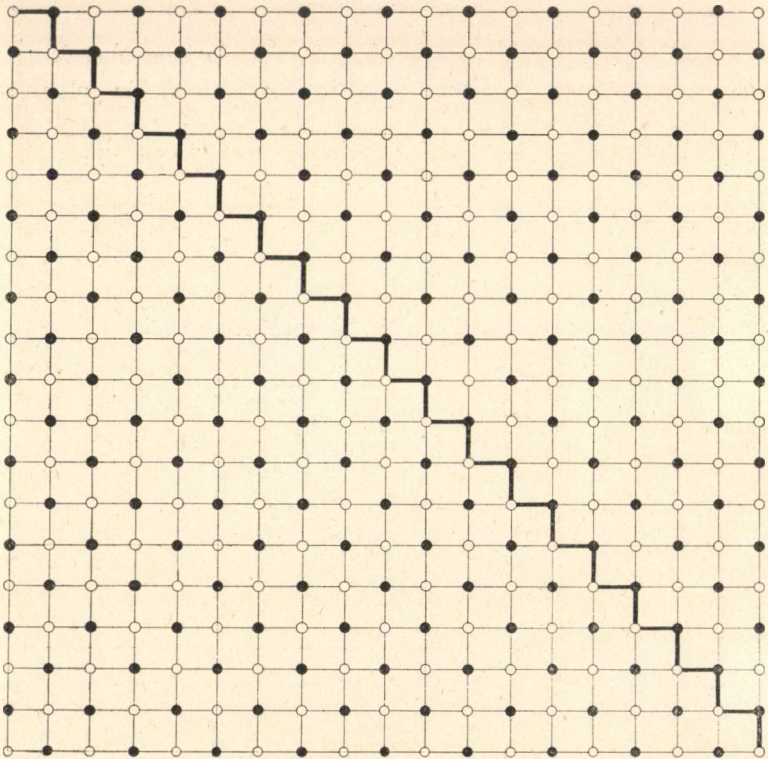


1. ábra.

¹ P. NIGGLI: Lehrb. d. Min. II. Aufl. 1924. I. Bd. p. 316.

lációs jelenségek figyelembevétele alapján a rombdodekaédeser translációinak magyarázata semmiféle nagyobb nehézségbe nem ütközik s a következőképpen vázolható.

A transláció irányában ható erő az erőparallelogramma elve szerint két komponensre bomlik. A két erőkomponens a hexa-



2. ábra.

éderlapok irányában hat mint hasító erő. A két összetevő két lap, például az (100) és (010) szerint hasadást idéz elő. E kettős hasadást ideális esetben úgy foghatjuk fel, hogy egy-egy erőkomponens csak két szomszédos ion-távolságig $\left(\frac{a}{2}\right)$, vagyis két szomszédos tömegsíkgig érvényesül s ott a másik komponens idéz elő hasadást az előbbire merőleges irányban. E működés révén

végül egy a kristályban éltől-élig haladó siklatási lapot nyerünk. Ilyen elgondolás szerint keletkezett translációs lapot tüntet fel a 2. ábra.

Ha azonban — mint azt kísérleteinknél oly gyakran tapasztaljuk — a jelenség lefolyása nem ily ideálisan tökéletes, előáll a rostos-szálkás felületű translációs lap s végül — extrem esetekben — a lépcsőzetes fejlődésű siklatási lap.

A translációt kísérő hangjelenség magyarázatára vonatkozólag megjegyezhetem, hogy a hasadást, a tömegsíkrok egymástól való elvállását mindig kíséri hangjelenség. Az előzőekből pedig az tűnik ki, hogy a kősó translációja nem egyéb, mint komplikáltabb hasadás, úgy hogy az itt fellépő hangjelenséget a hasadásnál fellépő hangjelenséggel azonosíthatjuk.

Megfigyeléseinket és megállapításainkat a következőkben foglalhatjuk össze.

1. A kősó rombdodekaederes translációs síkja közönséges hőmérsékleten is igen gyakran ugrásszerűleg alakul ki.

2. A siklatási sík kialakulását hangjelenség kíséri.

3. A siklatási lap nem síkfelületű, hanem rostos-szálkás szerkezetű, olykor lépcsőzetes kialakulású.

4. A kősó rombdodekaeder-transzlációját a hasadásának NIGELI-féle értelmezése alapján magyarázhatjuk.

5. A translációs lap nem egyéb, mint egyidőben fellépő kétirányú hasadás eredője.

6. A translációt kísérő hangjelenség azonos a hasadás alkalmával észlelhető hangjelenséggel.

ÜBER DIE RHOMBENDODEKAEDRISCHE TRANSLATION DES STEINSALZES.

Von L. TOKODY.

Bei vielen und mehrmals wiederholten Experimenten, bei Zimmertemperatur war folgendes zu beobachten.

Die Entstehung der Translationsfläche fand ich, dass sie sich nicht kontinuierlich, sondern sprungweise entwickelte. Die Ausbildung der Translationsfläche wurde von einer eigentümlichen knisternden Schallerscheinung begleitet, die an das Zischen der aneinanderstreibenden Eisplatten beim Eisstoss erinnerte.

Beachtungswert war auch die Translationsfläche selbst. Diese war meistens nicht ebenflächig. Schien sie zwar gleich der ebenen Fläche am nächsten zu stehn, so zeigte sie sich als eine stengelige-faserige Ausbildung. Sehr oft war es zu beobachten, dass die Translationsfläche stufenartig, aus winkelrechten Stufen aufgebaut war. In betreff der Richtung ist zu bemerken, dass sie in Normalfällen von Kante zu Kante ging. Es gab aber Fälle, bei welchen sie nicht bis zur gegenüberliegenden Kante reichte, sondern sich bis zur Fläche erstreckte und ihr Austritt vor der Kante ab $\frac{1}{8}$ — $\frac{1}{10}$ machte. Von der Flächenentwicklung abgesehen war ihr Erscheinen eine Zweifache: gradlinige, oder gekrümmte.

Auf Grund obiger Beobachtungen und die NIGGLI'sche Erklärung¹ der Steinsaltzpaltung berücksichtigend, lassen sich die Translationserscheinungen folgendermaassen erklären.

Die in der Translationsrichtung wirkende Kraft zerfällt nach dem Lehrsatz des Parallelogrammes der Kräfte in zwei Komponenten. Beide Komponenten wirken in der Richtung der Hexaederfläche als Spaltkräfte. Beide Komponenten verursachen

¹ P. NIGGLI: Lehrb. d. Min. II. Aufl. 1924. I. Bd. p. 316.

in beiden Richtungen zwei Flächenspaltungen z. B. nach (100) und (010). Diese zweifache Spaltung kann in einem Idealfalle so aufgefasst werden, dass je ein Kraftkomponent nur an die beiden benachbarten Ion-Entfernungen $\left(\frac{a}{2}\right)$, d. h. bis an die beiden benachbarten Massenebenen heranreichen, wo dann der zweite Komponent eine senkrechte Spaltung auf dem vorhergehenden verursacht. Infolge dieser Einwirkung erhalten wir zuletzt eine im Kristall von Kante zu Kante fortschreitende Translationsfläche (Fig. 2). Wenn aber — wie es eben bei Experimenten meistens vorkommt — der Verlauf der Erscheinung nicht so idealvollkommen ist, entsteht die faserige Translationsfläche und in extremen Fällen die stufenartig gebildete Verschiebungsfläche.

Betreffs der Schallerscheinung soll erwähnt werden, dass die Spaltung immer von Schallerscheinungen begleitet wird. Aus den obigen geht es nun hervor, dass die Steinsaltztranslation nichtsweiter, als eine kompliziertere Spaltung ist, so dass die hier auftretende Schallererscheinung mit derjenigen der Spaltung identisch ist.

Meine Beobachtungen, Bemerkungen und Überlegungen sollen in folgenden zusammengefasst sein:

1. Die rhombendodekaedrische Translationsfläche des Steinsalzes entsteht sprunghaft sehr oft auch bei Zimmertemperatur.

2. Die Entwicklung der Translationsebene wird von einer Schallerscheinung, einem Knacken begleitet.

3. Die Translationsfläche ist nicht ebenflächig, sondern von faseriger Struktur und stufenartig gebaut.

4. Die Translationsfläche ist nichts anderes, als eine zu gleicher Zeit nach zwei Richtungen auftretende Spaltungsergebnisse.

5. Die begleitende Schallerscheinung ist mit der bei Spaltung auftretenden Lauterscheinung identisch.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 16. Dezember 1929.)

A PRÍMSZÁMOK ELOSZLÁSÁRÓL.

OBLÁTH RICHARD-tól.

Bármekkora nagyságú egyenlő hosszú intervallumokban vizsgáljuk is meg a prímszámok eloszlását, még sem várható, hogy az egy számközre jutó törzsszámok száma állandóan csökkenjék, mert hiszen végtelen sok prímszám van.

LANDAU úr¹ kimutatta LIONNET régi sejtését,² hogy ha x elég nagy, x és $2x$ között mindig kevesebb prímszám van, mint 1 és x között. A törzs-számoknak a következő intervallumokban való eloszlásáról a következő tétel ad felvilágosítást.

I. tétel: *Ha x elég nagy, akkor az*

$$1, \dots, x; x, \dots, 2x; 2x, \dots, 3x; \dots; (n-1)x, \dots, nx$$

számközök mindenképpen kevesebb prímszám van, mint a megelőzőben, ha

$$3n < \log x. \quad (1)$$

Tételünk bizonyítására elegendő lesz a prímszám függvénynek az integrál-logarithmus második, illetőleg harmadik közelítő értékével való kifejezése. Legyen

$$k \leq n - 1. \quad (2)$$

¹ LANDAU: *Nouv. Ann. de Math.* (4) 1. p. 281. (1901), lásd még LANDAU: *Handbuch d. Lehre v. d. Verteilung der Primzahlen.* Leipzig, Teubner 1909. I. p. 215.

Jelöléseink megegyeznek LANDAU kézikönyvének jelöléseivel.

² LIONNET: *Nouv. Ann.* (2) 11. (1872) p. 190. qu. 1075. BROCARD bizonyítási kísérlete *Nouv. Ann.* (2) 15. (1876) p. 330. már csak azért is helytelen, mert a hibás LEGENDRE-féle prímszámformulára támaszkodik, amint ezt LIONNET a *Nouv. Ann.* ugyanazon kötetében p. 473. ki is emelte.

A kx és a $(k+1)x$ közé eső prímszámok száma tehát;¹

$$\begin{aligned} u_{k+1}(x) &= \pi((k+1)x) - \pi(kx) = \\ &= \frac{(k+1)x}{\log(k+1)x} + \frac{(k+1)x}{\log^2(k+1)x} - \frac{kx}{\log kx} - \frac{kx}{\log^2 kx} + O\left(\frac{x}{\log^3 x}\right) = \\ &= \frac{(k+1)x}{\log x} \left[1 - \frac{\log(k+1)}{\log x}\right] + \frac{(k+1)x}{\log^2 x} - \\ &- \frac{kx}{\log x} \left[1 - \frac{\log k}{\log x}\right] - \frac{kx}{\log^2 x} + O\left(\frac{x}{\log^3 x}\right) = \\ &= \frac{x}{\log x} + \frac{x}{\log^2 x} - \frac{x \log \frac{(k+1)^{k+1}}{k^k}}{\log^2 x} + O\left(\frac{x}{\log^3 x}\right). \end{aligned}$$

Tételünket kimutattuk, ha bebizonyítjuk, hogy az (1) alatti feltétel teljesülése esetén

$$u_{k+1} < u_k;$$

valóban

$$u_{k+1} - u_k = - \frac{x \log \frac{(k+1)^{k+1} (k-1)^{k-1}}{k^{2k}}}{\log^2 x} + O\left(\frac{x}{\log^3 x}\right). \quad (3)$$

Itt a negatív tag dominál, ha k kielégíti az (1) és (2) egyenlőtlenségeket. Ezt a következő megbecslések összekapcsolásával láthatjuk be:

$$\begin{aligned} \frac{1}{k+1} &< \log \frac{k+1}{k} \\ \log(k+1) \left(1 + \frac{1}{k}\right)^k &- \log k \left(1 + \frac{1}{k}\right)^k < \\ < \log(k+1) \left(1 + \frac{1}{k}\right)^k &- \log k \left(1 + \frac{1}{k-1}\right)^{k-1} = \\ &= \log \frac{(k+1)^{k+1} (k-1)^{k-1}}{k^{2k}}. \end{aligned}$$

Vizsgáljuk meg már most a maradék tagot. $u_{k+1}(x)$ maradéktagja helyébe nála nagyobb, $u_k(x)$ maradéka helyébe nála

¹ LANDAU: *Handbuch* I. p. 215.

kisebb kifejezést teszünk. $u_{k+1} - u_k$ maradék tagja tehát minden-
 esetre a nyerendő kifejezés értéke *alatt* marad. Ezen megbecs-
 lésnél szükségünk lesz az integrálogaritmus harmadik közelítő
 értékére. $\pi((k+1)x)$ maradék tagja

$$\frac{2(k+1)x}{\log^3(k+1)x} + O\left(\frac{x}{\log^4 x}\right),$$

mely tehát elég nagy x mellett mindenestre kisebb, mint

$$\frac{(2k+3)x}{\log^3 kx}$$

míg $\pi(kx)$ maradék tagja nagyobb, mint

$$\frac{2kx}{\log^3 kx}$$

ennélfogva

$$u_{k+1} = \pi[(k+1)x] - \pi(kx)$$

maradéktagja R_{k+1} feltétlenül kisebb

$$\frac{(2k+3)x}{\log^3 kx} - \frac{2kx}{\log^3 kx} < \frac{(2k+3)x}{\log^3 x} - \frac{2kx}{\log^3 x} = \frac{3x}{\log^3 x} \text{-nél.}$$

$$u_k = \pi(kx) - \pi[(k-1)x]$$

maradéktagja R_k pozitív, ha x elég nagy. Ugyanis elég nagy
 x -nél

$$R_k > \frac{2kx}{\log^3 kx} - \frac{2(k-1)x}{\log^3 kx} > 0,$$

mert

$$\frac{u}{\log^3 u}$$

monoton nő, ha

$$u > e^3;$$

$u_{k+1} - u_k$ maradéktagja azért elég nagy x -nél kisebb

$$\frac{3x}{\log^3 x} \text{-nél.}$$

De ekkor

$$\log \frac{(k+1)^{k+1} (k-1)^{k-1}}{k^{2k}} > \frac{1}{k+1} > \frac{3}{\log x} > R_{k+1} - R_k,$$

hacsak

$$3(k+1) \lesssim \log x$$

ami előre bocsájtott tételünket adja. Amint látható az n konstans tényezőjét alább is szoríthatnók, de lényegesen pontosabb eredményt akkor sem kaphatnánk, ha $\pi(x)$ -et valamely élesebb formulával közelítenők meg.

Alig szükséges megjegyeznünk, hogy állandó n mellett

$$\lim_{x \rightarrow \infty} \{u_{n+1}(x) - u_n(x)\} = -\infty$$

amiről a (2) egyenlet pusztá megtekintése is meggyőz.

Tételünk a számtani sor prímszámaira is kiterjeszhető.

II. tétel: «Az

$$1, \dots, x; x, \dots, 2x; \dots; (n-1)x, \dots, nx$$

számközök mindenikében kevesebb

$$ay + b$$

alakú prímszám van, mint a megelőzőben, ha

$$3n\varphi(a) < \log x,$$

ahol $\varphi(a)$ számelméleti függvény jelentése a szokott.»

Ugyanis, mivel ¹

$$\pi(x) = \frac{1}{\varphi(a)} \int_2^x \frac{du}{\log u} + O(xe^{-\sqrt{\log x}})$$

az 1. tétel levezetését megismételhetnők.

¹ LANDAU: *Handbuch* I. p. 468.

SUR LA DISTRIBUTION DES NOMBRES PREMIERS.

Par M. RICHARD OBLÁTH.

La note précédente contient le théorème suivant :

Théorème. *Tous les n intervalles égaux de la longueur x*

$1, \dots, x; x, \dots, 2x; 2x, \dots, 3x; \dots; (n-1)x, \dots, nx$

contiennent moins de nombres premiers que leur précédent si l'on a

$$3n < \log x.$$

La démonstration s'appuie sur le célèbre «théorème des nombres premiers» des MM. HADAMARD et DE LA VALLÉE POUSSIN. Nous nous servons de la troisième, respectivement quatrième, approximation du logarithme intégral.

Aussi nous établissons un théorème analogue relatif aux nombres premiers contenus dans la progression arithmétique $ay + b$ où les nombres a et b sont premiers entre eux, sous la condition

$$3n\varphi(a) < \log x;$$

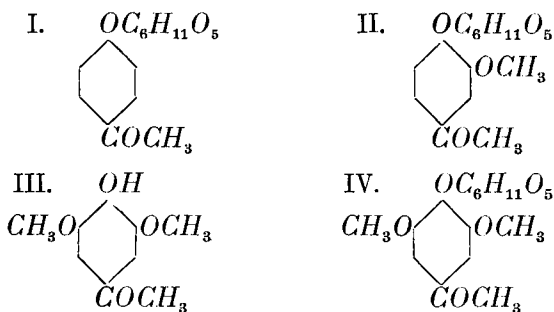
$\varphi(a)$ y désignant la fonction arithmétique bien connue, qui marque combien la suite $1, 2, \dots, a$ contient de nombres premiers à a .

(Lu en Séance de la III^{ème} Classe de l'Académie Hongroise des Sciences,
le 13 janvier 1930.)

A GLÜKOACETOSYRINGON ÉS A GLÜKOSYRINGALDEHYD SZINTÉZISE.¹

MAUTHNER NÁNDOR-tól.

Hosszabb idő óta foglalkozom a természetben előforduló azon glükozidek szintézisével, amelyek az aromás oxyketonoktól származtathatók le. Így TANRET² a Pinus piceából egy szépen kristályosodó glükozidet különített el, amelyet piceinnek nevezett el. TANRET, szintűgy CHARON és ZAMANOS³ vizsgálatai szerint e glükozid hydrolyziskor paraoxyacetophenonná és glükózra bomlik. Több évvel ezelőtt e természetes glükozid szintézisét létesítettem azáltal, hogy paraoxyacetophenont előbb β acetobromglükózzal tetraacetylglükooacetophenonná kondenzáltam és e terméket hideg barytvizvel a szabad glükoziddá szappanosítottam el. (I.)



¹ A budapesti Pázmány Péter tud. egyetem II. sz. kémiai intézetében készült dolgozat.

² Compt. rend. 119, 80; Bull. soc. chim [3] 19, 944 (1899).

³ Compt. rend. 113, 741.

⁴ Math. és Természettud. Ért. 32, 41 (1914); Journ. pr. Chemie, 88, 764 (1913).

Hasonlóképpen MOORE¹ az *Apocynum androsæmifolium* rizomjából egy glükozidet különített el, amelyet androsinnek nevezett el. E glükozid szintézisére acetovanillont kondenzáltam² acetobromglükózzal tetra-acetylglükooacetovanillonná és e vegyület elszappanosításakor barytvízzel glükooacetovanillon képződött. E vegyületet összes tulajdonságaiban³ azonosnak ismertem fel a természetes androsinnel. (II.)

Rövid ideje, hogy közzétettem⁴ az acetosyringon (III.) szintézisét acetyl-dimethylpyrogallolnak intramolekuláris atomáthelyezkedése útján. Mivel KARRER és WIDMER⁵ vizsgálatai szerint sok anthocyanidin hidroliziskor egyik komponens gyanánt syringasavat létesít, így ugyanazon atomcsoportozatokat tartalmazza, mint az acetosyringon. Ezen okok készítették arra, hogy a glükooacetosyringon (IV.) szintézisét megkísérleljem. E célból acetosyringont vizes acetonos oldatban kondenzáltam acetobromglükózzal tetra-acetylglükooacetosyringonná. A tetra-acetylszármazék elszappanosításakor hideg barytvízzel a szabad glükozid képződött. (IV.) E glükozidet még nem észlelték a természetben, de nem valószínűtlen, hogy később ott is fellelik, mivel a szintetikus termék tulajdonságai immár ismeretesek, úgy esetleges elkülönítését igen meg fogja könnyíteni. A természetes glükozidok között több olyan terméket leltek fel, mint a helicint⁶ és salinigrint,⁷ amelyek szerkezetükre nézve oxyaldehidek glükozidjei. Ugyanilyen szerkezetű vegyületek képződnek is természetes glükozidoknak az oxidációjakor, mint a glükovanillin és a glükosyringa-aldehyd. Így KÖRNER⁸ a *Syringa vulgaris* glükozidjának a syringinnek oxidációjakor káliumpermanganáttal a glükoo-

¹ Journ. chem. Soc. 95, 734 (1909).

² Mat. és Természettud. Ért. 39. köt., 119 (1918); Journ. prakt. Chemie 95, 217 (1918).

³ Mat. és Természettud. Ért. 42. köt. 85. l. (1925); Journ. für prakt. Chemie 110, 123 (1925).

⁴ Mat. és Természettud. Ért. 46. köt. (1929); Journ. für prakt. Chemie, 121, 255 (1929).

⁵ Helv. chim. acta 10, 5 (1927).

⁶ Ber. 14, 2097 (1881).

⁷ Chem. Ztg. 24, 352.

⁸ Gaz. chim. ital. 18, 210 (1888).

syringa-aldehydet nyerte. Mivel már régebben a syringa-aldehydnek¹ egy kényelmes szintézisét leltem fel: megkíséréltem ezen glükozid szintézisét létesíteni. A syringa-aldehydnek kondenzációjakor acetobromglükózzal a tetra-acetylglükosyringaldehydet nyertem. Ezen acetylszármazék elszappanosítása a szabad glükoziddá nagy kísérleti nehézségeket okozott, mert a glükose a termékből már hideg híg barytvíz hatására is lehasadt. Végre sikerült az elszappanosítást egy 2·5%-os ammoniakoldattal a terméknek hosszabb ideig való összerázása folytán végezni. A szintézis útján nyert termék olvadáspontja sokkal magasabb volt, mint azt KÖRNER megadta. Sajnos, KÖRNER az általa elkülönített glükozidnek optikai állandóit nem határozta meg és így egyelőre nem lehetett megállapítani az olvadáspontok között levő különbség okát.

KÍSÉRLETI RÉSZ.

Tetra-acetylglükoacetosyringon.

Az alábbi vegyület előállításához szükséges acetosyringont a röviddel ezelőtt² közölt eljárás szerint állítottam elő.

2 gr acetosyringont feloldunk 0·4 gr nátriumhydroxydból és 35 cm³ vízből készített natronlúgban. Ezután lassacskán hűtés közben 14 és 16 C° között 4 gr acetobromglükos acetonos oldatát (35 cm³) adjuk hozzá. A reakcióelegyet öt óra hosszat közönséges hőmérsékleten állni hagyjuk. Ezután vacuumban közönséges hőmérsékleten az acetont leszívátjuk, a visszamaradó terméket sok vízzel elegyítjük és többszörös hideg vízzel jól kimossuk. A vegyületet meleg methylalkoholban oldjuk, csontszénnel színtelenítjük, ezután vízzel elegyítjük, miközben az acetylszármazék kikristályosodik. Termelés 2·1 gr. Híg methylalkoholból való mégegyszeri átkristályosítás után a vegyület 119—120 C°-on olvad.

3·950 mgr anyag adott : 7·955 mgr CO₂-t és 2·100 mgr H₂O-t.

¹ Mat. és Természettud. Ért. 31, 374 (1914); Ann. der Chemie 395, 273 (1913).

² Loc. cit.

A $C_{24}H_{13}O_{30}$ képlet alapján a számított értékek: $C=54.73$, $H=5.70\%$.

Kísérletileg talált értékek: $C=54.91\%$, $H=5.90\%$.

A vegyület szintelen tüket képez amelyek könnyen oldódnak alkoholban, benzolban és acetonban. A termék igen nehezen oldódik ligroinban.

Glucoacetosyringon.

A tetra-acetylglucosid elszappanosítását legcélszerűbben hideg barytvízzel eszközöljük és a glükozid elkülönítését az alábbi módon végezzük:

3 gr finomra porított tetra-acetylglucoacetosyringont 200 cm³ 6%-os barytvízzel 10 óra hosszat a rázógépen erősen összerázzuk. Az első két óra után a glükozid teljesen feloldódik és 10 óra után 0.6 gr termék vállott ki az oldatból, amelyet leszűrünk és amely anyag az acetosyringon baryumsójának bizonyult. A leszűrt oldatba két óra hosszat széndioxydet vezetünk és a kiválasszott baryumcarbonátot egy PUKALL-féle porcellánhengeren való szűrés útján különítjük el az oldattól. Az oldatot vacuumban 35 C°-on majdnem szárazra bepárologtatjuk és a visszamaradó terméket vacuumexsiccatorban szárítjuk ki és ezután porítjuk. A porított anyagot többször tömény alkohollal kivonjuk. Az első kivonat lehülésekor a glükozid kiváltott. Termelés 0.5 gr. Az alkoholos oldatnak bepárlása útján vacuumban 35 C°-on még további 0.1 gr glükosidet nyertem. A glükosid további tisztítása céljából még egyszer tömény alkoholból átkristályosítjuk. Olvadáspontja 208–209 C°.

4.480 mg anyag adott: 8.780 mg CO_2 -t és 2.520 mg H_2O -t.

A $C_{16}H_{22}O_9$ képlet alapján a számított értékek: $C=53.63\%$, $H=6.14\%$.

Kísérletileg talált értékek: $C=53.44\%$. $H=6.25\%$.

A glükozid könnyen oldódik acetonban és meleg alkoholban.

Tetra-acetylglükosyringa-aldehyd.

Az alábbi kísérletekhez szükséges syringa-aldehydet eljárásom¹ szerint állítottam elő.

A kondenzáció eszközésére 4 gr syringa-aldehydet 1·2 gr natriumhydroxydból és 60 cm³ vízből készített oldatban feloldunk és 8 gr acetobrómglikóz ætheres (60 cm³) oldatával 18 óra hosszat a rázógépen összerázzuk. Már a reakció közben a kondenzációs termék kivállott és a reakció befejezte után leszűrjük. A nyersterméket előbb egész hig natronlúggal, majd vízzel jól kimossuk. A további tisztítás céljából a terméket methyalkoholból kristályosítjuk át. Termelés 2·5 gr. A ætheres anyalúgot a syringaaldehyd eltávolítására többször hig natronlúggal átrázzuk és az æther szabad elpárolgásánál 0·1 gr acetylszármazék vállott ki.

0·1725 gr anyag adott: 0·3395 gr CO₂-t és 0·058 gr H₂O-t.

A C₂₃H₂₈O₁₃ képlet alapján a számított értékek: C=53·90%, H=5·46%.

Kísérletileg talált értékek: C=53·67%, H=5·51%.

A tetra-acetylglükosyringa-aldehyd szintelen tükben válik ki, amelyek 158—159 C°-on olvadnak. A vegyület könnyen oldódik meleg alkoholban és benzolban. A termék nehezen oldódik ætherben és nagyon nehezen oldódik ligroinban és petroleumætherben.

Glükosyringa-aldehyd.

A fentebbi acetylszármazék elszappanosítása igen nagy kísérleti nehézségekbe ütközött, mert az elszappanosítás eszközésénél szokásos módon hig baryumhydroxydoldattal a glükozid teljes hydrolyzise állott be. Sok sikertelen kísérlet után végre sikerült az elszappanosítást egész hig ammoniakoldattal a rázógépen eszközölni.

1 gr finomra porított acetylszármazékot 80 cm³ 2·5%-os ammoniakoldattal 20 óra hosszat a rázógépen jól összerázzuk. Kevés (0·4 gr) változatlan kiindulási anyagot leszűrünk és az

¹ Loc. cit.

anyalúgot 12 mm nyomás alatt 40 C°-on bepárologtatjuk. A visszamaradó terméket vacuumexsiccatorban egészen kiszáritjuk és ecetsavæthylesterrel vízfürdõn extraháljuk. Az oldatot még melegen szûrjük és az oldat kihûlésekor a glükózid kikristályosodik.

0·1283 gr anyag adott: 0·2461 gr CO_2 -t és 0·0680 gr H_2O -t.

0·1678 gr anyag adott: 0·3226 gr CO_2 -t és 0·0906 gr H_2O -t.

A $C_{15}H_{20}O_9$ képlet alapján a számított értékek: $C=52·32\%$.
 $H=5·63\%$.

Kísérletileg talált értékek: $C=52·30\%$, $H=5·88\%$;
 $C=52·42\%$, $H=5·90\%$.

Az optikai analysishez a glükózid vizes oldatát használtam. Az anyag súlya = 0·1338 gr volt, az egész oldat súlya = 10·7662 gr. Az oldat fajsúlya 20 C°-on $d^{20}=1·0033$. Nátriumfényben az oldat 1 dm hosszú csõben 20 C°-on $\alpha=-1·6^\circ$ forgatóképességet mutatott. Ennélfogva:

$$[\alpha]_D^0 = -12·83^\circ.$$

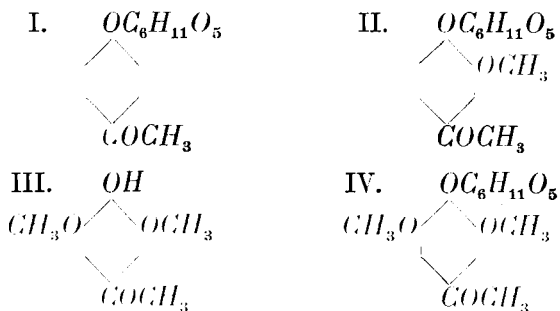
A vegyület könnyen oldódik vízben és alkoholban. Ecetsavæthylesterben a termék hidegen nehezen oldódik, ellenben könnyen melegben. Olvadáspontja 210—211 C°. A vegyület aldehydreakciókat ad és a termék a quantitativ nitrogénmeghatározáskor teljesen nitrogénmentesnek bizonyult, amely kísérlet igazolja, hogy ezen higitású ammoniákoldat az aldehydgyökkel nem reagál.

(A M. Tud. Akadémia III. osztályának 1930 január 13.-án tartott ülésébõl.)

DIE SYNTHESE DES GLUCOACETOSYRINGONS UND DES GLUCOSYRINGA-ALDEHYDS.

Von. F. MAUTHNER.

Seit längerer Zeit beschäftige ich mich mit der Synthese der in der Natur sehr verbreiteten Glucosiden, die sich von den aromatischen Oxyketonen ableiten. So hatte TAURET¹ aus den Nadeln der Edeltanne (*Pinus picea*) ein schön krystallisiertes Glucosid isoliert, welches er mit dem Namen Picein belegt hat. Nach den Untersuchungen von TAURET, sowie von CHARON und ZAMANOS² zerfällt dieses Glucosid bei der Hydrolyse in Paraoxyacetophenon und Glucose. Vor mehreren Jahren führte ich die Synthese³ dieses natürlichen Glucosids aus, indem ich zunächst Paraoxyacetophenon mit Acetobromglucose zum Tetraacetylglucoparaoxyacetophenon kondensierte und daraus durch Verseifung mit kalter Barytlauge das freie Glucosid (I.) gewann.



¹ Compt. rend. 119, 80; Bull. soc. chim. [3] 19, (944/1899).

² Compt. rend. 113, 741.

³ Journ. für prakt. Chemie. 88, 764 (1913).

Desgleichen hatte MOORE¹ im Rhizom von *Apocynum androsaemifolium* ein Glucosid aufgefunden, welches er Androsin bezeichnete. Vor einiger Zeit stellte ich aus Acetovanillon² und Acetobromglucose das Tetraacetylglucoacetovanillon dar, eine Verbindung, die bei der Verseifung mit kalter Barytlaug in Glucoacetovanillon (II.) überging. Diese Verbindung³ erwies sich vollkommen identisch mit dem natürlichen Glucosid Androsin. Vor kurzem teilte ich die Synthese⁴ des Acetosyringons (III.) durch Umlagerung des Acetyldimethylpyrogallols mit. Da nach den Untersuchungen von KARRER und WIDMER⁵ viele Anthocyanidine bei der Hydrolyse als eine Komponente Syringasäure liefern, hienach dieselbe Atomgruppierung führen wie das Acetosyringon. Diese Gründe veranlassen mich die Synthese des Glucoacetosyringons (IV.) durchzuführen. Zu diesem Zwecke kondensierte ich Acetosyringon in acetonisch-wässriger Lösung mit Acetobromglucose zum Tetraacetylglucoacetosyringon. Bei der Verseifung mit kalter Barytlaug entstand aus der Tetraacetylverbindung das freie Glucosid (IV.). Dieses Glucosid wurde in der Natur noch nicht aufgefunden, da es aber nicht unwahrscheinlich ist, dass es auch in der Natur vorkommt, so wird es, da die Eigenschaften des synthetischen Produktes nunmehr bekannt sind seine eventuelle Isolierung sehr erleichtern. Unter den natürlichen Glucosiden hat man auch mehrere aufgefunden, wie das Helicin⁶ und das Salinigrin,⁷ die nach ihrer Konstitution Glucoside von Oxyaldehyden sind. Ebenso entstehen solche Verbindungen auch beim oxydativem Abbau von natürlichen Glucosiden, wie das Glucovanillin und der Glucosyringaldehyd. So hatte KÖRNER⁸ bei der vorsichtigen Oxydation des Syringins des Glucosids von *Syringa vulgaris* mit Kaliumpermanganat den Glucosyringa-

¹ Journ. chem. Soc. 95, 734 (1909).

² Journ. prakt. Chemie 95, 217 (1918).

³ Journ. prakt. Chemie 110, 123 (1925).

⁴ Journ. prakt. Chemie 121, 255 (1929).

⁵ Helv. chim. acta 10, 5 (1927).

⁶ Ber. 14, 2097 (1881).

⁷ Chem. Ztg. 24, 352.

⁸ Gaz. chim. ital. 18, 210 (1888).

aldehyd erhalten. Da ich vor einiger Zeit¹ eine bequeme Synthese des Syringa-aldehyds aufgefunden habe, so war damit die Möglichkeit gegeben, auch die Synthese dieses Glucosides zu versuchen. Bei der Kondensation des Syringa-aldehyds mit Acetobromglucose erhielt ich den Tetraacetylglucosyringa-aldehyd. Die Verseifung dieses Acetylproduktes zum freien Glucosid bereitete sehr grosse experimentelle Schwierigkeiten, da der Glucoserest schon durch kalte, sehr verdünnte Barytlauge abgespalten wurde. Schliesslich gelang die Verseifung durch längeres Schütteln des Acetylproduktes mit kalter 2·5%-iger Ammoniaklösung. Das synthetische Produkt zeigte einen viel höheren Schmelzpunkt, wie der von KÖRNER angegeben. Leider hatte KÖRNER die optischen Konstanten seines Glucosides nicht bestimmt, daher lässt sich vorläufig keine Entscheidung treffen über die Ursache der Differenz der Schmelzpunkte der beiden Substanzen.

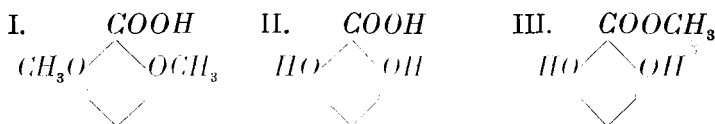
¹ Ann. der Chemie 395, 273 (1913).

{Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 13. Januar 1930.}

VIZSGÁLATOK A γ RESORCYLSAVRÓL. II.¹

MAUTHNER NÁNDOR-tól.

Rövid ideje,² hogy közzétettem a dimethyl γ -resorcilsav (I.) egy új célszerű előállítási módját és egyidejűleg már több át-
alakulását e savnak is tanulmányoztam. E munkám folytatása-
képpen most megkísértem a dimethyl γ -resorcylsavmethylester-



nek a CLAISEN-féle reakció szerint ecetsavas æthyllel való kon-
denzációját fémes natrium jelenlétében a megfelelő ketonsavvá,
de sikertelenül, mert a két termék egymással nem reagált. Ha-
sonlóképpen sikertelenül végződött azon kísérlet, amelyet a 2,
6-dimethoxy 1-benzonitrillel végeztem, oly célból, hogy methyl
magnesiumjodidra való hatásakor a BLAISE-féle³ szintézis sze-
rint a megfelelő ketont előállítsam, a cyanidet változatlanul
visszanyertem. Előző kísérleteknél⁴ midőn megpróbáltam, hogy
a dimethyl γ -resorcylsavból az alkylgyököknek lehasítása által a
 γ -resorcylsavat előállítsam, a carboxylgyököknek egyidejű kiválása
közben csak resorcint nyertem. A kísérleti körülményeknek meg-
változtatása által újabban sikerült a reakciót úgy eszközölni,

¹ A Pázmány Péter tud. egyetem II. sz. kémiai intézetében készült dolgozat.

² Math. és Természettud. Ért. 1929; Journ. praktische Chemie 121, 259 (1929).

³ Compt. rendu. 132, 38 (1901); 133, 299 (1901).

⁴ Loc. cit.

hogy jó termeléssel, a γ -resorcylsavat (II.) nyertem. Ezen eljárás nagy előnye a SENNHOFER és BRUNNER-féle szintézis felett az, hogy e reakciónál nem képződik egyidejűleg az isomer β -resorcylsav, még pedig túlnyomó részben. Az ezen úton előállított γ -resorcylsavval esterifikációs kísérleteket végeztem és előállítottam a γ -resorcylsav még ismeretlen methylesterjét. A MEYER VIKTOR-féle szabály ellenére a γ -resorcylsavat alkohollal és sósavval 33 %-nyi termeléssel esterjévé lehetett változtatni.

KÍSÉRLETI RÉSZ.

Az alábbi kísérletekhez szükséges 2, 6-dimethoxybenzoesavat a röviddel ezelőtt¹ megadott eljárás szerint állítottam elő, amelynél a készülékben egy lényeges javítást eszközöltem, amelyben a cyanid elszappanosítását tömény lúggal nem porcellán, hanem rézlombikban végeztem, miáltal a reakciót sokkal megbízhatóbban lehetett végrehajtani.

A sav esterifikációjára a vegyület 13 gr-ját 100 cm³ tömény methylalkoholban oldjuk és egy negyed óra hosszat sósavgázt vezetünk be. Vízfürdön való hat órai hevítés után az alkoholt ledesztilláljuk és a visszamaradó terméket sok vízzel elegyítjük. Az elegyet ætherrel kivonjuk, a kivonatot híg szódaoldattal mosuk és natriumsulfattal szárítjuk. Az æther lepárlása után 10·5 gr ester maradt vissza, amelyet a további tisztítás céljából desztillálunk, miközben az anyag 285—286 C°-on megy át 751 mm nyomás alatt.

A kondenzációt ecetesterrel a következőképpen kíséreltem meg:

19·2 gr dimethoxybenzoesavmethylestert 8·8 gr ecetsavasæthyllel és 2·4 gr fonallá sajtolt fémes natriummal nyolc óra hosszat a vízfürdön visszafolyó hűtőcsővel hevítünk. A reakcióterméket ezután 500 cm³ vízzel elegyítjük és egyideig összerázzuk. Ezután ætherrel kivonjuk és az ætheres oldatot többször 2%-os natronlúggal átrázzuk. Ezen kivonatokot a fentebbi lúgos oldattal elegyítjük. hűtés közben híg sósavval megsava-

¹ Loc. cit.

nyitjuk és ætherrel kivonjuk. Az ætheres oldatot tömény kaliumbicarbonatoldattal átrázzuk, azután megsavanyítjuk, miáltal a reakciónál elszappanosodott 2, 6-dimethoxybenzoésav kivállott. Az ætheres oldatból 17·7 gr változatlan dimethoxybenzoésav-methylestert nyerünk vissza. A BLAISE-féle ketonszintézist a 2, 6-dimethoxybenzotrillal a következőképpen kísértem meg:

5·1 gr jódmethylből, 1 gr magnesiumból és 50 cm³ ætherből ismert módon állítunk elő egy magnesiummethyljodid oldatot. Ezután jeges vízzel való hűtés közben 5 gr cyanidet 100 cm³ benzolban oldva, lassacskán hozzácepegetetünk és újból 50 cm³ æthert adunk hozzá. A reakcióelegyet négy óra hosszat a vízfürdön visszafolyó hűtőcsővel hevítjük és ezután éjjelen át állni hagyjuk. Ezután az æthert leöntjük, friss æthert adunk hozzá és jégre öntjük. Ammoniumchloriddal meg kénsavval szétbontjuk, azután ætherrel extraháljuk és natriumsulfattal szárítjuk. Az ætheres oldatból csak változatlan cyanidet sikerült elkülöníteni.

A 2, 6-dimethoxybenzoésav elszappanosítását a következőképpen sikerült eszközölni:

3 gr 2, 6-dimethoxybenzoésavat 180 cm³ benzolban oldunk 11·2 gr porított aluminiumchloridet adunk hozzá és visszafolyó hűtőcsővel két óra hosszat hevítjük a vízfürdön. A lehült oldatot jégre öntjük és tömény sósavval megsavanyítjuk. A benzolt vízgőzzel ledesztilláljuk, a kihült oldatot ráncos szűrőn megsűrjük és ætherrel kivonjuk. Az ætheres oldatot natriumbicarbonatoldattal átrázzuk, sósavval megsavanyítjuk és ætherrel kivonjuk. Az æther lepárlása után visszamaradó savat további tisztítás céljából kevés vízből kristályosítjuk át. Termelés 1 gr.

4·505 mgr anyag adott: 9·010 mgr CO₂-t és 1·600 mgr H₂O-t.

A C₇H₆O₄ képlet alapján a számított értékek C = 54·54%, H = 3·89%.

Kísérletileg talált értékek: C = 54·53%, H = 3·95%.

Úgy a víztartalma, mint a vízmentes sav olvadáspontja nem éles, mert a sav széndioxydfejlődés közben bomlik szét és így a hevítés gyorsaságától függ. Az olvadáspontokat 148 és 172 C° között észleltem. A γ sav vaschloriddal egy tiszta kék színeződést ad, eltérőleg a β savtól, amely vörös színreakciót mutat.

Összehasonlítás kedvéért a γ-savat a BRUNNER-féle eljárás

szerint is előállítottam. Mivel az irodalomban nem találunk adatokat a γ -savnak a β -savtól való elválasztására, ezért röviden közlöm ezen kísérleteim eredményét.

20 gr resorcint 40 gr natriumbicarbonattal és 40 gr glycerinnel a MAYER VICTOR-féle olajfürdőben 135 C°-ra hat óra hosszat hevítjük és egyidejűleg széndioxydet vezetünk át rajta. A reakcióelegyet vízben oldjuk és sósavval megsavanyítjuk. Az oldatot többször ætherrel kivonjuk és az ætheres oldatot kétszer natriumbicarbonatoldattal átrázzuk. A sósavval megsavanyított oldatot ætherrel kivonjuk és az oldószert ledesztilláljuk. A visszamaradó terméket 60 cm³ vízből kristályosítjuk át. A következő napig 8·7 gr β resorcylovat vállott ki, amelyet leszűrünk. Az anyalúgot a vízfürdőn egy porcelláncsészében 15 cm³-re bepárolgatjuk és egy ERLÉNMEYER-lombikba öntjük. Egy napi állás után a savat leszűrjük és újból 5 cm³ vízből kristályosítjuk át, miáltal 0·4 gr γ -resorcylovat nyerünk.

A sav esterré való átalakítására 2·6 gr γ -resorcylovat 50 cm³ methylalkoholban oldunk, egy negyed óra hosszat száraz sósavgázt vezetünk be és öt óra hosszat visszafolyó hűtőcsővel a vízfürdőn hevítjük. Ezután az alkohol legnagyobb részét ledesztilláljuk és sok vízzel elegyítjük. Az estert egynehányszor ætherrel kivonjuk, az ætheres oldatot natriumbicarbonatoldattal átrázzuk és natriumsulfattal szárítjuk. Az æther lepárlása után visszamaradó ester nemsokára megdermedt és ezután agyagtányéron szárítjuk ki. Termelés 0·9 gr. A vegyület további tisztítása céljából hig methylalkoholból kristályosítjuk át. A bicarbonatoldat megsavanyításakor 1·2 gr változatlan γ -resorcylovat nyerünk vissza. Az ester 67—68 C°-on olvad. A vegyület könnyen oldódik alkoholban, ætherben és acetonban.

4,225 mg anyag adott 8·900 mg CO₂-t és 1·810 mg H₂O-t.

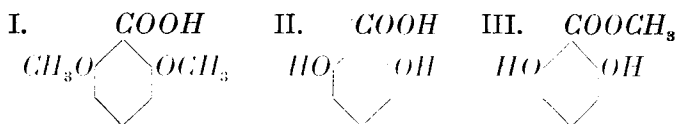
A C₈H₈O₄ képlet alapján a számított értékek: C=57·14%, H=4·76%.

Kísérletileg talált értékek: C = 57·42%, H=4·76%.

UNTERSUCHUNGEN ÜBER DIE γ -RESORCYLSÄURE. II.

Von F. MAUTHNER.

Vor kurzem ¹ teilte ich eine neue zweckmässige Darstellungsweise der Dimethyl- γ -resorcylsaure (I.) mit und untersuchte auch



schon mehrere Umwandlungen dieser Säure. In Fortsetzung dieser Arbeit versuchte ich jetzt den Dimethyl- γ -resorcylsäuremethylester nach der CLAISEN'schen Reaktion mittelst essigsäures Aethyl am Wasserbade durch metallisches Natrium zur entsprechenden Ketonssäure zu kondensieren, jedoch vergeblich, es trat keine Kondensation ein. Gleichfalls erfolglos verlief der Versuch durch Einwirkung von 2, 6-Dimethoxy 1-benzonitril auf Methylmagnesiumjodid nach der BLAISE'schen Reaktion ² zum entsprechenden Keton zu gelangen, das Cyanid wurde unverändert zurückgewonnen. Bei früheren Versuchen ¹ durch Abspaltung der beiden Alkylgruppen aus der Dimethyl- γ -Resorcylsaure zu gelangen, erhielt ich unter gleichzeitiger Abspaltung der Carboxylgruppe Resorcin. Unter Verwendung von mildern Versuchsbedingungen gelangt jetzt auch diese Reaktion zu

¹ Mat. és Természettud. Ért. 1929.; Journ. für prakt. Chemie 1911, 257 (1929).

² Compt. rend. 132, 38 (1901); 133, 299 (1901).

bewerkstelligen und in guter Ausbeute die γ -Resorcylsäure (II.) darzustellen. Dieses Verfahren hat gegenüber dem Verfahren von SENNHOFER und BRUNNER den grossen Vorteil, dass hierbei nicht auch die isomere β -Resorcylsäure entsteht und noch dazu in überwiegender Menge. Mit der auf diesem Wege gewonnener γ -Resorcylsäure stellte ich Veresterungsversuche an und stellte so den noch unbekanntem Methylester (III.) dar. Entgegen der VICTOR MEYER'schen Regel liess sich die γ -Resorcylsäure mit Methylalkohol und Salzsäuregas in einer Ausbeute von 33% in den Ester umwandeln.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 1330. Januar 19.)

VIZSGÁLATOK A MAGYARORSZÁGI SZÍKES TALAJOK MIKROBIOLÓGIAI TEVÉKENYSÉGÉRŐL.

Írták: FEHÉR DÁNIEL és BOKOR REZSŐ.

(A m. kir. Bányamérnöki és Erdőmérnöki Főiskola Növénytani Intézetének
mikrobiológiai laboratóriumából.)

Három fényképről készített ábrával.

Bevezetés.

A magyarországi szíkes talajok közgazdasági jelentősége különösen most, amikor az ország megcsonkítása következtében ezeknek a talajoknak mező- és erdőgazdasági célokra való hasznosítása előtérbe nyomult, nagy mértékben megnövekedett. Nagyon természetes tehát, hogy ezeknek a talajoknak erdőgazdasági célokra való hasznosítása is már hosszabb idő óta beható kísérletek és vizsgálatok tárgyát képezi, amely kísérletek lefolytatását nagy mértékben megkönnyítette az a körülmény, hogy a földművelésügyi minisztérium KAÁN KÁROLY államtitkár úr kezdeményezésére és tervei szerint Püspökladányban egy szikkísérleti telepet létesített, ahol már hosszabb idő óta folynak a szíkes területek erdősitésére vonatkozó kísérletek.

A szíkes talajok erdőgazdasági célokra való hasznosítását illetőleg FEHÉR és VÁGI már 1924-ben végeztek laboratóriumi vizsgálatokat abból a célból, hogy a fák élettani viselkedését befolyásoló egyes élettani tényezők magatartását megállapíthassák. E kísérletek közül a legelsőek arra irányultak, hogy a szíkes talajokban található nitriteknek a növények növekedésére gyakorolt befolyását felderítsék. (I.) TRERTZ (II.) ugyanis annak a nézetnek adott kifejezést, hogy a szíkes talajokon keletkező nitritek, amelyek ezekben a talajokban jól kimutathatók (1 kat. holdon 1·5 m mélységig körülbelül 25 kg $NaNO_2$ van jelen, amely

mennyiség körülbelül 0·00005 %-nak felel meg) a növénytenyésztetre káros befolyást gyakorolnak és a szíkes talajoknak a növénytenyésztetre gyakorolt hátrányos befolyása elsősorban ezen nitritek jelenlétére vezethető vissza. TREITZ analízisei alkalmával, hogy egy példát említsünk, egyes alkáli talajokban 0—110 cm mélységben január, április, június és július hónapokban 0·27—1·64 mg nitritmennyiséget talált a megvizsgált talajok 1 kg-jában.

FÉHÉRnek és VÁGINak sikerült idevonatkozólag laboratóriumi vizsgálatok alapján világosan bebizonyítani, hogy nemcsak a TREITZ által kimutatott nitritmennyiségek, hanem még ezeknek 1000-szeres mennyisége sem képes arra, hogy a növények fejlődésében kimutatható káros hatásokat hozzon létre. FÉHÉR és VÁGI (III.) a továbbiakban azután szintén laboratóriumi kísérletek alapján a szódának, mint biokémiai tényezőnek a növények csirázására és növekedésére gyakorolt hatásával foglalkoztak szintén exakt fiziológiai kísérletek alapján. Ezeknél a kísérleteknél azonban már a szokásos gazdasági növények mellett, mint aminők a búza, rozs, árpa és a zab, egyes fontosabb az Alföld fásításánál szerepet játszó erdei fák viselkedését is vizsgálat tárgyává tették. Ezeknek a vizsgálatoknak az eredményét röviden ismeretjük, minthogy ezek már gyakorlati szempontból is fontossággal bírnak és bepillantást engednek a talaj szódátartalmának a növények növekedésére gyakorolt hatásmechanizmusába.

Ezeknek a vizsgálatoknak a főbb eredményei röviden a következőkben foglalhatók össze:

1. A szódátartalmú szíkes talajokban levő Na_2CO_3 rendkívül erős növényi mérég, amelynek a hatása elsősorban a Na_2CO_3 elektrolitikus disszociációjánál szabaddá váló OH ionoknak a növénytenyésztetre gyakorolt káros befolyásában keresendő.
2. Ezt a Na_2CO_3 -t a növények gyökerei vizes oldatban szabályszerűen felveszik és nagyon természetes, hogy a szódának fiziológiailag káros hatása elsősorban a gyökerekben érvényesül.
3. A talajban levő szódamennyiség növekedésével a növény által felvett szódamennyiség abszolút értéke növekedik, míg relatív értéke fokozatosan csökken.
4. Olyan talajokban, amelyekben a szóda súlykoncentrációja a 0·4—0·5%-ot túlhaladja, a növények növekedése és csirázása teljesen megakadályozottnak tekinthető.
5. A humuszban szegény homoktalajokban valamivel magasabb szóda-

töménységet bírnak el a növények, azonban 1·5%-os szódatöménységénél itt is teljesen megszűnik a növényi növekedés.

6. Az erdei fák a szódával és általában a talaj rendellenes lúgos reakciójával szemben sokkal érzékenyebbek, mint a gabonaneműek, úgyhogy ezeknek a csirázása és növekedése már 0·3% szódamennyiségnél úgyszólván teljesen megakadályozottnak tekinthető.

7. A humusztartalom azonban az erdei fák csirázását és növekedését jelentékenyen elősegíti, úgyhogy a kísérletek világosan megmutatták azt a gyakorlati szempontból rendkívül fontos tényt, hogy ahol egyszer sikerülni fog, ha kisebb foltokban is, az erdőt megtelepíteni, ott annak humuszjavító hatása csakhamar érezhetővé fog válni.

Ezekre az eredményekre szükségesnek tartottuk itt is újolag rámutatni és különösen hangsúlyoznunk kell, miszerint az a körülmény, hogy az erdei fák a talaj alkalikus reakciójával szemben sokkal érzékenyebbek, mint a mezőgazdasági növények, nem jelenti azt, hogy ezek a szikések hasznosításánál inferioritásban maradnának, sőt minthogy az erdő évről-évre visszatérő lombhullásával a talaj humusztartalmát gyarapítja, úgy ezáltal a talaj lúgosságát is csökkenti, képes arra, hogy ahol egyszer a talaj kedvező szódatartalma következtében eredménnyel megtelepíteni sikerült, lombhullásával maga körül a talajt fokozatosan közömbösíti és ezáltal az erdő továbbterjedésére alkalmasabbá teszi. Ezek a vizsgálatok egyelőre általános keretek között mozogtak és inkább a szikes talajok egyes termőhelyi tényezőinek exakt vizsgálatára szorítottak.

A talajok osztályozását, miután mi a szódatartalmat és az összes sómennyiséget pontosan meghatároztuk, a 'SIGMOND-féle talajosztályozás alapján képeztük. (V.)

'SIGMOND talajosztályozása a következő:

Az összes sótartalom alapján.

- | | | | |
|----------|-------------|----------------------------|----------------------|
| I. oszt. | a talaj, | ha annak összes sótartalma | 0·1% -nál kisebb |
| II. | « « « « « « | « | 0·1—0·25% |
| III. | « « « « « « | « | 0·25—0·50% |
| IV. | « « « « « « | « | 0·50% -on felül van. |

A Na_2CO_3 tartalom alapján:

- | | | | |
|----------|-------------|------------------------------|----------------------|
| I. oszt. | a talaj, | ha annak Na_2CO_3 tartalma | 0·5% -nál kevesebb |
| II. | « « « « « « | « | 0·05—0·10% |
| III. | « « « « « « | « | 0·10—0·20% |
| IV. | « « « « « « | « | 0·20% -nál magasabb. |

'Sigmond e két osztályozásból képezte *egyesített osztályozását*, amely a következő:

	Összes sótartalom szerinti osztály	Na_2CO_3 tartalom szerinti osztály
I. osztályú talaj	I.	I.
II. A) " "	II.	I.
II. B) " "	II., III.	II., I.
III. A) " "	III., II., IV.	II., III., I.
III. B) " "	III., IV., II.	III., II., IV.
IV. " "	IV., IV., III.	III., IV., IV.

Ügyszólván a fenti vizsgálatokkal párhuzamosan a magyar erdészeti tudomány egy másik művelője, MAGYAR PÁL, gyakorlati irányú megfigyeléseket és kísérleteket kezdett meg, amelyek eredményeképpen a legutóbbi években tollából három, szintén alapvető dolgozat látott napvilágot. (IV.) Minthogy a kísérletek folyamán az általa felállított növény-asszociációkra ismételt hivatkozás történik: rá kell mutatnunk arra, hogy MAGYARNAK kiterjedt vizsgálatai alapján sikerült mindenekelőtt az egyes szikes talajokra jellemző növényasszociációkat felállítania, még pedig szódatűrő képességük szempontjából a következő csoportokat különbözteti meg:

1. *Camphorosma ovata*.
2. *Puccinellia limosa*, *Artemisia monogyna*, *Statice Gmelini*, *Festuca pseudovina*, *Plantago tenuiflora*, *Aster pannonicus*, *Matricaria chamomilla*.
3. *Festuca pseudovina*, *Plantago maritima*, *Scorzonera cana*, *Pholiurus pannonicus*, *Hordeum Gussoneanum*, *Atriplex litorale*, *Bassia sedoides*, *Polygonum aviculare*, *Kochia prostrata*, *Eragrostis pilosa*, *Polycnemum arvense*, *Bupleurum tenuissimum*.
4. *Festuca pseudovina*, *Inula britannica*, *Plantago lanceolata*, *Achillea setacea* és *A. collina*, *Agropyron repens*, *Centaurea pannonica*, *Bromus hordeaceus*.
5. *Festuca pseudovina*, *Cynodon dactylon*, *Lotus tenuifolius*, *Alopecurus pratensis*, *Trifolium repens*, *Heleochoa alopecuroides*, *Euphorbia cyparissias*.
6. *Poa angustifolia*, *Lolium perenne*, *Agrostis tenuis*, *Trifolium pratense*, *Ononis spinosa*, *Potentilla reptans*, *Cichorium intybus*, *Eryngium campestre*, *Thymus*, *Galium verum*, *Andropogon ischaemum*, *Hieracium pilosella*, *Verbena officinalis*, *Taraxacum officinale*.

E csoportok alapján most már *Magyar* a következő talajosztályozást képezte:

- I. *Poa angustifolia*—*Cynodon dactylon* asszociáció. 5+6. csoport növényei.

II. *Achillea—Inula britannica* asszociáció. 4+5. csoport növényei. (II₁). Innen átmenetet képez a következő asszociációhoz a 4+3. csoport növényei (II₂).

III. *Festuca pseudovina* asszociáció. 3. csoport növényei (III₁). Átmenetet képez a következő asszociációhoz a 3+2+1. csoport (III₂).

IV. *Camphorosma ovata* asszociáció. 1+2. csoport növényei.

A vizesebb helyeken előforduló sziki-növényekre viszont ugyancsak *Magyar* a következő asszociációkat állította fel:

I. *Glyceria poiformis—Alopecurus pratensis* asszociáció. — Társnövények: *Lysimachia nummularia*, *Veronica scutellata*, *Potentilla reptans*, *Trifolium repens*, *Mentha pulegium*, *Agrostis alba* stb.

II. *Agrostis alba—Alopecurus geniculatus* asszociáció. — Társnövények: *Lotus tenuifolius*, *Heleochoa alopecuroides*, *Polygonum aviculare*, *Mentha pulegium*, *Heleochoa alopecuroides*, *Polygonum aviculare*, *Mentha pulegium*, *Heleocharis palustris*, *Agropyron repens* stb.

III. *Beckmannia eruciformis* asszociáció. — Társnövények: *Heleocharis*ok, *Pholiusus pannonicus*, *Plantago tenuiflora*, *Roripa Kernerii*, *Artemisia monogyne* stb.

IV. *Bolboschoenus maritimus—Puccinellia limosa* asszociáció. — Társnövények: *Heleocharis*-ok, *Plantago tenuiflora*, *Salsola soda* stb.

Ami előfordulásuk körülményeit illeti, jellemző, hogy ezek az asszociációk többnyire a hasonló római számmal jelzett szárazabb talajú asszociációk területén található nedvesebb mélyedésekben és laposokban lépnek fel.

Megelőzőleg MAGYAR a püspökladányi kísérleti telepen már GALAMBOS JÓZSEFFel együtt gyakorlati irányú fásítási kísérletekkel is foglalkozott és sikerült nekik több évig tartó kísérletezés után a különböző fásítási és erdősítési módszereket gyakorlatilag kipróbálni és végeredményben sikerült beigazolniok, hogyha a szikes talajokat kellőleg, főleg fizikai eljárásokkal való előkészítés révén megjavítják, akkor az I., II. és III. osztályú szikeseknél a fásítással is eredményeket lehet elérni. Nevezetesen az I. és II₁. osztályú szikeseknél az ottani klimatikus viszonyoknak megfelelő csaknem minden fafaj sikerrel ültethető talaj-javítás nélkül. Megjegyzendő, hogy ez a szikes fajta mezőgazdasági művelésre is alkalmas és azért természetesen itt az erdősítés csak másodszorban jöhet tekintetbe. A II₂. osztálynál javítás nélkül lehetőleg bakhátas művelés mellett ültethetők: *Ulmus glabra*, *U. levis*, *Fraxinus americana*, *Pirus piraster*, *Elaeagnus angustifolia*; a II₁. osztálynál *Pirus piraster*, *Elaeagnus angustifolia*, *Ulmus glabra* + *Tamarix tetrandra*, *T. odessana*, *Amorpha fruticosa* vagy

csak az utóbbiak. A III₂. osztálynál csak *Tamarix tetrandra* és *T. odessana* ültethető igen jó talajművelés és javítás mellett.

Rendkívül érdekesek még MAGYARNAK a szíkes területeken végzett gyökérvizsgálatai is, amelyek már a szíkes talajokon telepített fák és erdők életébe és biológiai viszonyaiba mélyebb bepillantást is engednek. Vizsgálatainak főbb eredményei röviden a következőkben foglalhatók össze:

1. Kedvező viszonyok mellett többé-kevésbé laza (csemetekerti) talajban minden faj mély gyökérzetet fejleszt, míg erősen szíkes (III₁) agyagon még az általában mély gyökérzetűnek ismert tölgy vertikális gyökere sem tud behatolni. Itt már csak a *Tamarix tetrandra* és az *Elaeagnus angustifolia* képesek megbirkózni a felmerülő akadályokkal. A mély gyökérzet kialakulása tehát elsősorban a talajtól s csak másodsorban függ a fajától.

2. A mély gyökérzetűség lényege a felmerülő káros befolyásokkal és akadályokkal szembeni küzdő és ellenálló képességben rejlik. A kifejezetten mély gyökérzetű fajok nem azért tudnak elviselni minden káros hatást (a talaj szárazságát, sótartalmát stb.), mert mély gyökérzetűek, hanem azért mély gyökérzetűek, mert gyökereik ellentállóbbak és küzdőképesebbek. A fajok ezirányú képessége nagyon változó s a vizsgált fajokot figyelembe véve, ideiglenesen a következő fokozatokat állapíthatjuk meg:

a) *Tamarix tetrandra*, *Elaeagnus angustifolia*.

b) *Tamarix odessana*, *Pirus piraster*, *Amorpha fruticosa*.

c) *Ulmus glabra*, *U. levis*, *Quercus robur*, *Sophora japonica*.

d) *Fraxinus americana*, *Fr. excelsior*, *Populus virginiana*, *P. alba*, *Acer negundo*.

3. Szárazságra hajló viszonyok között a létért folytatott küzdelem elsősorban a talajban játszódik le s ebben a küzdelemben a győzelemre lényeges befolyással bír a vízszintes gyökérzet erőteljesebb kialakulása, de a döntő mégis az, hogy a vertikális gyökérzet el tudja-e érni az altalajvizet vagy nem.

4. Ezzel a szikfásítás kérdése gyökérkérdéssé vált, amikor azt a kérdést, hogy valamely szíkes területet be tudunk-e eredményesen fásítani, úgy kell átalakítanunk, tudunk-e az illető talajra olyan fajt hozni, melynek vertikális gyökérzete képes lesz áttörni a kritikus rétegeket, illetőleg tudjuk-e talaját ennek bekövetkezéséig gondozni és művelni, ami fajok és talajminőségek szerint különböző ideig fog tartani.

5. I. osztályú talajnál 3, II. osztályúnál 4, III. osztályúnál 4–5 évi talajápolásra van szükség, hogy az ott ajánlható fajok elérhessék az altalajvizet.

A fentiekben röviden összefoglaltuk a szikfásítási kísérletekre vonatkozó eddigi laboratóriumi kutatások és szabadföldi kísérletek és megfigyelések eredményeit. A magunk részéről már

eleve szükségesnek tartottuk, hogy foglalkozzunk a szikes talajok mikrobiológiai tevékenységével is, amely körülmény különösen fontos akkor, ha meggondoljuk, hogy az erdő a talajában lefolyó biológiai folyamatok segítségével tartja fenn táplálóanyagainak körfolyamatát. Az erdő tehát önmaga, minden külső befolyás nélkül tartja fenn a táplálkozási folyamataihoz szükséges élet-tani egyensúlyt a talajában lefolyó mikrobiológiai folyamatok segítségével. Ha tehát a szikes talajoknak erdőgazdasági célokra való hasznosításáról van szó: különös súlyt és gondot kell fordítanunk ezen talajok mikrobiológiai viszonyainak ismeretére és megvizsgálására, annál is inkább, mert a humuszképződés, amitől a talajviszonyok javulását várjuk, tisztán biológiai folyamat, amelyet a külső fizikai vagy kémiai tényezők kedvező vagy kedvezőtlen irányban befolyásolhatnak. Éppen ezért ennek a körülménynek a tudatos felismerése vezetett bennünket a most közlendő vizsgálatok lefolytatására, amelyeknek célja az volt, hogy a szikes talajok mikrobiológiai viszonyait és az azokat befolyásoló tényezőket nagy vonásokban felkutassuk. Természetesen az összes eddigi vizsgálatok, amelyekről megemlékeztünk és az általunk lefolytatott mikrobiológiai vizsgálatok is mind a Hortobágyvidéki solonec szerkezetű (VI.) talajokra vonatkoznak.

A következőkben tehát a legutóbbi években az intézet mikrobiológiai laboratóriumában lefolytatott és elsősorban a püspök-ladányi szikes talajok mikrobiológiai viszonyainak megismerésére irányuló kísérleteknek és azok eredményeinek a leírását fogjuk adni.

A vizsgálati módszerek.

A kutatások folyamán a következő tényezőket vettük beható vizsgálat alá:

A talaj mikroflórájának a mennyiségi és minőségi összetételét a különböző talajtípusok és mélység szerint.

2. A Na_2CO_3 -tartalmat %-ban, légszáraz talajra vonatkoztatva.

3. A $NaHCO_3$ -tartalmat %-ban.

4. Az összes sótartalmat %-ban.

5. A humusztartalmat %-ban.
6. A víztartalmat %-ban.
7. A *ph*-értékeket.
8. A talajok ammonifikáló képességét.
9. A talajok nitrifikáló képességét.
10. A talajok nitrát- és nitrit-*N*-mennyiségét.
11. A talajok össz-*N*- és nitrát-*N*-mennyiségét.
12. A talajok CO_2 -termelését.

Ad 1. Mikroflora alatt a megvizsgált talajokban együtt élő mikroorganizmusok összességét értjük megkülönböztetésül az *edaphon* szótól, amely elnevezés a talaj összes élőlényeit foglalja össze. A mikroflóra számbeli meghatározása céljából az ágarlemezen és a gelatinalemezen tenyésztő baktériumok számát állapítottuk meg párhuzamos lemezöntéssel. A baktériumok fiziológiai csoportjainak meghatározásánál az intézet mikrobiológiai laboratóriumában már korábban bevezetett, Bokor által kidolgozott tenyésztési eljárásokat használtuk, amely eljárás a higításos és elektív kultúrák kombinációján alapszik. A módszer egyébként az irodalomban már ismertette lett. (VII.)

A gombák számának megállapítása szintetikus dextróz ágáron történt $ph=4$ reakció mellett, amely a baktériumok elszaporodását kizárja, míg a gombák még kifejlődésre képesek.

A mikroflóra összetételének minőségi vizsgálatánál Bokor eljárása szerint a gelatina- és talajkivonat ágárokból indultunk ki, amelyeken 8—14 nap alatt az egyes telepek teljesen kifejlődnek, úgyhogy nagyítóval, illetőleg az erre a célra különösen alkalmas Leitz-féle binokuláris lupéval ezek jól felismerhetők és egymástól megkülönböztethetők. A morfológiailag különböző kolóniákat számuk meghatározása után átoltottuk pepton-húslevesbe, ahonnan, miután tisztaságuk megállapítást nyert, az átoltás a meghatározáshoz szükséges közegekbe történt. (Lásd 1. kép.)

Tájékozásul közöljük a jegyzőkönyv egy lapját:

Kultúra száma: 12.

Eredet: 11. sz. talaj 250,000 telep.

Összes csiraszám a lemezen: 1.250,000. Arányszám: 1.

A telep alakja: Hullámos szélű, fehér, fénylő, a közegből kiemelkedő és szemcsés szerkezetű, körülötte zöldes színeződésű udvar képződik.

Vizsgálat a kultúrákban:

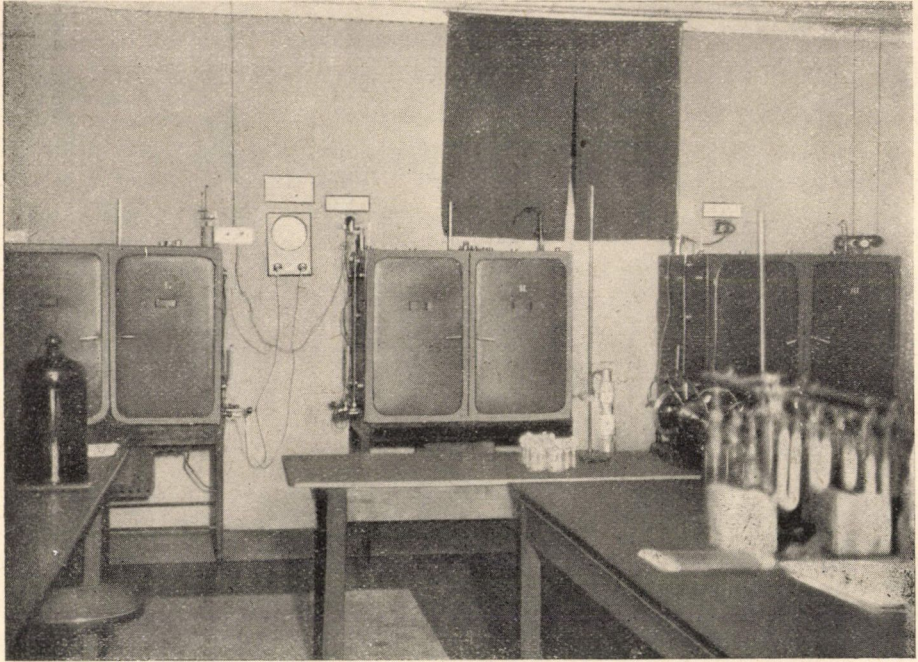
Bouillon : Zavarodás, zöld színű, fenéken fehér felhőszerű csapadék, tiszta tenyészet, átoltva alábbiakra :

Gelatinalemez : mft.

Gelatina szurt tenyészet : nem cseppfolyósít, a közeg belsejében nincs növekvés, zöldes színű a felső fele.

Húsleveságár : mft.

Talajkivonatágár : fehér, fénylő telep, jól növekszik, zöldes színű.



1. ábra.

Burgonya : szürkés, kiemelkedő, vastag bevonat, a burgonya kékes színt ölt.

Tej : semmi változás, növekvés nincs benne.

Nitrátbouillon : nem változik, redukció nincs.

Indolképződés : nincs. Savképződés : nincs.

Mikroszkópiai vizsgálat :

Alak : rövid, lekerekített végű pálcika, 1—2 μ hosszú. 1 μ széles. Gramnegatív. Spóráképződés nincs. Saját mozgás nincs.

Neve : Pseudomonas non liquefaciens Bergey et all.

Amint ismeretes, a baktériumok nomenklaturája terén ezidőszert meg lehetőségen nagy zavar uralkodik és különösen az amerikai és európai irodalom között már az elnevezés tekintetében is meg lehetőségen nagy eltérések mutatkoznak. A meghatározáshoz BERGEY (VIII) által 1926-ban kiadott és az amerikai bakteriologusok szövetsége által elfogadott könyvet használtuk, de e mellett összehasonlításul LEHMANN és NEUMANN adatait is mindig tekintetbe vettük (IX).

A mikroflóra minőségi vizsgálatánál a talajok egy részénél az egyes talajtípusok mikroflóra asszociációjának a megállapítására is kiterjedtünk, amire BOKOR által egy erre a célra kidolgozott és megfelelő eljárást használtunk. Nevezetesen meghatároztuk az egyes talajokra vonatkozó *arányszám* különböző fokait. Az arányszám megállapításánál az egyes fajok telepeinek számát vettük irányadóul, amely azután viszonyítva lett az illető talajtípus összes telep (baktérium) számához. Az így kapott %-os viszonyt a következő fokozattal fejeztük ki:

Arányszám:	5	jelent	50% — 100%-os
	4	"	25% — 50%-os
	3	"	12,5% — 25%-os
	2	"	5% — 12,5%-os
	1	"	1% — 5%-os viszonyt

és a + jel jelenti a szórványos előfordulást

az összes számra vonatkoztatva az egyes talajmintákon belül. Az arányszám változása fogja megmutatni később ugyanazon talajon végzendő vizsgálatnál az erdősítés hatását.

A szíkes talajok mikroflórájának analizisénel szükséges még nemcsak tudományos, hanem gyakorlati szempontból is az egyes vizsgált talajminták által képviselt talajtípus mikroorganizmusait meghatározni. A sok mikroszervezet közül a talajtípusra jellemzők valószínűleg azok lesznek, amelyek mindegyik mintában vagy azok nagy részében előfordulnak. Azt a viszonyszámot, amely az egyes fajták előfordulását fejezi ki az összes talajokban, *előfordulási szám* névvel jelöljük. Az arányszám tehát az egyes talajmintákra, az előfordulási szám az egyes talajtípusokra vonatkozik.

Ha már most a vizsgálat alá vont talajok számát 100-nak vesszük, úgyhogy ennek 80—100%-ában találjuk meg az illető

baktériumfajt, úgy az előfordulási szám 5; ha 60—80%-ában találjuk meg, akkor 4; ha 40—60%-ában, akkor 3; ha 20—40%-ában, akkor 2; ha pedig 1—20%-ában van jelen az illető baktériumfaj, akkor az előfordulási számot 1-nek mondjuk.

Az ökológiai állandók kiszámításánál, mint alsó határértéket, a 3-as előfordulási számot vettük és csak az ezen értéken felüli előfordulási számnál jeleztük a faj állandóságát, mint talajtípus jelleget. Idevonatkozólag a 3. sz. táblázat nyújt részletes felvilágosítást.

Ad. 2. A Na_2CO_3 -tartalom meghatározása $\frac{n}{10} KHSO_4$ -al való titrálás útján történt phenolphtalein indikátor mellett. (V.) A szódátartalom meghatározása céljából a szűrleteket a göttingai Membranfilter Gesellschaft A. G. által újabban forgalomba hozott magasnyomású membranszűrővel készítettük 25—30 atm. nyomás mellett. A készülék minden tekintetben kifogástalanul működött.

Ad. 3. A $NaHCO_3$ mennyisége kongovörössel való továbbtitrálással lett megállapítva.

Ad. 4. Az összes sótartalom meghatározása az elektromos vezetőképesség meghatározása útján történt a 'SIGMOND által részletesen leírt eljárás szerint. (V.)

Ad. 5. A humusztartalmat chromsavas eljárással határoztuk meg. (X.)

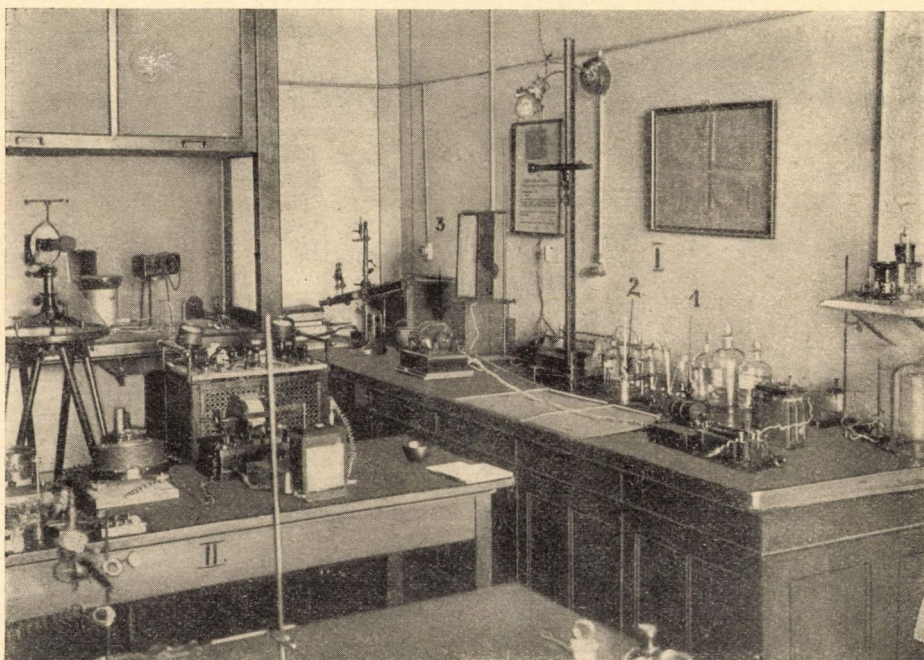
Ad. 6. A víztartalom szárítószekrényekben állandó súlyig való kiszáritás mellett lett meghatározva. (XI.)

Ad. 7. A *ph* értékek meghatározására elektrometrikus készüléket használtunk chinhydron elektrodával a FEHÉR-féle összeállítás szerint. (XII.) Tájékoztatásul megjegyezzük, hogy a chinhydron elektrodával, amint az általunk végzett tömegvizsgálatok eredményei mutatják, szintén jó eredménnyel lehet a *ph*-értékeket elektrometrikusan meghatározni, ha a meghatározást, illetőleg a leolvasást a chinhydron hozzáadása után néhány mp alatt elvégezzük, mielőtt még az *OH* ionok a chinhydront megtámadnák. Kellő gyakorlat mellett ez az eljárás nem ütközik nehézségekbe. (Lásd 2. sz. képet.)

Ad. 8. Az ammonifikáló képesség megállapításánál három kérdést kellett eldönteni: 1. Van-e egyáltalán ammonifikációs

folyamat a szíkesekben? 2. Mennyire fokozható ez a képesség ammonifikálható anyag hozzáadására a már jelenlevő szíkes organizmusoknál? 3. Fokozható-e az ammonifikációs képesség idegen mikroorganizmusok bevitele által?

Az idevonatkozó kísérlet a következő volt: 200 g talajt az abszolút vízkapacitás 60%-ára hozva 26° C-on állandó víztartalom mellett 10 napig



2. ábra.

thermostatban tartottuk, egyik sorozatot talajkivonattal és 4 g vérliszttel, másik sorozatot oltás nélkül csak vérliszttel kevertük, míg a harmadik sorozat oltás és vérliszt nélkül eredeti állapotában maradt. Mindegyik sorozatot párhuzamosan állítottuk be. A kísérlet végén az ammoniát MgO -al való átdesztillálás útján határoztuk meg. A közölt eredmény 4 analízis átlaga. A kísérlet eredményét a 10. sz. táblázat tartalmazza.

Ad. 9. A talaj nitrifikációs képességének meghatározása a következő eljárás szerint történt:

200 g talajt 15 cm üvegtálakban az abszolút vízkapacitás 60%-ára

hoztunk és az egyik sorozathoz 60 mg N -t és talajkivonatot, a másikhoz csak N -t, a harmadikhoz pedig semmit sem adtunk, ez eredeti állapotában maradt ellenőrzőnek. A N -t $(NH_4)_2SO_4$ alakjában alkalmaztuk fölös mennyiségben. A talajkivonathoz még nitrifikáló organizmusok tiszta kultúráját is adtuk, miáltal a talajoltás «teljes»-nek mondható. A kiszáradás ellen az üvegtálakra fektetett szűrőpapirossal védekeztünk, amelynek egyik vége állandóan vízbe ért. Ezenkívül a kultúrák mérlegeléssel ellenőriztettek minden ötödik napon. A párolgási veszteség oly minimális volt, hogy ezt az eljárást bátran ajánlhatjuk kiszáradás ellen.

Ad 10. A nitrát és nitrit meghatározása: 100 g talaj + 500 g desztillált víz + 5 g CaO $\frac{1}{4}$ óráig a rázógépbén rázva, majd megszűrve két részletben a 200 cm^3 kivonat = 40 g talaj addig forraltatott, míg a jelenlevő összes ammonia kiűzetett. Ehhez körülbelül $\frac{1}{4}$ óra elégséges. Azután a nitrit és nitrát Devarda-ötözőttel ammoniává redukáltatott, amely a Devarda-ötözőtt hozzáadása után a desztilláló készülékkel összeköttetésén és 1 órai állás után $n/10 H_2SO_4$ -be átdesztilláltatott és visszatitralva meghatározatott. A kolorimetrikus eljárás sok ammonia jelenlétében nem ad pontos eredményt.

A vizsgálat eredményét a 9. sz. táblázat mutatja.

Ad 11. A talaj össz- N és nitrát- N -tartalmának meghatározására szolgáló eljárást FEHÉR (XIII.) már részletesen ismertette. E szerint a talaj össz- N -tartalmának meghatározása a GUNIN-ATTERBERG-féle eljárás szerint, a nitrát- N -tartalom meghatározása pedig a WHITING, RICHMOND és SCHOONOWER által kidolgozott módszer szerint történt.

Ad 12. A talajok CO_2 -termelésére vonatkozó mérések leírása a 14. oldalon található.

A kísérleti területek leírása.

A jelen munkánkban vizsgálat alá vont talajok a püspök-ladányi erdészeti kísérleti telep főbb típusaiból valók. A püspök-ladányi telepek talajai általában az I. főcsoporthoz: a szerkezettel bíró úgynevezett szolonec-talajokhoz tartoznak; kérges, oszlopos szerkezettel bírnak, kevés szóda és karbonáttartalmúak, a sótartalom azonban elég magas, de nagyon változó értékekkel bír. 'SIGMOND beosztása szerint a «szikes mezők» alcsoportjába sorozhatjuk őket.

A vizsgált területek közül az 1., 2., 3. és 4. sz. olyan terület, amelyen MAGYAR a növényzet szerint való osztályozást asszo-

ciációk alapján már végrehajtotta. Ezeken a területeken egyúttal mélységi próbákat is vettünk, hogy tanulmányozhassuk a talajéletnek a szíkes talajokban mélység szerint való változását is. A mélységi próbákat 0—10 cm, 20—30 cm, 40—50 cm, 90—100 cm és 200—210 cm mélységből vettük. A próbák vétele céljából ebbe a mélységbe le kellett ásni, miután tapasztalataink szerint a talajfúrót kellőleg sterilizálni nem lehet, úgyhogy a talajfúróval vett talajpróbák használata bakteriológiailag nem ad teljesen kielégítő eredményeket.

A vizsgált talajok és felszíni növényzetük a következő:

1. *Festuca*—*Camphorosma* asszociáció. (I.)¹ (IV.)²
2. *Achillea*—*Inula britannica* asszociáció. (I.) (IV.)²
3. *Camphorosma ovata* asszociáció. (III. B.) (IV.)²
4. Rendes művelés alatt álló csemetekert. (I.)
5. Szíkes legelő (gazdasági használat!) kizáróan gyér *Camphorosma ovata* W. et K., helyenkint csupasz foltok, úgynevezett vakszík. (II. B.)
6. Szíkes legelő (mft.) kizáróan *Festuca pseudovina* Hack. (II. A.)
7. Legelő. *Festuca pseudovina* Hack. Kevés *Cynodon dactylon* (L.) Pers. (II. A.)
8. Sűrű növényzet: *Festuca pseudovina* Hack., *Inula britannica* L., *Scorzonera cana* (C. A. Mey.) Simk. (III. B.)
9. Szíkes lapos. Réti szik vasgöbcesekkel (úgynevezett szurkos szik népiesen). Növényzete: *Festuca pseudovina* Hack., *Camphorosma ovata* W. et K., *Statice Gmelini* Willd., *Artemisia monogyna* W. et K. (I.)
10. Szíkes mező (ellenőrző parcella). *Festuca pseudovina* Hack., *Statice Gmelini* Willd., *Inula britannica* L. (I.)
11. Szíkes padka alja gyér növényzettel. *Festuca pseudovina* Hack., *Camphorosma ovata* W. et K., *Artemisia monogyna* W. et K. (III. A.)
12. Sűrű növényzet. *Achillea setacea* W. et K., *Cynodon dactylon* (L.) Pers., kevés *Festuca pseudovina* Hack és *Statice Gmelini* Willd. (II. A.)
13. A 8-as alatti réteg úgynevezett accumulációs szint. (III. B.)
14. A 7-es alatti réteg. 20—40 cm. (II. A.)
15. Ugyanaz, mint 12. 20—40 cm réteg. (II. A.)
16. Az 5-ös alatti réteg. 20—40 cm. (II. B.)

Javitott szíkek:

17. Istállótrágyával 1925 őszén bőven meghordva és két éven át művelve. (I.)
18. Ugyanaz, mint 10-es vagy 12-es, meszezés és sárgaföld nélkül,

¹ Talajosztályozás 'SIGMOND' egyesített osztályozása alapján.

² Talajosztályozás MAGYAR szerint csak az 1—3 talajoknál.

csak művelve. Beültetve: *Elaeagnus angustifolia* L., *Sophora japonica* L., *Fraxinus americana* L. (I.)

19. Ugyanaz, mint 10-es, de két éve mésszel javítva és művelve. Beültetve: *Elaeagnus angustifolia* L. és *Fraxinus americana* L. (I.)

20. Ugyanaz, mint 10-es, de sárgafölddel meghordva (digózás) és művelve. Beültetve: *Fraxinus americana* L. és *Sophora japonica* L. (I.)

21. Ugyanaz, mint 9-es, csak állandóan művelve. *Quercus pedunculata* Ehrh., mezőgazdasági köztes használattal. (I.)

Az eredmények összehasonlító tárgyalása.

A vizsgálatok eredményeit összefoglalóan 1 g nedves földre vonatkoztatva az 1. sz. táblázat mutatja. A 2. sz. táblázat a megvizsgált biokémiai és biofizikai faktoroknak talajmélység szerint való eloszlását tartalmazza. A talajok mikroflórájára vonatkozólag viszont a 3. sz. táblázat mutatja a rájuk vonatkozó arányszámot és előfordulási számot az állandóval együtt.

Nagyon érdekes most már, ha a mikroflóra összetételét a 17., 18., 19., 20. és 21. sz. javított talajokban vizsgáljuk. Az idevonatkozó bakteriológiai adatokat az 1. sz. táblázat tartalmazza, míg ezen talajok mikroflórájának összetételét a 4. sz. táblázat tartalmazza. Ebből láthatjuk, hogy a fajták és állandók ugyanazok maradnak, mint az eredeti talajokban voltak.

Rendkívül érdekes, ha a mesterséges *talajjavítás*: a *meszezés*, *hatását* a mikroflóra kifejlődésére vizsgálat alá vesszük. A meszezés hatására a baktériumok össz-száma általában megkétszereződik a nélkül, hogy a fajok összetételében és számában mélyrehatóbb, nagyobb változás állna be. Ugyancsak a meszezés hatására feltűnő módon megkétszereződik a cellulózbontó baktériumok száma, sőt a meszezéssel meg nem javított talajokkal szemben ezen baktériumok száma megháromszorozódik. Hasonlóképpen feltűnő, hogy a digózás a mikroflóra összetételében sem minőségi, sem mennyiségi változást nem idéz elő. Mindkettő együtt általában a szódatartalom és az összes sótartalom csökkenésére vezet és csökken egyúttal az organikus anyagtartalom is. Úgy látszik, hogy a szódatartalom és az összes sómennyiség kisebbedése azon körülménnyel van összefüggésben, hogy a fenti talajművelési eljárásokkal a párolgást is minimálisra redukáljuk.

Nagyon természetes, hogy a talajnedvesség megmaradása, illetőleg a talaj kiszáradásának fizikai műveléssel minimumra való leszállítása biológiai szempontból döntő hatást gyakorol a mikroflóra kvantitatív kifejlődésére. Ezeknél az eljárásoknál a vizeztartalom egyenlő viszonyok mellett 4%-ról 11%-ra emelkedhetik. Ez a megállapítás erdőtelepítési szempontból kiválóan fontos, miután mutatja azt a gyakorlatilag fontos tény, hogy erdősítés esetén a talajjavítási módszereket és eljárásokat mindaddig folytatni kell, *míg a meglepített erdő kellőleg nem záródik és amíg a folytonos lombhullás következtében keletkezett humuszréteg s a talajnak az erdő halászára való fokozatos fizikai átalakulása járhuzaamos csökkenő hatását nem érvényesíti.* Természetesen ahhoz, hogy ez bekövetkezzék több évre van szükség, amely időtartam kétségkívül talaj és fafajok szerint erős változásoknak lesz alávetve.

Istállótrágya használatára a baktériumok mennyisége majdnem megkétszereződik a nélkül azonban, hogy a fajtákban változás állana be. Ez a rohamos gyarapodás kétségkívül az istállótrágyával a talajba bevitt organikus anyagtartalom növelésében leli magyarázatát. Úgy látszik az istállótrágya mikroflórája a szikes talajokban nem találja meg az életfeltételeit és ott tönkre megy.

Erdőgazdasági szempontból rendkívül érdekes a cellulóznak a szikes talajokon való igen lassú korhadása. Úgy látszik, hogy a szikes talajok kémiai-fizikai állapota a *cellulózbontó baktériumoknak* nem tudja kívánt életfeltételeit biztosítani. Újabban Bokor (XIV.) behatóan foglalkozott a cellulózbontó baktériumok biológiájával és minthogy vizsgálatait előreláthatólag rövid időn belül a szikes talajokon végbemenő cellulózbontásra is ki fogja terjeszthetni, remélhetőleg csakhamar erre a kérdésre is kielégítő magyarázatot kapunk.

A cellulózbontó baktériumok ezen feltűnő magatartása mellett egy másik rendkívül érdekes sajátága a szikes talajok mikrobiológiai tevékenységének, hogy a levegő szabad N-jét megkötő és úgy mező, mint erdőgazdasági szempontból kiválóan fontos szerepet játszó mikroorganizmusok legfontosabbja: az *Azotobacter* genus úgyszólván teljesen hiányzik. Csak a 9. sz. és 10. sz. talajok-

ban lehetett kimutatni, ahol azonban számuk szintén olyan alacsony, hogy gyakorlati szempontból figyelmen kívül hagyhatjuk őket. Amint a 2. sz. táblázat adatai mutatják, az egyes talaj-típusok mélységi vizsgálata szintén negatív eredménnyel zárult és így ezen kiterjedt vizsgálatok alapján most már megállapíthatjuk, hogy az *Azotobacter* genus a szolonec-típusú nem javított szikesekből hiányzik.

Természetes dolog, hogy most már szükségessé vált annak az eldöntése, hogy az *Azotobacter* hiánya milyen sajátságokra vezethető vissza. Ennek eldöntésére kísérleteket végeztünk, mégpedig az egyik kísérleti sorozatot szikes talajokkal oltottuk, míg a másik kísérlet végrehajtására tápoldatos tiszta tenyészet szolgált.

A szikes talajok oltás útján való vizsgálata céljából 5 talaj *Azotobacter* tiszta tenyészetével és olyan talajkivonattal lett oltva, amely talajkivonat előzőleg *N*-kötő tulajdonságának mikéntjére nézve vizsgálatnak volt alávetve és ezen kísérlet eredményeképpen azt tapasztaltuk, hogy az *Azotobacter* már 2 nap alatt hártvaképződést, tehát kiváló jó fejlődést mutatott.

Magát a szikes talajt az úgynevezett Neubauer-féle csészékben 1% mannittal és 0.5% laktoseval jól összekevertük és az absz. vízkapacitás 60%-ának megfelelő víztartalomra hoztuk. Ezután a próbákat egy napig állni hagytuk, majd az egyik próbát *Azotobacter*rel, a másikat pedig talajkivonattal oltottuk be. A tenyésztést 26° C hőmérséklet mellett végeztük elektromosan fűtött termosztátokban, a vízvesztéséget pedig három naponként pótoltuk. A kísérlet végén meghatároztuk a már ismerttetett módon az összes — *N* — mennyiséget és kifejeztük %-okban az ellenőrző próbákhoz viszonyított *N*-többletet. Az eredményeket az 5. számú táblázat mutatja.

A második kísérleti sorozat elkészítésére 500 cm³-es Erlenmayer-lombikokat használtunk, amelyeknek fenekére 50 cm³ tápoldatot tettünk, amely a lombik fenekét éppen csak ellepi, hogy elegendő levegő juthasson a felülethez. Ezután a lombikok fokozódó mennyiségű szódát kaptak és egy platinkacs tiszta *Azotobacter*-kultúrával be lettek oltva. A tenyészet 28° C állandó hőmérséklet mellett elektromosan fűtött termosztátokban lett végrehajtva. A tápoldat a következő anyagokból állott: 1000 cm³ desztillált víz, 20 g mannit, 1 g K_2HPO_4 , 0.2 g $MgCl_2$, 0.5 g $CaCO_3$, 0.2 g $NaCl$, 0.1 g $FeSO_4$, 0.1 g $Al_2(SO_4)_3$, 0.01 g $MnCl_2$, 0.001 g $ZnSO_4$. A tápoldat *ph*-értékét 6.8-re elektrometrikus titráció útján *NaOH* segítségével állítottuk be.

A kísérlet eredményeit a 6. sz. táblázat tünteti fel.

Ezek a kísérletek azzal az érdekes eredménnyel zárultak,

hogy az *Azotobacter* fejlődése 0·2%-os szódatartalomig rendes marad. Ugyanez az eset áll fenn 0·5%-os összes sótartalom mellett is. A szikes talajokban észlelt hiányok tehát elsősorban úgylátszik a szikesek ismert rossz fizikai tulajdonságaira vezethetők vissza, de valószínűleg a talajnedvesség kedvezőtlen volta és az alacsony humusztartalom szintén szerepet játszanak. A szerves vegyületek hiánya ugyanis azért válik érezhetővé, miután a *N*-kötő baktériumoknak a *N*-kötéshez nagy energiameennyiségre van szükségük, amelyet a talaj szénhidrát elbontásából nyernek, ezek pedig a szikes talajokban alig állanak rendelkezésre, legalább is nem az *Azotobacter*nek megfelelő molekuláris összetételben. Ha tehát a szikes talajokat megfelelően javítjuk vagy az erdőtalaj humuszképződése folytán az *Azotobacter* megtalálja kedvező életfeltételeit. Az erdőgazdasági talajokba oltás útján is megtelepíthetjük és valószínű, hogy a meglevő kis mennyiség azután az erdősítés útján meglehetősen el fog szaporodni.

A szíkes talajok CO₂-termelése.

Amint az intézetben lefolytatott idevonatkozó kísérletek megmutatták, az erdő életében a talaj baktériumflórájának intenzitása elsősorban a talaj *CO₂*-termelésében jut kifejezésre. Ez a tényező az erdő életében kiválóan fontos szerepet játszik, mert hiszen ezen folyamat kapcsán szolgáltatja az erdőtalaj az erdő legfontosabb táplálóanyagát a *CO₂*-ot. A magas *CO₂*-termelés általában, amint azt az idevonatkozó vizsgálataink megmutatták, mindig azt jelenti, hogy az illető talajban élénk baktériumtevékenység folyik, amely körülmény viszont a talaj jó fizikai és kémiai állapotát fejezi ki. A talaj *CO₂*-termelésének a legfontosabb tényezői a cellulózbontó mikroorganizmusok, nevezetesen: a cellulózbontó baktériumok és gombák.

A cellulózbontó baktériumoknak száma, amint éppen ezek a vizsgálatok világosan beigazolták, a szíkes talajokban rendkívül alacsony. Mindamellet ezen talajok *CO₂*-termelése, amint az idevonatkozólag elvégzett laboratóriumi kísérletek igazolják, elég magas. Úgylátszik tehát, hogy a *gombáknak a szíkes talajokban lefolyó cellulózbontásnál igen fontos szerep jut.* Ez a körülmény

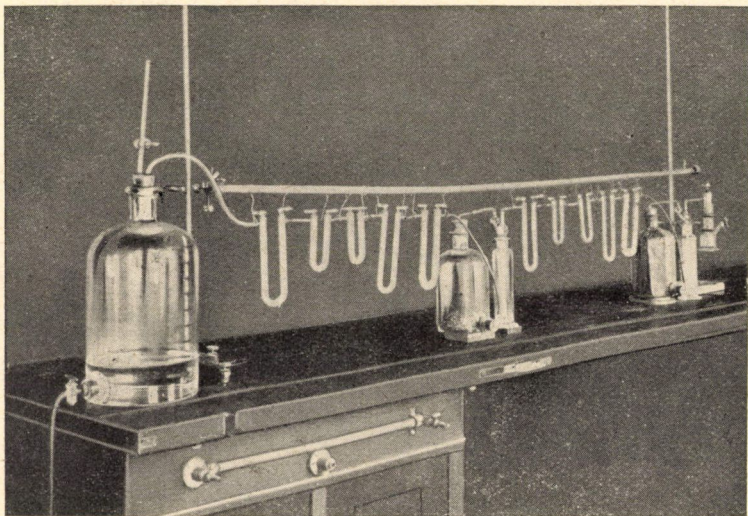
azonban még behatóbb vizsgálatot igényel, miután a gombák tudvalevőleg a talaj savanyú reakcióját kedvelik, de a tiszta tenyészetekben éppen alacsony *ph*-értékeknél lehet őket a többi baktériumtól elkülöníteni. Nem lehetetlen, hogy a jelen esetben különleges, a talaj alkalikus reakciójához alkalmazkodott fajokról van szó.

A szikes talaj CO_2 -termelésének megvizsgálása céljából természetes állapotban lévő erdőtalaj nem állott még rendelkezésünkre, másrészt azonban technikai okok is lehetetlenné tették, hogy helyszíni talajlélekezési méréseket végezhessünk. E helyett laboratóriumi kísérleteket hajtottunk végre egy elrendezés szerint, amely nagyjából Bokor (XIV) elgondolása alapján lett kidolgozva. A kísérlet egyébként a következőképpen folyt le:

A földet, amelyet az absz. vízkapacitás 50%-ára hoztunk, először is 1% finomra őrölt rozs-szalmával kevertük össze, hogy ez utóbbi szolgálta majd a cellulózbontó mikro-organizmusoknak a tápanyagot. A talajokat azután alsó és felső nyílással ellátott Deville-palackokba tettük, amelyek sorozatos összeállítását nyertek a 2. sz. kép szerint. Minden ilyen Deville-palackban biztosítani kellett természetesen elsősorban a cellulózbontás és talajlélekezés normális lefolyásának érdekében a jó szellőzöttséget. Ezt úgy értük el, hogy a talajok alá, az üveg fenekére kétszer alaposan kimosott tiszta folyami kavicsot tettünk. Az edényeket összekötő felső vezetékét összekapcsoltuk egy sorozat *U*-csővel, még pedig olyan módon, hogy minden palackhoz egy drb H_2SO_4 -at, 1 drb $CaCl_2$ -t és 2 drb nátronmeszet tartalmazó *U*-cső került, amelyet a következő mosópalacktól egy újabb $CaCl_2$ -t tartalmazó *U*-cső biztosított a visszafelé áramló vízgőzök ellen. A talajhoz vezető alsó cső pedig visszafelé összeköttetést nyert egy mosópalackkal, amelyben $Ba(OH)_2$ híg oldata volt a tökéletes CO_2 -abszorpció ellenőrzésére. A sorozat végén egy a levegő CO_2 -ját elnyelő nátronmesz és káliclór tartalmazó torony gondoskodott a levegő CO_2 -mentesítéséről. A készülék az elején egy aspirátorral lett összekapcsolva, amellyel rendkívül lassan és óvatosan naponkint 8 liter levegőt szívtunk a Deville-palackon keresztül. A lassú áramlás azért szükséges, hogy a CO_2 abszorpciója tökéletes legyen. E mellett a kísérleti elrendezés mellett lehetséges volt, hogy teljesen CO_2 -mentes levegőt szivassunk át bizonyos meghatározott idő és hőmérséklet mellett a talajokon. A levegő átszívásakor természetesen a talajokban folyó korhadási folyamat következtében CO_2 fejlődött. Ezt a CO_2 -t kísérleti berendezésünk segítségével a vízgőzöktől megszabadítottuk, azután elnyeltük és lemérlegettük. A súlytöbblet közvetlenül adta meg az eredményt a megfelelő talajmennyiségre, illetőleg talajfelületre vonatkoztatva. Az edényekben 1 kg talajt helyeztünk el olyan módon, hogy a talaj felülete összesen 113 cm²-t tett ki. (L. 3. sz. kép.)

E kísérlet eredményeit a 7. sz. táblázat tartalmazza, amely táblázatba egyúttal összehasonlítás céljából FEHÉR mérései alapján a különböző megvizsgált területek talajlélekzési adatait is felvettük.

Ha e táblázatban a szíkes talajok lélekzési adatait összehasonlítjuk az erdőtalajok lélekzésének adataival, akkor azt tapasztaljuk, hogy a szíkes talajok lélekzése erősen megközelíti a jó állapotban levő erdőtalajok CO_2 -termelését és általában a nor-



3. kép.

mális szántóföldi talajok lélekzési adataival egyeznek. Természetesen a valóságban ez a helyzet nem áll elő, miután ott az összes mikrobiológiai folyamatok a szíkes talaj sajátos fizikai természeté következtében meglehetősen anaerob körülmények között folynak le. A végzett kísérletnél azonban mindazokat a tényezőket, így elsősorban a talajnak levegővel való ellátását, amelyek a talaj lélekzését, illetőleg az azt létrehozó mikrobiológiai folyamatokat kedvezően befolyásolják, optimális körülmények között tartottuk, amely körülmények természetesen a valóságban sohasem állanak elő. Természetes állapotban levő talajok lélekzési

viszonyaira vonatkozólag 1930 nyarán fogunk helyszíni vizsgálatokat lefolytatni, amelyeknek eredményei majd az erdőtalajokra már eddig eszközölt hasonló tárgyú vizsgálatok eredményeivel jobban összehasonlíthatók lesznek.

A biológiai tevékenység fokozása különben erősen összefüggésben áll a talajok humusztartalmával, s addig is, amíg az erdősisítés kapcsán az erdősisített területek humusztartalma fokozatosan emelkedik, a talajok humusztartalmának emeléséről organikus trágyázással kell gondoskodnunk. Minthogy pedig az istállótrágya organizmusai, amint a vizsgálatok mutatják, a szikes talajokban nem képesek tovább tenyészni, sőt lehetséges, hogy az autochton mikroszervezetek nagy részét a létért való küzdelemben az első évben elpusztítják: a leghelyesebb volna a mesterséges szalmatrágyák alkalmazását megkísérelni.

A szikes talajok N-tartalma és az azokban lefolyó nitrifikáció.

A szikes talajok N-tartalma általában aránylag rendkívül csekély. Már a bevezetésben említettünk néhány a szikestalajok nitrittartalmára vonatkozó adatot. Amint ezek a vizsgálatok mutatják, a talajokban levő össz-N- és nitrát-, továbbá nitrit-N-mennyiség aránylag nagyon csekély. Amint az 1. sz. táblázat adatai mutatják, a megvizsgált talajokban úgy az össz-N-tartalom, mint a nitrát-N-tartalom meglehetősen kicsi és általában alatta marad a megvizsgált nem szikes erdőtalajok évi átlagos összes-N és nitrát-N mennyiségének.

Különösen feltűnő a szikes talajoknak nitrát-N-ben való szegénysége, amely különben teljesen megegyezik ezeknek a talajoknak biológiai viselkedésével. A N-mennyiség egy jelentékeny része a nitritekre esik, amelyeknek a mennyisége úgylátszik különösen a nedves időszakban jelentékeny, azonban, amint VÁGI és FEHÉR kísérletileg kimutatták, még mindig alatta marad annak a mennyiségnek, amely a növényi életre károsan hatna. Az erdősisítés következményeképpen, mint első körülmény, kétségkívül ezen talajoknak összes-N-ben és nitrát-N-ben való gyarapodása fog jelentkezni.

Amint a 8. sz. táblázat adatai mutatják, a megvizsgált szíkes területek összes- N -mennyisége általában alatta marad a kötött erdőtalajok összes- N -tartalmának, mégpedig úgy, hogy ezeknek a legjobb esetben 0·1 részét teszik ki, de 0·01 része is lehet. A nitrát- N -mennyiség a kötött erdőtalajokhoz viszonyítva a szíkes talajokban ugyancsak 0·1—0·01 résznyire csökken. Az alföldi homokos erdőtalajoknál az összes- N -tartalom általában szintén nagyobb, mint a szíkes talajok N -tartalma, mégpedig a kecskeméti I. számú ákác kísérleti területen találjuk a legnagyobb összes- N -tartalmat, míg a szegedi ákác és feketefenyő kísérleti területeinken, bár szintén nagyobb össz- N -tartalmat találunk, mégis a 2. sz. szikkísérleti terület össz- N -tartalma ezeknek a talajoknak összes- N -tartalmát meghaladja.

A nitrát- N -mennyiség általában úgy a homokos, mint a kötött erdőtalajoknál meghaladja a szíkes talajok nitrát- N -mennyiségét. Igen érdekes, hogy a legnagyobb nitrát- N -tartalmat az *Achillea-Inula britannica* asszociációval borított 2. sz. szíkes talaj mutatja, míg a legkisebb nitrát- N -tartalmat a rendes művelés alatt álló csemetekertben találjuk, aminek az oka úgylát-szik abban keresendő, hogy a csemeték ezen talajok nitrát- N mennyiségét erősen kihasználják és annak pótlásáról lombhullásukkal még kellőleg gondoskodni nem tudnak. Mint rendkívül jellemző tényrt kell felemlítenünk, hogy a *Camphorosma ovata* asszociáció alatt levő rossz minőségű szíken nitrát- N -tartalmat egyáltalában nem sikerült kimutatni.

A nitrifikáció erősebb szódatartalom esetén megáll a nitrit-fokon és a nitrátképzés erősen befolyásoltatik, amiről arra lehet következtetni, hogy a *Nitrobacterek* tenyészeteli feltételei nincsenek meg a szíkes talajokban, míg a *Nitrosomonas* működését kevésbé befolyásolja a szíkes talaj kémiai és fizikai állapota. Ennek folytán a 2. sz. táblázat szerint magas nitrittartalmat találunk az egyes profilokban, de azt, hogy ezek nem halmozódnak fel olyan mértékben, hogy elérnék FEHÉR és VÁGI (III.) által megállapított azt a határt, amikor mérgező hatásukat már kifejthetnék, a denitrifikáló mikro-organizmusok működésének tulajdoníthatjuk, amelyek nagy számban vannak képviselve az egyes típusokban. Ez talán az egyetlen eset, amikor a mezőgazdasági bakterio-

*lógában a denitrifikációs mikro-szervezetek működésének ki-
egyenlítő hatást tulajdoníthatunk.*

Ha most már az összes- N tartalom mélység szerint való eloszlását vizsgáljuk, akkor azt tapasztaljuk, hogy az a legtöbb talajnál az alsó szintek felé fokozatosan csökken, majd 40—50 cm mélységben (akkumulációs szint) kissé emelkedik, míg az alatta levő szintekben rohamosan csökken.

Nagyon természetes, hogy a szikes talajoknak mező- és erdőgazdasági célokra való hasznosításánál a talajoknak a nitrát- N tartalma és az ezt előidéző nitrifikációs folyamatok igen fontos szerepet játszanak. Ámbár a legújabb élettani kísérletek tanubizonyossága szerint úgylátszik, hogy a növény a talajban levő ammoniumsókat is felveheti és közvetlenül hasznosíthatja, sőt elméletileg valószínűnek látszik az is, hogy a növényeknek a felvett nitrátokat először redukción át ammoniává kell alakítaniuk, hogy a fehérje szintézis hasznosítható építőköveivé váljanak, mégis minden eddigi kísérleti és gyakorlati tapasztalat azt látszik igazolni és bizonyítani, hogy úgy az erdő, mint a mezőgazdasági növények a N -t legszívesebben nitrátok alakjában veszik fel.

Amint a táblázatok mutatják, a püspökladányi szikes talajok felső rétegeikben általában mind tartalmaznak többé-kevésbé nitrifikáló organizmusokat. A mélyebb rétegekben azután ezeknek a száma minimálisra redukálódik és később teljesen el is tűnnek. A meszezés hatására, amint ugyancsak a táblázatokból és azokkal kapcsolatosan a kísérleti területek megfigyeléséből kiviláglik, ezeknek a száma megtízszereződik, sőt megszázszorozódik, míg tisztán fizikai művelés számukat csak kis mértékben emeli, az istállótrágyázás pedig számukra befolyás nélkül marad.

A szikes talajokban lefolyó nitrifikációs folyamatok tanulmányozására néhány kísérletet végeztünk. A kísérleteknél használt módszerek a vizsgálati módszerek ismertetésénél részletesen le lettek írva. Az eredményeket a 9. sz. táblázat tartalmazza, amelynek adatai most már bizonyos mértékben felvilágosításul szolgálnak a szikes talajokban lefolyó nitrifikáció menetére vonatkozólag. Általában az összes sótartalom 0,5%-ig a nitrifikáció menetét nem befolyásolja. A szódatartalom viszont jobban esik

latba, nevezetesen 0·2% szódát tartalmazó talajoknál $(NH_4)_2SO_4$ adagolás a nitrifikáció menetét meggyorsítja. Igen érdekes, hogy szódát egyáltalában nem tartalmazó talajokban $(NH_4)_2SO_4$ hatására a nitrifikáció menetének meggyorsítása sokkal mérsékeltebb, mint a kevés mennyiségű szódát tartalmazó talajokban. A talajoltás a nitrifikációt szintén jelentékenyen megelékníti, tehát kétségkívül világos, hogy a szikes talajoknak nincsenek különleges nitrifikáló szervezetei, hanem ezek a többi talajokéval közösek. Az bizonyos, hogy amint a bakteriológiai vizsgálatok is mutatják, a vizsgált talajokban *a nitrifikáló mikro-organizmusok mindenütt jelen vannak* és mihelyt életfeltételeik kedvezőbbé válnak, működésük intenzitása is megnövekedik. A javítás a nitrifikáló képességet természetesen jelentékenyen emeli, miután a nitrifikációnak egyik főfeltétele a talaj szellőzőttsége és O-nel való ellátása, amelyet a különböző talajjavítási módszerek ugyancsak előmozdítanak.

Általában vizsgálataink eredményeit röviden úgy foglalhatnánk össze, hogy a szikes talajok meszezése majdnem 15—16-szorosára, a trágyázás 10—12-szeresére, a mechanikai művelés 6-szorosára és végül a digózás 2-szeresére emeli a szikes talajok nitrifikáló képességét az ellenőrzőkéhez viszonyítva.

A talajoltás eredményei szintén nagyon érdekesek. A digózott és oltott talaj nitrát termelése 30-szorosra emelkedik, míg a meszezett és oltott talaj csak 4-szeres nitrifikáló képességet mutat az ellenőrző talajokkal szemben. A digózás tehát a nitrifikáció szempontjából nagyon előnyös talajjavítási módszer. Rendkívül jellemző, hogy a trágyázással javított szikes talajokban az oltás nem mutat pozitív eredményt, aminek oka valószínűleg abban lelhető, hogy ezekben a talajokban a trágyázás folytán a nitrifikáló organizmusok már úgy is optimális mennyiségben kerülnek bele.

A N-tartalmú szerves anyagok bomlása.

Nemcsak az erdő, hanem a mezőgazdasági talajoknak is egyik fontos tulajdonsága, hogy a beléjük jutó N-tartalmú szerves anyagokat, amelyek között természetesen a fehérjék játszá-

a főszerepet, a bennük élő mikro-organizmusok szétbontják. Ennek a bomlási folyamatnak végső termékei között kétségkívül a legfontosabb az ammonia, amely rendszerint túlnyomó részben a nitrifikáló baktériumok közbejöttével nitrifikációs folyamaton megy át, kisebbik része azonban a talajban levő savgyökökkel sókat alkot, sőt adott körülmények között, bár nagyon kis mértékben, gázalakban a levegőbe is távozhat.

Amint már a nitrifikációs folyamat tárgyalásakor említettük, a növények legfontosabb *N*-táplálóanyagai a nitritek és a nitrátok. De az újabb vizsgálatok azt mutatják, hogy ezek mellett az ammoniumsók is jelentős szerepet játszanak. A talaj termőképessége szempontjából tehát nagyon fontos annak a megismerése és megítélése, hogy megvan-e az illető talajnak az ammonifikáló képessége. Különösen fontos ez az erdő életében, amely tudvalevőleg, minthogy trágyázásáról nem gondoskodnak, maga kénytelen a talajára hulló *N*-tartalmú szerves anyagokból ezeknek elbontása útján az ammoniát és ebből a nitrifikáció folyamat útján a nitrátokat előállítani.

Általában a talaj ammonifikációs folyamatainak megítélésénél a szikes talajokat illetőleg is, úgy erdő-, mint mezőgazdasági szempontból főleg három probléma a legfontosabb. Ezeket a kísérleti módszerek tárgyalásánál a vizsgálatoknál használt módszerek tüzetes leírásával már részletesen tárgyaltuk. Az eredményeket a 10. sz. táblázat mutatja.

A vizsgálatok nagy vonásokban a következő eredményeket adják:

Az ammonifikációra képes mikro-organizmusok úgylátszik a szikes talajokban elegendő mennyiségben vannak képviselve, de dacára, ennek a körülménynek a fehérjék bontása és általában az ammoniumképződés ezekben a talajokban rendkívül kevés. Ennek az oka elsősorban abban a körülményben keresendő, hogy a szikes talajokban nagyon kevés az ammonifikálásra alkalmas szerves anyag. Ez természetesen az erdősitésnél, különösen az első időszakban, míg az erdő a lombhullás útján kellő mennyiségű ammonifikálható anyagról nem gondoskodik, nagyon fontos, úgy hogy itt feltétlenül különböző mesterséges beavatkozásokkal kell a fiatal erdő segítségére sietni. A végzett ezirányú kísérletek

nagyon értékes útmutatásokat adnak. Láthatjuk belőlük, hogy a mechanikai művelés az istállótrágyázással együtt 14-szeresére, a meszezés 12-szeresére, a digózás 6-szorosára emelte a kísérleti talaj ammonifikáló képességét. Ezzel szemben igen érdekes, hogy a talaj egyszerű művelése meszezés és digózás nélkül egyáltalában nem befolyásolta a talaj ammonifikáló képességét. Az istállótrágyával bevitt nagymennyiségű baktérium egy jelentékeny része a szikes talajokban úgy látszik elpusztul, azonban bizonyos, hogy egy része jobb alkalmazkodó képességénél fogva megmarad és így a talaj ammonifikáló képességét emeli. Rendkívül érdekes, hogy a talajkivonattal való oltás hatás nélkül marad az ammonifikációra. Hasonlóképpen szükségesnek tartjuk megjegyezni, hogy a 9. sz. és 21. sz. talajok, amelyeknek szótartalma 0, összes sótartalma 0.03 %-on alul marad, igen jó ammonifikáló képességgel rendelkeznek.

Az eredmények összefoglalása.

1. A püspökladányi szolonec talajokban végzett ezen vizsgálatok minden kétséget kizáróan beigazolták, hogy ezeknek a szikes talajoknak a többi erdő talajától eltérő mikroflórájuk fejlődött ki, amely teljesen sajátos és különleges összetételű. Ezek között a mikro-organizmusok között nagy számban fordulnak elő sugaras gombák. Ennek a baktériumflórának minőségi összetételét a különböző szikjavítási módok nem igen tudják megváltoztatni. Miután pedig a mikroflóra minőségi összetétele ennek fiziológiai szerepénél majdnem olyan fontos, mint annak mennyiségbeli változásai, ezért ezeknek a vizsgálatoknak eredményeképpen megállapítható, hogy a szikes talajok mikroflórája minőségileg javításra és kiegészítésre szorul és azért a szikes talajok úgy mező-, mint erdőgazdasági művelésnél feltétlenül biológiailag is javítandók. Valószínű azonban, hogy a szikes talajok erdősitése ezen talajok mikrobiológiai sajátosságait is alaposan és jelentékenyen megjavítja, miután az erdő, ha egyszer sikerült neki a szikes talajban megtelepednie, lombhullásával minden bizonnyal egy minőségileg is jobb és kedvezőbb összetételű mikroflóra kifejlődésének veti meg az alapját.

2. Mennyiségileg a különböző talajjavítási módszerekkel is lehet a mikroflóra összetételét befolyásolni. Ebből a szempontból a legnagyobb hatást a meszezés fejt ki, míg a digózás nagyjában különösebb változást nem idéz elő.

3. A mikroflóra mennyiségi és minőségi kifejlődésére nagyon fontos, hogy a talaj nedvességét optimális körülmények között tartsuk, illetőleg a talaj kiszáradását fizikai műveléssel minimumra redukáljuk. Éppen ezért ebből a szempontból különös nyomatékkal kell rámutatnunk arra a körülményre, hogy az erdősítéskor kezdetben gondoskodnunk kell arról, hogy a talaj megfelelő művelésével a fiatal erdőt a kezdeti nehézségeken átsegítsük, amely körülmény később a talaj víztartalmának konzerválása szempontjából is jelentékeny szerepet játszik. Az istállótrágya használata a baktériumok mennyiségét szintén erősen befolyásolja, anélkül azonban, hogy a fajokban változást idézne elő. Ez a gyarapodás azonban nem az istállótrágyával a talajba bevitt baktériumoknak a szikes talajokban való megmaradásával magyarázható, hanem azzal a körülménnyel, hogy az istállótrágyával a talajba nagymennyiségű szerves anyagot viszünk be, amely kitűnő tápláló anyagul szolgál s ezzel természetesen a baktériumszám erős megnövekedésére vezet. Amint a vizsgálatok mutatják, az istállótrágya specifikus mikroflórája a szikes talajokban ügylátszik nem találja meg életfeltételeit és ott valószínűleg tönkremegy.

4. A szikes talajokban általában az aerob N -kötő mikroorganizmusok és ezek között az elsősorban fontos *Azotobacter* genus ügyszólvá teljesen hiányzanak, de a javított talajokban már tenyésznek akkor, ha őket ide mesterségesen bevisszük. Az aerob N -kötő mikro-organizmusok hiánya valószínűleg szintén a szikes talajok rossz fizikai tulajdonságaira vezethető vissza. A szóda, mint biológiai faktor, csak 0·2%-os tartalom mellett képes az *Azotobacter* kifejlődését befolyásolni. Hasonló hatást az összes sótartalom 0·5 %-os mennyiség mellett fejt ki. Emellett azonban ügylátszik, hogy a szikes talajoknak szerves anyagokban való feltűnő szegénysége szintén erősen befolyásolja az aerob- N -kötő mikro-organizmusok kifejlődését, miután kellő szerves anyag hiánya következtében a N -kötéshez szükséges nagy

energiamennyiséget maguk előállítani nem tudják s így létfeltételüket sem találják meg. Ezen a téren az erdősítés folytán beálló fokozatos humusztartalom növekedés kétségtelenül kedvező befolyást fog gyakorolni.

5. Igen érdekes, hogy a cellulóz a szikes talajokban rendkívül lassan korhad. Ez a körülmény valószínűleg azzal magyarázható, hogy a szikes talajok kémiai fizikai állapota a cellulózbontó baktériumok kivánt életfeltételét nem tudja biztosítani.

6. A szikes talajok lélekzése, illetőleg e talajok CO_2 -termelése akkor, ha e sajátosságukat laboratóriumi kísérletek segítségével optimális körülmények között vizsgáljuk, közel egyezők a jó erdőtalajok, illetőleg a jó mezőgazdasági talajok hasonló sajátosságaival. Ez a kísérlet is azt bizonyítja, hogyha fizikai műveléssel a szikes talajoknak levegővel való ellátását fokozni tudjuk, úgy ezeknek a talajoknak különösen az erdő élete szempontjából oly nagy fontossággal bíró CO_2 termelését szintén kedvezően fogjuk befolyásolhatni. Az erdősítés folytán emelkedő humusztartalom még a fizikai javításon kívül is kedvező befolyást fog gyakorolni.

7. A szikes talajok N -tartalma általában aránylag rendkívül csekély. Hasonlóképpen rendkívül kicsi e talajok nitrit- N tartalma, a legfeltűnőbb azonban és biológiai szempontból a legnagyobb súllyal esik latba a talajoknak nitrát- N -ben való szegénysége. Igen érdekes, hogy nemcsak a kötött, de még a homokos erdőtalajok nitrát- N mennyisége is meghaladja a szikes talajok nitrát- N tartalmát.

8. A szikes talajtipusok között a legnagyobb nitrát- N tartalmat az *Achillea-Inula britannica* asszociáció mutatja, míg a legkisebb nitrát- N tartalmat a rendes művelés alatt álló csemetékertben találjuk. Ennek az oka valószínűleg abban keresendő, hogy a csemeték ezen talajok nitrát- N mennyiségét erősen kihasználják, viszont annak pótlásáról lombohullásukkal még kellőleg gondoskodni nem tudnak. Mint különösen jellemző ténytet kell felemlítenünk, hogy a *Camphorosma ovata* asszociációval borított rossz minőségű sziken nitrát- N tartalmat egyáltalában nem sikerült kimutatni. Itt tehát a trágyázás feltétlenül szükséges.

9. Az összes- N tartalom az alsó szintek felé fokozatosan csökken.

10. A megvizsgált szikes talajok felsőbb rétegeikben általában mind tartalmaznak nitrifikáló organizmusokat, amelyek azután a mélyebb rétegekben fokozatosan eltűnnek. A nitrifikáló mikro-organizmusok számának optimális kifejlődésére különösen a meszezés van jó hatással, számukat helyenként megszázsorozza, tisztán csak fizikai művelés számukat csak kis mértékben emeli, míg az istállótrágyázás számukra befolyást egyáltalában nem gyakorol.

11. 0·5 %-ig az összes sótartalom a nitrifikáció menetét nem befolyásolja, viszont 0·2 % szódát tartalmazó talajokban a $(NH_4)_2SO_4$ adagolása a nitrifikáció menetét már jelentékenyen meggyorsítja, míg a szódát nem tartalmazó talajokban a $(NH_4)_2SO_4$ hatására a nitrifikáció menetének gyorsulása sokkal mérsékeltebb, mint 0—0·2 % mennyiségű szódát tartalmazó talajoknál.

12. A talajoltás a nitrifikáció menetét szintén jelentékenyen élénkíti.

13. A szikes talajoknak ügylátszik nincsenek külön nitrifikációs mikro-organizmusai, hanem ezek a többi talajokéval közösek s így kétségkívül, ha megfelelő javítási módszerekkel ezeknek életfeltételeit megkönnyítjük, de különösen a talajok jó szellőztetéséről gondoskodunk, akkor ezek működésének intenzitását is elősegítjük.

14. Amint ezek a vizsgálatok mutatják, a szikes talajok nitrittartalma jelentékenyen alatta marad annak a mennyiségnek, amely FEHÉR és VÁGI vizsgálatai szerint a növénytenyésztetre káros befolyást gyakorol. Ezen szikes talajok nitrittartalma tehát semmi körülmények között sem lehet oka e talajok kedvezőtlen sajátságainak.

15. A szikes talajokban a denitrifikáló baktériumok száma a nitrifikálókét rendszerint mindig meghaladja és működésük a nitritek felhalmozódását valószínűleg geliminálja.

16. Az ammonifikáló, illetőleg a N -tartalmú szerves anyagok bontására képes mikro-organizmusok általában elegendő mennyiségben vannak képviselve, azonban dacára e körülménynek, a fehérjék bontása és általában az ammoniumképződés ezekben a talajokban rendkívül kevés. Ennek a jelenségnek oka elsősorban az, hogy a szikes talajoknak szerves anyagokban való köz-

ismert szegénysége következtében nagyon kevés bennük az ammónifikálásra alkalmas szerves anyag. Itt tehát nemcsak a mező, hanem az erdőgazdasági művelésnél is a talajok segítségére kell sietnünk. A legjobb hatást a mechanikai művelés az istállótrágyázással együtt gyakorolja. Ezután következik hatásra nézve a meszezés és a digózás, míg a talaj egyszerű művelése meszezés és digózás nélkül hatástalan marad. A talaj ammónifikáló képességének megjavítása céljából az istállótrágyázás eminens fontossággal bír, míg a talajkivonattal való oltás hatás nélkül marad.

17. A szódatartalom és az összes sótartalom kétségkívül kedvezőtlenül befolyásolja a szíkes talajok ammónifikáló képességét is, miután ezek a talajok, amelyeknek szódatartalma 0 és összes sótartalma 0.03%-on alul marad, kitűnő ammónifikáló képességgel rendelkeznek.

18. Rá kell tehát mutatnunk arra a körülményre, hogy a szíkes talajok mikrobiológiai folyamatainak és a talajéletnek javítása céljából a legfontosabb körülmény ezen talajok vízzel való gazdálkodásának különböző művelési eljárásokkal való szabályozása és azután, különösen a javítás első időszakában, a szerves trágyázás, amellyel nagymennyiségű organikus anyagot viszünk ezekbe a talajokba. Az erdősítés később mindkét téren kétségkívül kiváló eredménnyel jár.

I. sz. táblázat.

A talaj száma No des Bodens	1	2	3
A talaj osztálya 'Sigmond szerint Klasse des Bodens nach 'Sigmond	I	I	IIIB
A fizika-kémiai elemzés			
Víztartalom %-ban Wassergehalt in %	—	—	—
Talajreakció ph értékben Reaktion des Bodens in ph	7·2	8·5	8·7
Na ₂ CO ₃ -tart. %-ban (légszáraz talajra v.) Na ₂ CO ₃ -Gehalt in %	0·0	0·0	0·17
Összes sótartalom %-ban Gesamtsalzkonzentration des Bodens %	0·10	0·03	0·42
Humusztartalom (légszáraz talajra) Humusgehalt in %	1·7	1·5	0·7
Összes N-tartalom mg N/g talaj Gesamt N-Gehalt in mg N/g Boden	0·14963	0·95690	0·30737
Nitrát és Nitrittartalom mg N/g talaj Nitrat und Nitritgehalt mg N/g Boden	0·03152	0·03479	0·05314
Nitrát N-tartalom mg N/g talaj Nitrat N-Gehalt mg N/g Boden	0·00398	0·00462	0·00000
A bakteriológiai elemzés			
Talajkivonatagarlemezen tenyészők száma Auf Erdextraktagarplatte gedeihend	3.100,000	4.700,000	2.100,000
Húslevesgelatinalemezen tenyészők száma Auf Fleischgelatineplatte gedeihend	2.400,000	3.000,000	850,000
Összes aerob baktériumok Aerob Bakterien zusammen	5.500,000	7.700,000	2.950,000
Anaerob cukoragaron tenyészők száma Anaerob Zuckeragar hoher Schicht	1.200,000	1.750,000	200,000
Gombák száma Zahl der Bodenpilze	—	—	—
A levegő szabad N-jét megkötő baktériumok Aerob N-bindende Bakterien	0	0	0
A levegő szabad N-jét megkötő anaerob baktér. Anaerob N-bindende Bakterien	0	0	0
Nitrifikáló baktériumok Nitrifizierende Bakterien	100	10,000	10,000
Denitrifikáló baktériumok Denitrifizierende Bakterien	1,000	10,000	100
Fehérjebontó baktériumok száma Eiweiszersetzende Bakterien	—	—	—
Anaerob cellulozbontó baktériumok száma Anaerob zellulosezersetzende Bakterien	0	10	0
Aerob cellulozbontó baktériumok Aerobe zellulosezersetzende Bakterien	100	100	100
Karbamidbontó baktériumok Harnstoffzersetzende Bakterien	10,000	10,000	10,000
Anaerob vajsavas erjedés baktériumai Anaerob Buttersäurebazillen	0	100	10

Tafel 1.

4	5	6	7	8	9	10
I	II B	II A	II A	III B	I	I

adatai — Daten der chemisch-physikalischen Bodenuntersuchung

—	5.76	4.13	—	—	7.56	4.36
8.2	9.2	8.7	8.6	8.1	8.1	8.0
0.0	0.013	0.0	0.01	0.12	0.0	0.0
0.03	0.42	0.15	0.17	0.37	0.03	0.08
2.6	0.35	0.42	0.92	1.94	2.03	0.74
0.33869	—	—	—	—	—	—
0.02871	0.01000	0.07020	0.08937	0.06000	0.01600	0.04000
0.00064	—	—	—	—	—	—

adatai — Daten der bakteriologischen Untersuchung

3.000,000	1.100,000	3.500,000	2.500,000	2.500,000	1.000,000	4.000,000
3.000,000	800,000	2.000,000	700,000	800,000	400,000	2.500,000
6.000,000	1.900,000	5.500,000	3.200,000	3.300,000	1.400,000	6.500,000
350,000	80,000	10,000	300,000	800,000	80,000	10,000
—	100,000	40,000	140,000	300,000	10,000	30,000
0	0	0	0	0	0	0
0	50,000	1,000	0	0	100	1,000
1,000	1,000	10	10	100	1,000	10
1,000	10,000	100,000	1,000	10,000	10,000	10,000
—	100,000	50,000	10,000	300,000	10,000	100,000
100	100	100	2,000	100	1,000	100
100	1,000	1,000	400	1,000	1,000	300
100,000	1,000	100,000	10,000	10,000	100	10,000
10,000	1,000	10,000	1,000	10,000	100	1,000

A talaj száma No des Bodens	11	12	13
A talaj osztálya 'Sigmond szerint Klasse des Bodens nach 'Sigmond	III A	II A	III B
A fizika-kémiai elemzés			
Víztartalom %-ban ... Wassergehalt in %	—	—	—
Talajreakció ph értékekben ... Reaktion des Bodens in ph	9·6	7·9	8·5
Na ₂ CO ₃ -tart. %-ban (légszáraz talajra v.) ... Na ₂ CO ₃ -Gehalt in %	0·03	0·0	0·18
Összes sótartalom %-ban ... Gesamtsalzkonzentration des Bodens %	0·56	0·14	0·40
Humusztartalom (légszáraz talajra) ... Humusgehalt in %	1·30	1·12	—
Összes N-tartalom mg N/g talaj ... Gesamt N-Gehalt in mg N/g Boden	—	—	—
Nitrát és Nitrittartalom mg N/g talaj ... Nitrat und Nitritgehalt mg N/g Boden	0·03326	0·06066	0·04458
Nitrát N-tartalom mg N/g talaj ... Nitrat N-Gehalt mg N/g Boden	—	—	—
A bakteriológiai elemzés			
Talajkivonatagarlemezen tenyészők száma ... Auf Erdextraktagarplatte gedeihend	1.250,000	3.500,000	500,000
Húslevesgelatinelemezen tenyészők száma ... Auf Fleischgelatineplatte gedeihend	1.300,000	2.100,000	100,000
Összes érob baktériumok ... Aerob Bakterien zusammen	2.550,000	5.600,000	600,000
Anérob cukoragaron tenyészők száma ... Anaerob Zuckeragar hoher Schicht	100,000	250,000	80,000
Gombák száma ... Zahl der Bodenpilze	20,000	20,000	20,000
A levegő szabad N-jét megkötő baktériumok ... Aerob N-bindende Bakterien	0	0	0
A levegő szabad N-jét megkötő anaerob bakt. ... Anaerob N-bindende Bakterien	100	0	0
Nitrifikáló baktériumok ... Nitritifizierende Bakterien	1,000	1,000	0
Denitrifikáló baktériumok ... Denitritifizierende Bakterien	100,000	10,000	0
Fehérjebontó baktériumok száma ... Eiweiszersetzende Bakterien	100,000	300,000	0
Anérob cellulozbontó baktériumok száma ... Anaerob zellulosezersetzende Bakterien	10,000	1,000	100
Aerob cellulozbontó baktériumok ... Aerobe zellulosezersetzende Bakterien	10,000	40,000	0
Karbamidbontó baktériumok ... Harnstoffzersetzende Bakterien	1,000	100,000	0
Anérob vajsavas erjedés baktériumai ... Anaerob Buttersäurebazillen	100	10,000	0

folytatása.

14	15	16	17	18	19	20	21
II A	II A	II B	I	I	I	I	I

adatai — Daten der chemisch-physikalischen Bodenuntersuchung

—	—	7·47	9·25	11·10	10·77	9·90	8·12
8·9	8·0	9·9	7·4	8·2	7·5	8·0	8·0
0·02	0·01	0·02	0·0	0·0	0·0	0·0	0·0
0·20	0·20	0·50	0·03	0·05	0·05	0·05	0·03
—	0·10	—	2·06	0·75	0·64	0·47	1·97
—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	0·06920	0·05120	0·16410	0·10120	0·04800
—	—	—	—	—	—	—	—

adatai — Daten der bakteriologischen Untersuchung

200,000	500,000	40,000	15.000,000	4.800,000	9.300,000	4.600,000	2.400,000
100,000	300,000	20,000	12.000,000	3.500,000	9.000,000	4.800,000	1.500,000
300,000	800,000	60,000	27.000,000	18.300,000	18.300,000	9.400,000	3.900,000
10,000	1,000	10,000	1.000,000	10,000	6,000	30,000	200,000
1,000	2,000	50,000	50,000	1,000	1,000	1,000	20,000
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	100	100	1.000	100	10
0	0	0	100	100	1.000	10	1
0	10	0	1,000	1,000	10,000	10,000	1,000
0	1,000	0	100,000	1,000	200,000	50,000	20,000
1,000	2,000	1	10,000	100	10,000	100	1,000
0	400	10	100,000	1,000	30,000	1,000	10,000
0	10,000	10	100,000	10,000	100,000	10,000	10,000
0	1,000	0	10,000	10,000	1,000	1,000	1,000

2. sz. táblázat.

	1. számú talaj		
	0—10	20—30	40—50
	cm mélységből		
	A fizika-kémiai elemzés		
Talajreakció ph értékben Reaktion des Bodens in ph	7·2	8·7	8·62
Na ₂ CO ₃ -tartalom %-ban (légszáras talajra vonatkoztatva) Sodagehalt in %	0·0	0·12	0·02
Összes sótartalom %-ban Gesamtsalzkonzentration der Bodenlösung %	0·10	0·172	0·28
Humusztartalom %-ban (légszáras talajra vonatkoztatva) Humusgehalt in %	1·7	1·7	0·16
Összes N-tartalom mg N/g talaj Gesamt N-Gehalt in mg N/g Boden	0·14963	0·12870	0·08400
Nitrát N-tartalom mg N/g talaj Nitrat N-Gehalt in mg N/g Boden	0·00398	0·000398	0
	A bakteriológiai elemzés		
Talajkivonatagarlemezen tenyészők száma Auf Erdextraktagarplatte gedeihend	3.100,000	2.800,000	1.400,000
Húslevesgelatinalamezen tenyészők száma Auf Fleischgelatineplatte gedeihend	2.400,000	450,000	350,000
Összes érob baktériumok Aerob Bakterien zusammen	5.500,000	3.250,000	1.750,000
Anaerob cukoragaron tenyészők száma Anaerob Zuckeragar hoher Schicht	1.200,000	180,000	100,000
A levegő szabad N-jét megkötő baktériumok száma Aerob N-bindende Bakterien	0	0	0
A levegő szabad N-jét megk. anaerob bakt. száma Anaerob N-bindende Bakterien	0	0	0
Nitrifikáló baktériumok száma Nitrifizierende Bakterien	100	100	0
Denitrifikáló baktériumok Denitrifizierende Bakterien	1,000	1,000	0
Anaerob cellulozbontó baktériumok Anaerob cellulosezersetzende Bakterien	0	0	0
Aerob cellulozbontó baktériumok Aerob cellulosezersetzende Bakterien	100	100	0
Karbamidbontó baktériumok száma Harnstoffzersetzende Bakterien	10,000	10,000	100
Anaerob vajsavas erjedést okozó baktériumok száma Anaerob Buttersäurebazillen	0	0	0

Tafel 2.

Boden Nr 1.		2. számú talaj — Boden Nr 2.				
90—100	200—210	0—10	20—30	40—50	90—100	200—210
cm Tiefe						
adatai — Daten der chemisch-physikalischen Bodenuntersuchung						
9·0	9·2	8·5	8·3	8·1	8·5	8·8
0·01	0·13	0·0	0·0	—	0·10	0·0
0·25	0·102	0·03-nál kevesebb				
0·06	0·00	1·5	3·2	1·9	1·2	0·5
0·14003	0·01553	0·95690	0·90212	0·65499	0·33985	0·32471
0	0	0·00462	0	0	0	0
adatai — Daten der bakteriologischen Untersuchung.						
450,000	0	4.700,000	4.000,000	2.000,000	220,000	20,000
15,000	10,000	3.000,000	2.500,000	1.200,000	500,000	25,000
465,000	10,000	7.700,000	6.500,000	3.200,000	720,000	45,000
50,000	40,000	1.750,000	1.500,000	850,000	25,000	0
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0
0	0	10,000	10,000	100	0	0
0	0	10,000	10,000	100	0	0
0	0	10	0	0	0	0
0	0	100	100	0	0	0
0	0	10,000	1,000	1,000	0	0
0	0	100	0	0	0	0

2. sz. táblázat

	3. számú talaj		
	0—10	20—30	40—50
	cm mélységből		
	A fizika-kémiai elemzés		
Talajreakció ph értékben Reaktion des Bodens in ph	8·7	8·9	9·1
Na ₂ CO ₃ -tartalom %-ban (légszáraz talajra vonatkoztatva) Sodagehalt in %	0·168	0·14	0·14
Összes sótartalom %-ban Gesamtsalzkonzentration der Bodenlösung %	0·42	0·53	0·38
Humusztartalom %-ban légszáraz talajra vonatkoztatva Humusgehalt in %	0·7	1·1	0·95
Összes N-tartalom mg N/g talaj Gesamt N-Gehalt in mg N/g Boden	0·30737	0·28214	0·32473
Nitrát N-tartalom mg N/g talaj Nitrat N-Gehalt mg N/g Boden	0	0	0
	A bakteriológiai elemzés		
Talajkivonatagarlemezen tenyészők száma Auf Erdextraktagarplatte gedeihend	2.100,000	1.200,000	750,000
Húslevesgelatinalemczen tenyészők száma Auf Fleischgelatineplatte gedeihend	850,000	250,000	175,000
Összes aerob baktériumok Aerob Bakterien zusammen	2.950,000	1.450,000	925,000
Anaerob cukoragaron tenyészők száma Anaerob Zuckeragar hoher Schicht	200,000	200,000	95,000
A levegő szabad N-jét megkötő baktériumok száma Aerob N-bindende Bakterien	0	0	0
A levegő szabad N-jét megk. anaerob bakt. száma Anaerob N-bindende Bakterien	0	0	0
Nitrifikáló baktériumok száma Nitrifizierende Bakterien	10,000	10,000	1,000
Denitrifikáló baktériumok Denitrifizierende Bakterien	100	10	0
Anaerob cellulozbontó baktériumok Anaerob zellulosezersetzende Bakterien	0	0	0
Aerob cellulozbontó baktériumok Aerob zellulosezersetzende Bakterien	100	0	0
Karbamidbontó baktériumok száma Harnstoffzersetzende Bakterien	10,000	1,000	0
Anaerob vajsavas erjedést okozó baktériumok száma Anaerob Buttersäurebazillen	10	0	0

folytatása.

Boden Nr 3.		4. számú talaj — Boden Nr 4.				
90—100	200—210	0—10	20—30	40—50	90—100	200—210

cm Tiefe

adatai — Daten der chemisch-physikalischen Bodenuntersuchung.

9.0	9.0	8.2	7.5	7.7	7.8	8.0
0.14	0.05	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.15	0.07	0.03-nál kevesebb				
0.9	0.01	2.6	2.2	1.6	1.6	0.5
0.22690	0.12709	0.33869	0.11717	0.18356	0.07062	0.04238
0	0	0.00064	0	0	0	0

adatai — Daten der bakteriologischen Untersuchung.

420,000	30,000	3,000,000	2,700,000	2,000,000	850,000	90,000
25,000	0	3,000,000	900,000	700,000	350,000	120,000
445,000	30,000	6,000,000	3,600,000	2,700,000	1,200,000	210,000
55,000	0	350,000	30,000	130,000	100,000	35,000
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0
0	0	1,000	1,000	0	0	0
0	0	1,000	10,000	100	0	0
0	0	100	100	0	0	0
0	0	100	100	0	0	0
0	0	100,000	10,000	1,000	0	0
0	0	10,000	1,000	0	0	0

3. sz. táblázat. — Tafel 3.

Sor- szám Nr.	Név — Name	Arány- szám Verhältnis- zahl	Előfordu- lási szám Ver- breitungs- zahl	Állandó Konstante
1	<i>Achromobacter liquefaciens</i> —	1	3	1
2	<i>Actinomyces bobili</i> — — —	3	1	—
3	<i>Actinomyces flavochromogenus</i>	5	5	1
4	<i>Actinomyces microflavus</i> — —	4	2	—
5	<i>Actinomyces olivochromogenus</i>	2	1	—
6	<i>Actinomyces pheochromogenus</i> ...	4	5	1
7	<i>Bacillus concentricus</i> ... — — —	+	0	—
8	<i>Bacillus mesentericus vulgatus</i> ...	2	1	—
9	<i>Bacillus mycoides</i> — — —	+	0	—
10	<i>Bacillus tumescens</i> ... — — —	+	0	—
11	<i>Cellulomonas ferruginea</i> — —	+	0	—
12	<i>Clostridium multifermentans</i> —	1	2	—
13	<i>Clostridium sporogenes</i> — —	2	5	1
14	<i>Flavobacterium flavescens</i> — —	1	1	—
15	<i>Micrococcus candidans</i> ... — —	2	1	—
16	<i>Micrococcus candidus</i> — — —	1	2	—
17	<i>Micrococcus varians</i> — — —	1	1	—
18	<i>Pseudomonas fluorescens</i> — —	2	2	—
19	<i>Pseudomonas non liquefaciens</i>	1	1	—

4. sz. táblázat. — Tafel 4.

Név — Name	Arányszám Verháltniszah	Név — Name	Arányszám Verháltniszah
<i>17. sz. talaj. — Boden Nr. 17.</i>		<i>19. sz. talaj. — Boden Nr. 19.</i>	
Actinomyces flavochromogenus	3	Actinomyces pheochromogenus	4
Actinomyces pheochromogenus	3	Achromobacter liquefaciens ...	1
Achromobacter liquefaciens ...	3	Cellulóz-bontó — Cellulose-	
Bacillus cohaerens Gotth. ...	+	zersetzer	+
Bacillus graveolens Gotth. ...	+	Clostridium sporogenes... ..	+
Bacillus mycoides	1	Nitrifikáló — Nitrifizierende ...	+
Cellulóz-bontó — Cellulose-		N-megkötő — N-bindende ...	0
zersetzer	1	Pseudomonas fluorescens... ..	1
Clostridium multifementans	1	Pseudomonas non liquefaciens	2
Clostridium sporogenes	2		
Micrococcus candidus	+	<i>20. sz. talaj. — Boden Nr. 20.</i>	
Nitrifikáló — Nitrifizierende ...	+	Actinomyces flavochromogenus	5
N-megkötő — N-bindende ...	0	Actinomyces pheochromogenus	4
Pseudomonas non liquefaciens	1	Achromobacter liquefaciens ...	1
		Actinomyces microflavus ...	4
<i>18. sz. talaj. — Boden Nr. 18.</i>		Cellulóz-bontó — Cellulose-	
Actinomyces flavochromogenus	5	zersetzer	1
Actinomyces pheochromogenus	5	Clostridium sporogenes... ..	1
Achromobacter liquefaciens ...	2	Nitrifikáló — Nitrifizierende... ..	+
Cellulóz-bontó — Cellulose-		N-megkötő — N-bindende ...	0
zersetzer	+	Pseudomonas non liquefaciens	2
Clostridium sporogenes... ..	+		
Clostridium multifementans... ..	+		
Micrococcus candidans	2		
Nitrifikáló — Nitrifizierende... ..	+		
N-megkötő — N-bindende ...	0		
Pseudomonas fluorescens... ..	+		

5. sz. táblázat. — Tafel 5.

Talai száma Nr. des Bodens	N_2CO_3 - tartalom % N_2CO_3 - Gehalt %	Összes szólar- tartalom % Gesamt Salzgehalt in %	pH	Talai- mennyiség g Bodentrocken- gewicht g	Készlete: 1 g Mami, 0-5 g Laktose Düngung	Oltva — Geimpft		Összes N g-ekben a kísérlet végén Gesamt-N in g	N-megkötés ± %-ban N-Bindung in % ±
						Azotobacter chiroccocum	Talajkvonati Erdextrakt		
8	0-12	0-37	8-1	100 100 100	+	+	0 +	0-153 0-149 0-140	+ 2-7 ± 0-0 —
11	0-03	0-56	9-6	100 100 100	+	+	0 +	0-112 0-096 0-096	+ 16-8 ± 0-0 —
12	0-00	0-14	7-9	100 100 100	+	+	0 +	0-292 0-175 0-212	+ 4-7 — 21-1 —
13	0-18	0-40	8-5	100 100 100	+	+	0 +	0-090 0-080 0-079	+ 13-9 + 1-2 —
17	0-01	0-17	8-6	100 100 100	+	+	0 +	0-188 0-174 0-170	+ 10-5 + 2-2 —

Megfigyelési idő 15 nap. — Beobachtungszeit 15 Tage.

6. sz. táblázat — Tafel 6.

Sor- szám Nr.	Na_2CO_3 mennyi- sége %-ban Na_2CO_3 - Gehalt in %	Azotobacter chroococcum	Azotobacter agile
0	0·000	Erős növekvés, barnás összefüggő hártya, alak rendes Starkes Wachstum mit zusammenhängender braunen Haut Bakterienform normal	Erős növekvés, zavarodás, hártya nincs, zöld szín, alak rendes Starkes Wachstum, Trübung ohne Haut, grüne Farbe, Form normal
1.	0·002	Erős növekvés, hártya nincs, zavarodás Starkes Wachstum, Trübung ohne Haut	Erős zavarodás, zöld szín, alak rendes Starke Trübung, grüne Farbe, Form normal
2.	0·005	Erős növekvés, hártya nincs, zavarodás Starkes Wachstum, Trübung ohne Haut	Erős zavarodás, zöld szín, alak rendes Starke Trübung, grüne Farbe, Form normal
3.	0·010	Gyenge növekvés, hártya nélkül Schwachtes Wachstum, ohne Haut	Erős zavarodás, zöld szín, alak kicsinyedik Starke Trübung, grüne Farbe, Form wird kleiner
4.	0·020	Gyenge növekvés, hártya nélkül Schwachtes Wachstum, ohne Haut	Gyenge zöld zavarodás, alak apró gömböcskék, néha fonálszerűen összetapadva Schwache, grüne Trübung, Form kleine Kugeln oft fadenförmig zusammengeklebt
5.	0·050	Gyenge növekvés, alak megnyúlt vékony pálcika Schwachtes Wachstum, Bakterienform dünne, kleine Stäbchen	Zöldes szín elmarad, alak apró gömböcskék, néha fonálszerűen összetapadva Grüne Farbe bleibt weg, Form kleine Kugeln oft fadenförmig zusammengeklebt
6.	0·075	Nagyon gyenge zavarodás, alak megnyúlt, vékony pálcika Sehr schwache Trübung, Bakterienform dünne, kleine Stäbchen	Néhány individuum, alak mint fent Einige Individuen, Bakterienform wie oben
7.	0·100	A folyadék tiszta marad, kevés individuum, alak mft. Die Flüssigkeit bleibt rein, wenige Individuen, Bakterienform wie oben	Nincs növekvés Kein Wachstum
8.	0·150	Ugyanaz, alak apró pálcika, lencseszerűen összefüggve Dasselbe, Form kleine Stäbchen linsenförmig zusammenhängend	Nincs növekvés Kein Wachstum
9.	0·200	Nincs növekvés — Kein Wachstum	Nincs növekvés — Kein Wachstum
10.	0·250	Nincs növekvés — Kein Wachstum	Nincs növekvés — Kein Wachstum

Megfigyelési idő 15 nap — Beobachtungszeit 15 Tage.

Kísérleti terület Versuchsfäche	Bakteriumok pro gr nedves föld Bakterien pro gr feuchter Erde			Átlagos CO_2 -termelés gr-okban pro h és m^2 CO_2 -Produktion pro Stunde und m^2 in Grammen (Durchschnittswerte)	Humusz-tartalom Humuszgehalt o/o	ph	Még-figyelési nap* Beobachtungszeit Tag*	
	Aerob	Anaerob	Összesen Zusammen					
5. sz. szikes talaj — Szikboden	Nr 5	1.500.000	80.000	1.980.000	0-281	0-35	9-2	14
6. « « « « «	6	3.500.000	10.000	3.510.000	0-574	0-42	8-7	14
9. « « « « «	9	1.300.000	80.000	1.380.000	0-467	2-03	8-1	14
17. « « « « «	17	27.000.000	1.000.000	28.000.000	0-730	2-06	7-4	14
14. « « « « «	19	18.300.000	6.000	18.306.000	1-182	0-64	7-5	14
20. « « « « «	20	9.400.000	30.000	9.430.000	0-972	0-47	8-0	14
21. « « « « «	21	3.900.000	200.000	4.100.000	0-708	1-97	8-0	14
Kiskomárom { tölgyerdő Büchenwald		76.000.000	8.800.000	84.800.000	1-057	0-73	5-2	10
Kiskomárom { erdei fenyves Kiefernwald		9.000.000	2.000.000	11.000.000	0-878	0-81	5-4	12
Ágfalva { lucos Fichtenwald		4.071.000	1.205.330	6.179.330	0-562	2-81	6-12	9
Ágfalva { sarjerdő Niederwald		5.786.710	870.000	6.656.710	0-555	2-68	5-73	2
Főiskola lucos Fichtenwald in der Hochschule		4.825.000	877.000	5.702.000	0-597	1-67	6-24	11
Hallands-Väderö { bükkös Buchenwald		11.500.000	3.000.000	14.500.000	0-87	4-2	5-2	20
Hallands-Väderö { erdei fenyves Kiefernwald		2.950.000	500.000	3.450.000	0-298	0-5	4-2	14
Hallands-Väderö { égererdei Erlenwald		5.700.000	5.000.000	10.700.000	0-237	8-6	4-1	28

* A CO_2 mérésekre vonatkozólag. — Bezuglich der CO_2 Messungen.

8. sz. táblázat. — Tafel 8.

Kísérleti terület Versuchsfäche		Összes- N-mennyiség Gesamt- N-Gehalt gr pro gr	Nitrát- N-mennyiség Nitrat N-Gehalt gr pro gr	Nitrát- és nitrit- N-mennyiség Nitrat- und Nitrit- N-Gehalt gr pro gr
1. sz. szíkes talaj — Szikboden	1	0·000,149,63	0·000,003,98	0·000,031,523 ¹
2. „ „ „ „	2	0·000,956,90	0·000,004,62	0·000,034,788 ²
3. „ „ „ „	3	0·000,367,37	0	0·000,053,142 ³
4. „ „ „ „	4	0·000,338,69	0·000,000,64	0·000,028,713 ⁴
5. „ „ „ „	5	—	—	0·000,010,00
6. „ „ „ „	6	—	—	0·000,070,20
7. „ „ „ „	7	—	—	0·000,089,37
8. „ „ „ „	8	—	—	0·000,060,00
9. „ „ „ „	9	—	—	0·000,016,00
10. „ „ „ „	10	—	—	0·000·040,00
11. „ „ „ „	11	0·000,960	—	0·000,033,26
12. „ „ „ „	12	—	—	0·000,060,66
13. „ „ „ „	13	0·000,790	—	0·000,044,58
17. „ „ „ „	17	0·001,700	—	0·000,069,20
18. „ „ „ „	18	—	—	0·000,051,20
19. „ „ „ „	19	—	—	0·000,164,10
20. „ „ „ „	20	—	—	0·000,101,20
21. „ „ „ „	21	—	—	0·000,048,00
Kecskemét I. akácok — Robinie*		0·001,450,0	0·000,047,80	—
Kecskemét II. „ „ *		0·000,734,0	0·000,075,80	—
Szeged I. „ „ *		0·000,303,0	0·000,097,50	—
Szeged II. feketefenyő Schwarzkiefer*		0·000,516,0	0·000,061,70	—
Kiskomárom tölgyerdő — Eichenwald		0·003,300,0	0·000,027,00	—
Kiskomárom erdei fenyves Kiefernwald		0·001,940,0	0·000,018,20	—
Főiskolai lúcos Fichtenwald an der Hochschule		0·002,200,0	0·000,030,00	—
Ágfalva sarjerdő — Niederwald		0·002,000,0	0·000,030,00	—
Ágfalva égererdő — Erlenwald		0·002,000,0	0·000,030,00	—

* Homokos talajok. — Sandböden.

¹ Nitrit tartalom 0·000,027,543 g
Nitritgehalt

² „ 0·000,034,788 „

³ „ 0·000,053,142 „

⁴ „ 0·000,028,073 „

9. sz. táblázat. — Tafel 9.

A talaj száma Nr. des Bodens	ph	Na_2CO_3 -tartalom %0-ban Sodagehalt in %	Összes sótartalom %0-ban Gesamt Salzgehalt in %	Talaj-mennyiség g-ban Gewicht des Bodens in g	Hozzáadott N (NH_4) ₂ SO_4 alakjában Düngung N als (NH_4) ₂ SO_4	Oltva igen : + nem : 0 Mit mitrifizierenden Organismen geimpft, ja. + nein : 0	Nitrát- és nitrit- mennyiség N egyen- értékben g-ban Nitrat- und Nitrit- Gehalt in N Äquivalent in g	Tehát több %0-ban Also mehr in %
5.	9·3	0·013	0·42	200 200 200	0·060 g 0·060 κ 0	+ 0 0	0·003674 0·003468 0·002000	83·7 + + —
6.	8·7	0·00	0·15	κ κ κ	0·060 g 0·060 κ 0	+ 0 0	0·015060 0·014040 0·014040	+ + —
7.	8·6	0·01	0·17	κ κ κ	0·060 g 0·060 κ 0	+ 0 0	0·026558 0·019284 0·017874	+ + —
8.	8·1	0·12	0·37	κ κ κ	0·060 g 0·060 κ 0	+ 0 0	0·016240 0·012080 0·012000	+ + —
9.	8·1	0·00	kevesebb weniger 0·03	κ κ κ	0·060 g 0·060 κ 0	+ 0 0	0·005220 0·005200 0·003200	+ + —
10.	8·0	0·00	0·08	κ κ κ	0·060 g 0·060 κ 0	+ 0 0	0·008248 0·008200 0·008000	+ + —
11.	9·6	0·03	0·56	κ κ κ	0·060 g 0·060 κ 0	+ 0 0	0·013364 0·012718 0·006652	+ + —

Időtartam 21 nap. — Versuchsdauer 21 Tage.

Hőfok 26° C. — Temperatur 26° C.

9. táblázat folytatása.

A talaj száma Nr. des Bodens	ph	N ₂ O ₃ -tartalom % Sodagehalt in %	Összes sótartalom % Gesamt Salzgehalt in %	Talaj-mennyiség g-ban Gewicht des Bodens in g	Hozzáadott N mennyiség (NH ₄) ₂ SO ₄ alakjában Düngung N als (NH ₄) ₂ SO ₄	Oltva igen : + nem : 0 Mit nitrifizierenden Organismen gekempt ja : + nein : 0	Nitrát- és nitrit-mennyiség N egyenértékében g-ban Nitrat- und Nitrit-Gehalt in N-Äquivalent in g	Tehát több % Also mehr in %
12.	7-9	0-00	0-14	200 200 200	0-060 g 0-060 κ 0	+ 0 0	0-021308 0-012848 0-012132	+ 76-6 + 7-0 —
13.	8-5	0-18	0-30	κ κ κ	0-060 g 0-060 κ 0	+ 0 0	0-035968 0-011264 0-008916	+ 307-4 + 26-0 —
17.	7-4	0-00	kevesebb weniger 0-03	κ κ κ	0-060 g 0-060 κ 0	+ 0 0	0-019440 0-018840 0-013840	+ 40-0 + 35-7 —
18.	8-2	0-00	0-05	κ κ κ	0-060 g 0-060 κ 0	+ 0 0	0-013448 0-011440 0-010240	+ 32-0 + 12-0 —
19.	7-5	0-00	0-05	κ κ κ	0-060 g 0-060 κ 0	+ 0 0	0-077732 0-045000 0-032820	+ 140-4 + 38-1 —
20.	8-0	0-00	0-05	κ κ κ	0-060 g 0-060 κ 0	+ 0 0	0-044240 0-021040 0-020240	+ 120-0 + 4-0 —
21.	8-0	0-00	kevesebb weniger 0-03	κ κ κ	0-060 g 0-060 κ 0	+ 0 0	0-013600 0-009600 0-009600	+ 41-7 + 0-0 —

Időtartam 21 nap. — Versuchsdauer 21 Tage.

Hőfok 26° C. — Temperatur 26° C.

10. sz. táblázat. — Tafel 10.

A talaj száma No. des Bodens	ph	Na_2CO_3 -tartalom ‰-ban	Összes sótartalom ‰-ban	Talajmennyiség g-ban	Hozzáadott vérliszt mennyisége g-ban	Oltva talaj-kivonattal igen: + nem: 0	Keletkezett NH_3 N egyenértékben g-ban	Tehát több ‰-ban
		Sodagehalt in %	Gesamt Salzgehalt in %	Bodengewicht in g	Düngung mit Blutmehl in g	Geimpft mit Erdextrakt ja: + nein: 0	NH_3 Gehalt des Bodens als N Äquivalentgewicht in g	
5.	9·3	0·013	0·42	200	4	+	0·04840	+ 245
				200	4	0	0·02060	+ 43
				200	0	0	0·01408	—
6.	8·7	0·00	0·15	«	4	+	0·01450	+ 170
				«	4	0	0·01080	+ 107
				«	0	0	0·00536	—
7.	8·6	0·01	0·17	«	4	+	0·18080	+ 245
				«	4	0	0·20200	+ 325
				«	0	0	0·05290	—
8.	8·1	0·12	0·37	«	4	+	0·05768	+ 86
				«	4	0	0·04604	+ 43
				«	0	0	0·03176	—
9.	8·1	0·00	kevesebb weinig 0·03	«	4	+	0·16800	+ 8400
			«	4	0	0·15000	+ 7500	
			«	0	0	0·00200	—	
10.	8·0	0·00	0·08	«	4	+	0·10664	+ 650
				«	4	0	0·05770	+ 400
				«	0	0	0·01426	—
11.	9·6	0·03	0·56	«	4	+	0·12468	+ 345
				«	4	0	0·11146	+ 320
				«	0	0	0·02794	—

Időtartam 10 nap. — Versuchsdauer 10 Tage.

Hőfok 26° C. — Temperatur 26° C.

10. tábla folytatása.

A talaj száma No. des Bodens	ph	Na ₂ CO ₃ -tartalom %o-ban Sodagehalt in %	Összes sótartalom %o-ban Gesamt Salzgehalt in %	Talajmennyiség g-ban Bodengewicht in %	Hozzáadott vérliszt mennyisége g-ban Düngung mit Bluthuehl in g	Olva talaj-kivonattal ien: + nem: 0 Gelmpft mit Erdextrakt ja: + nein: 0	Keletkezett NH ₃ N egyenértékben g-ban NH ₃ Gehalt des Bodens als N Äquivalentgewicht in g	Tehát több %o-ban Also mehr in %
13.	8.5	0.18	0.30	200 200 200	4 4 0	+ 0 0	0.12722 0.11200 0.04396	+ 200 + 150
17.	7.4	0.00	kevesebb weniger 0.03	“ “ “	4 4 0	+ 0 0	0.09190 0.12220 0.00254	+ 4400 + 6000
18.	8.2	0.00	0.05	“ “ “	4 4 0	+ 0 0	1.11238 1.12344 0.02632	+ 330 + 370
19.	7.5	0.00	0.05	“ “ “	4 4 0	+ 0 0	0.08648 0.10982 0.00220	+ 4200 + 5300
20.	8.0	0.00	0.05	“ “ “	4 4 0	+ 0 0	0.03196 0.05296 0.00020	+ 2700 + 2600
21.	8.0	0.00	kevesebb weniger 0.03	“ “ “	4 4 0	+ 0 0	0.18020 0.17954 0.00690	+ 2470 + 2460 +

Időtartam 10 nap. — Versuchsduer 10 Tage.

Hőfok 26° C. — Temperatur 26° C.

Irodalom. — Literatur.

I. FEHÉR und VÁGI: Untersuchungen über die Einwirkung von Nitriten auf das Wachstum der Pflanzen. I. und II. (Biochemische Zeitschrift Bd. 153, Heft 1—2, 1924. Bd. 174, Heft 4—6, 1926.)

II. ZSILINSKY és TREITZ P.: A szikes talajok javítása, Budapest, 1924.

III. FEHÉR und VÁGI: Untersuchungen über die Einwirkung von Na_2CO_3 auf Keimung und Wachstum der Pflanzen. I. und II. (Biochemische Zeitschrift Bd. 158, Heft 4—6, 1925. — Bd. 175, Heft 1—3, 1926.)

FEHÉR és VÁGI: Vizsgálatok a szikfásítási probléma biokémiai vonatkozásairól. (Erdészeti Lapok, LXIV. évf. 4. füzet, 1925.)

IV. MAGYAR PÁL: Adatok a Hortobágy növényzociológiai és geobotanikai viszonyaihoz. Beiträge zu den pflanzenphysiologischen und geobotanischen Verhältnissen der Hortobágy-Steppe. (Erdészeti Kísérletek, XXX. 1—2. 1928. Forstliche Versuche Bd. XXX. 1928. Sopron.)

MAGYAR PÁL: Szikfásítási kísérletek a püspökladányi telepen. — Szikaufforstungsversuche auf dem Versuchsfelde zu Püspökladány. (Erdészeti Kísérletek, XXXI. 1. 1929.)

MAGYAR PÁL: Gyökérvizsgálatok csemetekerti és szikes talajban. — Wurzelstudien in Pflanzengarten und auf Szikböden. (Erdészeti Kísérletek, XXXI. 2. 1929.)

V. Dr. 'SIGMOND E.: A szikes talajok helyszíni felvételekor használt talajvizsgáló eljárásokról. (Budapest, 1909 április 20.)

VI. 'SIGMOND E.: A hazai szikesek és megjavítási módjaik. (Budapest, 1923.)

VII. BOKOR: Vizsgálatok az erdőtalaj mikroflórájáról. (Mat. és Természettud. Ért. XLIII. kötet, 1926. 561—572. old.)

BOKOR: Ein Beitrag zur Mikrobiologie des Waldbodens. (Biochemische Zeitschrift. Bd. 181, Heft 4—6, 1927.)

VIII. BERGEY'S MANUAL of Determinative Bacteriology. (Thindall and Cox, London).

IX. LEHMANN und NEUMANN: Bakteriologische Untersuchungsmethoden. I. und II. (Lehmannscher Verlag, München, 1926.)

X. VÁGI: A talajtan elemei. (Die Elemente der Bodenkunde). Sopron, 1928.

XI. WIESMANN: Agrikulturchemisches Praktikum. Parey, Berlin 1926.

XII. FEHÉR: Vizsgálatok az erdőtalaj biológiai tevékenységének időszaki változásairól. — Untersuchungen über den zeitlichen Verlauf des Mikrobenlebens des Waldbodens. (Matematikai és Természettudományi Értesítő XLVI. kötet. 1929.) (Lásd a részletes irodalmat itt). (Siehe die vollständige Literatur).

XIII. FEHÉR: Vizsgálatok az erdőtalaj N-anyagcseréjéről. — Untersuchungen über den N-Stoffwechsel des Waldbodens. (Matematikai és

Természettud. Értesítő XLVI. kötet, 1929. Lásd a részletes irodalmat itt. Siehe die vollständige Literatur).

XIV. BOKOR: *Mycococcus cytophagus* n. sp. 1929. Untersuchungen über örobe Zellulosezersetzung u. s. w. (Archiv f. Microbiologie. Bd. 1. Heft 1. 1930. Berlin).

XV. A szikes talajok mikroflórájára vonatkozó összefoglaló ismertetést lásd: TELEGDY-KOVÁTS: Referat über die Ergebnisse des Mikrobiologie der Alkaliböden. (Verhandlungen der Alkali-Subkommission der Internationalen Bodenkundlichen Gesellschaft, Budapest. Teil A. 1929.)

Képmagyarázat.

1. kép. A Növénytani Intézet mikrobiológiai laboratóriumában elhelyezett elektromos fűtésű termosztátok a talaj baktériumflórájának kitenyészésére.

Abb. 1. Elektrisch geheizte Thermostaten in dem botanischen Institut, die der Kultur von Mikro-organismen dienen.

2. kép. A Növénytani Intézet fizikai-kémiai laboratóriumának átnézete.

I. Az összes só meghatározására szolgáló készülék:

1. Induktor.

2. Ellenállásmérő edény.

3. Wheatstone-híd.

II. *ph*-mérő készülék.

Abb. 2. Blick in das physikalisch-chemische Laboratorium des Institutes.

I. Apparat für Bestimmung der Gesamtsalzkonzentration.

1. Induktor.

2. Widerstandsgefäß.

3. Wheatstone-Brücke.

II. Apparat für *ph*-Messung.

3. kép. A talaj CO_2 -termelésének mérésére szolgáló laboratóriumi berendezés.

Abb. 3. Kolonnen-Apparat zu Messung der CO_2 -Produktion.

UNTERSUCHUNGEN
ÜBER DIE MIKROBIOLOGISCHE TÄTIGKEIT DER SOLONEC-
ARTIGEN ALKALIBÖDEN (SZÍKBÖDEN) DER HORTOBÁGYER-
STEPPE.

Von : D. FEHÉR und R. BOKOR.

(Aus dem mikrobiologischen Laboratorium des Botanischen Institutes der
königl. ung. Hochschule für Berg- und Forstingenieure.)

Mit drei, nach photographischen Bildern hergestellten Abbildungen.

Einleitung.

Die forstwirtschaftliche Bedeutung der ungarischen Alkaliböden jetzt, wo infolge der grossen territorialen Verluste des Landes die landwirtschaftliche und forstwirtschaftliche Nutzbarmachung immer mehr in Vordergrund tritt, gewinnt immer mehr an Wichtigkeit. Die forstlichen Versuche bezüglich der forstwirtschaftlichen Nutzbarmachung dieser Böden wurden dadurch ganz besonders erleichtert, dass das Ackerbauministerium, auf die Initiative des seinerzeitigen Leiters der forstlichen Hauptsektion des Ministeriums des Staatssekretärs K. KAÁN, in Püspökladány am westlichen Rande der Hortobágyer-Steppe eine spezielle und eigene Szikaufforstungsversuchsstation errichtet hat, wo die diesbezüglichen Versuche seit längerer Zeit im vollen Gange sind.

Die ersten Laboratoriumsversuche zur forstlichen Nutzbarmachung dieser Böden haben FEHÉR und VÁGI im Jahre 1924. durchgeführt (I.). Im Laufe dieser Versuche wurde zunächst festgestellt, dass die Nitritmengen, welche in den Alkaliböden gewöhnlich vorliegen, nicht ausreichen um eine wesentliche Schädigung der Vegetationsverhältnisse hervorzurufen. Im Laufe der weiteren Untersuchungen haben ebenfalls FEHÉR und VÁGI durch Labora-

toriumsversuche das pflanzenphysiologische Verhalten der Soda-lösungen in jenem prozentuaem Verhältnis, wie sie in den Soda-böden vorliegen, untersucht. Die wesentlichen Resultate dieser Untersuchungen sind die folgenden:

1. Die Verbindung Na_2CO_3 ist als Pflanzengift zu betrachten, dessen volle Wirkung bei vollständiger Lösung und der darauf folgenden vollen Ionisation der frei werdenden $NaOH$ zur Geltung kommt. Die Giftwirkung ist daher hauptsächlich der Überschuss von OH -Ionen zuzuschreiben.

2. Entsprechend dem in Punkt 1. gesagten: Sodalösungen, welche die Gewichtskonzentrationen von 0.4 bis 0.5% überschreiten, können die Keimung und das Pflanzenwachstum praktisch vollkommen verhindern.

3. Im humusarmen Sandboden werden bessere Resultate erreicht, aber bei einem Konzentrationsgrad von 1.5% hört auch hier das Pflanzenwachstum vollkommen auf.

4. Die untersuchten Holzpflanzen sind weit höher empfindlich, als die Getreidepflanzen. Im destillierten Wasser bei 0.3 und 0.4% wird die Keimung ganz verhindert und das Resultat auch im Sandboden nicht merklich besser, so dass bei den obigen Konzentrationsgraden bei Alkaliböden die Aufforstung auf grosse Schwierigkeiten stossen wird.

5. Bei geringerer Konzentration verspricht jedoch die Aufforstung infolge der Humusbereicherung gute Ergebnisse, weil der Humusgehalt die Giftwirkung des Na_2CO_3 bezw. der OH -Ionen stark herabsetzen kann.

Durch diese Resultate wurde es klar, dass die Waldbäume gegen den Sodagehalt des Bodens viel empfindlicher sind, als die gewöhnlichen landwirtschaftlichen Getreidepflanzen. Es wurde aber auch gleichzeitig ermittelt, dass die Waldbäume und überhaupt der Wald durch seinen Humusgehalt die alkalische Reaktion der Szikböden allmählich verringert. Gelingt daher einmal auf dem Alkaliboden einen Waldbestand herzustellen, so wird derselbe ganz bestimmt die physiologische Beschaffenheit des Alkalibodens allmählich verbessern.

Diese Versuche trugen jedoch vorwiegend theoretischen Charakter. Fasst parallel mit diesen Untersuchungen hat nun P. MAGYAR (IV.) der Leiter der Versuchsstation in Püspökladány andere, mehr praktische Versuche und Untersuchungen begonnen und durchgeführt. Auf Grund dieser Untersuchungen sind in der letzten Jahren drei grundlegende Arbeiten von ihm erschienen. Zunächst hat MAGYAR im Laufe von mühevollen Untersuchungen die für die Alkaliböden charakteristische Pflanzenassoziationen

aufgestellt und zwar immer mit Berücksichtigung des Verhaltens dieser Associationen gegen den Sodagehalt des Bodens.¹

MAGYAR unterscheidet im wesentlichen folgende Pflanzenassociationen, wobei die Reihenfolge gleichzeitig die Bodenklassen bedeutet:

I. *Poa angustifolia*—*Cynodon dactylon* Association.

II. *Achillea*—*Inula britannica* Association.

III. *Festuca pseudovina* Association.

IV. *Camphorosma ovata* Association.

Auf den nassen Stellen fand MAGYAR folgende Associationen:

I. *Glyceria poiformis*—*Alopecurus pratensis* Association.

II. *Agrostis alba*—*Alopecurus geniculatus* Association.

III. *Beckmannia eruciformis* Association.

IV. *Bolboschoenus maritimus*—*Puccinellia limosa* Association.

Es ist charakteristisch, dass die letzteren hauptsächlich auf den nassen Stellen der obigen Associationen vorkommen.

Ausser diesen Untersuchungen hat MAGYAR mit J. GALAMBOS auf dem Versuchsfelde in Püspökladány auch ganz praktische Aufforstungsversuche durchgeführt. Sie konnten auf Grund dieser Untersuchungen einwandfrei nachweisen, dass wenn diese Alkaliböden hauptsächlich durch die üblichen physikalischen Verbesserungsmethoden im Stand gehalten werden, so kann man auf den Böden der Klasse I., II. und III. auch mit der Aufforstung gute Resultate erreichen.

Wir müssen hier bemerken, dass wir im Laufe unserer Untersuchungen, nachdem wir den Sodagehalt und den Gesamtsalzgehalt immer pünktlich bestimmt hatten, die Klassifikation unserer Versuchsböden auch durch die Bodenklassifikationsmethode von Sigmond (V.) durchführten. Die Bodenklassifikation von Sigmond ist in grossen Zügen die folgende:

Auf Grund der Gesamtsalzkonzentration:

I. Klasse wenn der Gesamtsalzgehalt kleiner als	0.1 %
II. " " " " "	0.1—0.25 %
III. " " " " "	0.25—0.50 %
IV. " " " " "	mehr als 0.50 % ist.

Auf Grund des Na_2CO_3 -Gehaltes:

I. Klasse, wenn der Na_2CO_3 -Gehalt kleiner als	0.05 %
II. " " " " "	0.05—0.10 %
III. " " " " "	0.10—0.20 %
IV. " " " " "	höher als 0.20 % ist.

¹ Bezüglich der Einzelheiten verweisen wir auf die zitierte ausführliche Arbeit von MAGYAR.

Auf Grund dieser beiden Klassifikationen hat nun 'Sigmond seine *Vereinigte-Klassifikation* gebildet, welche die folgende ist:

		Klasse auf Grund d. Gesamtsalzgehaltes	Klasse auf Grund d. Na_2CO_3 -Gehaltes
I.	Klasse	I.	I.
II. A)	«	II.	I.
II. B)	«	II., III.	II., I.
III. A)	«	III., II., IV.	II., III., I.
III. B)	«	III., IV., II.	III., II., IV.
IV.	«	IV., IV., III.	III., IV., IV.

Sehr interessant sind noch die Wurzelstudien von MAGYAR, welche ebenfalls auf Grund von Wurzeluntersuchungen der Waldbäume auf den Versuchsfelde von Püspökladány zusammengestellt wurden. Die hauptsächlichsten Resultate dieser Studien lassen sich folgenderweise kurz zusammenfassen: Das Problem der Aufforstung der Alkaliböden ist im Grunde genommen eine Wurzelfrage. Die Frage ob ein Alkaliböden erfolgreich aufgeforstet werden kann, lässt sich so beantworten, dass wenn die ausgewählten Baumarten durch ihre vertikalen Wurzeln die kritische Bodenschicht durchbrechen und das Grundwasser so rasch als möglich erreichen können, so wird die Aufforstung dieser Böden gelingen. Es muss daher unser Hauptbestreben sein durch entsprechende mechanische Bodenbearbeitung den Wasserhaushalt dieser Böden so zu regulieren, dass bis zum Durchbrechen der kritischen Bodenschicht die Bäume trotz den ungünstigen physiologischen Verhältnissen am Leben erhalten werden. Dass dabei die biochemischen Eigenschaften, Sodagehalt etc. ebenfalls eine bedeutende Rolle spielen, versteht sich von selbst.

In den obigen haben wir nun in grossen Zügen die bisherigen theoretischen und praktischen Versuche, welche bezüglich der Alkaliböden-Aufforstung bisher durchgeführt worden, zusammengestellt. Wir haben unsererseits schon ab ovo notwendig gehalten auch die mikrobiologische Tätigkeit der Alkaliböden zum Gegenstand einer eingehenden Untersuchung zu machen. *Denn diese Frage gewinnt bei den Aufforstungsversuchen ganz besonders an Bedeutung. Der Wald unterhält nämlich den Kreislauf seines Stoffwechsels hauptsächlich durch jene Lebensvorgänge, welche sich im Waldboden bei den verschiedenen Zersetzungs Vorgängen abspielen. Durch die Assimilation einerseits und durch die mikrobiologischen Lebensvorgänge im Waldboden andererseits wird das physiologische Gleichgewicht des Waldlebens ohne äusseren Einflüsse selbstständig*

aufrecht erhalten. Bei den Aufforstungsversuchen werden daher die Erforschung und die Kenntniss der mikrobiologischen Lebensvorgänge eine recht wichtige Rolle spielen. Das Ziel und der Zweck dieser Untersuchungen bestand daher darin, die mikrobiologischen Lebensvorgänge der Alkaliböden hauptsächlich dort, wo die Aufforstungsversuche durchgeführt werden, durch eingehende Untersuchungen zu erforschen. Den Gegenstand dieser Untersuchungen bilden daher die solonecartigen Szikböden der Umgebung der Szikaufforstungsversuchsstation in Püspökladány.

Untersuchungsmethodik.

Im Laufe dieser Untersuchungen wurden folgende Standortsfaktoren eingehend untersucht:

1. Die quantitative und qualitative Zusammensetzung der Bodenflora nach verschiedenen Bodentypen und Bodentiefen.
2. Der Na_2CO_3 -Gehalt in %-es, bezogen auf lufttrockenen Boden.
3. Der NaHCO_3 -Gehalt in %-en.
4. Die Gesamtsalzkonzentration in %-en.
5. Der Humusgehalt in %-en,
6. Der Wassergehalt in %-en.
7. Die *ph*-Werte durch elektrometrische Messung.
8. Das Ammonifikationsvermögen.
9. Die Nitrifikation.
10. Der Nitrit- und Nitrat-N-gehalt.
11. Der Gesamt-N-Gehalt und der Nitrat-N-Gehalt dieser Böden.
12. Die CO_2 -Produktion des Bodens.

Ad. 1. Um die gesamte Mikroflora dieser Böden zu erfassen, haben wir nach dem Verfahren von Bokor (VII.) die Plattenmethode mit der elektiven Verdünnungsmethode kombiniert um auf diese Art und Weise nicht nur die einzelnen Organismengruppen feststellen zu können, sondern auch in ihre Mengenverhältnisse einen gewissen Einblick bekommen zu können. Um die einzelnen Böden mikrobiologisch charakterisieren zu können, haben wir mit der Hilfe einer Methode, die ebenfalls von Bokor ausgearbeitet wurde, die Associationsverhältnisse bzw. die Mengenverhältnisse der einzelnen Mikroorganismen ermittelt um eine Basis zu schaffen, welche ermöglicht die infolge der Ver-

besserungsmethoden eingetretenen mikrobiologischen Veränderungen registrieren zu können.

Die Pflanzenassoziationen werden nämlich durch den sogenannten Deckungsgrad und durch die Menge der associierten Pflanzen charakterisiert. Die Methode von Bokor drückt nun die Mikroflora-association mit der Hilfe der *Verhältniszahl* aus.

Unter Verhältniszahl wird nun der Anteil verstanden, welchen die betreffenden Organismen in der Gesamtheit einnehmen. Zum Ausdrucke der Verhältniszahl haben wir folgendes Verhältnis als Grundlage genommen:

5	bedeutet	50—100 % -iges	
4	“	25—50 %	“
3	“	12·5—25 %	“
2	“	5—12·5 %	“
1	“	1—5 %	“ Verhältnis, bezo-

gen auf die Gesamtzahl der Mikro-organismen.

Ausserdem haben wir ebenfalls durch die obige Methode die führenden Organismen der einzelnen Bodentypen ermittelt, und zwar derart, dass die sogenannte *Verbreitungszahl* gebildet wurde. Die Verbreitungszahl bedeutet nun in wieviel % der untersuchten zu einem Typ gehörenden Böden die einzelnen Arten vorkommen. Hier wurden 5 Stufen gebildet.

1—	20 %	=	1
20—	40 %	=	2
40—	60 %	=	3
60—	80 %	=	4
80—	100 %	=	5.

Als Konstanten sind nur diejenige Arten betrachtet worden, welche eine höhere Verbreitungszahl besitzen. Als Konstanten wurden daher nur jene Arten bezeichnet, derer Verhältniszahl höher als 3 ausgefallen ist. (S. Abb. 1.)

Ad. 2. Der Na_2CO_3 -Gehalt wurde mittels Titration mit $n/10$ $KHSO_4$ bestimmt. Zur Gewinnung der Filtrate haben wir den Hochdruckmembranfilter der Membranfilter A. G. in Göttingen verwendet und gewöhnlich mit einen Überdruck von 25—30 Atmosphären gearbeitet.

Ad. 3. Der NaHCO_3 -Gehalt wurde mit weiterem Titrieren mit Kongorot bestimmt.

Ad. 4. Die Gesamtsalzkonzentration wurde mittels der Bestimmung der elektrischen Leitfähigkeit nach der von 'Sigmond ermittelten Methode bestimmt. (X.)

Ad. 5. Der Humusgehalt wurde mit dem Chromsäureverfahren ermittelt. (XI.)

Ad. 6. Der Wassergehalt wurde auf üblicher Weise durch Trocknen bis zum konstanten Gewicht gemessen. (XII.)

Ad. 7. Die *ph*-Werte wurden elektrometrisch mit der Apparatur von FEHÉR bestimmt (XII.). Diese Apparatur arbeitet, wie bekannt, mit dem Chinhydronelektrode. Wie unsere Untersuchungsergebnisse zeigen, kann man auch mit dieser Elektrode die *ph*-Werte ganz gut bestimmen, man muss nur nach der Zugabe des Chinhydrons in der kürzesten Zeit, bevor noch die *OH*-Ionen den Chinhydronelektrode angreifen und verändern, ablesen. Bei entsprechender Übung, kann man diese Manipulation ohne Schwierigkeiten durchführen. (S. Abb. 2.)

Ad. 8. Das Ammonifikationsvermögen des Bodens wurde folgenderweise bestimmt:

Nachdem je 200 g Boden auf 60% der abs. Wasserkapazität gebracht wurde, wurde auf 10 Tage bei 26° C in Thermostaten gehalten und zwar derart, dass die eine Versuchsreihe mit Bodenextrakt und 4 g Blutmehl, die andere Reihe nur mit Blutmehl ohne Impfung, gemischt wurde. Eine dritte, unbehandelte Reihe diente dem Zwecke der Kontrolle. Am Ende des Versuches wurde der Ammoniakgehalt durch Destillierung nach Zugabe von *MgO* bestimmt.

Ad. 9. Zur Bestimmung des Nitrifikationsvermögens im Boden verfahren wir auf folgender Weise:

Nachdem wieder je 200 g Boden auf 60% der abs. Wasserkapazität gebracht wurde, haben wir aus den derart behandelten Bodenproben 3 Versuchsreihen gebildet. Die erste Serie erhielt 60 mg Stickstoff und Bodenextrakt, die zweite Serie nur Stickstoff und die dritte blieb unberührt als Kontrolle. Der Stickstoff wurde in der Form von $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ zugegeben. Der Bodenextrakt enthielt ausserdem noch Reinkulturen von nitrifizierenden Organismen, wobei die Bodenimpfung vollkommen betrachtet werden kann.

Ad. 10. Bei diesen Versuchen wurde auch der Nitrat- und Nitrit-*N*-gehalt der Böden bestimmt.

Das hierbei angewandte Verfahren war folgendes: 100 g Boden + 500 g dest. Wasser wurden mit 5 g CaO 15 Minuten lang mit dem Schüttelapparat geschüttelt, hierauf filtriert und das Filtrat auf 2 Teile mit je 200 cm³ Extraktfiltrat = 40 g Boden geteilt und bis zum Siedepunkt so lange erhitzt, bis das gesamte Ammoniak ausgetrieben wurde. Diese Manipulation beansprucht cca 15 Minuten. Hierauf wurden die Nitrite und Nitrate mit der Devarda-Legierung zur NH_3 reduziert und durch dem Kjeldahlapparat in $n/10 H_2SO_4$ überdestilliert und das Destillat auf die übliche Weise titriert. Das kolorimetrische Verfahren lässt sich hier nicht gut anwenden, weil es in der Anwesenheit von vielen NH_3 keine verlässliche Resultate gibt.

Ad. 11. Der Gesamt-*N*-Gehalt wurde mit der Methode von Gunnin-Atterberg und der Nitrat-*N*-Gehalt mit dem Verfahren von Whiting, Richmond und Schoonower ermittelt. Diese Verfahren wurden von FEHÉR bereits ausführlich beschrieben. (XIII.)

Ad. 12. Zur bestimmung der CO_2 -Produktion der Böden konnten wir leider eingehende Untersuchungen nicht durchführen. Um jedoch uns in dieser Frage gewissermassen vorläufig orientieren zu können, haben wir Laboratoriumsversuche eingestellt.

Die Methodik war die folgende: Die Bodenproben wurden zuerst auf 50% der abs. Wasserkapazität gebracht und sodann um den zellulosezeretzenden Mikro-organismen einen entsprechenden Nährboden bieten zu können, mit feingemahlenem Roggenstroh gemischt. Die so behandelten Bodenproben kamen nun in Deville-Flaschen, welche oben und unten Öffnungen besaßen. Diese Deville-Flaschen wurden dann Reihenweise aufgestellt (Siehe Abb. 3.). In den Deville-Flaschen mussten wir zunächst im Interesse des normalen Verlaufes der Zellulosezersetzung und der Bodenatmung, die gute Durchlüftung des Bodens sichern. Dieses Ziel wurde so erreicht, dass der Boden der Flaschen mit 2-mal gewaschenen, reinen Flusskieselsteinen gefüllt wurden. Die obere Glasleitung, welche die Flaschen verbindet, wurde mit einer Reihe von *U*-Gläsern versehen und zwar derart, dass zu jeder Flasche je ein H_2SO_4 , $CaCl_2$ und je 2 Natronkalk enthaltendes *U*-Glas gehörte. Diese Reihe von *U*-Gläsern wurde gegen die Zurückströmung von Wasserdämpfen mit einem $CaCl_2$ enthaltenden *U*-Glas geschützt. Die unteren Eintritts-Öffnungen der Flaschen verbindende Leitung wurde sodann mit einer Waschflasche, welche $Ba(OH)_2$ enthielt, verbunden, um die Vollkommenheit der CO_2 Absorption kontrollieren zu können. Dadurch wird der Boden auch von der Austrocknung geschützt.

Am Ende der Reihe hat ein Natronkalk und Kalilauge enthaltendes Gefäß von der vollständigen Befreiung der Luft-Kohlensäure gesorgt. Die Durchsaugung der Luft wurde mit einem Aspirator besorgt, welcher sehr vorsichtig derart eingestellt wurde, dass durch die Deville-Flaschen in 24 Stunden mit einer ganz ausserordentlich langsamen Strömungsgeschwindigkeit nur 8 L Luft passieren konnte.

Bei dieser Versuchsanordnung ist es uns gelungen vollkommen CO_2 -freie Luft durch das System saugen zu können, wobei die Zeit und die Temperatur genau abgemessen werden konnten. Bei der Durchsaugung der Luft hat sich natürlich infolge der sich im Boden abspielenden Zersetzungsprozess, CO_2 gebildet. Diese CO_2 wurde sodann mit Hilfe dieser Versuchsanordnung von den Wasserdämpfen befreit, absorbiert und abgewogen. Aus dem Mehrgewicht konnte das Resultat bezw. die CO_2 -Produktion des Bodens, beziehend auf Bodengewicht und Fläche, auf der üblichen Weise berechnet werden. Die Gefässe enthielten je 1 kg Boden mit einer freien Bodenfläche von 113 cm².

Die Beschreibung der Versuchsflächen.

Wie in der Einleitung betont wurde, gehören diese Versuchsböden zu den hauptsächlichsten Bodentypen der forstlichen Versuchsstation in Püspökladány. Diese Bodentypen sind ausnahmslos Struktur aufweisende solonec-artigen Alkaliböden. Ihr Soda- und Carbonatgehalt ist im allgemeinen relativ gering. Ihr Gesamtsalzkonzentration ist jedoch ziemlich hoch und grossen Schwankungen unterworfen.

Von den Versuchsflächen sind die Versuchsfläche Nr. 1, 2, 3 und 4 solche Bodentypen, wo MAGYAR die Klassifizierung nach Pflanzenassoziationen bereits ermittelt hat. Auf diesen Probeflächen haben wir auch Tiefenproben genommen um die vertikalen Änderungen des Mikrobenlebens untersuchen zu können. Die Tiefenproben wurden von einer Tiefe von je 0—10 cm, 20—30 cm, 40—50 cm, 90—100 cm und 200—210 cm genommen. Zur Entnahme dieser Proben musste eine Grube ausgehoben werden, weil, wie unsere Erfahrungen zeigen, bei Tiefbohrungen der Bohrer nicht entsprechend sterilisiert werden kann, und daher die so entnommenen Proben keine verlässlichen Resultate liefern.

Die untersuchten Versuchsflächen und ihre charakteristische Pflanzen sind die folgenden:

1. *Festuca*—*Camphorosma ovata* Association. (I.)¹ (IV.)²
 2. *Achillea*—*Inula britannica* Association. (I.) (IV.)²
 3. *Camphorosma ovata* Association. (III. B.) (IV.)²
 4. Baumschule. (I.)
 5. Viehweide mit *Camphorosma ovata*. Stellenweise gänzlich vegetationslose Flächen. (II. B.)
 6. Viehweide mit *Festuca pseudovina*. (II. A.)
 7. Viehweide mit *Festuca pseudovina* und wenig *Cynodon dactylon*. (II. A.)
 8. Viehweide mit üppiger Bodenvegetation. Leitpflanzen: *Festuca pseudovina*, *Inula britannica*, *Scorzonera cana*. (III. B.)
 9. Nasse Niederung bzw. nasse Wiese mit Eisenkonglomerata. Leitpflanzen: *Festuca pseudovina*, *Camphorosma ovata*, *Statice Gmelini*, *Artemisia monogyna*. (I.)
 10. Wiese (Controllparzelle). Leitpflanzen: *Festuca pseudovina*, *Statice Gmelini*, *Inula britannica*. (I.)
 11. Viehweide mit ärmlicher Bodenvegetation. Leitpflanzen: *Festuca pseudovina*, *Camphorosma ovata*, *Artemisia monogyna* (III. A.)
 12. Viehweide mit üppiger Bodenvegetation. Leitpflanzen: *Achillea setacea*, *Cynodon dactylon*, wenig *Festuca pseudovina* und *Statice Gmelini*. (II. A.)
 13. Die Accumulationsschicht der Bodenprobe Nr. 8. (III. B.)
 14. Bodenprobe aus der Tiefe 20—40 cm der Versuchsfläche Nr. 7. (II. A.)
 15. Bodenprobe aus der Tiefe 20—40 cm der Versuchsfläche Nr. 12. (II. A.)
 16. Bodenprobe aus der Tiefe 20—40 cm der Versuchsfläche Nr. 5. (II. B.)
- Mit verschiedenen Aufbesserungsmethoden bearbeiteten Alkaliböden:
17. Im Herbst des Jahres 1925. mit Stalldünger reichlich gedüngt und seit dieser Zeit regelrecht bestellt. (I.)

¹ Bodenklassifikation nach 'SIGMOND.

² Bodenklassifikation nach MAGYAR nur bei den ersten drei Böden.

18. Der gleiche Typ wie Versuchsfläche Nr. 10. oder 12., aber ohne Kalkung und «Digó»-Erde,¹ nur einfach bestellt. Bereits aufgefórstet mit: *Elaeagnus angustifolia*, *Sophora japonica* und *Fraxinus americana*. (I.)

19. Der gleiche Bodentyp wie Versuchsfläche Nr. 10., jedoch durch 2 Jahre mit Kalk verbessert und bestellt. Aufgefórstet mit *Elaeagnus angustifolia* und *Fraxinus americana*. (I.)

20. Der gleiche Bodentyp wie Versuchsfläche Nr. 10., jedoch durch das sogenannte «Digózás» behandelt. Aufgefórstet mit *Fraxinus americana* und *Sophora japonica*.

21. Der gleiche Bodentyp wie Versuchsfläche Nr. 9., jedoch unter ständiger Bearbeitung. Aufgefórstet mit *Quercus pedunculata* kombiniert mit landwirtschaftlicher Zwischennutzung.

Zusammenfassung der Resultate.

Die Resultate dieser Untersuchungen enthalten die beige-schlossenen Tafeln:

Tafel 1. zeigt die Resultate der biophysikalischen, biochemischen und bakteriologischen Untersuchungen auf sämtliche Versuchsflächen pro 1 g feuchter Erde.

Tafel 2. zeigt die Ergebnisse der biophysikalischen, biochemischen und bakteriologischen Untersuchungen in 5 verschiedenen Tiefen bei Versuchsfläche Nr. 1, 2, 3 und 4, pro 1 g feuchter Erde.

Tafel 3 und 4 zeigen die Mikroflora-association der Böden mit der Verhältniszahl und Verbreitungszahl.

Tafel 5. enthält die Endresultaten der Wirkung einer Bodenimpfung und organischer Düngung auf das N-bindungsvermögen der Alkaliböden (mit Laboratoriumsversuchen festgestellt).

¹ Der Name *Digózás* ist ein ungarischer Volksausdruck, der sich nicht übersetzen nur beschrieben lässt. Unter diesem Ausdruck versteht man folgendes Verfahren: Der allgemein nicht über 0·16% Sodagehalt aufweisender Boden wird mit einem anderen, gewöhnlich in der Nähe in 1—1·5 m Tiefe befindlichen sodafreien, kalk- und tonhaltigen Mergel gründlich vermischt. Hauptsächlich durch den Kalkgehalt wird der Dispersitätsgrad der Sodaböden in günstiger Richtung beeinflusst.

Tafel 6. Ermittlung der Na_2CO_3 -Wirkung auf das Wachstum von *Azotobacter chroococcum* und *A. agile* in Reinkulturen.

Tafel 7. zeigt die CO_2 -Produktion der Szikböden vergleichend mit der untersuchten schweren lehmigen und leichten sandigen Waldböden.

Tafel 8. zeigt den Gesamt-N, Nitrat-N und Nitrit- und Nitrat-N-Gehalt der untersuchten Böden.

Tafel 9. zeigt das Nitrifikationsvermögen der untersuchten Szikböden.

Tafel 10. zeigt das Ammonifikationsvermögen der untersuchten Szikböden.

1 Die Resultate dieser Untersuchungen haben ganz einwandfrei erwiesen, dass die solonec-artigen Alkaliböden eine ganz eigene und spezifische Mikroflora besitzen, welche eine eigene quantitative Zusammensetzung aufweist. Zwischen diesen Mikroorganismen kommen die *Actinomyceten* in ziemlich grosser Anzahl vor. Die verschiedenen Aufbesserungsmethoden, die bis jetzt chemischer Art waren können an der qualitativen Zusammensetzung dieser Mikroflora kaum etwas ändern. Mit Rücksicht auf den Umstand, dass bei der biologischen Tätigkeit der Mikroflora die qualitativen Änderungen derselben fast so grosse Rolle spielen, wie die quantitativen, können wir ohne weiteres feststellen, dass die Mikroflora der Alkaliböden bei der landwirtschaftlichen oder forstwirtschaftlichen Nutzbarmachung derselben unbedingt eine entsprechende Besserung benötigt. Wir müssen aber schon jetzt ganz ausdrücklich betonen, dass die Aufforstung und die darauf folgende Humusbildung auch die mikrobiologischen Eigenschaften dieser Böden günstig beeinflussen wird. Gelingt daher einmal dem Walde auf dem Alkaliboden Fuss zu fassen, so wird der durch seinen Laubfall und Beschattung die Entwicklung einer biologisch günstigeren und besseren Mikroflora hervorziehen.

2. In quantitativer Hinsicht kann man jedoch mit den verschiedenen Bodenmeliorationsmethoden auch die Entwicklung der Mikroflora günstig beeinflussen. In dieser Hinsicht kann man als die wirkungsvollste Methode die Kalkung bezeichnen.

3. Für die gute quantitative und qualitative Entwicklung

der Mikroflora ist der optimale Wasserhaushalt dieser Böden von ganz ausserordentlicher Bedeutung. Wir müssen daher durch entsprechende physikalische Bearbeitung die Austrocknung dieser Böden auf ein minimales Maas reduzieren. Wir müssen daher schon jetzt bemerken, dass im Anfangsstadium der Aufforstung unbedingt dafür Sorge getragen werden muss, das durch entsprechende Bearbeitung des Bodens die Lebensbedingungen des jungen Waldes verbessert werden. Der Gebrauch des Stalldüngers beeinflusst ziemlich bedeutend die quantitative Entwicklung der Bodenflora. Für die qualitative Zusammensetzung bleibt jedoch diese Methode wirkungslos. Die wesentliche Vermehrung der Bakterienflora durch diese Düngung kann einfach durch dem Umstand erklärt werden, dass mit dem Stalldünger ziemlich viele organische Substanzen in den Boden gebracht werden, welche für die Entwicklung der Bakterienflora ganz besonders gute physiologische Bedingungen schaffen. Wir müssen jedoch bemerken, dass die spezifische Mikroflora des Stalldüngers in den Alkaliböden wahrscheinlich infolge des Mangels der entsprechenden Lebensbedingungen zugrunde geht. Die quantitative Änderung der Bakterienflora wird daher aller Warscheinlichkeit nach allein durch die gesteigerte Vermehrung und erhöhtes Wachstum der ursprünglichen Bodenmikroflora hervorgerufen.

4. Es ist ganz besonders charakteristisch für die Alkaliböden der vollständige Mangel an *N*-bindende Mikro-organismen. Die Vertreter des wichtigen *Azotobacter* Genus fehlen fast vollkommen. In den meliorierten Böden kommen sie erst dann vor, wenn sie durch künstliche Impfung vorher eingeführt wurden. Das Fehlen der *N*-bindenden Mikroorganismen ist warscheinlich ebenfalls auf die schlechten physikalischen Eigenschaften der Alkaliböden zurückzuführen. Der Sodagehalt als biologischer Faktor, kann die Entwicklung des *Azotobacters* erst dann beeinflussen, wenn die Sodakonzentration 0.2% überschritten hat. Die gleiche Wirkung übt die Gesamtsalzkonzentration erst dann aus, wenn ihre Werte 0.5% erreicht haben. Es ist warscheinlich, dass die auffallende Armut an organischer Substanz der Alkaliböden ebenfalls sehr stark das Wachstum der stickstoffbindenden Mikro-organismen hemmt. Diese bedürfen nämlich

zu der Stickstoffbindung ziemlich grosser Mengen von organischen Substanz. Wenn diese fehlt, so werden sie ihrer Energiequelle beraubt und kommen nicht zur Entwicklung. Da die Aufforstung den Humusgehalt dieser Böden in kurzer Zeit bedeutend erhöhen wird, so wird sie auch in dieser Hinsicht einen günstigen Einfluss ausüben.

5. Es ist eine recht bemerkenswerte Tatsache, dass die Zellulosezersetzung auf den Alkaliböden ganz besonders langsam von statten geht. Diese Tatsache ist wahrscheinlich durch den Umstand zu erklären, dass der schlechte chemische und physikalische Zustand der Alkaliböden der zellulosezersetzenden Mikroorganismen keine günstigen Lebensbedingungen bieten kann.

6. Die CO_2 -Produktion der Alkaliböden, wenn man diese Erscheinung im Laboratorium unter optimalen Bedingungen untersucht, zeigt ungefähr die gleichen quantitativen Werte, wie die guten Wald- und landwirtschaftlichen Böden.

Es ist zwar sicher, dass unter natürlichen Bedingungen die CO_2 -Produktion dieser Böden sich nicht so optimal gestaltet, aber wir müssen es als sehr wahrscheinlich bezeichnen, dass wenn durch entsprechende physikalische Bearbeitung die Durchlüftungsverhältnisse dieser Böden entsprechend gebessert werden, so wird man auch die CO_2 -Produktion dieser Böden recht günstig beeinflussen können. Dass die Aufforstung auch durch die Erhöhung des Humusgehaltes die CO_2 -Produktion günstig beeinflussen wird, steht ausser Zweifel.

7. Der Stickstoffgehalt der Alkaliböden ist auffallend gering. Desgleichen finden wir kleinen Nitrit-Stickstoff-Gehalt. Vom biologischen Standpunkte ist jedoch der wichtigste, dass diese Böden an Nitrat-Stickstoff ganz besonders arm sind. Es ist recht interessant, dass in dieser Hinsicht nicht nur die schweren lehmigen, sondern auch die leichten, sandigen Waldböden die Alkaliböden weit übertreffen.

8. Zwischen den untersuchten Bodentypen fanden wir den grössten Nitrat-Stickstoff-Gehalt unter der *Achillea-Inula britannica* Association. Bei dem vorwiegend mit *Camphorosma ovata* Association bedeckten Bodentyp konnten wir überhaupt keinen Nitrat-N nachweisen. Auch dieser Befund zeigt auf die schlechte

Standortsqualität jener Alkaliböden, welche mit den Pflanzen der *Camphorosma ovata* Association bedeckt sind. Der Boden der Baumschule hat ebenfalls einen sehr geringen Nitrat-N-Gehalt aufgewiesen. Diese Tatsache kann aller Wahrscheinlichkeit nach damit erklärt werden, dass die jungen Pflanzen der Baumschule den ohnedies geringen Nitrat-Stickstoff-Gehalt dieses Bodens stark ausnützen. Hier ist daher die Düngung unbedingt geboten.

9. Der Gesamt-Stickstoff-Gehalt nimmt nach den unteren Bodenschichten gerechnet successive ab.

10. Die untersuchten Alkaliböden enthalten in ihren oberen Niveaus nitrifizierende Organismen in genügender Anzahl. Die Nitritbildende aber überwiegen. Diese Zahl nimmt jedoch in den unteren Bodenschichten allmählich ab. Die quantitative Entwicklung der nitrifizierenden Mikroorganismen wird besonders durch Kalkung günstig beeinflusst. Mit dieser Methode steigt oft ihre Zahl auf das 100-fache. Durch rein mechanische Bearbeitung wird ihre Zahl kaum beeinflusst. Düngung mit Stalldünger bleibt wirkungslos.

11. Der Gang der Nitrifikation wird durch die Gesamtsalzkonzentration, wenn ihre Werte 0.5% nicht überschreiten, nicht beeinflusst. Es ist aber recht charakteristisch, dass in Alkaliböden, welche 0.2% Soda enthalten durch Zugabe von $(NH_4)_2SO_4$ die Nitrifikation bedeutend beschleunigt wird. Dagegen ist die Wirkung des $(NH_4)_2SO_4$ in jenen Alkaliböden, welche nur — 0.2% Soda enthalten, äusserst gering.

12. Durch Bodenimpfung wird die Intensität der Nitrifikation sehr günstig beeinflusst.

13. Obwohl die Alkaliböden eine ganz eigene und spezifische Mikroflora aufweisen, scheinen sie keine besondere nitrifizierenden Mikroorganismen zu haben. Diese Mikroorganismen der Alkaliböden sind wahrscheinlich mit den gleichen Organismen der anderen nicht Alkaliböden vollkommen identisch. Wir müssen jedoch ausdrücklich betonen, dass wenn durch entsprechende Aufbesserungsmethoden die Lebensbedingungen dieser Mikroorganismen günstiger gestaltet werden und namentlich, wenn für die gute Durchlüftung dieser Böden Sorge getragen wird,

so wird die Intensität ihrer biologischen Tätigkeit wesentlich erhöht.

14. Wie auch diese Untersuchungen zeigen, der Nitrit-Gehalt dieser Böden erreicht nie jene Werte, welche nach den Untersuchungen von FEHÉR und VÁGI auf das Pflanzenwachstum schädigend einwirken. Der Nitrit-Gehalt dieser Alkaliböden kann daher für die schlechten biologischen Eigenschaften dieser Böden nicht zur Verantwortung gezogen werden.

15. In den Alkaliböden ist der Anzahl der denitrifizierenden Bakterien in der Regel immer grösser als die Zahl der nitrifizierenden Bakterien.

16. Die Resultate dieser Untersuchungen haben einwandfrei erwiesen, dass jene Mikro-organismen, welche die Zerstörungerscheinungen der stickstoffhaltigen organischen Substanzen hervorrufen, darunter natürlich auch die ammonifizierenden Bakterien in den Alkaliböden in genügender Anzahl vertreten sind. Trotz diesem Umstande, vollzieht sich in diesen Böden die Zersetzung der eiweisshaltigen organischen Substanzen äusserst langsam und infolgedessen wird die Bildung von Ammoniak ebenfalls recht gering. Die Ursache dieser Erscheinung ist in der ersten Reihe darin zu suchen, dass die Alkaliböden bekanntlich äusserst wenig organische Substanzen enthalten. Bei der Nutzbarmachung dieser Böden müssen wir daher in dieser Erlangung erfolgreich eingreifen. Die beste Wirkung erreicht man durch mechanische Bodenbearbeitung und durch Düngung mit Stalldünger. Die einfache mechanische Bearbeitung des Bodens ohne Kalkung und Digóerde, bleibt fast wirkungslos. Dagegen das gleiche Verfahren mit Kalkung und Digóerde ebenfalls von guter Wirkung ist. Die Impfung mit Bodenextrakt übt ebenfalls keine Wirkung aus. In dieser Hinsicht müssen wir als die wirkungsvollste Aufbesserungsmethode nach erfolgter entsprechender Kalkung die Stalldüngung bezeichnen.

Der Soda- und Gesamtsalzgehalt beeinflusst das Ammonifikationsvermögen dieser Böden ebenfalls recht ungünstig. Jene Alkaliböden, welche keine Sodagehalt aufweisen und deren Gesamtsalzkonzentration 0.03% nicht übersteigt, verfügen über ein sehr gutes Ammonifikationsvermögen.

18. Zum Schlusse möchten wir noch auf den Umstand hinweisen, dass für die günstige Gestaltung der mikrobiologischen Lebensvorgänge der Alkaliböden und überhaupt für die Aufbesserung der allgemeinen biologischen Eigenschaften dieser Böden der wichtigste Faktor die entsprechende Regulierung des Wasserhaushaltes ist.

Hierzu eignet sich am besten in der ersten Reihe nach erfolgter chemisch-physikalischen Verbesserung die Düngung mit organischen Düngermitteln gepaart mit entsprechender (im Jahr 4—5-maligen) mechanischen Bodenbearbeitung, wodurch nicht nur die entsprechende Regulierung des Wasserhaushaltes erreicht wird, sondern auch die organische Substanz dieser humusarmen Böden erhöht wird, wodurch sich eine lebhaftere mikrobiologische Tätigkeit der Böden entfalten kann. Die Aufforstung der Alkaliböden, wenn diese durch entsprechende künstliche Eingriffe über die Anfangsschwierigkeiten geholfen werden, wird auch in dieser Hinsicht ganz besonders günstige Wirkung ausüben.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 17-ten Febr. 1930.)

VIZSGÁLATOK A SZÁJ- ÉS KÖRÖMFÁJÁS VIRUSÁNAK ÚGYNEVEZETT PLURALITÁSÁRÓL.

MANNINGER REZSŐ 1. tagtól és cs. LÁSZLÓ SÁMUEL vendégtől.

Régóta ismeretes gyakorlati tapasztalat, hogy némely járványok folyamán a száj- és körömfájáson átesett állatok rövid idő múlva újból megbetegedhetnek, esetleg ismételten is, a száj- és körömfájásban és pedig akárhányszor a betegség igen súlyos alakjában. Minthogy általában a betegség egyszeri kiállása tartós immunitást szokott biztosítani, ez a tapasztalat merőben érthetlenné látszott és különböző feltevésekre szolgáltatott alapot. Leginkább a kórokozó virulenciájában időnként beálló ingadozásokban keresték ennek a járványtani tapasztalatnak okát, a nélkül azonban, hogy kísérletileg igazolni lehetett volna e feltevés helyességét.

A kérdés új megvilágításba került, mikor VALLÉE és CARRÉ (1921) annak a nézetüknek adtak kifejezést, hogy a száj- és körömfájás vírusának legalább két válfaja van, melyek klinikai és anatómiai szempontból ugyanazt a betegséget idézik ugyan elő, de immunobiológiai szempontból különböznek egymástól abban, hogy amíg saját magával szemben mindegyik válfaj hosszú ideig tartó abszolút immunitást idéz elő, addig a másik válfajjal szemben egyáltalában nem immunizálja az állatot.

CARRÉ és VALLÉE e felfogását, mely kísérleti megállapításokon épült fel, azóta számos vizsgáló (STOCKMAN és MINETT, LEBAILLY, MAGNUSSON és HERMANSSON, BEDSON, MAITLAND és BURBURY, OLITZKY, TRAUM és SCHOENING) megerősítette különböző fajú állatokon, főleg azonban tengerimalacokon végzett kísérletek útján, sőt WALDMANN és TRAUTWEIN kimutatták épenséggel azt, hogy a száj- és körömfájás vírusa nem is két, hanem három típus alakjában fordul elő, melyek egymással szemben nem létesítenek

immunitást. Ugyanerre a megállapításra jutott CIUCA is, akinek serologiai úton a complementumkötési próbával sikerült a WALDMANN és TRAUTWEIN kimutatta három typust egymástól megkülönböztetni.

Mindössze ERNST, GUTH és HOPFENGÄRTNER tagadták önálló immunobiologiai típusok előfordulását, virulenciabeli különbségekre vezetve vissza a különböző eredetű virustörzsek között esetleg előforduló eltéréseket.

A száj- és körömfájás vírusának típusairól az utóbbi években általában kialakult nézetet magáévá tette a *Comité de l'Office Internationale d'épizooties* is, mikor 1928. évi május hó 15-én tartott ülésében kimondotta, hogy a száj- és körömfájás vírusának ez az úgynevezett pluralitása tudományosan megalapozott fogalomnak tekintendő olyan értelemben, hogy a szóbanforgó virusnak három immunobiologiai szempontból különálló típusa van, melyeket az *O*, *A* és *C* betűkkel ajánlatos megjelölni.

Ennek a felfogásnak kétségtelenül kihatása van a gyakorlati járványtanra is. Egyfelől ugyanis a száj- és körömfájás vírusának pluralitása elfogadható magyarázatát adja a járványok rövid időközökben való kiújulásának azokban az esetekben, mikor ugyanazokban az állományokban az újabb járványt más típusu virus idézi elő, mint amely az előző járványnál szerepelt. VALLÉE lehetségesnek tartja ugyan, hogy a járványok kiújulásánál ugyanaz a típusu virus is szerepelhet, és ebben az esetben nézete szerint talán az anaphylaxiás állapothoz hasonló túlérzékenység teszi ismét fogékonná az immunissá vált állapotot az ugyanazon típusu virus hatása iránt, de maga is megjegyzi, hogy az ilyen eset minden bizonnyal csak kivételesen fordul elő. Másfelől ennek a felfogásnak gyakorlati szempontból logikai következménye, hogy a száj- és körömfájás elleni specifikus védekezés terén mind a három típusu virusfélesek figyelembevételét tételezi fel.

A szerzők, elsősorban VALLÉE és CARRÉ, valamint TRAUTWEIN, a száj- és körömfájás vírusának pluralitásával kapcsolatosan típusokról beszélnek ugyan, de egyelőre nem felelnek határozottsággal arra a kérdésre, hogy ezek a típusok állandó tulajdonságú varietások-e. VALLÉE és CARRÉ elvben nem tartják ugyan lehetetlennek, TRAUTWEIN pedig éppenséggel lehetségesnek is tartja,

hogy a típusok járványok folyamán átalakuljanak, egyelőre azonban nem látják igazoltnak ezt a lehetőséget. VALLÉE és CARRÉ kísérleteiben *O* és *A* törzseik nyolc éven át megtartották eredeti tulajdonságaikat és TRAUTWEIN is azt mondja, hogy standard-törzsei nem változtatták meg tulajdonságaikat, noha kísérleteiben a később még szóba kerülő Bayern-jelzésű, *A* típusu törzs tengerimalacról tengerimalacra továbbajtva a 137. és 198. passage alkalmával *O* típusunak mutatkozott és a Mailand-jelzésű, *C* típusu törzs a 395. tengerimalacpassage után saját maga ellen sem immunizált, vagyis elvesztette a *C* típus jellegét.

Így állván a helyzet, tekintettel egyebek között nagy gyakorlati jelentőségére is, kísérletileg foglalkoztunk a pluralitás kérdésével és mindenekelőtt igyekeztünk megállapítani, hogy Magyarországon a közelmúltban előfordult járványt minő típusu virus idézte elő. E célból az ország különböző helyeiről kapott kórtermékekkel tengerimalacokat fertőztünk és a tengerimalacokat megbetegítő törzseket időnként, 1—4 hetenként, állatról-állatra továbbajtva életben tartottuk. A tengerimalac tudvalevőleg kiválóan alkalmas állatfaj a száj- és körömfájás vírusának tanulmányozására. Ha 300 g-nál súlyosabb, lehetőleg 400—500 g súlyú állatok egyik hátulsó lábának bőrébe ojtjuk a száj- és körömfájás vírusát, akkor rendszerint 24 órán belül az ojtás helyén kis hólyag képződik (elsősleges aphtha), majd a ragályanyagnak innen a vérbe betörése folytán további 24—48 óra múlva generalizálódásra kerül a sor, amikor a többi lábak talpán és a szájban is hólyagok (másodlagos aphthák) keletkeznek.

Összesen 14 hazai törzset sikerült eddigelé tengerimalacokon megfogamzásra bírunk. Hogy ezeket az eddig ismeretes három típusba sorolhassuk, WALDMANN tanár, a riemi porosz állami kutatóintézet igazgatója, lekötelező szívességgel rendelkezésünkre bocsátotta 1928 november hó 2-án az intézetében standard-törzsekként továbbtenyésztett Insel-, Bayern- és Mailand-törzseket. A Mailand-törzs a *C*, az Insel-törzs az *O* (WALDMANN nomenclaturája szerint az *A* típusnak), a Bayern-törzs pedig az *A* típusnak (WALDMANN szerint a *B* típusnak) jellemző képviselője.¹

¹ Az alábbiakban a típusok jelzésére a fentemlített Comité ajánlata szerint az *O*, *A* és *C* betűket használjuk.

Mikor ezek a törzsek megérkeztek, nem volt módunkban azonnal végrehajtanunk az összehasonlító vizsgálatokat, mert 1929 januárjától 1929 júliusáig a száj- és körömfájás különböző törzseivel fertőzött tengerimalacok minden eddigi tapasztalat ellenére oly nagy számban pusztultak el e betegség következtében, hogy nem tudtunk elég számú immunizált állat birtokába jutni. Kiderült, hogy ez a szokatlan jelenség annak volt a folyománya, hogy az 1928. 29. évi szigorú tél folyamán a kísérleti állatok szobájának aránylag alacsony hőmérséklete, valamint takarmányuknak vitaminhiánya a tengerimalacok ellenállóképességét a száj- és körömfájás vírusának hatásával szemben oly nagy mértékben csökkentette, hogy a legtöbb állatnál halálos kimenetelűvé vált a betegség, melyet különben jól fejlett tengerimalacok minden veszteség nélkül szoktak elviselni. Megemlítőnek tartottuk ezt az észleletünket azért, mert talán némi fényt derít arra, hogy miért változik hasznos háziállatainknál is időnként a betegség súlyossága.

Nem állván rendelkezésünkre ennél fogva kellő számban a betegségen átment állat, amelyeken az immunitási viszonyokat tanulmányozhattuk volna, meg kellett elégednünk azzal, hogy legalább életben tartsuk törzseinket a viszonyok jobbrafordultáig. Jórészt ennek a véletlennek tulajdoníthatjuk, hogy az alábbi megfigyelések a típusátalakulás kérdésére fényt vetettek.

Mindössze az Insel-törzs 6. generációjával fertőzött négy tengerimalac immunitását vizsgálhattuk meg az 1928. év fordulója körül a Bayern- és Mailand-törzsek 7. generációjával szemben. Az 1928. XII. 5-én az Insel-törzsszel fertőzött négy tengerimalac közül ugyanis 28 nappal később kettőt a Bayern, kettőt pedig a Mailand-törzsszel fertőztük. A második fertőzésre mind a négy állaton elsősleges aphtha keletkezett. Nyilvánvaló tehát, hogy az Insel-törzs okozta betegség kiállása nem védte meg őket a másik két törzs megbetegítő hatásával szemben, vagyis ebben a kísérletben az Insel-törzs nem úgy viselkedett, mint a Bayern- és a Mailand-törzsek. Bizonyos azonban, hogy az Insel-törzsszel történt fertőzésen átment tengerimalacok kisfokban azért immunisak voltak a másik két törzsszel szemben is, mert ezeknek nem sikerült rajtuk a betegséget generalizált

alakjában előidézni, holott az előzetesen nem kezelt kontrol-állatokban másodlagos aphthákat is okoztak. (I. táblázat.)

Ennek a kísérletnek tehát az a tanúsága, hogy az 1928. év végén az Insel-törzs 6. nemzedéke immunobiológiai szempontból nem mutatkozott azonosnak a Bayern- és Mailand-törzsek 7. nemzedékével.

Annál meglepőbb volt annak a kísérletünknek eredménye, melyben 1929. IX. 5-én 36 tengerimalacot fertőztünk az Insel-, Bayern- és Mailand-törzsek 19. nemzedékével, annak megállapítása végett, hogy milyen fokú immunitást váltanak ki egymással szemben. A három héttel később az említett törzsek 20. nemzedékével történt újabb fertőzés után ugyanis egyetlen állaton sem jelentkezett még elsősleges aphtha sem, amiből arra kellett gondolni, hogy ezúttal az intézetben végzett továbbjuttatások során a Bayern- és Mailand-törzsek elvesztették a riemi intézetben sok generáción át megállapított jellegzetes tulajdonságaikat (IV. táblázat). Minthogy a különböző törzsekkel fertőzött állatokat szigorúan elkülönítve tartottuk és ennél fogva kizárható volt annak lehetősége, hogy egymást fertőzték, ebből a tapasztalatból arra kellett következtetnünk, hogy az azelőtt az *A* és *C* típusokba sorolt Bayern- és Mailand-törzsek az Insel-törzs képviselte *O* típus tulajdonságait vették fel. E két törzsön ennél fogva vizsgálataink során olyanféle átalakulás következett be, aminőt annakelőtte TRAUTWEIN a Bayern-törzsön két ízben, a Mailand-törzsön pedig egy ízben a riemi intézetben is megállapított. Míg azonban TRAUTWEIN azon a nézetben volt, hogy az ő eseteiben valószínű kísérleti hiba («irgendwelche Zufälligkeiten beim Experimentieren») játszott közre, mi azon a nézetben vagyunk, hogy továbbjuttatásuk során variálódtak.

A WALDMANN tanártól 1928. november hó 2-án rendelkezésünkre bocsátott kóroanyagban 1929. november elején még életben találtuk a virust. Mődunkban volt tehát kereken egy évvel megérkezésük után az eredeti riemi törzseknek tengerimalacokon nálunk megeredt 1. nemzedékével is kísérleteket végezni és az 1. nemzedékeket a nálunk már a 21. tengerimalac-passage-on átment virussal összehasonlítani. 1929. XI. 15-én ugyanis 15—15 tengerimalacot fertőztünk a Bayern- és Mailand-törzsek 1. és

21. nemzedékével, majd 24 nap múlva az egyes csoportokból 5—5 állatot mind a három törzs 1. nemzedékével újból fertőztünk. Kiderült (V. táblázat), hogy a Bayern-törzs 1. nemzedéke tökéletesen úgy viselkedett, mint 21. nemzedéke. Mindkettő ugyanis teljesen az Insel-törzsnek megfelelő immunobiológiai tulajdonságokat mutatott és a Mailand-törzs 1. és 21. nemzedéke között is csak annyiban volt különbség, hogy míg a 21. nemzedék tökéletesen megegyezett az Insel-törzsszel, addig az Insel-törzs 1. nemzedéke a Mailand-törzs 1. nemzedékével előkezelt állatoknak csak kisebb felében idézett elő az újabb fertőzés alkalmával elsősleges aphthákat, de generalizálódásra vezető betegséget már ezekben sem volt képes kiváltani. A Mailand-törzs 1. nemzedéke e szerint még nem alakult át teljesen az Insel-törzsszel megegyező virussá, de már nem mutatkozott jellegzetes *C* típusú törzsnek sem, a Bayern-törzstől pedig már éppenséggel semmiben sem különbözött. Vagyis a Bayern-törzs az egy évig jégsekrényben való tartás alatt teljesen az Insel-törzs tulajdonságait vette fel, a Mailand-törzs pedig ezalatt átalakult a Bayern-törzsszel megegyező ragállá, e közben azonban, bár közeledett az Insel-törzshöz, mégsem tett szert az Insel-törzsszel tökéletesen megegyező tulajdonságokra.

Eddig leírt kísérleteink eredményéből következik, hogy az irodalomban a száj- és körömfájás vírusának típusaiként említett válfajok nem rögzített tulajdonságokkal felruházott típusok, hanem olyan modificációk, melyek egymásba átalakulhatnak. Az a benyomásunk, hogy a variatio iránya az *O* típus felé halad: a *C* típus átalakul az *A* típusá, ez pedig az *O* típusá. Ezzel szemben az *O* típus, úgy látszik, állandósultabb típus, tengerimalacokban legalább nem hajlamos az *A* vagy *C* típusba való visszaalakulásra. Látni fogjuk, hogy bizonyos gyakorlati tapasztalatok is e mellett a nézet mellett látszanak szólni.

Hazai törzseink közül 13 egymással megegyező tulajdonságokat mutatott, a 14. (*Z* jelzésű) törzs ellenben a tengerimalac szervezetéhez való hozzászoktatása után az első nemzedékekben a többitől különbözött. A 13 törzs mindenek szerint *O* típusú. Példának emlíjtük a *T*-törzs viselkedését, amely az 1929. VIII. 5-én és 13-án a 14. és 15. nemzedékével fertőzött 38 tengeri-

malacban abszolút immunitást létesített úgy saját maga, mint az akkor már egymástól miben sem különböző Insel-, Bayern- és Mailand-törzsek 18. nemzedékével szemben (II. táblázat).

Hogy viszont a *Z*-törzs csakugyan különleges magatartást tanúsított első nemzedékeiben, az világosan kitűnik abból, hogy 3. és 4. nemzedéke nagyszámú tengerimalacban, melyek a *T*-, Insel-, Bayern- vagy Mailand-törzsekkel előzetesen eredményesen fertőztettek, kivétel nélkül száj- és körömfájást okozott és pedig az állatok nagyobb részénél generalizált alakjában és a vele fertőzött tengerimalacok egy állat kivételével később szintén eredményesen voltak fertőzhetők az Insel-, Bayern- és Mailand-törzsekkel (II. és III. táblázat).

Ebben az időben tehát a *Z*-törzsünk vagy az *A* vagy a *(* típusba tartozott, de semmi esetre sem lehetett úgynevezett *)* típusu törzs. Bizonyos tehát, hogy akadnak kivételesen törzsek, melyek tengerimalacokban bizonyos időpontokban immunobiologiai szempontból egészen másképpen viselkednek, mint más törzsek. Ilyen értelemben tehát a pluralitás fogalma jogosult.

Hogy azonban az ilyen kivételes tulajdonságú törzsek nem őrzik meg eltérő tulajdonságaikat, az ezen a törzsen különösen szépen volt tanulmányozható. A *Z*-törzs 20. nemzedékével ugyanis 1929. IX. 12-én 15 tengerimalacot fertőztünk, melyeken a száj- és körömfájás generalizált alakjában jelentkezett. Mikor azután 27 nappal később közülök 5—5 állatot az Insel törzs 21. és a *Z*-törzs 5. és 21. nemzedékével újból fertőztünk, mindössze a *Z*-törzs 5. nemzedékével beoltott állatok közül betegedett meg négy állat, míg az Insel- és a *Z*-törzsek 21. nemzedékével ojtottak egészségesek maradtak. Így tehát a *Z*-törzs 21. nemzedéke az 5.-től elütött, megegyezett ellenben az Insel-törzsszel. Ugyanakkor az Insel-törzsszel is fertőztünk 15 tengerimalacot. Ezek közül is az újabb fertőzés alkalmával csak azok betegedtek meg, amelyek reinfectiója a *Z*-törzs 5. nemzedékével történt, míg az Insel-törzsszel és a *Z*-törzs 21. nemzedékével fertőzött állatok nyomát sem mutatták a száj- és körömfájásnak (VI. táblázat).

Mínthogy e szerint kétségtelen volt, hogy a *Z*-törzs a tengerimalacpassage-ok folyamán elvesztette eredeti jellegét és az Insel-törzsszel vált immunobiologiai szempontból azonossá, érdekesnek

látszott megvizsgálni, hogy az átalakulás mikor történt meg és hogy az átalakulás nagyjában véglegesnek tekinthető-e. Minthogy a Z-törzsnek a 49. nemzedéken át állatról-állatra való továvitele során fertőzött tengerimalacok közül 35 még rendelkezésre állt, ezeket 1929. XI. 9-én, 12—65 nappal a fertőzésük után, újból fertőztük a Z-törzs 5. és 21., valamint az Insel-törzs 21. nemzedékével úgy, hogy a sorban mindegyik harmadik tengerimalac beojtására ugyanazt a törzset használtuk fel (VII. táblázat). Kiderült, hogy a 9. passage-ig a tengerimalacok egyöntetűen viselkedtek olyan értelemben, hogy immunisoknak bizonyultak a Z-törzs 5. nemzedékének hatásával szemben, viszont generalizálódó száj- és körömfájásban betegedtek meg a Z- és az Insel-törzsök 21. nemzedékével történt fertőzésre. Az átalakulás a 9. passage után következett be. A 11. nemzedékkel beojtott tengerimalac ugyanis (a 10.-kel beojtott állat más kísérletre használtatott fel) már nem bizonyult immunisnak a Z-törzs 5. nemzedékének hatásával szemben, a 13.-kal beojtott viszont teljesen ellentállt az Insel-törzs 21. nemzedékével történt fertőzésnek és a 12.-kel előkezelt állat is már bizonyos fokig immunis volt a Z-törzs 21. nemzedékével szemben, mert a reactio a fertőzésre mindössze helybeli hólyagképződésben nyilvánult. Ezután a törzs változatlanul az O jellegű törzsök tulajdonságait mutatta. A 14—49. nemzedékekkel előkezelt állatok közül ugyanis az újabb fertőzésre csak azok betegedtek meg, melyek fertőzésére a Z-törzs 5. nemzedéke használtatott fel, míg a többiek a Z-törzs 21. és az Insel-törzs 21. nemzedékével szemben immunisoknak bizonyultak.

A Z-törzs viselkedése azt mutatja, hogy a száj- és körömfájás vírusa tengerimalacokon való átvezetése közben megváltoztathatja immunobiológiai tulajdonságait. E tekintetben gyakorlati szempontból is fontos, hogy az átalakulás során új irányú immunizáló képességét eredeti irányú antigenhatásának árán szerzi meg.

Kísérleteink jelentőségét egyébiránt nemcsak abban látjuk, hogy bizonyítékokat szolgáltatott abban az irányban, hogy az úgynevezett típusok variációja, melynek lehetőségét, elvben legálább, VALLÉE és CARRÉ, valamint TRAUTWEIN is megengedik,

csakugyan előfordul, hanem különösebben abban is, hogy a tipusátalakulás előfordulásának igazolásával lehetővé válik az eddiginél kevésbé mesterkélt módon értelmezni a járványok ismételt jelentkezését rövidebb időközökben. A tipusok állandóságának felvétele esetén ugyanis, a VALLÉE említette bizonyára nagyon ritka kivételektől eltekintve, a járványok újabb fellobbanását csak úgy lehet magyarázni, ha feltesszük, hogy a fertőzött területre a járvány megszűnése után rövid idő múlva más típusu ragályanyagot hurcolnak be. Ennek feltételezése azonban ellenkezik a gyakorlati tapasztalatokkal, mert akárhányszor előfordulnak újabb járványok olyan zárt földterületeken, ahová az adott viszonyok között újabb ragályanyagot kívülről nem hurcolhattak be. A mi felfogásunk szerint, ámbár az tengerimalacokon, nem pedig fogékony háziállatokon végzett kísérletek eredményén alapul, a járványok kiújulása úgyszintén magyarázható, hogy a vírus, ha valamely zárt földterületen állományról-állományra terjedve számos állatpassage-on megy keresztül, közben megváltoztathatja eredeti immunobiológiai tulajdonságait olyan irányban, hogy bizonyos számú állaton való áthaladása után már letöri azt az immunitást, melyet korábban létesített. Ha tehát ugyanez a vírus újból fertőzi a száj- és körömfájáson átesett állatokat, akkor újabb megbetegedéseket már rövid szünet után is okozhat, ha történetesen időközben immunobiológiai tulajdonságai megváltoztak.

Ha ez a feltevésünk helyes, akkor abból a megállapításunkból, hogy a tipusátalakulás az *O* típus felé halad, arra kell következtetnünk, hogy *O* típusu vírus a járvány bármely szakában előfordulhat, míg *A* és *C* jellegű vírus legfeljebb járványok elején szerepelhet. Ezzel a következtetésünkkel csakugyan jöl egyezik TRAUTWEIN megállapítása, aki Keletporoszországban és Schleswig-Holsteinben a járványok elején *C*, illetőleg *A* típusu virust talált, később pedig ebben a két tartományban épúgy csak *O* jellegű ragályanyagot mutatott ki, mint ahogy a Német Birodalom több országaiban is a járványok derekán és végén csak *O* típusu virust volt módjában gyűjteni.

Vizsgálataink eredményét abban foglalhatjuk össze, hogy *a száj- és körömfájás vírusának különböző eredetű törzsei között lehet ugyan immunobiológiai szempontból lényeges különbség-*

geket megállapítani, rögzött tulajdonságokat feltételező típusok azonban nem különböztethetők meg. Az úgynevezett típusok ugyanis modifikaóknak tekintendők, melyek egymásba átalakulhatnak. Az átalakulás iránya a C jellegű típus felől az A típuson át az O típus felé vezet. A száj- és körömfájás pluralitásáról tehát csak olyan értelemben lehet beszélni, hogy a vírusnak valamely adott törzse nem idéz elő bármely tetszés szerinti törzs ellen immunitást, hanem mindenkori immunobiologiai állapotának megfelelőleg esetről-esetre változó számú és jellegű törzsekkel szemben képes immunizálni.

A száj- és körömfájás vírusának variabilitása jól értelmezi a járványoknak rövidebb időközökben való kiújulását, mert ugyanaz a vírustörzs a járvány folyamán az állatpassage-ok következtében, de talán más okból is, megváltoztathatja immunobiologiai sajátosságait és ezzel alkalmassá válhatik olyan egyedek újabb eredményes fertőzésére is, melyeket variációjára előtt már megbetegített száj- és körömfájásban.

Irodalom.

- BEDSON, MAITLAND és BURBURY, Journ. of comp. Path. and Therapeutics 1927. 40., 5. és 79.
- CIUCA, Journ. of Hygiene 1928. 28. 235.
- ERNST, GUTH és HOPFENGÄRTNER, Münchener tierärztl. Wochenschr. 1927., 433.
- LEBAILLY, Compt. rend. de l'Acad. des Sciences 1926. 183., 578.
- MAGNUSSON és HERMANNSON, Acta pathol. et microb. 1926. 3., 737.
- OLITZKY, TRAUM és SCHÖNING, Rep. of the Foot-and Mouth-Disease Comission of the U. S. Dep. of Agriculture. Techn. Bull. No 76. 1928.
- TRAUTWEIN, Arch. f. Tierheilk. 1927. 56. 505.
- VALLÉE, Bull. mens. de l'Office intern. d'épizooties 1928. 1. 500.
- VALLÉE és CARRÉ, Compt. rend. de l'Acad. des Sciences 1922. 174., 207. és 1498.
- VALLÉE és CARRÉ, Rev. gén. de méd. vét. 1922. 31., 313.
- VALLÉE és CARRÉ, Annales de l'Inst. Pasteur 1928. 42., 841.
- WALDMANN és TRAUTWEIN, Berliner tierärztl. Wochenschr. 1926. 569.

I. táblázat.*

Tengeri malacok száma	Első fertőzés			Második fertőzés		
	ideje	törzs jele	eredmény	ideje	törzs jele	eredmény
2	1928. XII. 5.	Insel VI	2 P + S	1929. I. 2.	Bayern VII	2P
2	«	Insel VI	2 P + S	«	Mailand VII	2P
1	—	—	—	«	Bayern VII	P + S
1	—	—	—	«	Mailand VII	P + S

II. táblázat.

Tengeri malacok száma	Első fertőzés			Második fertőzés		
	ideje	törzs jele	eredmény	ideje	törzs jele	eredmény
13	1929. VIII. 5.	T_{14}^*	13 P + S	1929. VIII. 26.	T_{15}	0
2	—	—	—	«	T_{15}	2P + S
8	VIII. 13.	T_{15}	8 P + S	IX. 3.	Insel XVIII	0
8	«	T_{15}	8 P + S	«	Bayern XVIII	0
9	«	T_{15}	9 P + S	«	Mailand XVIII	0
1	—	—	—	«	Inseln XVIII	P + S
1	—	—	—	«	Bayern XVIII	P + S
1	—	—	—	«	Mailand XVIII	P + S
1	—	—	—	—	—	—

Tengeri malacok száma	Harmadik fertőzés		
	ideje	törzs jele	eredmény
13	—	—	—
2	—	—	—
8	1929. X. 3.	Z_3	3 P, 5P + S
8	«	Z_3	1 P, 7P + S
9	«	Z_3	2 P, 7P + S
1	—	—	—
1	—	—	—
1	—	—	—
1	X. 3.	Z_3	P + S

¹ A táblázatokban a törzsek jele mellett levő arabsszám jelenti azt, hogy az illető hazai törzs hány tengerimalacpassage-on ment át, a római szám pedig azt, hogy az illető külföldi törzs hozzánk érkezése óta hány-szor vitetett át tengerimalacból tengerimalacba. P elsődleges, S pedig másodlagos aphthák jelentkezését jelzi.

III. táblázat.

Tengerimalacok száma	Első fertőzés			Második fertőzés		
	ideje	törzs jele	eredmény	ideje	törzs jele	eredmény
4	1929. VIII. 7.	Insel XVII	4 P + S	1929. VIII. 28.	Insel XVIII	0
4	"	Insel XVII	4 P + S	"	Bayern XVIII	0
5	"	Z ₄	5 P + S	"	Insel XVIII	5 P + S
4	"	Z ₄	4 P + S	"	Bayern XVIII	4 P + S
1	—	—	—	"	Insel XVIII	P + S
1	—	—	—	"	Bayern XVIII	P + S
15	IX. 5.	Insel XIX	15 P + S	X. 10.	Insel XX	0
14	"	Insel XIX	14 P + S	"	Z ₄	14 P + S
1	—	—	—	"	Insel XX	P + S
1	—	—	—	"	Z ₄	P + S

IV. táblázat.

Tengerimalacok száma	Első fertőzés			Második fertőzés		
	ideje	törzs jele	eredmény	ideje	törzs jele	eredmény
4	1929. IX. 5.	Insel XIX	4 P + S	1929. IX. 26.	Insel XX	0
4	"	Insel XIX	4 P + S	"	Bayern XX	0
4	"	Insel XIX	4 P + S	"	Mailand XX	0
4	"	Bayern XIX	4 P + S	"	Insel XX	0
4	"	Bayern XIX	4 P + S	"	Bayern XX	0
4	"	Bayern XIX	4 P + S	"	Mailand XX	0
4	"	Mailand XIX	4 P + S	"	Insel XX	0
4	"	Mailand XIX	4 P + S	"	Bayern XX	0
4	"	Mailand XIX	4 P + S	"	Mailand XX	0
1	—	—	—	"	Insel XX	P + S
1	—	—	—	"	Bayern XX	P + S
1	—	—	—	"	Mailand XX	P + S

V. táblázat.

Tengeri- malacok száma	Első fertőzés			Második fertőzés		
	ideje	törzs jele	eredmény	ideje	törzs jele	eredmény
5	1929. XI. 15.	Bayern I	$P + S$	1929. XII. 9.	Insel I	0
5	«	Bayern I	$P + S$	«	Bayern I	0
5	«	Bayern I	$P + S$	«	Mailand I	0
5	«	Bayern XXI	$P + S$	«	Insel I	0
5	«	Bayern XXI	$P + S$	«	Bayern I	0
5	«	Bayern XXI	$P + S$	«	Mailand I	0
5	«	Mailand I	$P + S$	«	Insel I	2 P, 3 —
5	«	Mailand I	$P + S$	«	Bayern I	0
5	«	Mailand I	$P + S$	«	Mailand I	0
5	«	Mailand XXI	$P + S$	«	Insel I	0
5	«	Mailand XXI	$P + S$	«	Bayern I	0
5	«	Mailand XXI	$P + S$	«	Mailand I	0

VI. táblázat.

Tengeri- malacok száma	Első fertőzés			Második fertőzés		
	ideje	törzs jele	eredmény	ideje	törzs jele	eredmény
5	1929. X. 12.	Insel XXI	5 $P + S$	1929. XI. 9.	Insel XXII	0
5	«	Insel XXI	5 $P + S$	«	Z_5	5 $P + S$
5	«	Insel XXI	5 $P + S$	«	Z_{21}	0
5	«	Z_{20}	5 $P + S$	«	Insel XXII	0
5	«	Z_{20}	5 $P + S$	«	Z_5	4 $P + S$, 1—
5	«	Z_{20}	5 $P + S$	«	Z_{21}	0
1	—	—	—	«	Insel XXII	$P + S$
1	—	—	—	«	Z_5	$P + S$
1	—	—	—	«	Z_{21}	$P + S$

VII. táblázat.

Tengeri malacok száma	Első fertőzés			Második fertőzés		
	ideje	a Z törzs hányadik nemzedékével	eredmény	hány nap múlva	törzs jele	eredmény
1	1929 IX. 16.	4	P + S	65	Z ₅	0
1	IX. 18.	5	P + S	63	Z ₂₁	P + S
1	IX. 19.	6	P + S	62	Insel XXI	P + S
1	IX. 20.	7	P + S	61	Z ₅	0
1	IX. 21.	8	P + S	60	Z ₂₁	P + S
1	IX. 22	9	P + S	59	Insel XXI	P + S
1	IX. 24.	11	P + S	57	Z ₅	P + S
1	IX. 25.	12	P + S	56	Z ₂₁	P
1	IX. 26.	13	P + S	55	Insel XXI	0
9	IX. 30. — XI. 9.	14, 18, 22, 28, 33, 38, 41, 45, 49	P + S	51—11	Z ₅	P + S
8	X. 2. — XI. 7.	16, 19, 23, 30, 34, 39, 43, 47	P + S	49—13	Z ₂₁	0
8	X. 3. — XI. 8.	17, 20, 24, 32, 36, 40, 44, 48	P + S	48—12	Insel XXI	0

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1929 december 16.-án tartott üléséből.)

UNTERSUCHUNGEN ÜBER DIE SOGENANNT PLURALITÄT DES APHTHENSEUCHEVIRUS.

VON R. MANNINGER k. Mitglied und S. v. LÁSZLÓ.

Seitdem VALLÉE und CARRÉ den Begriff der Pluralität des Aphthenseuchevirus eingeführt hatten, ist auf Grund von Versuchen von mehreren Forschern, insbesondere von WALDMANN und TRAUTWEIN, die Notwendigkeit der Annahme von drei Virustypen ausgesprochen worden, die sich bloss in immunobiologischer Hinsicht voneinander unterscheiden. Ob es sich dabei um fixierte Typen handelt, erschien bisher allerdings nicht entschieden.

Wohl geben Forscher, wie VALLÉE und CARRÉ sowie TRAUTWEIN, die Möglichkeit einer Typenumwandlung im Prinzip zu, behaupten jedoch, dass eine solche bisher einwandfrei noch nicht nachgewiesen werden konnte. Die hier mitgeteilten Versuchsergebnisse lassen nun klar erkennen, dass eine Typenumwandlung unter Umständen, namentlich während Meerschweinchenpassagen, möglicherweise jedoch auch beim Altern des Virus, tatsächlich stattfinden kann. Es zeigte sich, dass die Umwandlung vom sog. Typus *C* über dem Typus *A* zum Typus *O* fortschreitet. Die Typen *C* und *A* sind daher keine echten, mit fixierten Eigenschaften ausgestattete Typen, sondern bloss Modifikationen. Nur Typus *O* scheint, wenigstens im Bezug auf die Gattung Meerschweinchen, beständig zu sein.

Von einer Pluralität des Aphthenseuchevirus kann daher nur dann die Rede sein, wenn damit zum Ausdruck gebracht werden soll, dass nicht jeder Virusstamm gegenüber jedem beliebigen Stamm eine Immunität hervorzurufen vermag, sondern

seinem jeweiligen immunobiologischen Zustand entsprechend nur gegenüber einer Gruppe von Stämmen, deren Zahl und Charakter von Fall zu Fall verschieden sein kann.

Der hier erbrachte Nachweis der Variabilität der Virustypen gestattet eine zwanglose Deutung der Ursache von Neuausbrüchen während Aphthenseucheepizootien auf die Weise, dass ein gegebener Virusstamm bereits durchseuchte Tiere während derselben Epizootie erneut infizieren kann, falls er inzwischen seine immunobiologischen Eigenschaften geändert hat.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 16. Dezember 1929.)

KÍSÉRLETEK A SELYEMHERNYÓNAK
(*Bombyx mori* L.)
MŰTÁPSZEREKKEL VALÓ TENYÉSZTÉSÉRE.

(Előzetes közlemény.)

ABONYI SÁNDOR-tól.

A selyemhernyótenyésztésről köztudomású, hogy eredményesen csupán a fehér eperfa, *Morus alba* L. levelén üzhető.

A selyemlepke hernyója monophag és mint sok más egyféle táplálékon élő állat, szervezete csupán a normális táplálékhoz alkalmazkodott.

Legtöbbször meddő kísérlet is az ilyen monophag állatokat más táplálékra szorítani.

Mégis vannak esetek, amidőn a monophag állat e makacs ragaszkodása az egyazon táplálék iránt megszűnik és más, többnyire rokon rendszertani csoportba, de máskor meg teljesen idegen fajhoz tartozó — de mégis határozottan megköthető — bizonyos állat- vagy növény-formára szorítkozik. Feltételezhetjük, hogy ilyen esetekben az újjól elfogadott táplálék felvételét kiváltó ok — amely egyébként közelebbről ezidőszerint még ismeretlen — valószínűleg az, hogy az az illető állatfaj belső constitutionalis életrendszerének kismérvű megváltozása folytán adaptabilis, most már megfelelő összetételű anyagként szerepel.

Legszembeötlőbb e jelenség az állat- és növény-parazitáknál, melyeknek egész légiója prototypusa a monophag szervezeteknek. De a természetes környezetben tenyésző rovarok, különösen a növényeket pusztító hernyók azok, melyek bár makacsul ragaszkodnak tenyésznövényeikhez, mégis alkalmilag egészen szokatlan

növényfajon található meg, sokszor nem kis bosszúságára a termelőnek.

Különösen a gazdaváltással fejlődő paraziták «monophagiá»-ja érthető meg nehezebben, amidőn a lárva és a kifejlett szervezet egymástól teljesen idegen fajú és ennek megfelelően eltérő anyagi összetételű formákhoz kapcsolja életét. A táplálék iránt támasztott igénynek hirtelen való megváltozása folytán állhat be ez az eset, ami egyébként elég változatos egyvelegben jelentkezik az élettudományok művelője előtt. Bizonyos, hogy szervezetüknek valamilyen anyagi összetételében beállt változása folytán kerülnek a kérdéses állat- és növényfajok az egyébként tápszereiket nagyon elektív módon megválogató szervezetek érdeklődési körébe.

Így a monophag állatoknak az egy-bizonyos-táplálékhoz való kötöttsége sem teljesen abszolút kizárásos alkalmazkodás. Ez is fokozatos fejlődés eredményeként fogható fel, ami nincs is ellentétben az élőlények egyetemleges fejlődéséről kialakult felfogásunkkal, ha csak nem akarunk magunk számára az általános felfogással szembehelyezkedő, túlmély kezdőponttal kiinduló synphyletikus fejlődési rendszert — valószínűtlen indokok alapján — kiépíteni.

A törzsfajlódésmenettel kapcsolatos alkalmazkodási vonatkozásokon túl, — a kérdés kutatásának keretösszeállításánál — az átgondolásban szerepet vihet még a keresett viszonyban a táplálékul szolgáló növénynek vagy állatnak, illetőleg részeinek anyagi összetételük szerint tápanyag-életteni vizsgálata és ennek kapcsán a megfelelő tápszernek a monophag állat számára — ez esetben a selyemhernyó — a normáltáplálékot pótolni, illetőleg azt helyettesíteni tudó mesterséges tápkeverék összeállításának a lehetősége.

A selyemhernyó műtáplálékának szintetikus összeszerkesztése végett szükséges ismerni az eperfalevél anyagainak százalékos összetételét, továbbá a selyemhernyó normális anyagforgalmát. Ezeket épülhetne fel a selyemhernyó műtápszerekkel való táplálásának és tenyésztésének elvi kidolgozása.

A fentiek átgondolása szükséges a kérdés megoldásának megindítása nézőpontjából.

Körülbelül az itt kifejtett gondolatalapozás vezetett azoknak

a selyemhernyótenyésztési kísérleteknek a megejtésére, melyekről az alábbiakban — előzetes összefoglalásként — beszámolni szándékozom.

Már előre is, az elméleti lehetőségeken felül bizonyos közismert, részben irodalmi közlésű tapasztalati tények sikeres megoldással kecsegtettek. Nevezetesen, hogy a selyemhernyó alkalmilag az eperfa és ennek varietásainak levelein kívül más fáknak, sőt dudvás növényeknek a leveleit is megeszi. Így a ribiszke (*Ribes rubrum*), a vad narancs (*Machura aurantiaca*),¹ a kecskerágó (*Evonymus europaeus*), a fekete gyökér (*Scorzonera hispanica*),^{2, 4} a fehér édesgyökér (*Tragopogon porrifolium*),¹ sőt, mint e nyáron tapasztaltam, a mezei folyondár (*Convolvulus arvensis*) leveleit is elfogadja.

Különösen a *Scorzonera* levelein való felneveléshez fűződtek a közelmúltban vérmes remények, amelyek azonban — különböző megítélések szerint — nagyon egyenlőtlen értékű selymet szolgáltató gubókat eredményeztek.¹

Csak mellékesen akarom felemlíteni, hogy a hernyók selyemhozamára eperfalombon való tenyésztés alkalmával is több tényező hat be. Sőt az sem közömbös, hogy a fehér szederfa mely varietásai szolgáltatják a hernyók felnevelésére felhasznált lombot, de még az sem, hogy fáról vagy sövényről, vizes réten vagy normális nedvességű talajon, völgyben vagy dombháton növő fáról származott-e a levél?

Felemlítem ezt azért, hogy a műtápszeres selyemhernyó-gubók értékelésénél tekintettel legyünk a normális eperfalevélen tenyésztettek szintén nagyon egyenlőtlenül kiadódó végeredményeire.

Kiemelem, hogy engem egyelőre az ügynök gyakorlati vonatkozásba hozható része kevésbé érdekelt. Tisztán a fenti elgondoláson megindítható tenyésztés tényének lehetősége foglalkoztatott. A fentemlített, egymástól rendszertani tekintetből is nagyon távoleső növényeknek tápszerűl való alkalmazhatóságát csupán kísérleteim eredményességre vezető iránymutatójának tekintettem, mint amelyek pozitív kilátással kecsegtettek. Azokból remélhettem, hogy a hernyók megfelelő műtápszerek elfogadásától sem fognak idegenkedni.

Kiemelem ismételten, hogy egyelőre tisztán tudományos

problémaként kívánom vezetni vizsgálataimat, jóllehet ennek sikere esetén gyakorlati jelentősége felől is meg vagyok győződve. Ugyanis a selyemhernyótenyésztést sok esetben nem csupán az évszakoktól, de bizonyos fokig a klímaviszonyoktól is függetleníthetné, sőt mindenesetre annak intenzívebbé tételére módot szolgáltatathatna, nálunk is, de más organikus termelést űző országokban a selyemtermelésben a versenyképesség fokozásához bizonyára hozzájárulhatna.

Hogy érdemes-e az eperfalevelek elemi anyagaiból a selyemhernyó szájaizeszerinti műtápszert összeszerkeszteni, amikor az eperfa úgyszólván tetszés szerint szaporítható, tisztán gazdasági háttérű kérdés, amelyre ugyanaz áll, mint bármely más műtápszerre vagy műtakarmányra vonatkozó kérdésre.

Hiszen már annak a felismerése, — BOLLE munkája¹ után közlöm — hogy az eperfalevél «gyanta-tartalma» előnyösen befolyásolja a selyemmirigyek gyarapodását, tápszerszerkezeti nézőpontból rendkívül érdekes észlelet és bizonyára további vizsgálatokra fog még alkalmat szolgáltatni, s önként következik, hogy a megfelelő «gyanta» (?) fokozottabb adagolása által a termelt selyem mennyisége csak fokozható lenne.

Kétségtelen, hogy újabban a mesterséges, de a természetes selyem iránt is fokozódó az érdeklődés. Ez utóbbinak a megbecsülését kiváltotta a háborús robbanóanyaggyárakból előtörő műselyemipar, amely a gyapottermelést már is válságba sodorta, de amelynek a termékei korántsem versenyezhetnek sem tartósság, sem higiéniai nézőpontból a természetes selyemmel.

Az «örökbéke» gondolatától áthatott (?) államok erősen szubvencionált «műselyem» gyárai valóban sokat használtak és használnak a valódi selyem széleskörű elterjedésének. Már a műselyemgyárak is bizonyos félmű-féltermészetes selymeik előállításához is nagymennyiségű valódi selymet igényelnek. De fokozza a valódi selyem iránti keresletet a «mű-készítmény» fellendülése is, mint minden hasonló esetben. Ezt az ősidők óta selymértenyésztő keletázsiai országok intenzívebbé tett tenyészetek révén már is kiaknázzák. Az európai országok közül egyedül Olaszország feküdt neki — MUSSOLINI élettudományos vonatkozású gazdasági kérdésekben is korszinvonalas tájékozott-

ságával — a selyemtenyésztés fokozásának, ami már ez évben (1929) ötvenmillió kg-on felüli mennyiséget eredményezett, több mint kétszeresét a még néhány éve termelt mennyiségnek^{1, 3}.

Nálunk is az idén hangzott el a M. K. Földművelésügyi Miniszter Úrnak az a nyilatkozata, mely szerint a selyemtenyésztés nagyobb mérvű fejlesztése a gazdasors emelése érdekében szükséges volna. Epreskerteknek magánterületen való telepítése által új jövedelemforrás nyílna meg a kis- és a nagybirtokos részére egyaránt.

Tudomásom szerint ez az első, számszerű adatokkal alátámasztott, magasabb helyről jövő felelősségteljes gazdaságpolitikai propaganda a selyemtenyésztésnek szélesebb mederben való folytatására, amikoris nem csupán az országutak poros, és ezért mindig kétes eredményt biztosító eperfáira való számítás, de az eperfának szabadföldi, mező- és erdőgazdasági rendszeres művelésén keresztül történő, teljesen racionalizált selyemtenyésztés volna folytatható. (Csupán mint mellékproblémát említem föl, hogy a japánok és kínaiak az eperfának selyemtenyésztési hasznosításán túl, annak papiros- és szövetanyagként való feldolgozásához is értenek.)

Annak részletbe menő kifejtése, hogy a selyemtenyésztés és a hozzácsatlakozó selyemipar nemzetgazdaságilag mit jelent, és hogy ez mennyire szolgálhatná vajudó mezőgazdasági rendszerünket industrializáló irányánál fogva is, nem tartozik tárgyalási körömhöz, mégis szándékosan hangsúlyozni kívánom azt, hogy tiszta teoretikus irányú kutatások gyakorlati szémszögből nézve is megindíthatók, mint amit — a nálunk mostoha sorsban részesülő, de másutt dominálóan művelt — alkalmazott állattani vizsgálatok bizonyítanak.

Vizsgálataimmal összekapcsolódó tenyész kísérleteimet 1925 óta, részben az Erzsébet-Nőiskola állattani laboratóriumában, részben az elmúlt év óta Szegeden, a Polgáriiskolai Tanárképző Főiskolán folytatom. Pozitív sikert ígérő eredményt azonban csak ez idén sikerült elérnem, amikoris két egymásután következő hernyócsapatot sikerült nagyrészt 50—70%-ig menően különböző műtápszerekkel felnevelni és azoktól normális fejlettségű gubókat és jónak ígérkező selymet nyerni.

Táplálékul a tenyésztés megindítására zsenge, majd kifejlett, felszeletelt eperfalevelet használtam. Fokozatosan tértem át a vedlések előhaladtával nagyobbodó mennyiségű műtápszer felvételére, amelyet az utolsó növekedési periódusban szinte hihetetlen mohósággal fogyasztottak el.

Arra építve, hogy a hernyók a pazarlásszerűen elfogyasztott lomblevelekből csupán rágószerveikkel, tehát mechanikai úton megnyitott sejteknek főként plazmaanyagait és azoknak zárványait képesek felhasználni, ilyenféle tápanyagot — főleg plazmatikus nativ anyagokat — kívántam részükre elfogadásra alkalmas módon szervezetükbe bejutatni.

Tápszerélettani hatások kielégítése céljából a mesterségesen szétzúzott és kipréselt eperfalevelek plazmanedve, valamint az ugyanilyen módon kezelt leveleknek — plazmájuk kipréselése nélkül — gondos szárítás után, finomra őrölt zöld lisztje kínálkoztak teljes értékű táppótszerekül.

A leveleknek préseléssel való plazma nyeréséről, megfelelő készülék híján, mivel csak igen kis mennyiségeket tudtam kipréselni, áttértem a zöldliszt alkalmazására, amelynél az az okoskodás vezetett, hogy az elvesztett víznek a szükséges mértékig való visszajuttatása után, feltéve, hogy fehérje-denaturálás nem történt, mint a természetes tápláléknak anyagi összetételében azonos, vagy legalább is azt leginkább megközelítő «műtáplálék» lesz alkalmazható. Továbbá, hogy ez a porított levélanyag, amely mikroszkópos kép szerint — alig néhány sejt kivételével — elroncsolt, s így az emésztő nedvek részére hozzáférhetővé tett levélrészeket tartalmaz s így a kihasználhatóság nézőpontjából is előnyösebbnek ígérkezett, ugyanis az ilyen anyag a cellulóza kivételével, melynek feltáró enzímája a hernyónál nincs meg, teljes mértékig feldolgozható lesz.

Számítva arra, hogy az így feltárt keveréktömegben az ott levő fehérjék, szénhidrátok és zsírok, valamint a sók mennyisége mesterségesen hozzáadott, megfelelő összetételű anyagokkal tetszés szerint szaporítható, illetőleg az arányuk módosítható, alkalmasnak kínálkozott az általam kutatott kérdés behatolási pontjául.

Az eperfalevelliszt tápszerélettani nézőpontból való megítélésére alkalmas vegelelemzés ekkor még nem állt rendelkezésre.

kezésemre, ezért még sem minőségi, sem mennyiségi tekintetből nem volt támasztékom arra vonatkozóan, hogy az milyen természetű idegen anyagokat visz be a hernyó szervezetébe.

Tudva azonban azt, hogy a hernyó tápszereiből a cellulózamentes anyagokat tudja csak szervezetében értékesíteni, ezért főként fehérje, illetőleg natív fehérjeszerű anyagok bevitelére gondoltam, fokozni óhajtván ezzel az állat fehérjeszükségletének kielégítését.

Az előzetes kísérletek folyamán — mint az a következőkben kiderül — nem okozott különösebb akadályt az alapanyagom összetételének ismeretlensége.¹ Erről annyit tudtam, hogy a hernyó

¹ A frissen szedett eperfalevél megdarálás után levegőn szárítva 71 %-ot veszít súlyából. Az így nyert légszáraz anyag könnyen porítható és zöld színű lisztté dolgozható fel.

E «zöld eperfalevélisztt» a M. K. Állatélettani és Takarmányozási Kísérleti Állomás vegyelemzése szerint a következő összetételű:

Víztartalom	— — — — —	11·9 %
Hamu	— — — — —	12·5 «
Nyers protein	— — — — —	24·7 «
(Tiszta protein	— — — — —	20·6 «)
Nyers zsír	— — — — —	6·2 «
Nyers rost	— — — — —	10·1 «
N-mentes kivonatanyag	— — — — —	34·6 «

A takarmányozási nézőpontból fontosabb ásványi anyagok részletezett összetétele:

Vas- és alumíniumoxid ($Fe_2O_3 + Al_2O_3$)	— —	1·60 %
Mész (CaO)	— — — — —	2·24 «
Magnézia (MgO)	— — — — —	0·20 «
Foszforsav (P_2O_5)	— — — — —	0·68 «
Kovasav (SiO_2)	— — — — —	2·80 «

A fenti vegyelemzéshez dr. WEISER ISTVÁN a M. K. Állatélettani és Takarmányozási Kísérleti Állomás főigazgatója a következő véleményt csatolja: «Fenti adatok alapján a szárított szederlevél (eperfalevél) magas proteintartalma, közepesen magas zsirtartalma és alacsony nyers rosttartalma által tűnik ki. Említést érdemel még aránylag magas mésztartalma is. Összetétele alapján a szárított szederlevél igen jó minőségű, selyemhernyók eleségéül felhasználható takarmánynak bizonyul».

Legyen szabad e vegyi összetétel értelmezéséhez, bár nem tartozik szorosan tárgyamhoz, tisztán irodalmi adatok alapján hozzáfűznöm, hogy

normális tápanyagait tartalmazza; a hozzáadott anyag elfogadása, illetőleg annak a hernyók fejlődésére gyakorolt hatása pedig a hernyók növekedésében és a gubók megszövésében bizonyítékok látszottak szolgáltatni okoskodásom helyességére. Mégis a kísérleteknek tervszerű és minden tudományos szemszögi kritikát kiálló kivitelét erősen gátolta az eperfalevél anyagainak ismerethiánya, mégis, mivel ekkor még mást, mint tájékoztatást kísérleteimtől nem vártam, egyszerű tapogatódzásszerű methodikával indultam meg.

Annál kevésbé várhattam be még csak tájékoztató vegyelemzések megejtését is, és ilyeneket az irodalomban sem sikerült találnom, mert a hernyók rövid tenésziideje sürgetett a kísérletek fokozatos és gyors keresztülvitelére, nem adva időt arra sem, hogy szélesebb körben tegyek idegen tápanyagok elfogadtatására előkészületeket.

Megelőzően pedig a siker lehetősége iránti pesszimizmusom nem bátorított fel arra, hogy a szükséges analízisek megejtésére időt és pénzt áldozzak, amikor ezen mindkét valutanemből nagyon szűkösen állt rendelkezésemre.

Egyelőre megelégedtem a közvetlenül kínálkozó siker learatásával, amely a hernyóknak fiziológiai okoskodáson keresztül «feljavított táplálék» elfogadása tényének megállapításából állott.

A selymhernyó éppen úgy mint valamennyi hernyó, a levél anyagaiból, mint említettem, csak a cellulózán kívüli anyagokat képes felhasználni, mégpedig főként a fehérjéket, mint amely a fehérjeszármazékból álló selymmirigy váladékának is alapanyaga kell hogy legyen. Ebből kiindulva első törekvésem az volt, hogy a hernyók részére mesterségesen fehérjedússá tegyem az etetésre szánt leveleket. Önként kínálkozott a neutrális ízű,

Olaszországban, de máshol is háziállatok takarmányozására a selymhernyó tenyésztésénél el nem használt eperfalombot igen jó eredménnyel etetik fel. Sőt BOLLE szerint a később növe és ősszel lehulló leveleket besózva vagy másképpen konzerválva — kiszáritás nélkül — kérődzők vagy más növényevő állatok részére kitűnő téli eleségnek tartják. E gyakorlati életből merített adatokat WEISER eperfalevélvegyeletelemzései tudományos szemszögből is teljesen igazolják.

natív fehérjéjű tojássárgája, valamint a tojásfehérje is. A bevezető kísérleteknél, a levelek porrá őrölése előtt, ezen anyagokat külön-külön vagy összekeverve felkenéssel vagy permetezéssel vittem fel a levelekre, amelyeket a fehérjeréteg megszáradása után, később azon nedvesen is, normális mohósággal faltak fel a hernyók.

Ügyszintén tojássárgájával és fehérjéjével gyúrtam tésztává a fentebb említett eperfalevélisztet is, melyhez később dús sikértartalmú búzalisztet és a vele együtt nyújtott egyéb anyagokat is kellő mohósággal látszottak elfogadni. Egy részüknek a fenti tápkeverékhez felszívódásra közvetlen alkalmas cukorféléket is adtam, amelyet mérsékelt keverékarányban nagy mohósággal fogyasztottak el.

Kiemelem, hogy ezidőszerint még tisztán a hernyóknak a normális eperfaleveles tenyészeteivel való összehasonlításából következtethettem a műtápszeres tenyészetekben nyújtott táplálék tényleges felhasználására. Arról ezidőszerint még nincs pozitív ismeretem, hogy a kísérleti állatok a felvett műtáplálékot milyen mértékig használták fel, ennek a megítélhetőségéhez a normál-tenyészet anyagforgalmi képe is szükséges volna. A kérdés vizsgálatának előbbrevitele ezen két anyagforgalmi kép összevetése után lesz lehetséges.

Ügyszintén hiányos még ezidőszerint a legmegfelelőbb műtápszer megkeresésének a lehetősége is, jóllehet eddig is szem előtt tartottam — amennyiben lehetséges volt —, hogy az elfogadott műtápszer a hernyók fejlődésére, a gubónak a nagyságára és a selyem minőségére milyen befolyást gyakorolt.

Már eleve gondoltam, hogy a hernyók szájszerkezetének anatómiai sajátosságai megszabják az elfogadásra előkészített anyag külső formáját és konzisztenciáját egyaránt. Óvakodtam attól, hogy a normálisan igényelt nedvességen túl többet juttassak a hernyók szervezetébe. Jóllehet egészen híg tápszer elfogyasztása után sem észleltem valamilyen megbetegedést vagy az ürülék meghigulását.

A műtápszernek lemezalakban való táplálékkul nyújtása, a friss eperfalevél víztartalmának megfelelően megnedvesítve, látszott a legcélszerűbbnek. Ezt az anyagot ilyen előkészítés mellett

azonban csak a nagyon éhes hernyók fogadták el, a többi neutrálian viseltetett vele szemben. Ha azonban ezt a zöld tézta-szerű anyagot friss, vagy akár egészen fonnyadt eperfalevélre kentem fel, a hernyók a legnagyobb mohósággal falták azt fel, még abban az esetben is, ha a felkent anyag a levél súlyát 4—5-szörös mennyiségre is felülmúlta.

Nagyon erős tempóban fogyasztották el a mütápszert, ha azt két levéllemez közé préseltem be, különösen ha az anyag nádcukorral el volt keverve. A hernyók az ilyen nagyon koncentrált tápláléknak megfelelően sokkal hamarabb is jóllaktak és ritkább időközökben mutattak hajlandóságot a táplálkozásra, mint pusztán eperfalevélen nevelt társaik. Nem észleltem azonban azt, hogy az ilyen intenzíven táplált hernyók tenyészciklusuknak rövidebb idő alatt jutottak volna a végére, mint a normálian táplált testvértenyészetben levő «controllhernyók». Ebből azt a megállapítást vonom le, hogy a növekedési tempó, mint faji sajátság, a normáltenyészet optimális fokán túl nem fokozható. Legalább is ezidőszerint fejlődésbeli gyorsulást nem észleltem. Az azonban erősen szembeötlő volt, hogy a mütápszerezen tartott hernyók, az intenzívebb tápláléknak megfelelően, a normáltenyészetbelieknél fejlettebbek, testesebbek, laikus szemlélők megjegyzése szerint «kövérebbek» voltak, mint levélen élő testvéreik gubóik azonban alig, vagy éppen nem voltak fejlettebbek a normáltenyészet «sovány» hernyóinál.

Nem tudtam eddig még tisztázni azt a kérdést, hogy a mütápszereken nevelt hernyók gubóinak a selyme minőségileg és mennyiségileg mint áll a normáltenyészetekéihez viszonyítva. Úgyszintén nem tudhatom még ezidőszerint, hogy a bevitt idegenszerű anyagokat milyen mértékig hasznosíthatták a selyem-termelésben. Csupán következtetem, mivel a mütáplálékon nevelt gubók és a normáltenyészet gubósúlya között nincsen lényeges különbség, hogy az egyébként ki nem elégítő eperfalevélmennyiségen felül adott idegen származású tápszereknek kellett szolgáltatni azt a fehérjetömeget, melyből a hernyók mégis normál-quantumra fejlesztették ki selyemtermelésüket.

A mütápszereken való selyemhernyótenyésztés problémája még nemcsak hogy be nem fejezett, de egyszersmind nagyon sok

új kérdést is vetett fel, melyek megoldása csak tervszerű, lépésről-lépésre haladó kísérletezéssel és ezt támogató laboratóriumi munkálatokkal lesz tisztázható. Az itt előterjesztett előzetes közlemény érdemileg csupán a műtápszerekkel való selyemhernyó-nevelés lehetősége felől ad megbizonyosodást, melynek közzététele által a szakemberek figyelmét óhajtottam felhívni, e reánkérzve éppen nem közömbös észleleteknek további érdeklődési körben való tartása végett.

Irodalom.

1. BOLLE J.: Die Bedingungen für das Gedeihen der Seidenzucht und deren volkswirtschaftliche Bedeutung. Mit 33 Textbild. p. 1—51. Berlin. 1916.
2. BRINCKMEIER E.: Der Seidenbau. p. 1—141. Ilmenau, 1921.
3. FENT ISTVÁN: A selyemtenyésztés gyakorlati kézikönyve. p. 1—68 1 táblával. Budapest, 1929.
4. TICHOMIROW, O.: Die Scorzonera als Futter für die Seidenraupe. — Aus dem Russischen übersetzt von G. v. Trentorius. Anhang in Brinckmeier's Buch: Der Seidenbau, p. 141—152. 1921.

(A M. Tud. Akadémia III. osztályának 1929 dec. 16.-án tartott üléséből.)

ZÜCHTUNG DER SEIDENRAUPE (*Bombyx mori* L.) MIT KÜNSTLICH ZUSAMMENGESetzten NAHRUNGSMITTELN.

(Auszug aus einer vorläufigen Mitteilung.)

Von A. ABONYI.

Verfasser gibt einen vorläufigen Bericht über seine Experimente die Seidenraupen mit künstlichen Nahrungsmitteln zu füttern.

Durch die Herstellung eines künstlichen Futters aus Komponenten, deren stoffliche Zusammensetzung und Aroma den des Maulbeerbaumblattes entspricht oder ihm nahe steht, denkt Verfasser die Seidenraupenzucht auf ökonomischere Grundlagen stellen zu können. Dadurch wäre es auch möglich die Seidenzucht und ihre Produktionsmöglichkeiten in wirtschaftlicher Ausbreitung erweitern zu können und diese sogar von klimatischen Verhältnissen frei zu machen.

Von physiologischem Standpunkte aus betrachtet, scheint es sehr wahrscheinlich zu sein, durch zielbewusste Zusammenstellung der künstlichen Nährmittel die Seidenproduktion günstig beeinflussen zu können. Es wäre damit auch die Möglichkeit gegeben, die einverleibte Zellulosemenge, welche als unbrauchbarer Ballast — infolge des Fehlens der zur Verdauung der Zellulose notwendige Enzyme — das Darmsystem des Tieres durchwandert, zu verringern und anstatt dieser nützliche Nährmittel in konzentrierter Form, zur Beförderung des Entwicklungsganges, einführen zu lassen.

Aus den bisherigen Experimenten des Verfassers stellt sich schon bereits heraus, dass sich von den Raupen Eiweissstoffe

und Kohlnhydrate, sogar Fette aufnehmen lassen. Es wurde die Einwirkung des künstlichen Futters auf die Raupen in zwei auf einander folgenden Zuchten beobachtet, mit der Feststellung, dass der Entwicklungsgang ganz normal abgelaufen ist, die Kunstfutter-Raupen scheinen sich sogar besser entwickelt zu haben, als die Kontroll-Raupen. Obzwar die Raupen der künstlichen Zucht «dicker» sind, haben die Kokone dieser im Gewichte und Aussehen von solchen der Normalzüchtungen, jedoch kaum differiert. Was immerhin beweist, dass mit dem Verfahren des Verfassers möglich, ist die Kunstraupenzucht mit der Normalzucht mindestens auf gleicher Höhe zu halten.

Die verschiedenen, möglichst reinen und indifferenten Nährstoff-Komponenten wurden mit zerriebenem und ausgepresstem Maulbeerbaumblattsafte, oder mit pulverisiertem Maulbeerbaumblatte gemengt und dieser mit Behelf — wegen der kauenden Mundteile der Raupe — möglichst frischer Maulbeerblätter aufgefüttert.

Die Quantität des verabreichten künstlichen Nahrungsmittels kann die Menge der Blätter sogar fünffach überschreiten, ohne dass dies die Fresslust der Raupen vermindern würde.

Die erzielten Resultate des Verfassers über die Aufzucht der Seidenraupen mit künstlich zusammengestellten Nahrungsmitteln sind als Orientierungs-Befunde zu betrachten und sind als Vorstufen eines wissenschaftlich zu bearbeitenden Verfahrens aufzufassen, welches noch mit systematischen Nachforschungen über die Detailfragen ergänzt werden soll.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 16. December 1929.)

A NITROGÉNOXID SÁVJAINAK INTENZITÁSVISZONYAIRÓL.

SCHMID REZSŐ-től.

Három ábrával.

I. A nitrogénoxid (0, 2) γ -sávjának intenzitás-eloszlásáról.

Egy hasonló című dolgozatban¹ beszámoltunk azokról a kísérletekről, melyeknek tárgya az NO — γ sávonalak intenzitás-eloszlásának tanulmányozása volt, egyrészt a levegőben, rézpálcák között égő elektromos iv, másrészt a nagyfeszültségű egyenárammal táplált vakuum-iv és végül a kondenzált, nagyfrekvenciájú és magasfeszültségű kisülésben keletkező aktívnitrogén-utóvilágítás emissziójában.

A felvételeknek egy ZEISS-féle regisztráló mikrofotometerrel történt kifotometrállása révén megmértük az egyes sávonalak feketedését, majd megállapítva azt, hogy melyik rotációs kvantum-számhoz tartozott a maximális feketedés, következtetést vontunk a fentemlített háromféle fényforrás effektív emissziós temperaturájára.

E kísérletek idején nem rendelkezünk volt oly készülékkel, mely lehetővé tette volna a feketedéseknek intenzitásokra való átszámítását. Egy azóta beszerzett ZEISS-gyártmányú úgynevezett «lépcsőzetes résű kondenzor» segítségével újabban már oly felvételeket állíthatunk elő, melyeken «intenzitásjelek» is vannak, úgy hogy tehát lehetségessé vált a mérési eredményeknek nem

¹ POGÁNY BÉLA és SCHMID REZSŐ: Mat. és Természettud. Értesítő, XLVI. 677, 1929; a továbbiakban I-el jelölve.

csupán kvalitatív, hanem kvantitatív összehasonlítása azokkal az intenzitáseloszlási formulákkal, melyeket HILL és van VLECK¹ nyomán I.-ben közöltünk.

Sajnos, a HILGER-féle *E1*. kvarzspektrográf közepszerű felbontóképesége: $2-3\text{Å}/\text{mm}$ az $NO-\gamma$ sávok hullámhosszai ($2800-2200\text{Å}$) vidékén, nem engedte meg, hogy részletes megfigyeléseket végezhessünk; nevezetesen a γ -sávok 8 ágának vonalai nagy számban esnek össze, illetőleg kerülnek 0.1 mm -nél közelebb egymáshoz. Mivel pedig a regisztráló fotometer fotometráló részét 0.1 mm -nél szűkebbre venni nem igen célszerű a fotocella korlátozott fényérzékenysége miatt, a sűrűn fekvő sávonalak regisztrálása meghamisítódik. A távolabbi ultraibolyában a spektrográf felbontóképesége nagyobb ugyan, ott azonban a fényképező lemez zselatinrétegének fényabszorpciója már oly mérvű, hogy az eredmény megbízhatóságát bizonyos mértékben csökkenti.

Még az aránylag legkedvezőbb viszonyokat mutató (0, 2) sáv ($\lambda=2477\text{Å}$) esetében is annak kimért és identifikált körülbelül 500 vonala közül a vákuum-ívben csupán mintegy 70, az utóvilágításban pedig (a β sávok közelsége miatt) csak 30 vonal intenzitásadata volt meghatározható.²

A felvételek előállítására az I.-ben részletezett módon történt, csupán a vákuum-ívet létesítő áram intenzitása volt sokkal nagyobb, körülbelül 300 m Amp. szemben az I.-ben alkalmazott 100 m Amp.-rel; ennek megfelelően jelen dolgozat vákuum-ív felvételeiben a maximális intenzitás körülbelül $j = \frac{39}{2} - \frac{41}{2}$ rotációs kvantumszámnál lépett fel, amiből I. (6) szerint az effektív emissziós temperatura kb. $2000-2200^\circ\text{absz.}$ -nak adódik, vagyis kb. az egyenlőnek az I. rézív felvételével.

Az intenzitásjeleket minden felvételen a lépcsőzetes résű kondenzor segítségével állítottam elő; fényforrásul egy HERAEUS-féle kvareból készült higanyvilámpa szolgált. Mivel a negatív-lemeknek a különböző hullámhosszúságokra vonatkozó érzékeny-

¹ E. L. HILL and I. H. van VLECK: Phys. Rev. 32, 261, 1928.

² A rézív felvételében mutatkozó folytonos háttér miatt azokat, mint kevésbé megbízhatókat, a vizsgálatból kizártam.

ségét pontosan kimérni bolometrikusan kalibrált normál-fényforrás hiányában nem volt módomban, a (0, 2) γ -sáv valamennyi vonalának sötétedését közvetlenül a sávfejet megelőző $\lambda=2481$ Å hullámhosszúságú higanyvonal sötétedés \sim intenzitáslépcső görbéjére vonatkoztattam.

A fényképező lemez érzékenysége a sávfejtől a magasabb rotációs kvantumszámú vonalak (a rövid hullámhosszak) felé csökken. Ennek következtében a magasabb rotációs állapotok felvételeimen kevésbé intenzíveknek adódnak, mint ha a negatívlemez változó érzékenységét is tekintetbe vettem volna.

Az 1. és 2. táblázatok tüntetik fel a (0, 2) γ sáv vonalainak intenzitáseloszlását a vakuum-ívben, illetőleg a nitrogén utóvilágításban nyert felvételeken, tetszés szerinti egységben kifejezve. Az ágak jelzésére, valamint a vonalak számozására vonatkozólag lásd I.-et.

Ha az észlelt intenzitáseloszlást összehasonlítjuk a HILL és van VLECK nyomán levezetett intenzitásformulákkal: l. I. (5) képletek, úgy a következőket állapíthatjuk meg:

a) A rotációs állapotok MAXWELL-féle eloszlását feltételezve, az I. (5) formulák szerint az erősebb ágak relatív intenzitásai a maximum környékétől a növekvő j -k felé:

$$P_{22} + {}^P Q_{12} > Q_{11} + {}^Q P_{21} > R_{11} + {}^R Q_{21} > Q_{22} + {}^Q R_{12},$$

amint azt a HILL és van VLECK-dolgozat alapján készült I. 9—11. ábrák mutatják.

Ezzel szemben, észleléseim szerint, — l. I. 6, I. 8. ábrák, 1. táblázat, illetőleg ennek adatait feltüntető 1. ábra — a vakuum-ívben a relatív intenzitások

$$Q_{11} + {}^Q P_{21} > Q_{22} + {}^Q R_{12} > P_{22} + {}^P Q_{12} > R_{11} + {}^R Q_{21}$$

az utóvilágításban észlelt relatív intenzitások — l. I. 4., I. 7. ábrák, vagy 2. táblázat —

$$Q_{11} + {}^Q P_{21} > P_{22} + {}^P Q_{12} > Q_{22} + {}^Q R_{12} > R_{11} + {}^R Q_{21}.$$

Tehát míg a formulák szerint legerősebb a $P_{22} + {}^P Q_{12}$ és leggyöngébb a $Q_{22} + {}^Q R_{12}$ ág, addig az észlelések szerint legerősebb a $Q_{11} + {}^Q P_{21}$ és leggyöngébb az $R_{11} + {}^R Q_{21}$ ág.

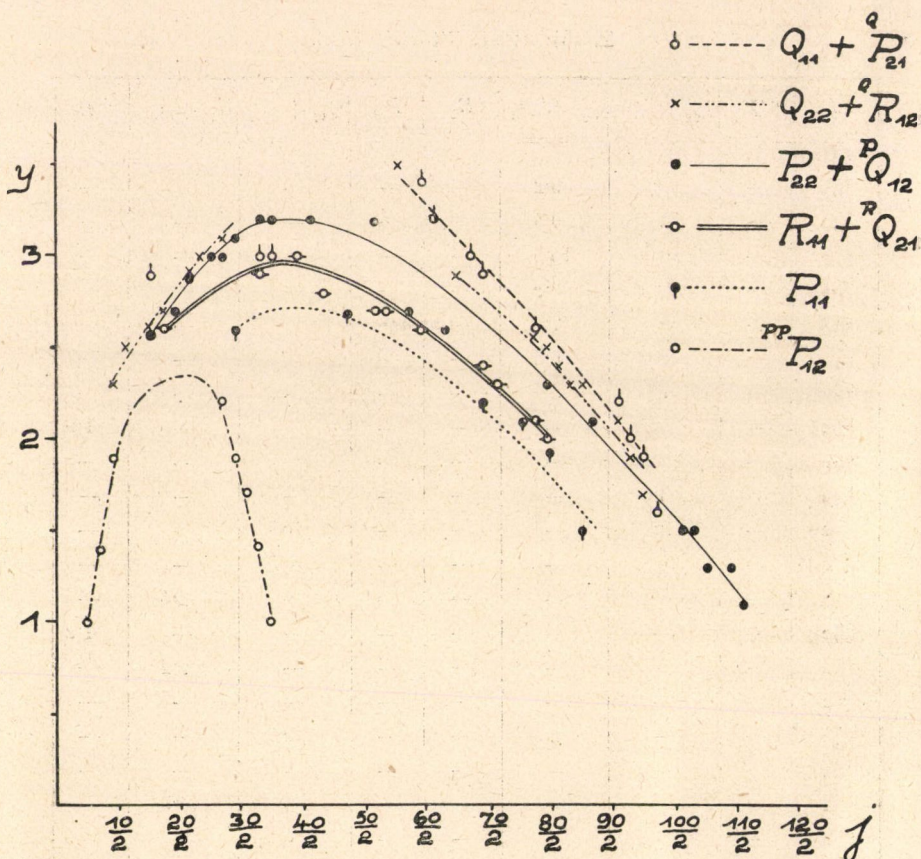
1. táblázat. (Vakuum-iv.)

J	$^{PP}P_{13}$	$P_{22} + ^PQ_{12}$	$Q_{32} + ^QR_{12}$	R_{22}	P_{11}	$Q_{11} + ^Q P_{21}$	$R_{11} + ^R Q_{21}$	$^{RR}R_{31}$
5/2	1.0	—	—	—	—	—	—	—
7/2	1.4	—	—	—	—	—	—	—
9/2	1.9	—	2.3	—	—	—	—	—
11/2	—	—	2.5	—	—	—	—	—
13/2	—	—	—	—	—	—	—	—
15/2	—	2.6	2.6	—	—	2.9	—	—
17/2	—	—	2.7	—	—	—	2.6	—
19/2	—	2.7	—	2.3	—	—	—	—
21/2	—	2.9	2.9	—	—	—	—	—
23/2	—	—	3.0	—	—	—	—	—
25/2	—	3.0	—	—	—	—	—	—
27/2	2.2	3.0	3.1	—	—	—	—	—
29/2	1.9	3.1	—	—	2.6	—	—	—
31/2	1.7	—	—	—	—	—	—	—
33/2	1.4	3.2	—	—	—	3.0	2.9	—
35/2	1.0	3.2	—	2.4	—	3.0	2.9	—
37/2	—	—	—	—	—	—	—	1.3
39/2	—	—	—	—	—	—	3.0	—
41/2	—	3.2	—	—	—	—	—	1.3
43/2	—	—	—	—	—	—	2.8	—
45/2	—	—	—	—	—	—	—	—
47/2	—	—	—	—	2.7	—	—	—
49/2	—	—	—	—	—	—	—	—
51/2	—	3.2	—	—	—	—	2.7	—
53/2	—	—	—	—	—	—	2.7	—
55/2	—	—	3.5	—	—	—	—	—
57/2	—	2.7	—	2.2	—	—	—	—
59/2	—	—	—	—	—	3.4	2.6	—
61/2	—	—	—	—	—	3.2	—	—
63/2	—	2.6	—	—	—	—	—	—
65/2	—	—	2.9	—	—	—	—	—
67/2	—	—	—	—	—	3.0	—	—

J	${}^{PP}P_{12}$	$P_{22} + {}^PQ_{12}$	$Q_{22} + {}^QR_{12}$	R_{22}	P_{11}	$Q_{11} + {}^Q P_{21}$	$R_{11} + {}^R Q_{21}$	${}^{RR}R_{21}$
69/2	—	—	—	—	2·2	2·9	2·4	—
71/2	—	—	—	—	—	—	2·3	—
73/2	—	—	—	—	—	—	—	—
75/2	—	—	—	—	2·1	—	—	—
77/2	—	—	2·6	—	2·1	2·6	2·1	—
79/2	—	2·3	2·5	—	—	—	2·0	—
81/2	—	—	2·4	—	—	—	—	—
83/2	—	—	2·3	—	—	—	—	—
85/2	—	—	2·3	—	1·5	—	—	—
87/2	—	2·1	—	—	—	—	—	—
89/2	—	—	—	—	—	—	—	—
91/2	—	—	2·1	—	—	2·2	—	—
93/2	—	—	1·9	—	—	2·0	—	—
95/2	—	—	1·7	—	—	1·9	—	—
97/2	—	—	—	—	—	1·6	—	—
99/2	—	—	—	—	—	—	—	—
101/2	—	1·5	—	—	—	—	—	—
103/2	—	1·5	—	—	—	—	—	—
105/2	—	1·3	—	—	—	—	—	—
107/2	—	—	—	—	—	—	—	—
109/2	—	1·3	—	—	—	—	—	—
111/2	—	1·1	—	—	—	—	—	—

2. táblázat. (Utóvilágítás.)

J	$^{PP}P_{12}$	$P_{22} + ^PQ_{12}$	$Q_{22} + ^QR_{12}$	R_{22}	P_{11}	$Q_{11} + ^QP_{21}$	$R_{11} + ^RQ_{21}$	$^{RR}R_{21}$
15/2	—	10·5	9·2	—	—	—	—	—
17/2	—	10·5	9·5	—	—	—	—	—
19/2	—	10·0	10·5	—	—	—	—	—
21/2	—	9·5	9·2	—	—	—	—	—
23/2	—	9·0	7·4	—	—	—	—	—
25/2	—	8·0	6·5	—	—	—	—	—
27/2	—	7·5	5·4	—	—	—	—	—
29/2	—	5·7	—	—	—	—	—	1·9
31/2	—	4·5	—	—	—	—	—	—
33/2	3·0	3·6	—	—	—	—	—	—
35/2	—	3·2	—	—	—	5·4	—	—
37/2	—	—	—	—	—	4·7	—	—
39/2	—	—	—	—	—	—	2·4	—
41/2	—	—	—	—	—	—	—	1·2
43/2	—	—	—	—	—	—	2·2	—
45/2	—	—	—	—	—	—	—	—
47/2	—	—	2·9	—	—	3·2	—	—
49/2	—	—	—	—	—	—	—	—
51/2	—	—	—	—	—	—	1·5	—
53/2	—	—	—	—	—	—	—	—
55/2	—	2·0	—	—	—	2·8	—	—
57/2	—	—	—	—	—	2·0	—	—
59/2	—	—	—	—	—	—	—	—
61/2	—	—	—	—	—	—	—	—
63/2	—	1·4	—	—	—	—	—	—
65/2	—	—	—	—	—	—	—	—



1. ábra.

A gyöngé ágaknál az I. (5) formulák, illetőleg I. 9—11. ábrák szerint:

$$PPP_{12} > P_{11} > RR_{21} > R_{22},$$

ezzel szemben az észlelések szerint a vákuum-ívben: l. 1. ábra nyilvánvalóan intenzívebb a P_{11} , mint a PPP_{12} ág, úgyszintén R_{22} intenzívebb, mint RR_{21} , vagyis a formuláktól való eltérés hasonló értelmű, mint az erős ágaknál.

b) Hasonlóképp nem egyezik a tapasztalat a formulákkal abban sem, hogy míg az I. 9—11. ábrák szerint az erős ágak

intenzitásai általában véve háromszorosai a gyöngye ágakéinak, addig az 1-2. táblázatok, illetőleg 1. ábra szerint az arány sokkal kisebb.

c) És végül megállapítható még, hogy a magasabb rotációs állapotok intenzitásai nagyobbak, mint ahogy azt a formulából szerkesztett I. 9-11. ábrák feltűntetik. Ha összehasonlítjuk az I. 11. ábrát — mely jelen esetben a vakuum-ív effektív emissziós temperaturájának megfelelő teoretikus eloszlást mutatja (l. fönt), a vakuum-ív észlelési adatait ábrázoló 1. ábrával, látnivaló például, hogy míg az I. 11. szerint $j = \frac{39}{2}$ rotációs kvantumszámhoz tartozó intenzitásértékek körülbelül egyharmadát teszik a maximális értékeknek, addig az 1. ábra szerint az arány körülbelül 3:2, vagyis közel 100%-al nagyobb.¹ Kivételt képez a $^{PP}P_{12}$ ág, amely viszonylag igen sebesen csökken le minimális értékekre.

MULLIKEN² «Elektronic States and Band Spectra... VII.» c. dolgozatában a 413. lapon tárgyalja az $NO-\gamma$ sávokat. Hivatkozik itt GUILLERY-nek³ a γ -sávok ágainak relatív intenzitására vonatkozó adataira, amelyek szerint lenne:

$$Q_{22} + {}^oR_{12} > Q_{11} + {}^oP_{21} > R_{11} + {}^RQ_{21} > P_{22} + {}^PQ_{12};$$

és

$$P_{11} \gg {}^{PP}P_{12} > R_{22} > {}^{RR}R_{21}.$$

Azonban GUILLERY — ki a felvételeket magasfeszültségű váltakozó árammal táplált vakuum-ívben nyerte volt és kinek megfigyelései a (0, 2) sávon kívül elsősorban a közelebbi ultraholyában fekvő (0, 4), (0, 3) és (1, 4) sávokra vonatkoznak — dolgozatában nem közöl számadatokat az intenzitáseloszlásról.

Legújabban KAPUŚCIŃSKI és EYMERS⁴ végeztek vizsgálatokat a

¹ A változó lemezérzékenység tekintetbevételével a magasabb rotációs állapotok csak még nagyobb intenzitással jelentkeznének; l. fönt.

² R. S. MULLIKEN: Phys. Rev. 32. 388, 1928.

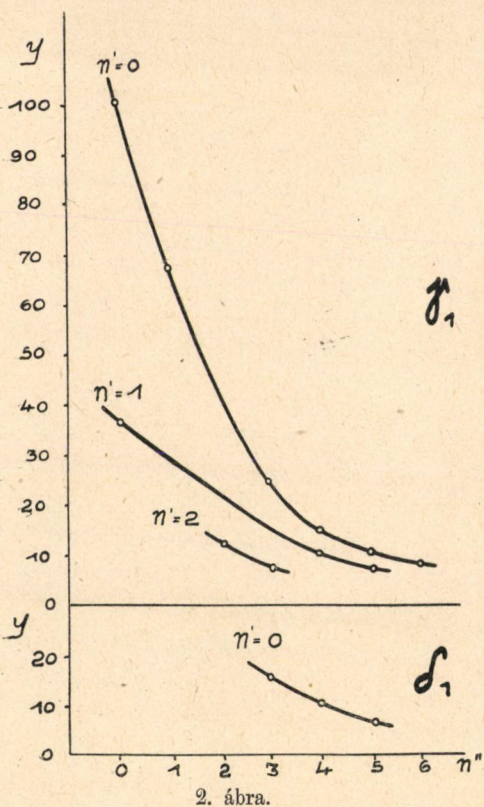
³ M. GUILLERY: Zeitschrift f. Physik, 42. 121, 1927.

⁴ W. KAPUŚCIŃSKI und I. G. EYMERS: Zeitschrift f. Physik, 54. 246, 1929.

higanyhidrid sávjainak intenzitáseloszlására vonatkozólag, egybevetvén azt a HILL és van VLECK-féle megfontolások eredményeivel. Szerzők tapasztalják, hogy a magasabb rotációs állapotok sokkal intenzívebben vannak képviselve, mint ahogy azt a formulák alapján várni lehetne; ezen általános megfigyelésen kívül megállapítják még, hogy az ágak relatív intenzitásai sem követik hűen a formulákat. E megfigyelések nagyfokú analógiát mutatnak jelen dolgozat eredményeivel.

II. Az $NO\beta_1$, γ_1 és δ_1 sávrendszerek fejeinek intenzitásáról.

A nitrogénoxid sávrendszerein belül az intenzitás eloszlásáról az egyes sávokat illetően az irodalomban igen kevés adatot



2. ábra.

találunk. A felfedezők, illetőleg a fejschema felállítói megadják ugyan néhány esetben a sávfejek okozta feketedést a fényképező lemezen, azonban teljesen tetszés szerinti skálában kifejezve.

Jelen vizsgálat folyamán nagyszámban készült felvételek az aktív nitrogén utóvilágításának színeképéről a HILGER-féle E. 1. kvarc-spektrográf úgynevezett II. és III. pozíciójában a 3300 Å-tól 2500 Å-ig terjedő spektrálvidékről PERUTZ-extraparapidelemekre, 2500 Å-tól 2100 Å-ig SCHUMANN-lemezekre, melyeken a β , γ , δ sávrendszerek sávjai közül mint egy 35 sáv volt együttesen

fotografálható és így nem volt egymástól elválasztható. Valamennyi negatívon intenzitásjeleket is állítottam elő a lépcsőzetes résű kondenzorral a közelebbi ultraibolyában (2400—2500 Å-ig) a HERAEUS-féle kvarc-higany-ívlámpával, a távolabbi vidéken rézpálcák között égő egyenáramú ív alkalmazásával.

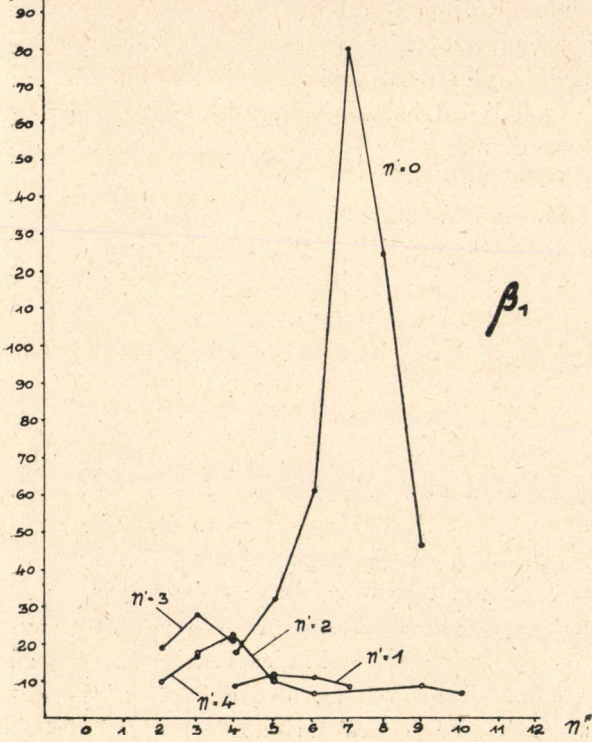
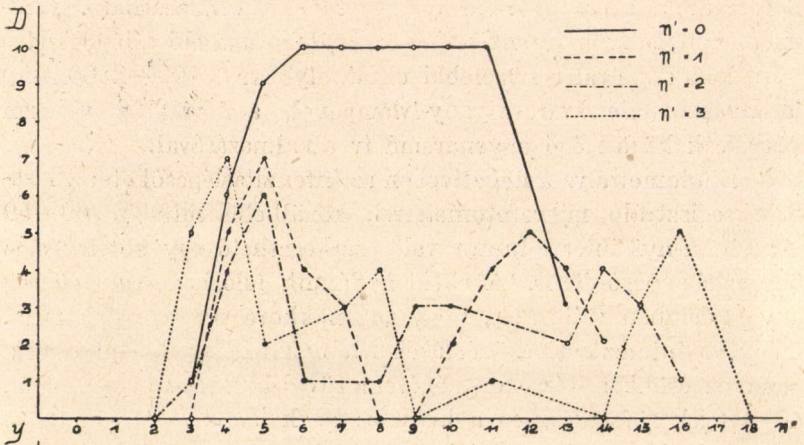
Kifotometrálva a negatívokon az intenzitáslépcsőket a ZEISS-féle regisztráló mikrofotometerrel, körülbelül minden 60—80 Ångström-nyi intervallumra volt szerkeszthető egy sötétedés ~ intenzitáslépcső-görbe. A rövid hullámok felé haladva e görbék oly értelemben változnak, hogy ugyanakkora sötétedésnek mind nagyobb intenzitáslépcső értékek felelnek meg, párhuzamosan a lemezek csökkenő érzékenységgel a rövid hullámokkal szemben. A sávfejek sötétedéséhez a kérdéses spektrumvidékre vonatkozó görbén leolvasott intenzitáslépcső értékek mindenestre tökéletesebb mértékei a tulajdonképeni — és csakis egy bolometrikusan kalibrált normál fényforrással való összehasonlítás alapján meghatározható — valódi intenzitásoknak, mint a negatívlemez sötétedéseinek egyszerű megszámozása egy tetszőlegesen szerkesztett sötétedési skála alapján.

A spektrográf II. és III. pozíciójában, a különböző extrarapid és SCHUMANN-lemezekben észlelt összes ily görbeértékeket a $\lambda = 2268$ Å hullámhosszúságú $\gamma_1(0, 0)$ sávfej okozta sötétedéshez tartozó görbeértékhez viszonyítottam.

A γ és δ sávok az ibolya felé árnyékoltak; az ibolya felé eső γ_2 és δ_2 fejek sötétedését a hosszabb hullámhosszú fejekhez tartozó ágak vonalaival előálló összeesések miatt — a vörös felé árnyékolt β sávok esetében pedig a vörös felé eső β_2 fejeket ugyanily okból — nem határozhattam meg.

A mérések eredménye a 2. ábrában és a 3. ábra alsó felében van feltüntetve. A kis körök jelzik az n' kezdő- és n'' végvibrációs kvantumszámokhoz tartozó γ_1 és δ_1 , illetőleg β_1 fejek intenzitását ugyanazon ordináta egységben — a $\gamma_1(0, 0)$ sávfej intenzitásának 100-ad részében — kifejezve. Abszcisszául az n'' vibrációs végkvantumszámot vettem, míg a közös n' kezdővibrációs kvantumszámú sávfejekhez tartozó pontokat görbék kötik össze.

Összehasonlítás céljából a 3. ábra felső felében feltüntettem



3. ábra.

az újabb irodalomból JOHNSON és JENKINS-nek¹ a β sávokra vonatkozó egyszerű sötétedés-skálában mért adatait.

Jelen dolgozat a Kir. József Műegyetem kísérleti fizikai intézetében, dr. POGÁNY BÉLA műegy. ny. r. tanár vezetése alatt készült. A kutató munkálatok eszközeit az intézet a Természet-tudományi Kongresszus Végrehajtó Bizottságának, valamint a Széchenyi Tudományos Társaságnak Köszöni.

¹ R. C. JOHNSON and. H. G. JENKINS: Phil. Mag. VII., 2. 621, 1926.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1929 november 18.-án tartott üléséből.)

ÜBER DIE INTENSITÄTSVERHÄLTNISSE DER NO -BANDEN.

von R. SCHMID.

In einer früheren Arbeit wurde auf Grund der sogen. effektiven Strahlungstemperatur mit den HILL- und VAN VLECK-schen Formeln die Intensitätsverteilung in den verschiedenen Zweigen der γ -Banden berechnet. Nunmehr werden auf Grund quantitativer Intensitätsmessungen die berechneten Intensitätsverteilungen mit den beobachteten verglichen. Es zeigt sich, dass feinere Einzelheiten durch die HILL- und VAN VLECK-schen Formeln *nicht* wiedergegeben werden.

In der zweiten Hälfte der Arbeit werden die gemessenen relativen Intensitäten der im ferneren Ultraviolett gelegenen β_1 , γ_1 und δ_1 Bandenköpfen mitgeteilt.

Budapest, Institut für Experimentalphysik der Technischen Hochschule.

Vollinhaltlich erschien die Arbeit in der Zeitschrift für Physik, Bd. 59, S. 850, 1930.

•(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften, am 18. November 1929.)

A MÁGNESES TÉR BEFOLYÁSÁRÓL AZ $NO-\beta$ -SÁVOK VONALAIRA; AZ $NO-\delta$ -SÁVOK KETTŐS KARAKTERÉRŐL.

SCHMID REZSŐ-től.

Négy ábrával.

I. A mágneses tér befolyása az $NO-\beta$ sávok vonalaira.

Az $NO-\gamma$ sávokon észlelt ZEEEMAN-jelenség¹ azt a kérdést vetette fel, hogy vajjon a γ -sávokat jellemző ${}^2S \rightarrow {}^2P$ elektronátmenet 2S kezdő- (HUND-féle ${}^2(b)$ eset) vagy 2P_i vég- ((a) eset) term-jének tulajdonítandó-e elsősorban a vonalak megkettőződése?

Érdekesnek látszott tehát megvizsgálni, vajjon a ${}^2P_i(a) \rightarrow {}^2P_i(a)$ átmenetnek megfelelő, a γ sávokkal közös végnívójú β -sávok is mutatnak-e hasonló típusú ZEEEMAN-jelenséget?

Mint ismeretes, az $NO-\beta$ sávok az aktív nitrogén úgynevezett utóvilágításának emissziójában lépnek fel.³

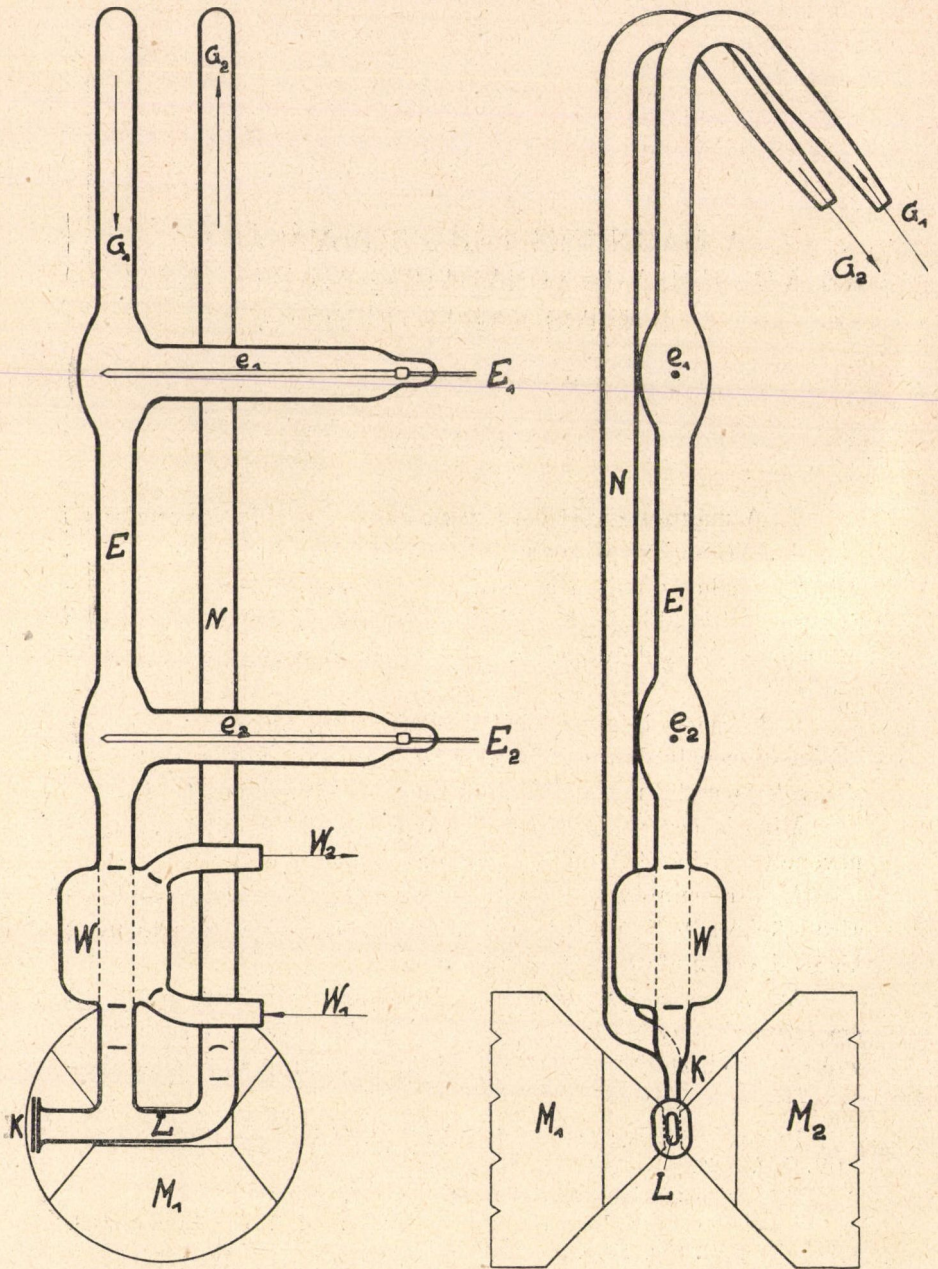
A nitrogénutóvilágításnak mágneses térben való előidézésére többrendbeli próbálkozás után az 1. ábrán látható üvegkiszülési cső mutatkozott célszerűnek.

Az E csőbe a G_1 nyíláson, egy szabályozó-fojtószelepen át 2—3 cm Hg -oszlop nyomásnál nagy sebességgel beszívott és az e_1 és e_2 wolfrámelektrodok között létesített kondenzált kiszülés által akti-

¹ POGÁNY BÉLA és SCHMID REZSŐ: Mat. és Természettud. Értesítő, XLV. 472, 1928.

² F. HUND: Zeitschrift f. Physik, 36. 657, 1926.

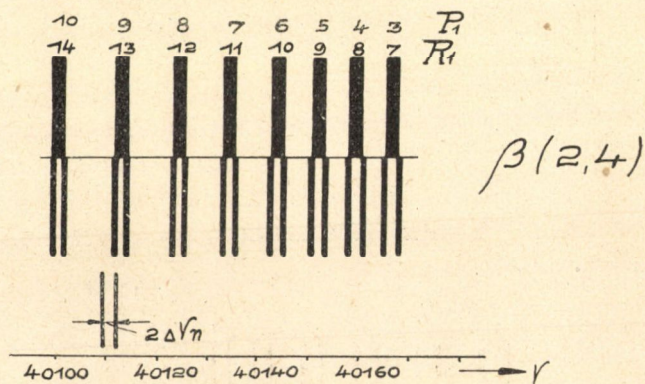
³ L. pl. POGÁNY BÉLA és SCHMID REZSŐ: Mat. és Természettud. Értesítő, XLVI. 679, 1929.



1. ábra.

vált kereskedelmi nitrogén utóvilágítása kitölti a cső L , N részeit, egészen a G_2 -nél kapcsolt rotációs-olajlégszivattyúig. Az L -nél 3—7 mm-re összelapított és K kvarcablakkal ellátott cső-részlet egy Boas-féle elektromágnes M_1 , M_2 pólusai közé nyúlik be. A W vízköpeny rendeltetése a kisülés következtében erősen felmelegedő csőfalat és gázáramot lehűteni, nehogy a K kvarcablakot odatapasztó picein meglágyuljon.

Az utóvilágítás mágneses térben lévő L részéből K kvarcablakon kilépő fény egy HILGER-féle $E1$. kvarc-spektrográf részére esett. A mágneses tér maximális erőssége 28,000 Gauss volt



2. ábra.

4 mm pofatávolság és 20 amp. áramerősség mellett. (A tér-intenzitást egy HARTMANN és BRAUN-tól származó és kalibrált bizmutspirális ellenállás-változása mérte. A mérés pontossága cca 2% ; ezen belül a tér mindig homogénnek mutatkozott.)

A felvételek időtartama 10—12 óra volt. Az összehasonlítás alapjául szolgáló, nem mágneses térből származó felvétel ugyanarra a lemezre a következő nap folyamán vétetett fel.

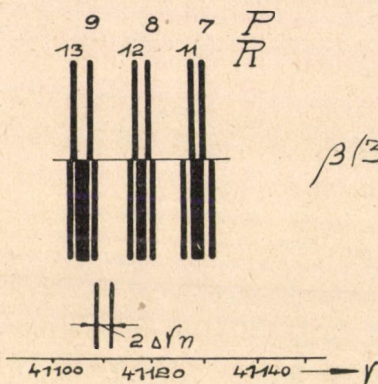
Sajnos, éppen a legfényerősebb és BARTON, JENKINS és MULLIKEN¹-től már sorozatokba rendezett sávokon nem volt lehetséges megfigyeléseket végezni, mert a rendelkezésre álló spektro-

¹ H. A. BARTON, F. A. JENKINS and R. S. MULLIKEN: Phys. Rev. 30. 150, 1927.

gráf csupán a távolabbi ultraibolyában bír megfelelő felbontóképeséggel. Ezen vidéken lévő β -sávok kimérését és sorozatokba-

rendezését KÖNIG THEODORA¹ úrhölgy végezte el intézetünkben.

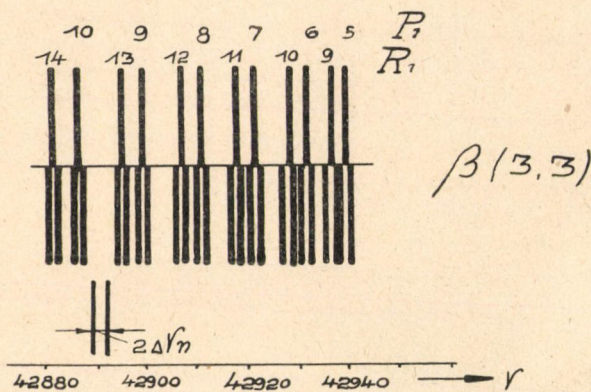
A felvételek kimérésének eredményeit a 2., 3. és 4. ábra szemlélteti. A vízszintes elválasztó vonal felett vannak a mágnesetlen térből származó sávvonalak (csupán a véletlen összeesések által kevésbé zavart, a két fej közötti vidékre eső P_1 és R_1 ágak), alattuk pedig a 28,000 Gauss erős-



3. ábra.

ségű mágneses térből származó és felbontást szenvedő vonalak.

A ν -tengely mentén hullámszámok, cm^{-1} egységben, vannak felmérve.



4. ábra.

Mint az ábrák mutatják, a mágneses felbontás a fejek (növekedő ν) felé növekszik és elérni látszik a normális ZEEMAN-triplett két szélső komponensének távolságát: $2\Delta\nu_n = 2.64 \text{ cm}^{-1}$.

¹ KÖNIG THEODORA: Bölcsészeti doktori értekezés. Budapest, 1929.

Míg a (2, 4) sávban (2. ábra) csupán a különben összeeső P_1 és R_1 vonalak látszanak szétválni, a (3, 4) sávban (3. ábra) már az egyes P_1 , illetőleg R_1 ágak is mutatnak felbontást, de a belül lévő komponensek még összefolynak. A (3, 3) sáv (4. ábra) még sokkal jobban adja vissza a jelenséget.

A hosszabb hullámok felé eső fejekhez tartozó 2. indexű ágak mindhárom vizsgált sávban a 2. ábrán feltüntetett módon viselkednek. *Polarizáció* a mágneses komponenseken nem volt megállapítható.

Fentiek szerint tehát, a rendelkezésre álló, aránylag csekély felbontóképességű spektrográf (2.0—2.3 Å pro mm) alkalmazásával, az $NO-\beta$ sávok ZEEMAN-jelensége analóg az $NO-\gamma$ sávokéval.

Az ismerttetett kísérletek annyiban bírnak érdekléssel a sávos színképek szisztematikáját illetően, mert tudomásom szerint eddig $P \rightarrow P$ elektronátmenetnek megfelelő sávokon ZEEMAN-jelenség még nem figyeltetett meg.

II. Az $NO-\delta$ sávok kettős karakteréről. A δ sávokat az aktív nitrogén utóvilágításában találta meg KNAUSS.¹ A (0, 0) sáv helyét 1913 Å-nél állapítja meg, a többi sávfejek helyéből pedig azt a következtetést vonja le, hogy a δ sávok a γ sávokkal közös végnívóval bírnak.

A nitrogénutóvilágításban nyert felvételeimen a KNAUSS által megadott hullámhosszak környékén a δ sávok fejei tényleg felismerhetők voltak. Míg azonban KNAUSS egyszeres fejek jelenlétét konstatálja, addig felvételeim félre nem ismerhetően kettős fejeket mutatnak. Annak, hogy KNAUSS nem észlelte ezen második és a rövid hullámok felé eső fejek jelenlétét, oka lehet spektrográfjának kicsiny felbontóképessége (17 Å/mm), aminek következtében ezek a második fejek a hozzájuk közel eső vagy β sávok fejeivel egybeolvadtak. Az $E1$. kvarc-spektrográf felbontóképessége körülbelül tizszerese az előbbi értéknek, így tehát lehetséges volt sokkal nagyobb pontossággal kimérni a δ -sávok közül azt a hármát, mely még a kvarc-spektrográf által

¹ H. P. KNAUSS: Phys. Rev. 32. 415, 1928.

1. táblázat.

	KNAUSS δ		δ_1		δ_2	
	λ Å	ν cm ⁻¹	λ Å	ν cm ⁻¹	λ Å	ν cm ⁻¹
(0,5)	2320	43,103	2317·86	43,129·9	2311·44	43,249·7
(0,4)	2229	44,863	2227·05	44,888·5	2220·91	45,012·5
(0,3)	2142	46,685	2141·47	46,682·1	2135·85	46,804·9

2. táblázat.

	(0,5)	(0,4)	(0,3)
δ_1	43,129·9 119·8	1768·6	44,888·5 124·0
δ_2	43,249·7	1762·8	45,012·5 1792·4

hozzáférhető legrövidebb hullámhosszon (körülbelül 2100 Å) innen van. A felvételek az E1. kvarc-spektrográf úgynevezett III. pozíciójában, SCHUMANN-lemezekre történtek. A mérések eredményét az 1. táblázat mutatja (a hullámhosszak (λ) levegőben mért, a hullámszámok (ν) vákuumra redukált értékek.) A 2. táblázatból kitűnik a sávfejek hullámszám különbsége. Mint látható a δ_1 és δ_2 fejek távolsága körülbelül 120—124 cm⁻¹, vagyis éppen annyi, mint a γ sávoknál.¹

Ezek alapján nagy valószínűséggel látszik bérni az a feltevés, hogy a δ sávok a γ sávokkal azonos végnívójuak. Sőt a δ sávok elektronátmenetére is vonhatunk következtetést; nevezetesen a δ sávoknak a γ sávokkal azonos kettős felbontása valószínűvé teszi a δ sávok kezdőnívójául egy S nivå feltevezését.

¹ L. pl. R. SCHMID: Zeitschrift f. Physik, 49. 428, 1928.

A δ sávok vonalainak kimérését és esetleges ZEEMAN-jelenségének megfigyelését célzó kísérletek intézetünkben már megkezdődtek.

*

Ez a vizsgálat a Kir. József Műegyetem kísérleti fizikai intézetében, dr. POGÁNY BÉLA műegyetemi ny. r. tanár vezetése alatt készült. Az eszközöket részben a Természettudományi Kongresszus Végrehajtó Bizottsága, részben a Széchenyi Tudományos Társaság bocsátotta rendelkezésre, melyért e helyt is leghálásabb köszönetemnek kifejezést adni bátorkodom.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1929 október hó 14.-én tartott üléséből.)

ÜBER DEN EINFLUSS DES MAGNETISCHEN
FELDES AUF DIE LINIEN DER $NO-\beta$ -BANDEN
UND ÜBER DEN DUBLETTCHARAKTER DER
 $NO-\delta$ -BANDEN.

Von R. SCHMID.

In der ersten Hälfte der vorliegenden Arbeit wird mitgeteilt, dass bei der angewandten mässigen Auflösung die Linien der $NO-\beta$ Banden ähnlich denjenigen der γ -Banden, scheinbar in Dubletten aufspalten.

Im zweiten Teil wird der Dublettcharakter der $NO-\delta$ Banden festgestellt und auf Grund der Dublettenaufspaltung das Anfangs-Niveau der $NO-\delta$ Banden als ein 2S gedeutet.

Vollinhaltlich erschien die Arbeit in der Zeitschrift für Physik, Bd. 59, S. 42, 1929.

Budapest, Institut für Experimentalphysik der Technischen Hochschule.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 14. Oktober 1929.)

A HETERASTRIDIMUMOK ELŐFORDULÁSA A MAGYARORSZÁGI TRIASZBAN.

KUTASSY ENDRÉ-től.

Egy táblán tíz különböző fényképpel.

Az elmúlt év folyamán dr. STREDA REZSŐ több kövületet adott át meghatározás végett a veszprémi Jeruzsálem-hegy felső triaszkori márga rétegeiből. A veszprémi Jeruzsálem-hegy eddig is híres lelőhely volt a felső triasz karni emeletébe tartozó üledékeinek gazdag faunája révén, amely faunába tartozik több nevezetesség között az egész földön unikum számba menő *Placochelys placodonta* JAEK. néven leírt fogas teknős maradványa is. A STREDA által gyűjtött anyagban meghatározott közismert jellemző kövületeken kívül (mint például *Cornucardia Hornígi* BITTN., *Misidioptera Laczkói* BITTN., *Dimiopsis intusornata* BITTN. stb.) szemembe tűntek a kövületekkel együtt begyűjtött néhány cm átmérőjű gömbös és szabálytalan tojásdad formájú maradványok, amelyek első tekintetre konkrétiónak látszanak, nagyítóval megvizsgálva azonban felületükön kisebb-nagyobb szemölcsök, sőt helyenként feketére színezett, korálok keresztmetszetére emlékeztető csillagszerű rajzolatok vehetők észre. A gömbök jellemző alakja, valamint a felület szemölcsös kiemelkedései alapján feltűnőnek találtam a hasonlóságot a triaszkorszakban világszerte elterjedt Heterastridiumokkal, amelyeket ezideig a magyarországi triasz faunájából nem ismertünk. Az idevonatkozó irodalom tanulmányozása, mint az alábbiakból kitűnik, feltevésemet igazolta.

VINASSA DE REGNY¹ a bakonyi triaszkorú Coelenterákat tár-

¹ VINASSA DE REGNY P.: Új szivacsok, tabuláták és hidrozóák a Bakonyból. (A Balaton tudom. tan. eredményei I. k. Paleont. függ. Budapest, 1912.)

gyaló munkáiban Heterastridiumokról nem emlékezik meg, aminek az oka abban rejlik, hogy abban az időben a fauna begyűjtői ezeket a maradványokat konkrécióknak tartották. Nevezetesen LACZKÓ DEZSŐ Veszprém geológiáját tárgyaló munkájában a Jeruzsálem-hegy szelvényének leírásánál² (136. old.) megemlíti, hogy a karni emelet Solenomyatartalmú márgájának fedőjében egy 3 m vastagságú márgacsoport települ, amelynek padjai között kemény, gumószerű képződmények fordulnak elő, melyeknek anyaga sokkal keményebb, mint a bezáró márga kőzetanyaga. A felette következő tagban, amely a legtöbb kővéletet szolgáltatta s amely Lóczy³ felosztása szerint a karni emeletnek a *Cornucardia Hornigi* BITTN. sp.-el⁴ jellemzett legmagasabb szintjét képezi (Sándorhegyi mészkő csoportja) ezek a gumók még gyakoribbak lesznek. Hasonló gumós konkréciókat említ Lóczy³ a karni emelet üledékeiből a Balaton felvidék más helyeiről is, például Arács és Csopak vidékéről. Mindezekből tehát kitűnik, hogy a Heterastridiumok a Balaton felvidék triászában igen gyakoriak. A rendelkezésemre álló anyagban a külső jelleg alapján, mivel ezek a példányok a belső szerkezet teljes átkristályosodása folytán (ami a Heterastridiumoknál igen gyakori jelenség) csiszolat készítésére nem alkalmasak, a

Heterastridium conglobatum REUSS

² LACZKÓ D.: Veszprém városának és tágabb környékének geológiai leírása. (Balaton tud. tan. eredményei I. k. Geolog. függ. Budapest, 1911.)

³ LÓCZY L. id.: A Balaton környékének geológiai képződményei stb. (Balaton tud. tan. eredményei I. k. I. rész. Budapest, 1913.)

⁴ Ez a faj, amelyet BITTNER eredetileg a Bakonyból írt le *Craspedodon* Hornigi néven (BITTNER A.: Bakonyi triász lamellibranchiáták: Balaton tud. tan. eredményei Paleont. függ. Budapest, 1912), később FRECH helyesbítése révén a *Phisocardia* genuszba került (FRECH F.: Új kagylók és brachiopodák a bakonyi triászból Balaton tud. tan. eredményei Paleont. függ. II.), míg végül KOKEN megállapítása alapján kitűnt, hogy néhány alpesi fajjal együtt új genuszba sorolandó, melynek KOKEN a *Cornucardia* nevet adta. (KOKEN E.: Beiträge zur Kenntn. d. Schicht. v. Heiligenkreuz: Abhandl. d. geolog. R. A. Wien. Bd. XVI. 1913.). A Bakonyban és Alpokban egyaránt jellemző vezérkagyló végleges neve tehát *Cornucardia Hornigi* BITTN. és nem *Conucardia*, mint DIENER említi (DIENER: Lamellibranchiata triadica Foss. Catalog. I. Animalia pars. 19. p. 213.)

fajt határozta meg. Ez a faj eredeti lelőhelyéről az osztrák Alpokból a Hallstatt melletti Someraukogel ammonitás mészköveiből ismeretes, mégpedig a nori emelet alsó szintjéből.⁵ Ezenkívül ismeretes a Balkánról, Karakorumból és a maláji szigettenger szigeteinek felső triasz kori üledékeiből. Az Alpokon kívüli lelőhelyek nori korát legnagyobb részben analógia alapján állapították meg biztosabb támpontok nélkül, ezek szerint tehát a nori emelet közvetlen fekéjében való előfordulás semmi lényegesebb szintbeli eltérést nem mutat az eddigi előfordulásokhoz viszonyítva. A *Heterastridiumok magyarországi előfordulása tehát megadja azt a hiányzó láncszemet, amely eddig ennek a világszerte elterjedt fajnak elterjedési köréből hiányzott* és újból kifejezésre juttatja a magyarországi triasz fontosságát a triasz kori Tethysz élővilága elterjedésének és paleogeográfiájának szempontjából. A lelet fontossága indokoltá teszi a Balaton felvidéki Heterastridiumok beható gyűjtését, amelyek sorában, tekintve előfordulásuk gyakoriságát, bizonyára érdekes leleteket lesz módunkban találni, addig is azonban, míg a részletes feldolgozásukra rátérhetnék, a lelet rendkívüli érdekessége miatt szükségesnek tartottam az eddigi eredményeket közölni.

A rendkívül érdekes bakonyi lelet Heterastridium jellegének felismerése után átvizsgáltam Magyarország keleti részéről, a Kodru-Móma-hegységből, Erdélyből származó s a Földtani Intézet tulajdonát képező, eddig még fel nem dolgozott igen gazdag Coelenterata anyagot, melyben szintén megtaláltam a Heterastridiumokat. A Móma-hegység triász kori Coelenteratai ugyanazon szintben fordulnak elő, amely szintből egy rendkívül gazdag mollusca faunát határozta meg,⁶ amelynek alapján a Vaskóh és Kólafalva vidéki világosszürke mészkövek eddigi megállapításom szerint s karni-nori emelet határretegeit képviselik. A megvizsgált anyagból

⁵ SPENGLER E.: Die Gebirgsgruppe des Plassen u. Hallstätter Salzberges etc. (Jhbuch d. geol. R. A. Bd. LXVIII. H. 3. Wien, 1919.)

⁶ KUTASSY A.: Die Ausbildung der Trias im Moma Gebirge. Ungarn Siebenbürgen. (Centralblatt f. Mineralogie etc. Jhg. 1928. Abt. B. No. 5.)

Heterastridium conglobatum REUSS,

Heterastridium conglobatum REUSS var. *verrucosa* DUNC.

fajokat határoztam meg.

A buda-kovácsi hegység triászkorú üledékei faunájának feldolgozása alkalmával¹⁸ a Budapest környékén levő Remete-hegy noricum-i dachsteinmész-kövének rendkívül gazdag faunájában egy mogyorónagyságú gömböcskét találtam, amit annak idején mint meghatározhatatlan szivacs maradványt említettem meg. (Id. mű 124. o.) A kodru-mómai apró gömbös *Heterastridium*-okkal való összehasonlítás után kétségtelen, hogy ez a maradvány is idesorolandó, s bár a felület erősen lekoptatott, mégis legvalószínűbbnek látszik, hogy ez a példány fajilag a

Heterastridium conglobatum REUSS var. *verrucosa* DUNC. fajhoz sorolandó.

Sztratigrafiai szempontból tekintve a budai lelőhely egyezik meg legpontosabban az eredeti alpesi lelőhellyel, amennyiben a budavidéki dachsteini mészkövek a bennük tömegesen fellépő *Rhabdoceras Suessi* MOJS. alapján a nori emeletbe sorolandók.

Mindezek alapján kétségtelen tehát, hogy a *Heterastridium*-ok a magyar triászban is előfordulnak s ezáltal a világszerte elterjedt faj elterjedési övének folytonossági hiánya megszűnt, másrészt pedig bebizonyosodott az, hogy a *Heterastridium*-ok a felső triász egyik legjellemzőbb kövületének tekintendők, mivel *verticalis* elterjedésük eddigi ismereteink szerint csak a karninori emeletre szorítkozik s ezért a jövőben a hasonló maradványok előfordulására nagyobb súlyt kell helyeznünk, mint ezideig.

Heterastridium REUSS (*Syringospheria* DUNC. = *Stoliczkaria* DUNC.)

Typ.: *Heterastridium conglobatum* REUSS.

Gömbös, tojásdad vagy teljesen szabálytalan formájú telepek, borsó nagyságtól két ökolnyi nagyság között váltakozva. A felületen a radiálisan rendezkedett coenenchyma rostjai kisebb-nagyobb szemölcsök vagy tüskékké tömörülnek. A szemölcsök tetején vagy még inkább, ha ezek lekoptak a telep felületén vagy a felülettel párhuzamosan készített csiszolatokban a coenenchyma-rostok teljesen a korallak keresztmetszetéhez hasonló csillagszerű

elrendeződést mutatnak. A coenenchyma többi része szivacsos szerkezetű és benne helyezkednek el a polypok lakóhelyéül szolgáló zooid-csővek, amelyeknek elhagyott részleteit coenenchymahidak zárják el. A zooid-csővek a telep felületén a szemölcsök között vagy azok oldalán vagy bázisán kerek, alul zárt nyílások formájában jelentkeznek, keresztmetszetük nagysága igen változó, néha egyenlő nagyok, néha jóval kisebbek a felület szemölcséinél. A zooid-csővek egyes esetekben eltömődnek s ez félreértésekre adott okot s a zooid-csővek látszólagos hiánya alapján új genuszokat állítottak fel.

A legelső leíró REUSS⁷ a csillagszerűen rendezett coenenchyma-rostok alapján a korallokhoz sorolta ezeket a maradványokat. DUNCAN⁸ Syringosphaeria néven a protozoákhoz tartozónak vélte, míg végül FRECH⁹ felismerte, hogy a Hydrozoákhoz tartoznak.

DUNCAN¹⁰ Stoliczkaria néven még egy harmadik genuszt is állított fel, amelynek főjellegét abban látta, hogy zooid-csővei hiányoznak. Annak ellenére, hogy FRECH⁹ a londoni eredeti példányok megvizsgálása alapján megállapította, hogy a Stoliczkaria teljesen azonos a Heterastridiummal s a zooid-csővek látszólagos hiánya onnan ered, hogy azok teljesen eltömődtek, mégis STEINMANN¹¹ későbbi munkájában újból különválasztja a Heterastridiumot és Stoliczkariát a zooid-csővek állítólagos hiánya alapján, mivel az ő véleménye szerint a csiszolatok elcserélődtek és FRECH nem az eredeti Stoliczkaria csiszolatokat vizsgálta meg. A kérdésre teljesen világosságot vetett OPPENHEIM,¹²

⁷ REUSS A.: Zwei neue Anthozoen u. d. Hallstätter Schichten (Sitzb. Akad. Wiss. Wien. Bd. LI. 1865.)

⁸ DUNCAN P.: On the Syringosphaeridae an order of extinct Rhizopoda (Annals and Mag. of nat. hist. ser. 5. Vol. II. 1878.)

⁹ FRECH F.: Die Korallen der juvavischen Triasprovinz (Zlambachschichten, Hallstätter Kalke, Rhaet. Palaeontograph. XXXVII. 1890).

¹⁰ DUNCAN P.: On the genus Stoliczkaria etc. (Quat. Journ. Geol. Soc London. XXXVIII. 1882.)

¹¹ STEINMANN G.: Über triadische Hydrozoen v. öst. Balkan u. über ihre Beziehungen z. jüngeren Formen. (Sitzb. Akad. Wiss. Wien. Bd. CII. 1893.)

¹² OPPENHEIM P.: Über von H. A. Lecoq gesammelte Heterastridien vom Karakorumpass (Centralbl. f. Mineralogie etc. 1907.)

aki a Karakorumból gyűjtött újabb *Stoliczkaria* példányokon világosan látható zooid-csőveket talált s ő is megállapította, hogy ezek a példányok egy új fajt, de semmiesetre sem külön genuszt képviselnek. Ennek ellenére DIENER a Foss. Catalogusban¹³ ismételten a régi STEINMANN-féle felfogáshoz tér vissza, teljesen indokolatlanul s a *Stoliczkaria*t mint külön genuszt említi. Szükségesnek tartottam tehát itt leszögezni, hogy az irodalmi adatok alapján kétségtelen, hogy a *Stoliczkaria* genusz csupán a *Heterastridium* egy synonymájának tekintendő.

A *Heterastridium*ok életmódjára, illetőleg életkörülményeire vonatkozólag FRECHnél találjuk az első adatokat, aki a *Heterastridium*okat típusos mélyebb tengeri szervezeteknek tartja (l. cit. pag. 96). Hasonló véleményt nyilvánított később OPPENHEIM, FRECH alapján minden különösebb indokolás nélkül (12. pag. 726). A *Heterastridium*ok Jeruzsálem-hegyi, valamint Bihar-hegység-beli előfordulása ennek a megállapításnak határozottan ellentmond éppúgy, mint az eddig ismertetett *Heterastridium* leletek előfordulási körülményei. FRECH tévedése minden bizonnyal azon alapult, hogy a *Heterastridium*ok életkörülményeinek megállapításához a hallstatti mészkő facies viszonyait vette alapul, ahonnan a legelső REUSS által leírt *Heterastridium* példányok kikerültek. Abban az időben a hallstatti mészkő ülepedési körülményeire vonatkozólag a HAUG—UHLIG-féle elmélet uralkodott, amely szerint a vékonyhéjú *Halobia* és *Daonella* kagylókban és cephalopodákban gazdag hallstatti kifejlődés a bathyalis régióban ülepedett le. Később azonban mindjobban tért hódított és máig is fennáll WALTHER¹⁴ és KOKEN¹⁵ elmélete, akik ellenkezőleg a hallstatti mészköveket partközeli üledékeknek tartják, az eltérés csak abban van, hogy míg WALTHER szerint az ammonitás rétegek a korallzátányok között húzódó hasadékokban, üregekben rakódtak le, addig KOKEN a hallstatti csigafaunának alapján kimutatja, hogy a gazdag csigafauna jellegei kétségtelenül erős

¹³ DIENER C.: *Cnidaria triadica* (Foss. Catalogus. I. Animalia pars 13. 1921.)

¹⁴ WALTHER J.: *Geschichte der Erde und des Lebens*. 1908.

¹⁵ KOKEN E.: *Die Gastropoden der Trias um Hallstatt*. (Abh. d. k. k. geol. R. A. Bd. XVII. 1897.)

hullámveréses zónában élő, sziklás partvidéki faunára utalnak. Hasonló megállapításra jutott DIENER¹⁶ is legújabbban, aki szerint a hallstatti kifejlődés foraminiferákban gazdag üledék, amely a parthoz közel különböző régiókban ülepedett le, de mindenhol olyan körülmények között, amelyek a terrigén eredetű anyagoknak az üledékekbe való bejutását teljesen megakadályozták. A planktonikus foraminiferáknak az üledékekben való gyakori előfordulása még egyáltalán nem jelenti azt, hogy az üledék mélyebb tengeri régiókban rakódott le, mert egyrészt a planktonikus alakokkal együtt igen sok benthonikus forma fordul elő, másrészt pedig a legújabb vizsgálatok szerint tiszta globigerinás schlick a lagunáris régiókban is lerakódik.

Hasonló következtetést vonhatunk le akkor is, ha a Heterastridiumok jelenkori rokonainak életkörülményeit vesszük figyelembe, anennyiben a jelenkori Tubulariák (amelyek közé a Heterastridiumokat sorolják) szintén a sekély tengeri régió lakói.¹⁷

A veszprémi, valamint a kodru-mómai Heterastridiumok életkörülményei teljesen hasonlóak voltak. A veszprémi márga vastaghéjú Cornucardiái, gazdag korallfaunája kétségtelenül sekély tengeri lerakódásra utal, a Kodru-Móma karni-nori határ rétegei a Halobiákkal, a tipusos sekély tengeri csigafaunával s a rendkívül gazdag korall- és szivacsmaradványokkal szintén csakis a sekély tengeri régióban ülepedhettek le.⁶

A budai hegység norikumi dachstein mészkő üledékei éppúgy, mint az alpesi dachstein mészkövek típusos példái az erős hullámveréses zónában leülepedett sekélytengeri mészköveknek.¹⁸

A pelagikus Cephalopodákkal együtt való előfordulás tehát egyáltalán nem jelenti azt, hogy a Heterastridiumok mély tengeri szervezetek lennének s az eddigi előfordulások, valamint a jelenkori rokonalakok életkörülményeinek analógiája alapján

¹⁶ DIENER C.: Grundzüge der Biostratigraphie. 1925.

¹⁷ BREHM's Tierleben. Bd. Niedere Tiere (Herausgeg. von O. Strasser 1918.)

¹⁸ KUTASSY A.: Beiträge z. Stratigr. u. Pal. der alp. Triasschichten in der Umgeb. v. Budapest. (A m. k. Földtani Intézet Évkönyve Bd. XXVII. Budapest, 1927.)

megállapíthatjuk, hogy a *Heterastridium*ok határozottan sekély tenger lakók voltak.

Hasonló életkörülményekre következtethetünk a legújabb *Heterastridium* lelet alapján, melyet DOUGLAS ismertetett keleti Perzsiából Naiband tartomány felső triaszüledékeiből.¹⁹ Az itt előforduló *Heterastridium conglobatum* REUSS nova var. olyan típusos alpesi, valamint Himalája és Timorbéli alakokkal fordul elő, melyek semmiesetre sem utalnak mély tengeri lerakódásra (Terquemia, Megalodon, Pecten, Myophoria, Protocardia, Trachynerita, Naticella, Serpula stb., stb.)

A fajok elválasztását illetőleg leghelyesebbnek látszik GERTH felfogása, aki az eddig ismert *Heterastridium* fajokat csak mint egyetlen faj, a *Heterastridium conglobatum* REUSS típus variétásait fogta fel.²⁰ Nevezetesen az egyes fajok elválasztása főleg a tüskék számán és elrendeződésén alapszik, a belső szerkezetben azonban eddigi ismereteink alapján nem mutathatunk ki lényegesebb eltérést. A zooid-csővek előfordulásának gyakoriságát, valamint elrendeződését illetőleg pedig oly sok az átmeneti típus, hogy leghelyesebb, ha az eddig ismert alakokról csak mint variétásokról emlékezünk meg.

Heterastridium conglobatum REUSS.

I. tábla, 1—5. ábra.

1865. *Heterastridium conglobatum* REUSS: Zwei neue Anthozoen aus den Hallstätter Schichten (Sitzungsber. d. math. naturw. Cl. d. Akad. d. Wiss. Wien. Bd. LI. 1865. p. 386. T. I. F. 1—3., T. II. F. 1—3., T. IV. F. 1. 2.).
1879. *Syringosphaeria porosa*. DUNCAN: Karakorum stones or Syringosphaeridae (Scient. Resultes of the sec. Yarkand. mission. Calcutta. 1879).

¹⁹ DOUGLAS J. A.: A marine triassic fauna from Eastern Persia (Quart. Journ. of the Geolog. Soc. Vol. LXXXV. part 4. London, 1929.)

²⁰ GERTH: Die Heterastridien von Timor (Paläontologie von Timor II. Lief. 1915).

1890. *Heterastridium conglobatum*. FRECH: Die Korallenfauna der Trias (Palaeontographica Bd. XXXVII. p. 96. 3 Textfig.)
1893. *Heterastridium conglobatum*. STEINMANN: Triadische Hydrozoen v. östl. Balkan (Sitzb. d. math. naturw. Cl. d. Akad. d. Wiss. Wien. Bd. CII. p. 467. Textfig. 1.).
1908. *Heterastridium conglobatum*. FRECH & RENZ: Neue Triasfunde auf Hydra etc. (Neues Jahrb. f. Mineralogie etc. Beil. Bd. XXV. p. 445).
1915. *Heterastridium conglobatum*. GERTH: Heterastridien von Timor. (Palaeontolog. v. Timor. II. Lfg. p. 66. Taf. XLII. F. 1, 5, Textfig. 1, 2).
1918. *Heterastridium conglobatum*. SPENGLER: Die Gebirgsgruppe d. Plassen- und Hallstätter Salzberges etc. (Jahrb. d. geol. R. A. Wien. Bd. LXVIII. p. 347) in Faunenliste d. unternor. Kalke d. Someraukogels.

Ez a világszerte elterjedt faj, amint a fentebb elmondottakból kitűnik Magyarországnak úgy nyugati részén a Bakonyban, mint a keleti vidékeken a Kodru-Móma hegységben rendkívül gyakori alak.

A Bakonyban előforduló példányok átlagosan diónagyságúak, gömbös vagy végükön kissé megnyult alakúak. Az 1. ábrán közölt példány teljesen szabályos formát mutat, a felületén igen finom sűrűn egymás mellé sorakozó szemölcsökkel. A gömbös szemölcsök felületén helyenként bemélyedés látható erős nagyítás mellett hasonlóan a Reuss ábráin közölt példányokhoz, úgy hogy az ilyen szemölcsök alakja felülről nézve leginkább a vulkáni kráterek miniatűr-mására emlékeztet.

A bakonyi példányok belső része teljesen tömött, átkristályosodott, úgyannyira, hogy a belőlük készített csiszolatokon a belső szerkezetből egyáltalán semmi sem látható, ellenben az igen gyakran előforduló s a 2. ábrán közölt szabálytalan alakú példányok felületén, csiszolat készítése nélkül, erős nagyítás mellett a vékony csiszolatoknak megfelelő képet nyerünk. A bakonyi példányok legnagyobb része teljesen szabálytalan vagy tojásdad formájú. Tekintve azonban, hogy amint az irodalmi

adatok bizonyítják a *Heterastridium* telepek formája ugyanazon faj körén belül rendkívül változó, tehát semmi indokot nem látok arra, hogy ezeket az alakokat az alapformától elválasszam, annál is inkább, mivel a felület coenenchym vázrostjainak tömörülése teljesen az alapformához hasonló rajzolatot mutat.

A 2. ábrán közölt bakonyi példány felületén a *Heterastridium granulatum* (= *Stoliczkaria granulata* DUNCAN) felületén előforduló dudorra emlékeztető kidudorodásokat vehetünk észre, amelyeknek a felülete azonban teljesen azonos szerkezetű, mint a héj többi része. Ezek a dudorok az egyes példányokon teljesen szabálytalanul jelennek meg tetszőleges helyeken, mint egyéni sajátságok. A héj felülete ellenben teljesen ugyanolyan módon sűrű szemölcsökkel fedett, mint a normális alakú példányoké. A felület minden részén már szabad szemmel is észrevehetők apró fekete pontocskák, amelyek erős nagyítás mellett szabályos sokágú csillagalakú rajzolatot mutatnak. A 2a. ábrán, a 2. ábrán közölt példány felület részletének erősen nagyított képét közöltem, amelyen a csillagalakú rajzolatok igen tisztán láthatók. A csillagok nem mások, mint a coenenchym rostok csillagszerűen elrendezett részletei. Amint a 2. ábrán látható a csillagok nagysága teljesen egyező és elrendeződésük szabályos, úgyhogy kétségtelenül az alaptípusra utalnak. A meglevő szemölcsök felületén a csillagokat sehol nem találjuk meg, csupán azokon a síma helyeken, ahol a szemölcsök már lekoptak, hasonlóan a felület alatt néhány milliméterre a telep belsejéből készített csiszolatok sem mutatják a szerkezetnek semmi nyomát. Ebben az esetben tehát a természet mintegy maga készített csiszolatokat oly módon, hogy egyes helyeken a szemölcsöket lekoptatva, láthatóvá tette a belső szerkezetet, a telep belsejében viszont az átkristályosodás minden szerkezetet megsemmisített.

Rendkívül nevezetes jelleg ezen példányokon, hogy a zooidcsövek nyílása a felületen sehol fel nem fedezhető. Tekintve, hogy ezeknek a példányoknak az alakja is emlékeztet a *Heterastridium granulatum* (= *Stoliczkaria granulata* DUNC.) fajra, esetleg arra gondolhatnánk, hogy a zooid csövek tényleg hiányoznak és az ezen az alapon a *Stoliczkaria* genuszt fent kell tartanunk. Tekintve azonban, hogy a zooid-csővek semmi nyoma

nem található fel a típusos példányokon sem, ismételten hangsúlyoztatnunk kell, hogy azok nem hiányoznak, hanem a finom agyagos, márgás kőzetekben teljesen eltömődtek. Későbbi gyűjtések alkalmával bizonyára lesz módomban olyan példányokat találni, amelyekből vékony csiszolatot lehet készíteni és amelyek teljesen megvilágítják ezt a kérdést. Ez ideig mint már fentebb is kifejtettem, egyáltalán nem tartom indokoltnak a faji szétválasztást a zooid-csővek hiánya alapján, mert ez a hiány kétségtelenül csak látszólagos, mivel más fossilizálódási körülmények közé jutott példányokon, például Kodru-Móma-beli alakoknál a zooid-csővek nyílása a felületen igen jól látszik, viszont itt is fordulnak elő egyes alakok, amelyek típusos példányai az alapformának s míg felületükön egyes helyeken nyomát sem találjuk a zooid-csőveknek, addig keresztmetszetükben a zooid-csővek üregei világosan láthatók.

A Kodru-Móma karni-nori határrétegeiben szintén nagy számban fordulnak elő a *Heterastridium conglobatum* példányai, amelyeknek nagysága a mogyorónagyságtól 4 cm átmérőig változik. Egyes lekoptatott példányok felületén itt is megtaláljuk a fekete pontocskákat, melyek nagyítva teljesen a 2. a. ábrán közölt képet mutatják.

A 3. ábrán között példány típusos képviselője a *Heterastridium conglobatum* REUSS fajnak, a felületen sűrűn elrendezett apró szemölcsökkel. A szemölcsök között sehol nem található meg a zooid-csővek nyílásai, ellenben az oldali rész egy részletén, amely a koncentrikus felépítésű telep egy belsőbb részét őrizte meg és így nem tömődött el, viszont még nem tartozik a teljesen átkristályosodott belső maghoz, a zooid-csővek nyílásai tökéletesen láthatók. A zooid csövek nem nyúlnak le mélyen a héj belsejébe, hanem (3a. ábra) a felület közelében az úgynevezett coenenchym-hidak zárják le a csövecskéket. (V. ö. GERTH id. m. XLII. tábla 5. ábra.)

A *Heterastridium*ok váza, mint az eddigi vizsgálatok bizonyítják, egyrészt radiális, másrészt koncentrikus felépítésű. A koncentrikus szerkezet különösen jól látható olyan példányoknál, melyeknek a külső burka megsérült s ahol világosan látható a levált rész alatt a teljesen hasonló szerkezetű belső héjrészlet.

Tehát növekedés közben a koncentrikus héjrészletek úgy purkolták egymást, mint a hagyma levei (4. ábra). GERTH¹⁸ tekintve az egyes példányok nagyságát, valamint főleg azt a körülményt, hogy a belső szerkezetet csak a felület alatt néhány mm-re készített csiszolaton találhatjuk meg, annak a véleményének adott kifejezést, hogy az állatok tulajdonképeni lakóhelye csak néhány mm vastagságú héjrészletre szorítkozó rétegekre terjedt ki, míg a központi váz csak likacsos, levegővel telt, szivacsos szerkezetű coenenehyima anyag töltötte volna ki.

Ennek a feltevésnek határozottan ellentmond néhány a Kodru-Móma hegységből származó tökéletes megtartású példány. Nevezetesen az 5. ábrán közölt példányt egészen a középvonalig lecsiszoltam, mivel egyes töredékes részein kitűnt, hogy a belső szerkezet megtartása igen jó. A csiszolatban jól láthatók a zoidcsövek üregei, valamint a radiálisan és sugarasan elrendezett coenenchyma-rostok. A zoidcsöveket a növekedés közben elzáró coenenchyma-hidak a csiszolat felületén már szabad szemmel is kivehetők. Ha a csiszolatot megtekintjük, azt látjuk, hogy a zoidcsövek ennél a példánynál megszakítás nélkül egész a gömb középpontjáig húzódnak, ahonnan sugarasan szétágazva haladnak minden irányba a felület felé. Ezek után kétségtelen, hogy az egész Heterastridium-telep a középpontjáig egységes felépítésű s egyes alakoknál a középpontban előforduló mészpát kristályokkal kitöltött üreg utólagosan keletkezett s az utólagos átalakulások következménye az, hogy a belső szerkezet a legtöbb esetben csak közvetlen a felület alatt készített csiszolatokon tanulmányozható.

Eddigi előfordulás: Alpok, Balkán, Perzsia, Karakorum, Timor, Amerika; Magyarország: Bakony (Veszprém, Jeruzsálem-hegy), Kodru-Móma (Kólafalva).

Heterastridium conglobatum REUSS var. verrucosa DUNC.

I. tábla 6—7. ábra.

1879. *Syngosphaeria verrucosa* DUNCAN: Korakorum stones, or Syngosphaeridae (Scient. Res. 2. Yarkand Mission p. 12 T. I. F. 1—3).

1893. *Heterastridium verrucosum* STEINMANN: Triad. Hydroz. v. östl. Balkan (Sitzungsber. d. math. naturw. Classe d. Akad. d. Wiss. Wien Bd. CII; p. 469. T. II. F. 2).
1907. *Heterastridium verrucosum* OPPENHEIM: Über v. H. Lecoq gesamm. Heterastridien v. Karakorumpass (Centralblatt f. Mineralogie etc. Jhrg. 1907 p. 724).
1915. *Heterastridium conglobatum* REUSS var *verrucosa* DUNC. GERTH: Heterastridien von Timor (Palaeont. von Timor II. lief. p. 67. T. XLII; F; 2).

A Kodru-Móma karni-nori határreégeiben előforduló Heterastridiumok között igen gyakoriak a rendkívül erősen fejlett tüskékkel borított Heterastridium-telepek. A tüskék erős fejlettsége már első pillantásra megkülönbözteti ezeket az alakokat, az alaptípustól, ezenfelül a zooid-csövek elrendeződése is indokolta teszi az elkülönítést. A zooid-csövek ugyanis, mint már STEINMANN kiemelte és amint GERTH idézett ábráján világosan láthatjuk, nem a felületen elszórva, a tüskék között helyezkednek el, hanem közvetlenül a tüskék bázisán fordulnak elő vagy némely esetben ferde szög alatt a tüskék oldalába mélyednek bele.

A régebbi szerzők a fent említett jellegekkel jellemzett példányokat különálló fajnak tekintették. Ezzel szemben GERTH, aki Timor-szigetéről igen gazdag és igen jó megtartású anyagot dolgozott fel a régebben önálló fajokként tárgyalt alakokat csak mint varietásokat említi, egyrészt azért, mivel a felület díszítése szempontjából igen sok átmeneti formát talált, másrészt azért, mert a belső szerkezetben semmi lényegesebb eltérést nem tapasztalt. Az általam feldolgozott anyag alapján teljes mértékben csatlakozom GERTH ezen felfogásához. Ha a felület szemlencsének, tüskéinek fejlettségét vesszük tekintetbe, akkor a Kodru-Mómából származó anyagban is annyi átmeneti formát találunk, hogy némelyik példányról nem is lehet teljes bizonyossággal megállapítani, hogy az alaptípushoz tartozik-e, vagy a varietáshoz. Csak a teljesen jó megtartású példányok és azok sorolhatók ide biztosan, amelyeknek a zooid-csövei nem tömődtek el így, azoknak a helyzete világosan látható. Hogy a belső szerkezet mennyire nem tüntet fel semmi lényeges eltérést, az kitűnik

abból a csiszolatból, melyet egy típusos var. verrucosa ből készítettem. A coenenchyma-csillagok eloszlása, valamint a szivacsos állomány s a zooid csövek elrendeződése semmi eltérést nem mutat az alaptípustól. (l. 7. ábrát.)

A buda-kovácsi hegység nori emeletbe sorolt dachstein-mész-kő képződményeiből¹⁸ egyetlen Heterastridium példány került ki. A mogyorónagyságú példány felülete erősen lekoptatott s zooid-csővei a finom mészszipap üledékben teljesen eltömődtek, a szemölcsök azonban, mint a megmaradt bazális részek alakjából kitűnik, valószínűleg erősen fejlettek voltak s így ezt a példányt is leginkább ehhez a varietáshoz sorolhatjuk. A belső szerkezet teljesen átkristályosodott, a középponti részben egy mézspát kristályokkal telt üreg van.

Eddigi előfordulás: Balkán, Karakorum, Timor, Magyarország: Kodru-Móma (Kolafalva), Budapest (Remetehegy).

*

A Heterastridiumok az összes eddig ismert előfordulási helyeken nagy tömegben lépnek fel, egész padokat töltenek meg (eltekintve a budai előfordulástól, ahonnan ezideig csak egyetlen példány került elő) s ezek szerint a Heterastridiumok ép oly fontos kőzetalkotó szervezetek voltak a triászban, mint rokonaik, az Ellipsactiniák és Sphaeractiniák a jurában és krétában.

*

A korrektúra készítése közben jutott kezembe J. P. SMITH: «Upper triassic invertebrate faunas of North America» című munkája (U. S. A. Geolog. Surv. Prof. PAPER 141. Washington 1927. 135 p. 121. pl.), melyben az alaskai norikumból ír le Heterastridium conglobatum Reuss-t. Munkájában az I. tábla 5. ábráján közölt keresztmetszethez teljesen hasonló keresztmetszet ábrázolást találunk, ami a szövegben kifejtett felfogásmat még jobban alátámasztja. K. E.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1930 március 17.-én tartott üléséből.)



TÁBLAMAGYARÁZAT.

1. *Heterastridium conglobatum* REUSS, típusos példány. Bakony (Veszprém: Jeruzsálemhegy).
2. *Heterastridium conglobatum* REUSS, ugyanonnan.
- 2a. *Heterastridium conglobatum* REUSS, ugyanazon példány felületének részlete kb. hatszoros nagyításban.
- 3., 3a. *Heterastridium conglobatum* REUSS, Kodru-Móma hegység (Kólafalva).
- 4., 4a. *Heterastridium conglobatum* REUSS ugyanonnan, a 4a. ábrán jól látható a koncentrikus héjas szerkezet.
5. *Heterastridium conglobatum* REUSS, ugyanonnan, keresztmetszet, 15-szeresen nagyítva, a középpontig nyúló zooid-csővekkel.
6. *Heterastridium conglobatum* REUSS, var. *verucosa* DUNC. Kodru-Móma hegység (Kólafalva).
7. *Heterastridium conglobatum* REUSS, var. *verucosa* DUNC. ugyanonnan. (Vékony csiszolat kb. négyszeres nagyításban. A csillagszerűen rendezkedett coenenchyma rostok az ábrán fehér csillagok formájában láthatók.)

Az ábrák a 2a., 5., 7. ábra kivételével a természetes nagyságot mutatják. Az 1., 2., 2a. példány eredetijei a budapesti Pázmány P. tud. egyetem Földt. Int. múzeumában, a többi példányok a m. k. Földt. Int. múzeumában vannak.

DAS VORKOMMEN DER HETERASTRIDIIEN IN DER UNGARISCHEN TRIAS.

Von ANDREAS KUTASSY.

Die Heterastridien, diese weltweit, von Alpen durch den Balkan, Persien, Karakorum bis Timor und Amerika verbreiteten Hydrozoen, waren bisher im ungarischen Trias unbekannt. Verfasser konstatiert das Vorkommen von Heterastridien in Ungarn, im Bakonygebirge, im Budaer Gebirge und in Siebenbürgen im Kodru-Móma Gebirge, wo die Exemplare von *Heterastridium conglobatum* REUSS und *Heterastridium conglobatum* REUSS var. *verrucosa* DUNC. ungemein häufig sind.

Das Vorkommen von Heterastridien in Ungarn liefert also das Kettenglied, das bisher aus dem Verbreitungsgebiet der weltverbreiteten Heterastridien fehlte und bringt von neuem die Wichtigkeit der ungarischen Trias vom Gesichtspunkt der triadischen Tethys und der Verbreitung ihrer Lebewelt zum Ausdruck. Ausserdem spricht der Verfasser neue Ansichten über des Lebensgebiet und Körperaufbau der Heterastridien aus. Die Arbeit erscheint in deutscher Sprache ausführlich in Math. Naturw. Berichte aus Ungarn.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 17. März 1930.)

R SCUTI FÉNYVÁLTOZÁSA (1795—1927).

MORAWETZ KÁROLY-tól.

TARTALOM.

	<i>Oldal.</i>
I. Bevezetés	403
II. A megfigyeléseknek egységes fotometriai skálára való redukciója	405
III. A fényváltozás elemei	411
1. A fényváltozás maximumai és minimumai	411
2. A fényváltozás periodusa	412
3. A fényváltozás amplitudója	425
4. A fénygörbe sajátosságai	426
IV. Összefoglalás	428
V. Irodalom	429

I. Bevezetés.

R Scuti fényváltozását először PIGOTT E. észlelte 1795-ben. A ma ismeretes több ezer változó közül R Scuti időrendben a tizenegyedik, amelynél a fényváltozást sikerült kimutatni. Rendszeres megfigyelése ARGELANDER munkásságával a múlt század 40-es éveiben indul s azóta állandóan szerepel a változó csillagok megfigyelőinek munkaprogrammjában.

PIGOTT [Phil. Trans. 1805. 131. l.] $61\frac{1}{2}$ napot, ARGELANDER [B. u. R. 375. l.] 71.0954 napot talál a fényváltozás periodusára. KOCH [Berliner Jahrbuch 1813. 235. l.] és SCHMIDT [A. N. 1091. sz.] a periodust főminimumtól főminimumig számítják s ez szerintük 132, illetőleg 148 nap. LUDENDORFF [A. N. 5126. sz.] az RV Tauri-változók osztályába sorozza, mely osztály jellemző sajátosságai, hogy két főminimum között általában mellékminimum lép fel, a mellékminimum azonban időnként kimarad,

néha a főminimumokkal felcserélődik, a fénygörbe alakja s a fényváltozás periodusa erős változásoknak van alávetve. —

Dolgozatom célja az eddig ismeretessé vált megfigyelési anyagot a lehetőséghez képest egységes eljárással közös fotométriái szkálára redukálni s ezáltal a fényváltozás törvényeinek tanulmányozására biztos alapot adni; az eddigi megfigyelések alapján a periodust kiszámítani, ennek, valamint a maximumok és minimumok fényességének változását vizsgálni, továbbá a fénygörbék sajátosságaira rámutatni.

a) *Dolgozatomban a következő rövidítéseket használtam.*

- A. J. = The Astronomical Journal.
 A. N. = Astronomische Nachrichten.
 B. A. A. = British Astronomical Association.
 B. u. R. = ARGELANDER: Beobachtungen und Rechnungen über veränderliche Sterne. Astronomische Beobachtungen auf der Sternwarte zu Bonn. 7. köt. II. rész.
 M. B. A. A. = Memoirs of the British Astronomical Association.
 M. N. = Monthly Notices of the Royal Astronomical Society.
 Phil. Trans. = Philosophical Transactions of the Royal Society of London.

b) *Az alábbi összeállítás adja a megfigyelőket, továbbá a forrásokat, melyekből megfigyeléseiket vettem.*

- PIGOTT: Phil. Trans. 1797. 133—135. l.
 HERSCHEL W.: M. N. 78. köt. 568. l.
 WESTPHAL: Zeitschrift für Astronomie u. verwandte Wissenschaften. Tübingen, 6. köt. 294. l.
 SCHWERD: Publ. d. Astrophys. Obs. zu Potsdam. Nr. 82.
 BAXENDELL: M. N. 78. köt. 527. l.
 ARGELANDER: B. u. R.; Nachgelassene Beobachtungen veränderlicher Sterne. Bonn. 1898.
 HEIS: Beobachtungen veränderlicher Sterne von Heis u. Krüger. Kiadta HAGEN J. G. Berlin. 1903.
 SCHMIDT: Kézirat: az 1845—1879. évek a potsdami Astrophys. Obs.-ból, az 1880—83. évek a bonni csillagvizsgálóból.
 OUDEMANS: Abh. der math.-phys. Classe der Kgl. Niederl. Akad. d. Wissenschaften. Amsterdam. 1856. 48. l.
 SCHÖNFELD: Sitzungsberichte der math.-naturw. Classe der Kais. Akademie der Wissenschaften. Wien, 44. köt. 2. rész, 509. l.; Veröffentlichungen der Grossh. Sternwarte zu Heidelberg. 1. kötet.
 WINNECKE: Kézirat a bambergi csillagvizsgálóból.

- SAWYER: The Observatory. London. 2. köt. 121. l.; A. N. 2264., 2438., 2517., 2591. számok.
- WILSING: Publ. d. Astrophys. Obs. zu Potsdam. 11. köt. 180. l.
- PLASSMANN: Sechszehnter Jahresbericht des Westfälischen Provinzial-Vereins für Wissenschaft und Kunst für 1887. Beilage. Münster.; Kézirat PLASSMANN-tól.
- A Harvard-obszervatórium megfigyelői, Annals of the Astronomical Observatory of Harvard College. 24. köt. 258. l.; 29. köt. 111. l.; 37. köt. 241. l.; 46. köt. 242. l.; 57. köt. I. rész, 54. l.; 63. köt. I. rész, 92. l.; 79. köt. I. rész, 86. l.
- A B. A. A. megfigyelői, M. B. A. A. 15. köt.; Kézirat a B. A. A.-tól.
- ESPIN: M. N. 51. köt. 12. l.
- PEREIRA: M. B. A. A. 3. köt. 41. l.
- HOLETSCHEK: Annalen der k. k. Sternwarte zu Wien. Vierte Folge. 20. kötet 143. l.
- HARTWIG: Kézirat a bambergi csillagvizsgálóból.
- PERRY: A. J. 388. sz.
- v. PRITZWITZ: A. N. 3694. sz.
- de PERROT: Bulletin de la Société Vaudoise des sciences naturelles. Lausanne. 46. köt.
- MOSCHICK: Mitteilungen der Grossh. Sternwarte zu Heidelberg. 17. köt. 44. l.
- LAU: Bulletin Astronomique. Paris. 22. köt. 40. l.
- CZUCZY: A Konkoly-alapítványú bpesti m. kir. csillagvizsgáló intézet nagyobb kiadványai. 2. köt. 201. l.
- PADOVA: Memorie della Società degli Spettroscopisti Italiani. Catania. 2. sorozat, 2. köt. 70. l.
- YOST: A. N. 4643. sz.
- LAUSE: Kézirat HELLERICH J.-tól.
- DZIEWULSKY: Kézirat HELLERICH J.-tól.
- LUYTEN: Kézirat a Harvard-obs.-ból.
- WOGELENZANG: Kézirat HELLERICH J.-tól.
- LEINER: A. N. 4978. sz.; Kézirat HELLERICH J.-tól.
- BRESON: A. J. 777. és 794. sz.
- JOHANSSON: A. N. 5282. sz.
- ALKJAER: Kézirat NIELSEN-től; Nordisk Astronomisk Tidsskrift. 8. köt. 4. sz.

II. A megfigyeléseknek egységes fotométriai szkálára való redukciója.

Néhány fotométriai méréstől eltekintve, R Scuti megfigyeléseinek legnagyobb része becslés útján történt és pedig vagy az abszolút módszerrel (HERSCHEL, ARGELANDER) vagy a hánadosok módszerével (POGSON, PICKERING); a különbségek módszere

(ARGELANDER) csak elvétele fordul elő. A HERSCHEL—ARGELANDER-féle módszernél a variábilis és az összehasonlító csillag közti fényesség-különbséget fokozattal fejezik ki. A fokozat szubjektív mérték, melynek nagysága fotometriai egységekben kifejezve megfigyelőnként változik; a megfigyelő arra törekszik, hogy a fokozat az egész megfigyelési sorozat folyamán lehetőleg konstans legyen. A PICKERING-féle módszernél a variábilis és az összehasonlító közti fényesség-különbséget a megfigyelésnél használt két összehasonlító csillag állandó fényesség-különbségének törtrészeiben, a POGSON-féle módszernél a magnitudo tizedeiben adják meg. A különbségek módszerénél szintén két összehasonlító csillag szükséges; legyenek ezek a és b , a változó v ; legyen továbbá az a és v közti fényesség-különbség m , a v és b közti pedig n fokozat, amit $a m v n b$ alakban szokás írni, ha a fényességet tekintve $a > v > b$: a különbségek módszerénél közvetlenül az $m - n$ differenciát figyelik meg fokozatokban.

Az abszolút módszerrel végzett megfigyelések redukciója fokozat-szkála felállítását teszi szükségessé. E szkálát az összehasonlító csillagok közti fényesség-különbség adja, melynek állandónak kellene lenni. A tapasztalat azt bizonyítja, hogy ez a különbség a megfigyelési hibák miatt néha tetemes ingadozásokat mutat. A megfigyelési hibák egy része szisztematikus. Ezek meghatározása és lehető eliminálása előfeltétele a redukciónak.

Egyike a leggyakrabban előforduló szisztematikus hibáknak az intervallum-hiba, mely abból származik, hogy a nagy fényesség-különbségeket a megfigyelő viszonylagosan kisebbeknek becsüli, a fokozat-érték tehát a nagy fényesség-különbségeknél nagyobb, mint a kis fényesség-különbségeknél. E hibát legkönnyebben úgy mutathatjuk ki, ha a változó és az a , illetőleg b csillagok közti m , illetőleg n fényesség-különbségek $(m+n)$ összegét, azaz az a és b fényesség-különbségét, az $(m-n)$ differenciák szerint csoportosítjuk. Kis $(m-n)$ differenciáknak általában nagy $(m+n)$ értékek fognak megfelelni és fordítva. Hogy e hiba befolyását lehetőleg elimináljam, a szkála felállításánál csak az egyszerű fényintervallumokat vettem figyelembe. Ha tehát a, b, c összehasonlító csillagok fényessége olyan, hogy $a > b > c$, akkor csak az $a-b, b-c$ intervallumokat használtam fel, az összetett in-

tervallumot pedig figyelmen kívül hagytam. Ugyancsak ez a szempont vezetett, amikor a fokozat-szkálát egyes esetekben a határ-bebecslések $[a\ 0\ v\ n\ b; a\ m\ v\ 0\ b]$ és a differencia-bebecslések $[a\ m\ v, b\ n\ v; v\ m\ a, v\ n\ b]$ elhanyagolásával pusztán a szumma-bebecslésekből $[a\ m\ v\ n\ b]$ építettem fel. Csökkenteni igyekeztem továbbá az intervallum-hiba befolyását azzal, hogy a II. SCHÖNFELD-féle formulát is használtam, s hogy a fokozat-szkáláknak fotométriai szkálára való transzformálásakor két megfigyelőnél a lineáris kifejezés egyik tagjának együtthatójaként a fokozat négyzetét vettem.

A parallaktikus hibát az okozza, hogy két csillag látszólagos fényesség-különbsége függ attól a szögtől, melyet a két csillagon át fektetett legnagyobb kör a horizonttal képez. E hiba megvizsgálása végett az $(m+n)$ értékeket az óraszög vagy csillagidő szerint rendeztem. A parallaktikus hiba csak egy esetben volt kimutatható, a korrekció azonban itt sem számottevő.

Az extinkció-hibát, mely Földünk légkörének következménye, szintén az $(m+n)$ értékeknek óraszög, illetőleg csillagidő szerinti rendezése árulja el. Minthogy a leggyakrabban használt összehasonlító csillagok az égen egymáshoz közel fekszenek, a korrekció csak a horizont közelében ér el számottevő értéket. A korrekciókat a potsdami extinkciós tabella alapján [MÜLLER G.: Die Photometrie der Gestirne. 515. l.] számítottam.

A szem érzékenysége a szín iránt egyénenként változik s innen van, hogy két különböző színű csillag fényesség-különbségét különböző megfigyelők különbözőnek látják. A színhiba eliminálása végett a fokozat-szkáláknak fotométriai szkálára való transzformálásánál a legtöbb esetben a színfokozattal arányos tagot vettem fel. R Scuti színfokozata az OSTHOFF-féle skálában 7.3 s így a szín-korrekció gyakran igen jelentős.

A Hold változó fénye ugyancsak befolyásolja a fénybecsléseket; az $(m+n)$ összegeknek a holdfény mellett és az anélkül végzett megfigyelésekből levezetett középértékei általában eltérést fognak mutatni. R Scuti megfigyeléseinél korrekció nem mutatkozott szükségesnek.

A fokozat-érték a megfigyelő életkorával is változhatik, amiről úgy győződhetünk meg, hogy az intervallum-értékeket

egymásután következő időszakok szerint csoportosítjuk. Ha valamennyi csillagpárnál az intervallum-érték az életkorral ugyanolyan mértékben változott, akkor az értékeket a megfigyelésekből számított korrekciós tényezővel egyenlítetttem ki; ha a változás nem volt valamennyinél egyenlő mértékű, akkor a megfigyelési sorozatot több csoportra osztottam s mindegyik csoportra külön fokozat-szkálát állítottam fel.

Az intervallum-érték függ a megfigyeléseknél használt távcső optikájától is; mindegyik távcsőre tehát külön fokozat-szkála állítandó fel.

Az abszolút módszerrel végzett megfigyelésekből a szisztematikus hibáktól lehetőleg mentes fokozat-szkálákat állítottam fel, majd R Scuti fényességét e fokozat-szkálákban fejeztem ki. A megfigyelések általában az $a m v n b$ alakban vannak adva; ha a fokozatok száma a fényességgel növekszik, akkor a változó csillag fényességét a

$$v = \frac{1}{2}(a + b) - \frac{1}{2}(m - n);$$

$$v = a - m \frac{a-b}{m+n} = b + n \frac{a-b}{m+n}$$

formulák adják, melyeket SCHÖNFELD-féle I., illetőleg SCHÖNFELD-féle II. formulának szokás nevezni. A két formula két különböző megfigyelési hibát csökkent, illetőleg eliminál. Ha m és n helyett $(m+d)$ -t és $(n+d)$ -t figyeltünk, akkor az első, ha $(m.r)$ -et és $(n.r)$ -et becsültünk, akkor a második formula eliminálja a hibát. Ha a becslés csak egy összehasonlítóval történt, akkor csak az első formula használható, egyébként a két formulából adódó értékek közepét vettem. Ha kettőnél több összehasonlítót használt a megfigyelő, akkor az $\frac{a-b}{m+n}$ hányados helyett, melyet a német irodalomban «Stufenwert des Abends»-nek neveznek, az egyes csillagpárokból adódó középértéket vettem.

A POGSON-féle módszernél a fokozat-szkála felállítására nem szükséges, mégis tanácsos, mert így meggyőződhetünk arról, hogy a becslés tényleg tized-magnitúdókban történt-e. E módszerrel végzett megfigyelésekből R Scuti fényességét ismét az I., illetőleg I. és II. SCHÖNFELD-formula segítségével fejeztem ki fokozatokban.

A PICKERING-féle módszernél fokozat-szkála nem állítható fel s e megfigyelésekből R Scuti fényességét a SCHÖNFELD-féle II. formulával közvetlenül magnitúdókban fejeztem ki.

A különbségek módszerénél szintén nem állítható fel fokozat-szkála s R Scuti fényessége ez esetben csak a SCHÖNFELD-féle I. formulával számítható.

A fokozat-szkáláknál a nullapont és a fokozat-érték változik. Hogy a megfigyeléseket összehasonlíthassuk, valamennyit ugyanabban a szkálában kell kifejezni. Közös szkálául a fotométriait választottam s a fokozat-szkálákat az

$$\begin{aligned} m &= x - gy; \\ m &= x - gy + g^2z; \\ m &= x - gy + cz \end{aligned}$$

lineáris összefüggések valamelyikével változtattam át fotométriái szkálává, egy eset kivételével mindig a legkisebb négyzetek módszere segítségével; m a magnitudo, g a fényfokozat, c pedig a színfokozat. Meghatározandók az x , y , z értékek; x a két szkála nullapont-korrekciját, y a fényfokozat-értéket, z pedig az intervallum-, illetőleg színhiba miatti korrekciót jelenti. A második, illetőleg harmadik összefüggést akkor használtam, ha az elsőből fennmaradó eltérések intervallum- vagy szín-hibára engedtek következtetni. Abban, hogy az összehasonlító csillagok magnitudoit melyik fotométriái katalógusból vegyem, két szempont vezetett: valamennyi összehasonlító csillag magnitúdója bennfoglaltassék a katalógusban s a fontosabb megfigyelők fokozat-szkálái lehetőleg egyszerű összefüggések alapján legyenek a fotométriái szkálára visszavezethetők. E két szempont figyelembevételével a «The Henry Draper Catalogue» [Annals of the Astronomical Observatory of Harvard College. 97. köt.] mellett döntöttem. A színfokozatokat KRÜGER FR.: «Indexkatalog...» [Specola Astronomica Vaticana IX.] című munkájának C feliratú oszlopából vettem.

Az alábbi táblázatban összeállítottam a különböző megfigyelési sorozatokból adódó fokozat-értékeket (y), a szín-, illetőleg intervallum-hiba miatti korrekciókat (z), továbbá a DRAPER-magnitúdókhoz viszonyított középeltérést.

I. táblázat.

Megfigyelő	y	z	Közép- eltérés
ARGELANDER	^m 0·135	^m + 0·063	^m ± 0·08
"	116	+ 0·080	05
"	159	+ 0·055	12
"	144	+ 0·068	02
HEIS	127	+ 0·047	09
SCHMIDT	253	—	10
"	158	— 0·0038	12
"	121	— 0·0211	16
"	211	— 0·0092	11
OUDEMANS	081	+ 0·040	09
SCHÖNFELD	084	+ 0·039	05
WINNECKE	064	+ 0·048	10
SAWYER	130	+ 0·032	17
"	133	+ 0·026	10
WILSING	206	—	18
PLASSMANN	116	+ 0·080	23
CAMPBELL	147	+ 0·00184	10
"	112	+ 0·029	05
RYVES	126	—	10
DE ROY	138	—	04
"	098	+ 0·025	10
"	102	—	14
"	093	—	13
BROOK C. L.	100	+ 0·022	12
GINORI	107	+ 0·038	08
DZIEWULSKY	069	—	03
LACCHINI	104	+ 0·038	07
"	099	+ 0·034	06
GAYFER	118	—	06
LEINER	079	— 0·057	11
JOHANSSON	061	+ 0·021	09
ALKJAER	108	— 0·018	06
MORRISON	110	—	09

SCHMIDT-nek mind a három, CAMPBELL-nek első z értéke az intervallum-hibát korrigálja, valamennyi többi z érték szín-hiba miatti korrekciót ad. CAMPBELL-nél az intervallum-hiba hatása ellenkező, mint amilyen várható volna. A megfigyelők általában a vörös csillagokat a DRAPER-magnitúdóknál fényesebbeknek becsülik, kivételt csak LEINER és ALKJAER képeznek, akik a vörös csillagokat gyengébbeknek látják.

Miután a különböző megfigyelők fokozat-szkálái és a fotométriái szkála közötti összefüggéseket megállapítottam, R Scuti-nak fokozatokban kifejezett fényességét a talált összefüggések alapján magnitúdókra számítottam át; a PICKERING-féle módszerrel végzett megfigyelésekből a magnitúdókat — mint már említettem — közvetlenül számítottam. Néhány esetben eredeti megfigyelések nem állottak rendelkezésemre s ekkor a megfigyelők által közölt magnitúdókat vagy változatlanul vagy némi korrekcióval vettem át. Ily módon R Scuti változónak 1795—1927. évi megfigyeléseiből több mint 13,000 magnitúdót vezettem le.

III. A fényváltozás elemei.

1. A fényváltozás maximumai és minimumai.

Derékszögű koordináta-rendszerben R Scuti-nak magnitúdókban kifejezett fényességét ordinátául, a fényességeknek megfelelő időpontot, Julius-i napot, abszcisszául véve nyerjük a fénygörbét. A fényváltozás valamennyi maximumát és minimumát a fénygörbékből vezettem le, és pedig az önkény lehető elkerülése végett a POGSON-féle metszési görbe segítségével. A POGSON-féle metszési görbe geometriai helye a fénygörbében az abszcissza-tengellyel párhuzamosan vont húrok felezési pontjainak.

A maximumok és minimumok idejének megállapításánál gondosan ügyeltem arra, hogy az irodalomban található értékek ne befolyásoljanak. Ezeknek a saját értékeimmel való későbbi összehasonlítása mutatja, hogy a fennálló eltérések az 1—2 napot az esetek legnagyobb részében nem haladják meg. De a nagyobb eltérések esetében sem láttam szükségét annak, hogy az általam levezetett értékeken változtassak, egyrészt azért, mert

egyes maximumoknál és minimumoknál több megfigyelő adatai állottak rendelkezésemre, másrészt pedig mert fentemlített eljárásom objektivebb és élesebb, mint az, amellyel az irodalomban található értékeket megállapították. A fénygörbének és a Pogson-féle metszési görbének metszéspontja ugyanis — különösen elnyújtott maximumoknál vagy minimumoknál — élesebben határozható meg, mint a fénygörbéhez rajzolt érintők érintési pontja, másrészt a véletlen jellegű hibák kevésbé befolyásolják a Pogson-féle görbét, mint az érintőt. Néhány eltérést magyaráz az is, hogy a maximumokat, és minimumokat nem a fénygörbe, tehát nem a kiegyenlített adatok alapján vezették le. SCHMIDT a fénygörbét nem az összes megfigyelésekből rajzolja, hanem minden egyes összehasonlító csillag segítségével nyert adatokból külön-külön, tehát annyi fénygörbét szerkeszt, ahány összehasonlító csillaga van. Az ezekből levezetett maximumok és minimumok idejének középértékét veszi. E közepek egyrészt a szisztematikus hibák, másrészt a kiegyenlítés következtében általában nem fognak megegyezni a teljes fénygörbéből levezetett értékekkel s így SCHMIDT eljárása szintén eredményezhet eltéréseket a maximumok és minimumok idejében.

2. A fényváltozás periodusa.

R Scuti fénygörbéinek minimumai általában élesebbek, mint a maximumok; a periodus kiszámítására tehát az előbbieket alkalmasabbak. A fénygörbék egy másik sajátosága, melyet már SCHMIDT az 1848. évi megfigyeléseinek feldolgozásánál [A. N. 1091. sz.] is észrevett, hogy a β Lyrae típusra jellemző alakot mutatnak, amelynél két gyengébb, úgynevezett főminimum között egy fényesebb, úgynevezett mellékminimum lép fel. A fényváltozás egy teljes periodusa tehát főminimumtól főminimumig terjed. R Scuti-nál azonban a főminimumok és mellékminimumok közti különbség nem mindig olyan szembetűnő, mint β Lyrae-nél, sőt a β Lyrae-jelleg néha eltűnik, a fő- és mellékminimumok pedig időnként felcserélődnek s egyes esetekben a mellékminimumok teljesen kimaradnak. Minthogy a fényváltozás periodusát a főminimumok alapján számítom, azért csak ezeket közlöm. Az

II. táblázat.

Epocha- szám	Juliusi napok	$O-C_1$	$O-C_2$	$O-C_3$	$O-C_4$	Magnitudo
- 122	^d 2377164·5					^m 7·0
44 ^{1/2}	88166·0	^d - 20·2	^d - 26·9	^d - 12·1	^d - 12·0	7·2
0	94435·5	- 14·2	- 17·9	- 6·1	- 6·0	6·0
+ 2	725·0	0·0	+ 0·7	+ 8·1	+ 8·2	6·3
5	95164·5	+ 1·7	+ 6·2	+ 9·8	+ 9·9	5·7
8	591·5	- 5·3	+ 1·8	+ 2·8	+ 2·9	7·1
10	868·0	- 4·6	+ 3·7	+ 3·5	+ 3·6	6·9
11	96010·5	+ 0·7	+ 9·8	+ 8·8	+ 8·9	7·9
12	157·5	+ 8·9	+ 19·2	+ 17·0	+ 17·1	7·6
13	307·5	- 14·1	- 2·1	- 5·9	- 5·9	7·9
15	568·0	+ 5·5	+ 8·0	+ 2·7	+ 2·7	6·2
17 ^{1/2}	931·0	- 16·8	- 2·6	- 8·6	- 8·6	5·9
18 ^{1/2}	97061·5	- 20·7	- 5·8	- 12·5	- 12·5	7·5
21	412·0	- 9·7	+ 5·1	- 1·5	- 1·5	6·1
23	706·5	- 14·2	+ 0·2	- 6·0	- 6·0	6·3
25	985·5	- 23·0	- 8·8	- 14·8	- 14·8	7·8
26	98118·5	- 11·1	+ 2·3	- 2·9	- 2·9	6·3
27 ^{1/2}	343·0	- 18·9	- 6·2	- 10·7	- 10·7	6·5
28 ^{1/2}	477·0	+ 4·1	+ 15·3	+ 12·3	+ 12·3	7·5
30 ^{1/2}	783·5	+ 13·6	+ 23·0	+ 21·8	+ 21·8	5·7
32 ^{1/2}	99076·5	- 32·2	- 23·9	- 24·0	- 24·0	8·0
33 ^{1/2}	172·5	+ 5·8	+ 11·9	+ 14·0	+ 14·0	6·2
35 ^{1/2}	494·0	- 3·4	+ 1·3	+ 4·8	+ 4·8	6·5
36 ^{1/2}	626·5	- 10·2	- 6·8	- 1·9	- 2·0	8·4
37 ^{1/2}	761·5	+ 15·7	+ 17·0	+ 11·4	+ 0·3	7·5
39	2400000·0	- 7·4	- 9·0	- 12·5	- 22·8	5·9
41	260·5	- 11·9	- 16·2	- 18·0	- 27·3	7·0
43	539·5	- 5·1	- 10·9	- 11·7	- 20·5	6·7
44	688·0	+ 1·8	- 6·7	- 5·7	- 13·6	7·2
46	978·5	+ 1·6	- 8·3	- 6·4	- 13·8	6·9
47	01120·0	+ 17·8	- 0·3	+ 6·5	+ 2·4	7·3
54	02128·5	+ 27·7	+ 8·0	+ 15·5	+ 12·3	6·8
56	422·0	+ 9·0	- 12·4	- 4·7	- 6·4	6·4
59	828·5	+ 29·9	+ 8·1	+ 15·4	+ 14·5	6·5
61	03133·0	+ 36·7	+ 14·6	+ 21·6	+ 21·3	6·9
62	281·5	+ 31·0	+ 9·0	+ 15·3	+ 15·6	6·6
63 ^{1/2}	488·5	+ 18·8	- 3·1	+ 2·6	+ 3·4	5·8
64 ^{1/2}	618·0	+ 19·8	- 1·6	+ 2·6	+ 4·4	6·3
66 ^{1/2}	902·5					6·9

Epocha- szám	Juliusi napok	$O-C_1$	$O-C_2$	$O-C_3$	$O-C_4$	Magnitudo
	d	d	d	d	d	m
68 ¹ / _a	2404187·5	+ 21·2	+ 1·1	+ 3·1	+ 5·8	8·0
69 ¹ / _a	316·5	+ 8·5	- 11·1	- 10·1	- 6·9	7·2
71 ¹ / _a	614·0	+ 32·5	+ 4·6	+ 3·0	+ 17·1	8·3
72 ¹ / _a	749·5	+ 16·2	- 0·8	- 3·8	+ 0·8	7·0
74	990·5	+ 44·6	+ 29·1	+ 23·9	+ 29·2	6·2
75	05122·5	+ 34·8	+ 20·6	+ 13·6	+ 19·4	7·7
77	393·0	+ 21·8	+ 10·1	- 0·3	+ 6·4	6·6
79	657·5	+ 2·8	- 6·4	- 20·3	- 12·6	6·2
80	782·5	- 14·0	- 21·7	- 37·5	- 29·4	6·6
82 ¹ / _a	06143·5	- 7·4	- 11·4	+ 9·4	+ 1·2	6·8
84 ¹ / _a	409·5	- 24·9	- 26·2	- 9·8	+ 16·3	5·9
85 ¹ / _a	562·5	- 13·7	- 13·5	+ 0·6	- 5·1	6·0
87 ¹ / _a	849·5	- 10·2	- 7·2	+ 2·3	- 1·6	6·2
89 ¹ / _a	07135·5	- 7·7	- 2·1	+ 3·1	+ 0·9	6·4
90	207·0	- 7·1	- 0·8	+ 3·3	+ 1·5	6·8
92	482·5	- 15·1	- 6·4	- 6·4	- 6·5	6·5
93	624·0	- 15·4	- 5·7	- 7·6	- 6·8	7·4
95	924·0	+ 1·1	+ 12·7	+ 7·2	+ 9·7	6·5
98	08348·5	+ 0·3	+ 14·2	+ 3·8	+ 8·9	6·4
100	621·0	- 10·7	+ 4·1	- 8·9	- 2·1	6·1
103	09065·0	+ 8·0	+ 23·5	+ 7·2	+ 16·6	7·3
129	12757·5	+ 14·8	+ 4·2	+ 1·9	+ 7·9	6·5
146 ¹ / _a	15225·0	+ 1·5	- 19·6	- 5·8	- 5·4	6·9
149	584·5	+ 6·6	- 13·4	+ 0·1	- 0·3	6·0
152	16011·0	+ 7·8	- 10·2	+ 2·3	+ 0·9	6·5
154	294·5	+ 7·8	- 8·3	+ 2·9	+ 0·9	7·5
154 ¹ / _a	359·0	+ 1·4	- 14·1	- 3·3	- 5·5	6·5
156 ¹ / _a	648·0	+ 6·9	- 6·3	+ 2·8	0·0	6·9
157	717·5	+ 5·5	- 7·2	- 20·8	- 7·9	6·5
160	17153·5	+ 16·2	+ 7·4	- 3·6	+ 2·8	6·5
161	309·5	+ 30·4	+ 23·2	+ 12·8	+ 17·0	7·0
162	447·0	+ 26·2	+ 20·2	+ 10·7	+ 12·8	6·6
163	588·5	+ 25·9	+ 21·5	+ 12·6	+ 12·5	7·3
164	723·0	+ 18·7	+ 15·8	+ 7·5	+ 5·3	6·3
166	18005·5	+ 17·6	+ 17·5	+ 10·7	+ 4·2	6·3
167	136·0	+ 6·4	+ 7·7	+ 1·6	- 7·0	6·2
168	245·0	- 26·4	- 23·7	- 29·0	- 39·8	6·0
169 ¹ / _a	481·0	- 3·0	+ 1·7	+ 12·5	+ 11·6	7·4
170 ¹ / _a	618·5	- 7·3	- 1·3	+ 8·2	+ 7·3	6·7
172 ¹ / _a	900·0	- 9·3	- 0·8	+ 6·0	+ 5·3	6·7

Epocha- szám	Juliusi napok	$O-C_1$	$O-C_2$	$O-C_3$	$O-C_4$	Magnitudo
174 ¹ / ₂	241917 ^d / ₅	— 21·3	— 10·6	— 6·1	— 6·7	m 6·3
175 ¹ / ₂	324·0	— 10·6	+ 1·1	+ 4·5	+ 4·0	6·4
177 ¹ / ₂	624·5	+ 6·4	+ 19·7	+ 21·4	+ 21·0	6·1
180	960·0	— 12·5	— 2·4	+ 2·3	+ 2·1	5·9
181	20097·0	— 17·3	— 2·0	— 2·5	— 2·7	7·1
183	378·0	— 19·8	— 4·0	— 5·2	— 5·2	6·2
185	634·5	— 46·8	— 30·8	— 32·4	— 32·2	6·4
186	782·0	— 41·1	— 25·3	— 26·7	— 26·5	7·0
188	21079·0	— 27·6	— 12·2	— 13·3	— 13·0	7·4
190	375·5	— 14·6	— 0·2	— 0·5	0·0	7·2
191	498·0	— 33·9	— 20·2	— 19·8	— 19·3	7·1
192	652·0	— 21·6	— 8·7	— 7·7	— 7·0	6·4
193	790·0	— 25·4	— 13·3	— 11·5	— 10·8	7·5
195	22093·0	— 5·9	+ 4·3	+ 7·8	+ 8·7	7·4
196	244·0	+ 3·3	+ 12·5	+ 17·0	+ 17·9	6·2
197	377·0	— 5·4	+ 2·6	+ 8·2	+ 9·2	6·9
198	522·0	— 2·2	+ 4·6	+ 11·4	+ 12·4	6·9
200	807·0	— 0·7	+ 3·5	+ 12·7	+ 13·9	7·6
201	945·0	— 4·5	— 1·5	+ 8·9	+ 10·1	6·3
202 ¹ / ₂	23163·0	+ 0·9	+ 1·6	— 6·3	— 11·7	6·8
203 ¹ / ₂	319·0	+ 15·1	+ 14·6	+ 7·2	+ 2·5	6·9
205 ¹ / ₂	589·0	+ 1·6	— 1·9	— 7·8	— 11·0	6·8
207 ¹ / ₂	882·5	+ 11·6	+ 5·2	+ 0·7	— 1·0	7·6
208 ¹ / ₂	24031·5	+ 18·8	+ 11·0	+ 7·2	+ 6·2	7·0
210 ¹ / ₂	303·0	+ 6·8	— 3·6	— 6·3	— 5·8	7·0
211 ¹ / ₂	459·0	+ 21·1	+ 9·3	+ 7·2	+ 8·5	7·8
212 ¹ / ₂	596·5	+ 16·8	+ 3·8	+ 2·2	+ 4·2	7·2
213 ¹ / ₂	743·5	+ 22·0	+ 7·9	+ 6·7	+ 9·4	7·3
215 ¹ / ₂	25012·5	+ 7·5	— 8·7	— 9·3	— 5·1	6·5
216 ¹ / ₂	163·0	+ 16·3	— 0·8	— 1·3	+ 3·7	8·2

első oszlop adja az epocha-számokat a 0-sal jelölt főminimumtól, mint főepochától számítva. A fő- és mellékminimumok felcserélődése az epocha-számokban azáltal jut kifejezésre, hogy az egészszámok mellett törtszámok is szerepelnek. A második oszlop a főminimumok idejét adja Julius-i napokban, a hetedik oszlop a fényességet magnitudókban. A többi oszlopról később lesz szó.

A fényváltozás periodusának kiszámításánál követett eljárás abban áll, hogy a periodust konstansnak vesszük s a maximumok vagy minimumok idejét az

$$m = E_0 + EP \quad (1)$$

összefüggés segítségével állítjuk elő, majd a fennmaradó hibák természete szerint a fenti összefüggéshez újabb tagokat csatolunk. Ezt az eljárást R Scuti esetében is követve m jelenti a főminimumok, E_0 a főepocha idejét Julius-i napokban, E a főminimumok epocha-számát, P pedig a főminimumtól főminimumig számított periodus idejét. A számítás egyszerűsítése végett a periodusra közelítő értéket választunk s a korrekciókat a

$$\Delta m = \Delta E_0 + E\Delta P \quad (2)$$

alapján számítjuk, ahol Δm a főminimumok megfigyelt és az (1) alapján $P_0 = 142$ nap közelítő értékkel számított idejének különbségét, ΔE_0 a főepochának elfogadott főminimum idejének, ΔP pedig a P_0 közelítő értéknek korrekcióját jelenti. Számításaimban a főminimumok közül az első kettőt kizártam, mert utánuk hosszú időközökben hiányoznak a megfigyelések s így epocha-számuk bizonytalan. A két főminimumot később ellenőrzésképpen használtam fel. Összesen tehát 107 főminimum állott rendelkezésemre, melyek mindegyike egy (2) alatti egyenletet szolgáltat; az egyenleteket ΔE_0 -ra és ΔP -re a legkisebb négyzetek módszere szerint oldottam meg. A két normálegyenlet

$$\begin{aligned} -657.0 &= 107 \Delta E_0 + 11896 \Delta P; \\ -197506.5 &= 11896 \Delta E_0 + 1848391.5 \Delta P, \end{aligned}$$

melyekből

$$\begin{aligned}\Delta E_0 &= + 20 \cdot 2 \pm 3 \cdot 2; \\ \Delta P &= - 0 \cdot 24 \pm 0 \cdot 02;\end{aligned}$$

és így a főminimumok ideje

$$m = 2394455 \cdot 7 + 141 \cdot 76 E. \quad (1a)$$

A középperiodus tehát 141·76 nap. A fennmaradó eltérések, melyek a főminimumok megfigyelt és az (1a) alapján számított idejének különbségéből adódnak, a II. táblázat $O - C_1$ felírású oszlopában található. Egy főminimum középhibája

$$= \sqrt{\frac{\sum (O - C_1)^2}{107 - 2}} = \pm 17 \cdot 71.$$

Az $O - C_1$ eltéréseket megfigyelési hibákkal nem lehet magyarázni; a főminimumokból számított periodus tehát nem konstans. A fennmaradó eltérések a periodus szakaszos változására utalnak, mely a főminimumok előállítására szolgáló lineáris összefüggésnek periodusos taggal való kibővítését teszi szükségessé. Legyen tehát

$$m = E_0 + EP + A \sin (aE + b). \quad (3)$$

Hogy ismét korrekciókat számíthassunk, az A , a és b mennyiségek részére az $O - C_1$ eltérésekből grafikus úton közelítő értékeket vezetünk le. E közelítő értékek: $A_0 = 18^d$, $a_0 = 4^\circ \cdot 5$, $b_0 = 157^\circ \cdot 5$; a korrekciókat a helyesen választott közelítő értékek mellett a

$$\begin{aligned}\Delta m &= \Delta E_0 + E \Delta P + \sin (a_0 E + b_0) \Delta A + \\ &+ A E \cos (a_0 E + b_0) \Delta a + A \cos (a_0 E + b_0) \Delta b\end{aligned} \quad (4)$$

összefüggés szolgáltatja, ahol

$$\Delta m = (O - C_1) - A_0 \sin (a_0 E + b_0).$$

A (4) alatti összefüggés a meghatározandó korrekciókra lineáris s így a legkisebb négyzetek módszere alkalmazható. Az öt normálegyenlet:

$$269 \cdot 20 = 107 \Delta E_0 + 11896 \Delta P - 12 \cdot 37 \Delta A - \\ - 1434 \cdot 13 \Delta a - 198 \cdot 73 \Delta b ;$$

$$27745 \cdot 20 = 11896 \Delta E_0 + 1848391 \cdot 50 \Delta P - 1179 \cdot 21 \Delta A + \\ + 2939622 \cdot 40 \Delta a - 1434 \cdot 13 \Delta b ;$$

$$-9 \cdot 37 = -12 \cdot 37 \Delta E_0 - 1179 \cdot 21 \Delta P + 48 \cdot 41 \Delta A - \\ - 1890 \cdot 92 \Delta a - 15 \cdot 31 \Delta b ;$$

$$116717 \cdot 83 = -1434 \cdot 13 \Delta E_0 + 2939622 \cdot 40 \Delta P - 1890 \cdot 92 \Delta A + \\ + 350507354 \cdot 88 \Delta a + 2192499 \cdot 36 \Delta b ;$$

$$1426 \cdot 53 = -198 \cdot 73 \Delta E_0 - 1434 \cdot 13 \Delta P - 15 \cdot 31 \Delta A + \\ + 2192499 \cdot 36 \Delta a + 18977 \cdot 12 \Delta b,$$

ahonnan :

$$\Delta E_0 = + 3 \cdot 9 \pm 2 \cdot 4 ;$$

$$\Delta P = - 0 \cdot 007 \pm 0 \cdot 018 ;$$

$$\Delta A = + 0 \cdot 6 \pm 1 \cdot 9 ;$$

$$\Delta a = - 0 \cdot 063 \pm 0 \cdot 091 ;$$

$$\Delta b = + 14 \cdot 0 \pm 10 \cdot 4 ;$$

és így a főminimumok ideje :

$$m = 2394459 \cdot 6 + 141 \cdot 753 E + 18 \cdot 6 \sin [4 \cdot 437 E + 171 \cdot 5], \quad (3a)$$

a főminimumok periodusa pedig :

$$P = 141 \cdot 753 + 1 \cdot 440 \cos [4 \cdot 437 E + 171 \cdot 5].$$

A sinus-tag bevezetése után fennmaradó eltéréseket a II. táblázat $O-C_2$ felírású oszlopa adja. Bár egy főminimum középhibája a sinus-tag bevezetésével $\pm 12 \cdot 66$ -re csökkent, az egyes eltérések még mindig igen nagyok. Az eltéréseket és velük egy főminimum középhibáját újabb sinus-tagok bevezetésével természetesen tovább lehetne csökkenteni.

A periodusos tagok szaporításának azonban a változó csillagok tanában, legalább ezideig, — mint erre GUTHNICK az *Astronomische Gesellschaft* 1924. évi gyűlésén [Vierteljahrsschrift der Astronomischen Gesellschaft. 59. évf. 239. l.] rámutatott — reális jelentősége nincs. A talált összefüggéseket extrapolációra

nem lehet felhasználni, s még kevésbé sikerült az egyes tagokat fizikailag értelmezni. Újabban a periodusos tagok felhasználásától a változók nagy részénél teljesen eltekintenek s helyette vagy a periodusnak, vagy az epochának ugrás-szerű változását tételezik fel. GUTHNICK szerint ez a feltevés jobban felel meg a valóságnak, s megvan azonkívül az az előnye, hogy a maximumok és minimumok idejének előre való kiszámítása — legalább is addig, amíg ugrás be nem következik — az instantán elemekkel biztosabb, mint a periodusos tagok vagy a középértékek felhasználásával.

Úgy a periodusnak, mint az epochának ugrás-szerű változását R Scuti esetében is megvizsgáltam. Az előzőekben felhasznált főminimumokat hét csoportra osztottam és mindegyik csoportra a (2) szerint külön-külön számítottam a periodusnak és a csoport első főminimumának korrekcióját. Az egyes csoportokban a főminimumok előállítására a következő összefüggések adódnak:

- I. $m = 2394447.6 + 141.75 E$; $E = 0 \dots 37\frac{1}{2}$;
- II. $m = 2399988.6 + 142.23 (E - 39)$; $E = 39 \dots 80$;
- III. $m = 2406134.1 + 142.62 (E - 82\frac{1}{2})$; $E = 82\frac{1}{2} \dots 103$;
- IV. $m = 2412755.6 + 141.44 (E - 129)$; $E = 129 \dots 156\frac{1}{2}$;
- V. $m = 2416738.3 + 139.61 (E - 157)$; $E = 157 \dots 168$;
- VI. $m = 2418468.5 + 141.83 (E - 169\frac{1}{2})$; $E = 169\frac{1}{2} \dots 201$;
- VII. $m = 2423169.3 + 142.50 (E - 202\frac{1}{2})$; $E = 202\frac{1}{2} \dots 216\frac{1}{2}$.

A fennmaradó eltérések a főminimumok táblázatának $O-C_3$ felírású oszlopában találhatóak, ahol a csoportok vízszintes egyenessel vannak egymástól elválasztva.

Ugyanerre a hét csoportra epocha-ugrást és állandó periodust tételezve fel, az összefüggések a következők:

- I. $m = 2394447.5 + 141.76 E$; $E = 0 \dots 37\frac{1}{2}$;
- II. $m = 2399999.7 + 141.76 (E - 39)$; $E = 39 \dots 80$;
- III. $m = 2406142.3 + 141.76 (E - 82\frac{1}{2})$; $E = 82\frac{1}{2} \dots 103$;
- IV. $m = 2412749.6 + 141.76 (E - 129)$; $E = 129 \dots 156\frac{1}{2}$;
- V. $m = 2416725.4 + 141.76 (E - 157)$; $E = 157 \dots 168$;
- VI. $m = 2418469.4 + 141.76 (E - 169\frac{1}{2})$; $E = 169\frac{1}{2} \dots 201$;
- VII. $m = 2423174.7 + 141.76 (E - 202\frac{1}{2})$; $E = 202\frac{1}{2} \dots 216\frac{1}{2}$.

Az epocha eltolódása az

I. és II. csoport között	$+ 23^{\cdot}6$;
II. " III. " "	$- 24^{\cdot}0$;
III. " IV. " "	$+ 15^{\cdot}5$;
IV. " V. " "	$+ 6^{\cdot}5$;
V. " VI. " "	$- 28^{\cdot}0$;
VI. " VII. " "	$+ 27^{\cdot}2$.

A fennmaradó eltéréseket a főminimumok táblázatának $O-C_4$ felírású oszlopa tartalmazza; a vízszintes egyenesek a csoportokat jelzik.

Az

$O-C_1$ fennmaradó eltérések négyzeteinek összege	32928 ⁰⁰ ;
$O-C_2$ " " " "	16344 ³⁰ ;
$O-C_3$ " " " "	14627 ⁴³ ;
$O-C_4$ " " " "	16690 ⁶³ .

A sinus-tag, a periodus-, illetőleg epocha-ugrás figyelembevétele tehát közel egyenlő mértékben csökkenti a fennmaradó hibákat s így nem dönthető el, hogy a fényváltozás természetének melyik felel meg jobban. Ha a csoportok számát megtartanók, azok határait azonban változtatnók, a fennmaradó hibák négyzeteinek összege nem változnék lényegesen. A csoportok számának további növelésével természetesen az eltérések is csökkennének.

A fényváltozás periodusait több esetben a SCHUSTER-féle periodogramm segítségével igyekeztek meghatározni. A nagyon fáradságos számításokkal nyert eredmények azonban a fényváltozás problémáját nem vitték közelebb a megoldáshoz.

A hosszúperiodusú változó csillagok periodusának és fénygörbéjének vizsgálatánál új utat látszik kijelölni OPPENHEIM-nak «Über die Perioden der Sonnenflecken» című tanulmánya [A. N. 5566. sz.], melyre dr. KÖVESLIGETHY RADÓ hívta fel figyelmet. OPPENHEIM a napfoltok relatív számait az

$$r = A_0 + A \cos T$$

periodusos függvénnyel állítja elő, ahol

$$T = \varphi t + \sum r_m \cos (m\varphi t - \xi_m). \quad m = 1, 2, \dots$$

Tanulmányában rámutat arra, hogy a variábilis csillagoknál, különösen a hosszúperiodusúaknál, a periodus szakaszos változásokat mutat s így módszere ezeknél is eredménnyel biztat; ugyanakkor bejelenti a Mira Ceti és az RV Tauri változóknak e módszerrel való feldolgozását. Munkáját azonban bekövetkezett halála miatt nem fejezhette be. OPPENHEIM módszerének az RV Tauri-osztályba tartozó R Scuti változóra való alkalmazásával egy későbbi tanulmányomban szándékozom foglalkozni.

Midőn számításaimat már lezártam, jutott tudomásomra GERASIMOVIC B. P. «Investigations of semiregular variables. III. Secular changes in the mean period of R Scuti [1795—1927]» című tanulmánya [Harvard College Observatory Circular 333.], melyben R Scuti középperiodusára szekuláris változást mutat ki.

E szekuláris változás szerinte évtizedenként $+0.64$. Számításaim közben nem került el figyelmemet, hogy a középperiodust e szempontból is megvizsgáljam. Mivel azonban sem az $O-C_1$ eltérések, sem pedig a hét csoportból levezetett periodusok szekuláris változásra nem engedtek következtetni, sőt az utóbbiak ennek ellentmondottak, nem tartottam szükségesnek a szekuláris változásra külön számításokat végezni. GERASIMOVIC tanulmánya azonban arra indított, hogy a vizsgálatot — ismét a legkisebb négyzetek módszerével — mégis elvégezzem. E vizsgálat eredményeképpen

$$P = 141.98 - 0.0019E$$

adódik, ami a periodus 0.05 évtizedenkénti megrövidülésének felel meg, szemben a fentidézett 0.64 meghosszabbodással. A szekuláris tag számbavételével fennmaradó eltérések négyzeteinek összege 31891.46 , egy főminimum középhibája ± 17.51 , tehát alig valamivel kevesebb, mint a konstans periodus feltételezésénél s így a számításaim alapján nyert szekuláris változás nem tekinthető reálisnak. GERASIMOVIC csaknem ugyanazt a megfigyelési anyagot használja, mint amely e tanulmány alapját képezi; gyakran azonban egyszerűen átveszi a megfigyelők által megadott minimumok idejét s így minimum-idői nem képeznek

olyan homogén sorozatot, mint az általam egységes eljárással levezetett és felhasznált minimumok. A periodus-számításnál szintén csak a minimumokat veszi alapul, nem tesz azonban különbséget fő- és mellékminimumok között s így epochaszámolásában törtszámú epochák nem szerepelnek. Az összes minimumokat két csoportra osztja, páros és páratlan számúakra, amelyeknek a nálam egész-, illetőleg törtszámokkal jelölt minimumokkal kellene megegyezniök; majd mindkét csoportot időrendben további 5—5 csoportra osztja és az egyes csoportokra külön-külön számítja a periodust. Úgy a páros, mint a páratlan számú minimumokból szekuláris változást talál s e két csoport értékeinek egyesítéséből számítja a fenti $+0.64$ változást. A GERASIMOVIC által és e tanulmányomban követett eljárás közötti különbség nem magyarázhatja meg a szekuláris változás kérdésében mutatkozó kétségtelenül súlyos ellentmondást. Mint-hogy azonban GERASIMOVIC nem közli a minimumok epochaszámát és idejét, a kérdést csak adatainak beszerzése után tisztázhatom.

Megjegyzem még, hogy mindjárt számításaim elején a minimumokat magam is felosztottam páros és páratlan számúakra s a páros csoportra ki is számítottam a periodust. Minthogy azonban a fennmaradó eltérések szekuláris változást nem mutattak s periodusos változásuk szembetünőbb volt, amikor csak a főminimumokat használtam, a későbbiekben a páros és páratlan számú minimumokat nem vizsgáltam külön. Ilyen felosztás ellen szól az is, hogy a mellékminimumok — mint azt már jeleztem — néha kimaradnak, vagy csak bizonytalanul vannak jelezve. Ugyancsak ez az oka annak, hogy a periodust nem minimumtól minimumig, hanem főminimumtól főminimumig számítottam. Nem látszott azonban érdektelennek megvizsgálni azt, hogy a minimumtól minimumig számított periodusnál a fennmaradó hibák milyen változást mutatnak. E vizsgálat eredményeképpen a periodus 70.90 -nek adódik; a fennmaradó hibák igen nagyok és a hiba-görbe alakja, egy-két nagyobb ugrástól eltekintve, általában véve megegyezik a főminimumok $O-C_1$ eltéréseiből adódó hiba-görbével, úgyhogy a két hiba-görbe a

periodus ugyanolyan szakaszos változására utal. A fennmaradó eltérések szempontjából tehát nem mutatkozik lényeges különbség a fő- és mellékminimumok között.

Végül közlöm a III. táblázatban az 1840. év előtti összes, továbbá azon főminimumok epocha-számát, idejét, $O-C_1$ és $O-C_2$ fennmaradó eltéréseit, magnitudóját és megfigyelőjét, amelyekről eredeti megfigyelések nem álltak rendelkezésemre s melyeket az irodalomból változatlanul átvettem. Az 1840. év előtti főminimumok közül PIGOTT első főminimumát, valamint SCHWERD főminimumát eredeti megfigyelések alapján vezettem le, WESTPHAL eléggé megbízhatatlan főminimumait pedig ARGELANDERTŐL [B. u. R.] vettem át. Az $O-C_1$ és $O-C_2$ eltéréseket az (1a) és (3a) alatti összefüggések alapján számítottam.

III. táblázat.

Epocha- szám	Juliusi napok	$O-C_1$	$O-C_2$	Magnitudo	Megfigyelő
— 122	2377164 ^d ·5	+ 3·5	+ 1·9	^m 7·0	PIGOTT
121	331	+ 28·3	+ 25·3	6·0	«
119	592	+ 5·7	— 0·1	5·5	«
118	711	— 17·0	— 24·3	6·0	«
116	78024	+ 12·5	+ 2·4	< 9·0	«
114	316	+ 20·9	+ 8·2	7·0	«
113	440	+ 3·2	— 10·8	6·5	«
108 ¹ / ₂	79094	+ 19·3	+ 0·3	6·5	«
103 ¹ / ₂	812	+ 28·5	+ 6·0	< 9·0	«
67 ¹ / ₃	84897	+ 10·1	+ 21·1	7·2	WESTPHAL
66 ¹ / ₂	85025	— 3·7	+ 8·1	6·6	«
64 ¹ / ₂	302	— 10·2	+ 2·9	6·0	«
44 ¹ / ₂	88166	+ 18·6	+ 22·6	7·2	SCHWERD
+ 106	2409435	— 47·3	— 32·3	7·3	SAWYER
108	737	— 28·8	— 14·4	6·5	«
108 ¹ / ₃	809	— 27·7	— 13·7	7·0	«
110 ¹ / ₃	10109	— 11·2	+ 1·5	7·1	«
111 ¹ / ₂	243	— 18·9	— 6·9	8·2	«

Epocha- szám	Juliusi napok	$O - C_1$	$O - C_2$	Magnitudo	Megfigyelő
113 ^{1/2}	d 529	d — 16·5	d — 6·4	m 7·1	SAWYER
116	910	+ 10·1	+ 17·4	6·3	YENDELL
	912	+ 12·1	+ 19·4	6·3	SAWYER
118	11176	— 7·4	— 2·7	6·7	YENDELL
119	325	— 0·1	+ 3·3	6·2	«
	329	+ 3·9	+ 7·3	gyenge	SAWYER
121	589	— 19·7	— 19·1	6·6	YENDELL
	598	— 10·7	— 10·1	6·5	SAWYER
121 ^{1/2}	678	— 1·5	— 1·5	6·6	YENDELL
	681	+ 1·5	+ 1·5	7·3	SAWYER
123 ^{1/2}	965	+ 1·9	— 0·9	7·2	YENDELL
	968	+ 4·9	+ 2·1	7·5	SAWYER
125 ^{1/2}	12277	+ 30·4	+ 24·8	—	«
	382	— 6·3	— 13·4	—	«
126 ^{1/2}	395	+ 6·7	— 0·4	6·4	YENDELL
128 ^{1/2}	677	+ 5·1	— 4·8	—	SAWYER
131	13049	+ 22·7	+ 9·7	gyenge	«
	473·6	+ 22·1	+ 5·7	7·5	FLANERY
134	477	+ 25·5	+ 9·1	igen gyenge	SAWYER
	760	+ 24·9	+ 6·7	7·5	FLANERY
136	763	+ 27·9	+ 9·7	7·5	GILL
	766	+ 30·9	+ 12·7	7·2	YENDELL
139	14189	+ 28·7	+ 8·5	8·0	FLANERY
	196	+ 35·7	+ 15·5	7·5	YENDELL
141	459	+ 15·1	— 5·8	7·7	LUIZET
	468	+ 24·1	+ 3·2	7·5	FLANERY
142	584	— 1·6	— 22·9	6·3	LUIZET
	584	— 1·6	— 22·9	6·5	FLANERY
143 ^{1/2}	812	+ 13·7	— 7·8	7·6	LUIZET
	815	+ 16·7	— 4·8	6·9	FLANERY
144 ^{1/2}	931	— 9·0	— 30·5	6·8	LUIZET
	938	— 2·0	— 23·5	6·7	YENDELL

A fennmaradó eltérések négyzet-összegeinek számításánál, ha valamelyik főminimumot több észlelő figyelte meg, az eltérések középértékét vettem. $\Sigma(O - C_1)^2 = 12993 \cdot 52$, $\Sigma(O - C_2)^2 = 6973 \cdot 96$, s így a sinus-tagnak figyelembevétele a fennmaradó eltérések négyzeteinek összegét ezeknél is körülbelül a felére csökkenti. A sinus-tag segítségével tehát a múlt század negyvenes évei előtt és a 90-es években is ugyanazon pontossággal állíthatók elő a főminimumok, mint a fényváltozás többi, eddig megfigyelt szakaszaiban. A sinus-tag realitását látszik igazolni, hogy 1795-től 1927-ig négy perioduson át ismétlődött.

3. A fényváltozás amplitudója.

R Scutinál nemcsak a periodus, hanem a maximumok, de különösen a minimumok fényessége is erős változást mutat.

BAXENDELL megfigyeléseiből adódó minimumokat TURNER [M. N. 78. köt. 527. l.] felosztja gyenge és fényes minimumokra. Az előbbieket fényessége $6 \cdot 7^m$ és $7 \cdot 6^m$, az utóbbiaké pedig $5 \cdot 55^m$ és $6 \cdot 25^m$ között változik. TURNER szerint lehetséges, hogy minden második vagy harmadik minimum «gyenge» minimum. R Scuti fényváltozásában azonban több szakasz mutatható ki, amelyekben TURNER feltevése nem áll. Ilyen szakasz például az, melynek minimumait tanulmányomban $22 \frac{1}{2}$, 23 és $23 \frac{1}{2}$ epocha-számokkal jelöltem. E három közül leggyengébb a fényesség ($6 \cdot 3^m$) a 23 minimumnál, melyet TURNER «shallow» minimumnak nevez. A másik kettőt, melyeknek fényessége $5 \cdot 9^m$ és $5 \cdot 8^m$, BAXENDELL nem figyelte meg. BAXENDELL minimumainak száma kicsi ahhoz, hogy abból a gyenge és fényes minimumok változására törvényszerűséget lehessen levezetni. Ezt egyébként TURNER sem mulasztja el hangsúlyozni.

De nem sikerült törvényszerűséget találnom a rendelkezésemre álló 182 minimumból sem. Nem mutatkozik összefüggés a minimumok fényessége és az előbbieken levezetett periodus változásai között sem.

A maximumok és mellékminimumok fényességének változása

körülbelül egyenlő mértékű; a főminimumoknál a változás igen nagy. A maximumok fényességének középértéke 5.22 ± 0.019 , egy maximum fényességének középeltérése ± 0.251 ; a mellékminimumoknál a középérték 5.97 ± 0.031 , a középeltérés ± 0.265 ; a főminimumoknál pedig ezen értékek 6.79 ± 0.059 , illetőleg ± 0.616 . A középértéktől mutatkozó eltérések a maximumoknál 180 eset közül 8 esetben, a mellékminimumoknál 73 eset közül 10 esetben haladják meg 0.5 -ot. Míg a maximumoknál és mellékminimumoknál az eltérés sohasem éri el az 1.0 -ot, addig a főminimumoknál 109 eset közül 10 esetben túl is lépi azt. (E vizsgálatoknál figyelembe vettem PIGOTT és SCHWERD főminimumát is.) A legfényesebb maximum magnitúdója 4.4 , a leggyengébb minimumé pedig 8.4 . E szerint a legnagyobb fényesség-különbség, melyet eddig észleltek, 4.0 volna. Ezek az adatok azonban egészen biztosak, mert vagy csak egy megfigyelőtől (SCHMIDT) származnak, vagy pedig a megfigyelések annyira szóródnak, hogy a fénygörbét csak nagyobb önkénnyel lehetett rajzolni. Mint legmagasabb fényesség biztos a 4.7 , mint leggyengébb a 8.3 . Az előbbi a $197\frac{3}{4}$ maximum fényessége, melyet LEINER, BROWN és BROOK C. L. figyeltek meg, az utóbbi a $71\frac{1}{2}$ főminimum fényessége, melynek észlelői SCHÖNFELD, SCHMIDT és WINNECKE. A legnagyobb fényesség-különbség ezekből 3.6 -nak adódik.

4. A fénygörbe sajátságai.

Már a periodus számításánál felhasználtam a fénygörbének azt a sajátságát, hogy a gyenge és fényes minimumok legtöbbször felváltva követik egymást. Hogy valamely minimum fő-, illetőleg mellékminimum, azt azonban csak a szomszédos minimumok vizsgálata döntheti el. A minimumoknak ez a szétválasztása nem végezhető el mindig több-kevesebb önkény nélkül ott, ahol a fő- és mellékminimumok felcserélődnek egymással. Az 1843—1927. évek megfigyeléseiből, felhasználva a III. táb-

látásban közölt egyszerűen átvett főminimumokat is, 19 felcserélődést lehet kimutatni. Amennyire a hiányos megfigyelési anyagból megállapítható, a felcserélődés úgy megy végbe, hogy 3 egymást követő minimum fokozatosan fényesebbé válik. Az első minimum az egyik csoport utolsó főminimuma, a második minimum a következő csoport fő-, a harmadik pedig ezen csoport mellékminimuma. Arra nincsen példa, hogy két igen gyenge minimum követné egymást. A felcserélődések látszólag szabálytalan időközökben ismétlődnek.

A mellékminimumok néha csak gyengén vannak jelezve, vagy teljesen ki is maradnak. A mellékminimumok a rendelkezésemre álló megfigyelések szerint biztosan, vagy nagy valószínűséggel 24 esetben maradtak ki.

A főminimum és a szomszédos mellékminimum közti időkülönbség 41 és 118 nap között változik. Középertékben a mellékminimum a közvetlenül megelőző főminimumtól 68.8 ± 1.91 napra, a közvetlenül követő főminimumtól 71.2 ± 1.55 napra van. Átlagosan tehát a mellékminimum a két szomszédos főminimum között középen lép fel.

A maximumok alakja is erősen változik, szabályszerűséget e változásban nem találtam.

A fénygörbékben legtöbbször a β Lyrae fénygörbéjéhez hasonló görbe van képviselve, de R Scutinál csak a legritkább esetben közelíti meg az ilyen fénygörbe a β Lyrae-nél található szimmetria-viszonyokat. A két szomszédos főminimum úgy az abszcissza-, mint az ordináta-tengely mentén általában igen eltérő, s ugyanez áll a mellékminimumot közrefogó két maximumra, bár itt az eltérések, különösen a magnitúdókat illetően, nem oly feltűnőek, mint a főminimumoknál. Ha a mellékminimum kimarad, akkor az ezt közrefogó két maximum általában egy maximummá olvad össze, amely ilyenkor természetesen igen elnyújtott. Néha az egyik maximum megmarad, a másik maximum és a mellékminimum pedig valamelyik főminimum leszálló vagy felszálló ágát hosszabbítja meg. Egy-két esetben a mellékminimum és az egyik maximum konstans szakasszá lesz. Vannak szakaszok, melyekben a fényváltozás a $\frac{1}{2}$ magnitúdót nem lépi túl.

IV. Összefoglalás.

A túlnyomórészt eredeti megfigyelésekből lehetőleg egységes eljárással R Scuti fényességére több mint 13,000 magnitudót kaptam, amelyek alapján szerkesztett fénygörbékből 180 maximumot, 109 fő- és 73 mellékminimumot sikerült meghatároznom.

A főminimumok idejére az

$$m = 2394459\cdot6 + 141\cdot753E + 18\cdot6 \sin [4\cdot437E + 171\cdot5]$$

összefüggést találtam; egy főminimum középhibája $\pm 12\cdot66$. A periodus-, illetőleg epocha-ugrások feltevése mellett a főminimumok nem számíthatók nagyobb pontossággal, mint a sinus-taggal. A sinus-tag realitását látszik igazolni, hogy R Scuti fényváltozásának felfedezésétől, 1795-től, 1927-ig terjedő időben a sinus-tag periodusa 4-szer ismétlődött. A fényváltozás közepperiodusára GERASIMOVIC által talált szekuláris változás nem mutatható ki.

Az eddig biztosan észlelt maximális fényesség $4\cdot7$, a biztosan észlelt minimális fényesség $8\cdot3$, s így a legnagyobb fényesség-különbség legalább $3\cdot6$.

A fénygörbékben a maximumok, de különösen a minimumok úgy az idő-, mint a magnitudo-tengely irányában nagy eltéréseket mutatnak. Két gyenge minimum (főminimum) között általában egy fényesebb (mellékminimum) foglal helyet. Két igen gyenge minimum közvetlenül sohasem következik egymásra. A fő- és mellékminimumok gyakran felcserélődnek, sőt a mellékminimumoknak körülbelül 25%-a kimarad, vagy csak bizonytalanul van jelezve. A mellékminimum középértékben a két szomszédos főminimum között középen foglal helyet.

A fényváltozás elemeinek, de különösen a fénygörbe sajátosságainak pontosabb meghatározására igen gondos s lehetőleg teljes (alacsony földrajzi szélességek alatt fekvő helyeken nyert) megfigyelési sorozatokra van szükség, amelyeknél természetesen elsősorban a fotometriai mérések jönnek tekintetbe, de a könnyen alkalmazható becslési módszerekre is jelentős szerep vár.

Legyen szabad e helyen is hálás köszönetemet kifejeznem dr. Kövesligethy Radó egy. ny. r. tanár úrnak a meleg érdeklődésért, mellyel munkámat kísérte, és a becses tanácsokért, melyekkel támogatott.

V. Irodalom.

- ARETIN E. v.: Untersuchungen über den Lichtwechsel und die spektroskopische Bahn von λ Tauri. Astronomische Mitteilungen der Kgl. Sternwarte zu Göttingen 15., 1913.
- ARGELANDER FR. W. A.: Beobachtungen und Rechnungen über veränderliche Sterne. Astronomische Beobachtungen auf der Sternwarte zu Bonn. VII. köt. II. rész. Bonn 1869.
- BECKER FR.: Der veränderliche Stern ζ Geminorum. Berlin 1924.
- VAN DER BILT: The Variable Stars R Sagittae, V Vulpeculae, RV Tauri. Recherches Utrecht 6., 1916.
- EBERHARD G., KOHLSCHÜTTER A. és LUDENDORFF H.: Handbuch der Astrophysik. VI. köt. Berlin 1928.
- GUTHNICK P.: Neue Untersuchungen über den Veränderlichen σ (Mira) Ceti. Nova Acta. Abh. der Kaiserl. Leop.-Carol. deutschen Akad. der Naturforscher. 79. köt. Halle 1901.
- HAGEN J. G.: Die veränderlichen Sterne. I. köt. Freiburg 1913, 1920.
- HAGEN J. G.: Atlas Stellarum Variabilium V. Berlin 1906.
- HASSENSTEIN W.: Über den Lichtwechsel von RU Cephei. Potsdamer Publikationen Nr. 83., 1926.
- KEON E.: Der Algol-Variable δ Librae. Berlin 1907.
- LUDENDORFF H.: Der veränderliche Stern R Coronae Borealis. Potsdamer Publikationen Nr. 57., 1908.
- MEYERMANN B.: Resultate aus den Beobachtungen des veränderlichen Sternes δ Cephei. Göttingen 1902.
- MÜLLER G. és HARTWIG E.: Geschichte und Literatur des Lichtwechsels der veränderlichen Sterne. II. köt. Leipzig 1922.
- PANNEKOEK A.: Untersuchungen über den Lichtwechsel Algols. Proefschrift, Leiden 1902.
- PICKERING E. C.: Observations of Variable Stars by Argelander, by Schönfeld, by Schmidt. Annals of the Astronomical Observatory of Harvard College. 33. köt. Cambridge 1900.
- ROSENBERG H.: Der Veränderliche χ Cygni. Nova Acta. Abh. der Kaiserl. Leop.-Carol. deutschen Akad. der Naturforscher. 85. köt. Halle 1906.
- SCHILLER K.: Einführung in das Studium der veränderlichen Sterne. Leipzig 1923.
- SCHÖNFELD E.: Beobachtungen von veränderlichen Sternen. Sitzungsberichte der kais. Akad. der Wissenschaften, Math.-Naturw. Kl. 42. köt. 1860.

DER LICHTWECHSEL DES VERÄNDERLICHEN R SCUTI (1795—1927).

(Auszug.)

Von KARL MORAWETZ.

Die hier bearbeiteten Beobachtungen des Lichtwechsels des Veränderlichen R Scuti beziehen sich auf die Jahre 1795—1927, und lagen mir grösstenteils im Original vor. Nach eingehender Untersuchung der systematischen Fehler wurden die Beobachtungen mit Hilfe der Stufenskalen — soweit dies möglich war — auf die photometrische Skala des Draper-Katalogs reduziert. Auf diese Weise erhielt ich mehr als 13,000 photometrische Grössen für den Lichtwechsel von R Scuti. Die auf Grund dieser Grössen gezeichneten Lichtkurven ergaben mit Hilfe der Pogson'schen Schnittkurve 180 Maxima, 109 Haupt- und 73 Nebenminima. Werden die Hauptminima durch die Formel

$$m = 2394459 \cdot 6 + 141 \cdot 753 E + 18 \cdot 6 \sin [4 \cdot 437 E + 171 \cdot 5]$$

dargestellt, so beträgt der mittlere Fehler eines Hauptminimums $\pm 12 \cdot 66$, ohne Sinus-Glied $\pm 17 \cdot 71$. Die Annahme von Periodenrespektive Epochensprüngen führt zu keiner besseren Darstellung der Hauptminima. Das Sinus-Glied dürfte nicht jeder Realität entbehren, da sich seine Periode in dem Zeitraum von 1795 bis 1927 viermal wiederholte. Die von Herrn B. P. Gerasimovič (Harvard College Observatory Circular 333.) gefundene säkulare Änderung der Periode des Lichtwechsels konnte nicht nachgewiesen werden.

Die mittlere Helligkeit der Maxima, Haupt- und Nebenminima ergibt sich zu $5\cdot22 \pm 0\cdot019$, $5\cdot97 \pm 0\cdot031$ und $6\cdot79 \pm 0\cdot059$ mit den mittleren Fehlern: $\pm 0\cdot251$, $\pm 0\cdot265$ und $\pm 0\cdot616$. Die sicher bestimmten extremen Helligkeiten sind $4\cdot7$ und $8\cdot3$; daher beträgt die grösste Lichtschwankung wenigstens $3\cdot6$.

Die Maxima und Minima sind, was Dauer und Helligkeit anbelangt, sehr verschieden. Zwei schwache Minima sind in der Regel durch ein sekundäres Minimum getrennt. Zwei sehr schwache Minima folgen nie unmittelbar aufeinander. Der Abstand des Nebenminimums vom benachbarten Hauptminimum variiert zwischen 41 und 118 Tagen. Im Durchschnitt fallen die Nebenminima in die Mitte zwischen die benachbarten Hauptminima. Die Haupt- und Nebenminima vertauschen sich zuweilen, 25 % der Nebenminima bleiben aus oder sind nur unsicher angedeutet.

Die Arbeit dürfte in deutscher Sprache und ausführlich in den Astronomischen Abhandlungen des Kön. Ung. Astrophysikalischen Observatoriums von Konkoly's Stiftung in Budapest—Svábhegy erscheinen.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften, den 17. März 1930.)

SZARVASKŐ VIDÉKÉNEK OLIGOKLÁSZKÖZETEI.¹

SZENTPÉTERY ZSIGMOND I. tag székfoglalója.

A szarvaskői oligoklászkozetek anyagának nagy része földpát, és pedig uralkodólag oligoklász sorozatú plagioklász. A földpáton kívül más lényeges ásványuk nincs. A femikus alkotórészek mennyisége, kivéve a szélső fácieseket, mindig igen kevés, talán még legállandóbb a biotit, még ennél is ritkább az amfibol és augit. A diallagit valamivel gyakoribb, de még mindig ki lehet mutatni, hogy az áttört gabbroidális közetekből való. A vasérc mennyisége sokszor jelentékeny. A kvarc nagyon ritka, ha van is valami kevés, akkor se mindig tartozik a közetek lényegéhez, mert sokszor utólagosan került be a keringő kovasavas oldatokból. Ortoklászot egy esetben sem találtam. Ami kevés K-oxid van bennük az elemzések tanúsága szerint, az valószínűleg az oligoklászhoz tartozik.

Előfordulási viszonyok.

A Bükkhegység déli részén, Szarvaskő, Mónosbél és Bélapátfalva községek határában tekintélyes gabbroidális terület van, amely a különböző kőzetfajtáknak valósággal kimeríthetetlen tárháza. A petrológiai viszonyokból következik, hogy ez a főleg ÉK—DNY-i szakadási vonalon felépült vonulat nagyjában egyidőben képződött, nagyobb időkülönbségeket az egyes fajták képződése között nem tétélezhetünk fel.

¹ A gabbroidális tömeg leíró földtani, petrogenetikai és petrokémiai viszonyait már több értekezésben tárgyaltam. M. k. Földt. Int. Évi Jel. 1917/919-ről. p. 75—88. — Acta ... Sectio Scient. Nat. Tom. I. p. 113—124. — Földt. Közl. LVI. k. p. 62—75. és LVIII. k. p. 109—114. — Ilyenformán az egyes részletekre nézve az idézett helyeken közölt adatokra hivatkozom.

Az oligoklászkozétek fellépése magában a tömegben nem különálló, mindenütt a legszorosabb összefüggésben vannak a gabbroidális tömeggel. Mennyiségük azonban nagyon alárendelt, földtanilag ezért talán nem is mondhatók lényegesnek, annál érdekesebbek azonban közettani szempontból, de különösen fontosak petrogenetikai tekintetben. Megjelenésük kétféle: részben egyes telérekben fordulnak elő, részben slires kiválásokban.

Ha a telérek megjelenési viszonyait megvizsgáljuk, akkor ezekre nézve is nagyjában kiderül az, amit az itteni nagyszámú telérek összeségéről is mondhatok, hogy képződésük csak részben történhetett a magma felületi teljes megszilárdulása után. Határaik ugyanis a gabbroidális kőzet felől nagyon változóan élesek, gyakran át is mennek a mellékkőzetbe. Különösen ilyenek a vastag telérek. Vastagságuk is nagyon változó, vannak közöttük félméteresek is, viszont vannak olyan vékonyak, pár mm-esek is, amelyek már teléreknek sem igen nevezhetők. Ezek az igen gyakori vékony erek a legtöbbször csaknem kizárólag v. teljesen csakis nátronföldpátókból állanak és majdnem mindig prehniterek is kísérik.

Ezekben a telérekben találjuk az aplitos és pegmatitos kifejlődésű oligoklászkozéteket. Közöttük minden lehető átmenet megvan és néha csak a szemnagyság az, ami őket egymástól megkülönbözteti. Szórványosan granitoporfiros telérek is előfordulnak.

Legfontosabb előfordulási helyük Szarvaskőtől K-re az Újhatárvölgy nagyon változatos feltárása. Már a patak elején a Sirokigödör és a Tólápa között sok helyütt láthatunk vékony és apró erecskéket, melyek közül egyesek főleg oligoklászából állanak. Valamivel vastagabb telérek a Tólápa felett kb. 200 m távolságban tűnnek föl először a főárokban, ahol hyperszténamfibolgabbró az anyakőzet. De találunk ilyeneket szórványosan úgy a Sirokigödör, mint a Tólápa felső részében is. A Tólápától felfelé vagy 400 m-re valóságos telérraj van, ahol oligoklászaplit, oligoklászpegmatit, gabbródioritaplit, gabbrópegmatit és gabbróaplit fordul elő alig követhető nagy változatosságban, helyenként vastag prehniterek kíséretében. A mellékkőzet hiperszténdiallagabbró, mely itt éppúgy el van változva, mint a Határlápa

szájánál lévő telérhálózat táján. Kissé feljebb amfibolos piroxén-gabbróban, még fentebb gabbrópiroxenitben szintén gyakoriak ezek a telérek. Tovább É-ra a Magasverőről lefutó Ikerlápa táján ismét van egy széles teléröv, valamint a gerincút alatt a patak eredetéhez közel is. Az Ikerlápa táján és attól kissé feljebb lehet szerencsés körülmények mellett a legtipikusabb és legüdebb oligoklászaplitolokat gyűjteni.

Szarvaskőtől DK-re a kecskefarki peridotitzegély előterében, valamint a Majorlápában is előfordulnak gabbróperidotitban nagyon szórványosan oligoklászaplittelérek, rendszeren erősen elváltozva, prehnittel együtt.

Fontos körülménynek látszik, hogy míg a vidék nagy diabáz-teléreinek, de magának az egész eruptív vonulatnak is az iránya ÉK—DNy-i, addig az említett leukokrata telérek sokszor keresztelik ezt a főirányt kisebb nagyobb szögek alatt. Sokszor valóságos hálózatot alkotnak épp a folyton változó irányok miatt. A prehnites, kalcitos erek pedig keresztül-kasul vagdalják magukat a teléreket is.

Úgy látszik tehát, hogy e telérek megjelenése egészen normális: a főtömeg felületi részeinek kihülésével kapcsolatban keresztező és szabálytalan irányú, szabálytalan lefutású repedések keletkeztek, ezekbe hatolt be a savanyú magmamaradék, és pedig a vastagabb teléreknek az anyaga a megszilárdulásnak még abban a fázisában, amikor a mellékkőzet plasztikus anyagával még keveredhetett is. Ezért olyan szabálytalan a határvonaluk is. Bázisos, melanokrata telér alig akad egy-kettő.

Érdekes teléreket találunk az Egerpatak (szarvaskői fővölgy) mentén lévő nagy kőbányákban is. Monosbélről D-re, a Bocsi-patak torkolatával szemben lévő «Agrár»-bányában mutattam ki először (1917) ilyeneket, ahol ofitdiabázban és gabbródiabázban fordulnak elő 12 cm vastagságig emelkedő oligoklászaplittelérek. Ezeknek a teléreknak a lefutása egészen szabálytalan volt. Talán az eredeti repedés is változott vastagságában és meg is lehetett többszörösen görbülve, de bizonyos, hogy utólagosan is nagy deformációknak voltak kitéve, amit az igen jól látható vetődések bizonyítottak. De másképpen is igen szeszélyes a lefutásuk, néhol kiékelve eltűntek, majd rövidebb-hosszabb úton ismét előtűntek. Magának a réteglemeznek a lapja is gyakran el volt

fordulva. A telérek összetétele is nagyon változó. Néhol teljesen földpátból állott, néhol amfiból és biotit is járult hozzá, váltakozva és változó mennyiségben. A vasérc szerepe is változó. Néhol csak nyomokban mutatható ki, máshol nagyon felszaporodik. De változik a szemnagyság, sőt a szövet is, néha egy és ugyanazon telérben is; hol pegmatitos, hol igen finom aplitos, majd porfirosta hajló.

Eltékelve a szórványos előfordulásoktól, a legnagyobb figyelmet érdemel Szarvaskőtől K-re a Tóbérc alsó részén a «*L'orgalmi*» bánya. A pár év előtt nagy lendülettel erős kibányászás alá vetett bánya nagyon változatos viszonyokat tár föl, amennyiben az eruptív tömegnek azon a részén van, ahol a gabbródioritnak és a gabbrónak a szétválása már folyamatban volt a megszilárdulás kezdetén. A folyamat azonban nem fejeződött be. Részben ez lehet az oka annak, hogy a szétválás formája csak ritkán nevezhető sliresnek, mert a legtöbbször teljesen szabálytalannak látszik a bánya függélyes falában. De az utólagos összeszakadozásnak, a nagyon gyakran fényes felületeket létrehozó elvetődéseknek is nagy szerepe van a szabálytalanságban. Ugyancsak ilyen zürzavaros összevisszaságban jelennek meg a nagyon különböző fajtájú pegmatitos és granitoporfiros közeteket tartalmazó vastag slirtelérek, továbbá a vékonyabb, különböző aplitos közetű igazi telérek is. A leukokrata slires és slirtelérek legtöbbször szabálytalan világosabb nagy foltoknak, kissé megnyúlt és itt-ott kihegyesedő fészkeknek látszanak a sötétebb színű mellékkőzetben. Az átmenetet azonban legtöbb helyütt ki lehet mutatni a mellékkőzet felé.

A telérek között uralkodnak a dioritos jellegűek, a slires legnagyobb része gabbródioritos, vannak azonban igazi gabbroidális (gabbrópegmatit, gabbróaplit, gabbróporfirit) telérek is. Megjelennek alárendelt mennyiségben az oligoklászkközetek is és pedig úgy aplitos, mint pegmatitos, igen ritkán egyenesen nagyobb szemcsés kifejlődésben is.

E kőpződményeknek nagy változatosságáról valóban csak úgy győződhetünk meg, ha hosszabb időn át van alkalmunk megfigyelni a gyorsan előrehaladó bányamunkálatokat. Ilyen helyzetben voltam 1929-ben. Többek között figyelemmel kísér-

tem egy vastag, 1—2 dm-es plagiaplit telért is a bánya K-i oldalán. Ennek a többszörösen elvetődött, részben gabbróban, részben gabbródioritban húzódó változó vastagságú telérnek a középső szétágazó része erősen el volt kvarcosodva, a bánya aljához közel pedig vastag kvarcerek, legfelül pedig kalciterek és fészkek kísérték futását. Időnként rövid úton kiékült, majd pár m-rel beljebb ismét előtűnt. Nem messze tőle gránátos gabbródioritpegmatit telér volt, amely mellett sok gránátot tartalmazó oligoklászaplit telérmaradványt is észleltem. A bánya falában elszigeteltnek látszó slirszerű, de szabálytalan képződményeket néha vékony telérágak kötik össze.

Meglehetősen szabályos sávyszerű oligoklászkozmet kiválást észleltem 1926-ban az «Agrár» bánya ÉÉK-i falában. Ennek a sávnak a legfelső része vékony oligoklászaplittelérekéből állott, amelyek lennebb összefutottak és a bánya aljáig tartó slirszerű képződményben egyesültek. Ennek a slirnek az anyaga már nem aplit, hanem meglehetősen nagyszemű és egyenletes alkotású plagioklászit volt, melyben az uralkodó földpát andezin-oligoklász és andezin. Ugyancsak ekkor, továbbá jóval előbb: 1917-ben olyan teléreket, helyesebben slirteléreket is találtam az Agrárbánya gabbródiabázában, amelynek kőzete gránitporfíros oligoklászit volt.¹

Ilyen slires kifejlődésre az aránylag nagyon eltakart *Újhatárvölgyben* legtöbb helyütt csak következtetni lehet a folyton változó anyagú gabbrófajták alapján, de látni csak ritkán. Pár esetben találtam ilyen kifejlődésben plagioklászkozmeteket is. Így a Határlápa oldalában gabbróban, közvetlenül a Cseresznyefalápa szája mellett ugyancsak gabbróban, kissé feljebb gabbrópiroxenitben, végül innen vagy 80 m-rel feljebb gabbródioritban észleltem slires kifejlődésű oligoklászitot. Ugyancsak itt bázisosabb anortozitos kőzet is van, uralkodó andezinnel. A gyakori partomlások, a rengeteg fahulladék gyakran megakadályozzák az észlelést, sőt a gyűjtést is ebben a szűk kis árokban.

¹ Előzetes jelentésemben dioritporfirrit néven ismertettem: M. kir. Földtani Int. Évi Jel. 1917—19-ről p. 83 és Földt. Közl. LVI. p. 74.

Petrográfiai leírás.

Külső forma és szerkezet.

Az ásványos összetételnek megfelelőleg az oligoklászkozéteknél a földpátkristályok nagysága, alakja és összeszövődési formája adja meg a szerkezetnek, színe pedig a kőzet színének a jellegét. A femikus ásványok e kérdésnél, a szélső fációséket kivéve, tekintetbe se jöhetnek. A normális oligoklászkozéteket általában jellemzi, hogy szürkésfehér v. világosszürke színűek.

A szemcsés fajták: az oligoklászitok átlag 2—4 mm szemnagyságúak. A szemnagyság nem nagy határok között, de állandóan változik az egyes előfordulásoknál, sőt egyugyanazon slir keretén belül is. Épp így a szín is, amennyiben a határközettel való érintkezéshez közeledve, mindinkább több színes ásványt tartalmaz és a belső világos szín a szélek felé sötétebb szürke lesz. Az átmenet a határközettel felé gyakran fokozatosan lassú. A földpát rendszeren csak kissé van megnyúlva az α kristálytengely irányában, az erre merőleges metszetek majdnem izometrikusak. Az oligoklászitok több helyütt bázisosabb plagioklászitokba mennek át. Ezeknek a tagoknak a színe jóval sötétebb, és érdekes, hogy a bázisoság emelkedésével a szemnagyság valamivel nagyobbá válik.

Az oligoklászpegmatitok szemnagysága 15 mm-ig is felemelkedik, de nagyon tág határok között változik. A földpátok alakja is sokkal változatosabb. Vannak olyan hosszúkás oszlopok, amelyek közelednek az idiomorf alak felé, viszont vannak teljesen xenomorf szemcsék is. Általánosan jellemző a drúzás szerkezet. A porusoknak azonban csak egy része eredeti, más része utólagosan, egyes ásványok kioldódásából származott. A drúzákat gyakran vonja be vagy tölti ki limonit vagy feketés zöld klorit, még ritkábban kalcit. A pegmatitok mindig telérekben jelennek meg, melyeknek határvonalai gyakran nem élesek.

Az oligoklászaplitok vékonyabb-vastagabb telérei mindig éles határvonalúak. Szemnagyságuk nem mindig arányos a telérek vastagságával. A pár cm vékony telérekben is előfordul 1 mm-es szemnagyságú kőzet, míg a vastag telérekben is talál-

lunk átlagosan 0·3 mm-es szemnagyságút. Ilyen például a «Forgalmi» bánya említett vastag telére. Sok esetben miarolitos szövöttek, néha drúzások is, de az üregek oly kicsinyek, hogy még lupéval is csak ritkán láthatók. Az aplitok a legvilágosabb oligoklászkozétek, mindössze a «Forgalmi» bánya említett gránátos aplitja halvány rózsaszínű a sok gránáttól.

Ehhez, a szerkezetet és a szemnagyságot nem számítva, nagyon egységes leukokrata-csoporthoz voltaképpen csak mint függelék csatolható az a granitoporfiros oligoklászit, amely az «Agrár» bányában fordul elő, átlag 50 cm vastag slirtelérben. Lényegileg hosszúkás lemez, vagy éppen lécalakú szürkésfehér földpátból áll, amelynek néha 8 mm nagyságú kristályai között a sötétszínű igen aprószemű alapanyag nagyon alárendelt. E kőzet lefelé olyan egyenletesen nagyszemű andezin-oligoklászitba megy át, melynek szövete jellegzetesen diabázos. Ugyancsak ilyen divergens lemezes szerkezetű az az andezin-oligoklászit slir is, amelyről említettem, hogy legfelül aplitos telérekbe megy át.

A mikroszkópos szerkezet egészen jól megfelel az elmondottaknak. Az oligoklászitok panallotriomorf szemcsések. Nagyjában olyanok, mint a velük együtt előforduló gabbrókőzetek, csak hogy itt a femikus ásványnak nincs szerepe, ami a gabbróknál pedig döntő. Az egyes, nagyjában izometrikus földpátkristályok nagyon szabálytalan felületekkel érintkeznek egymással. A kataklasztos szerkezet nem általános ezeknél a mélységi típusoknál. Az «Agrár» bánya valamivel bázisosabb plagioklászitjának a szerkezetét már ismertettem. Ilyen a Cseresznyelápa említett andezinitje is, melynek szövete még inkább diabázos, mert a kissé felgyült színes ásvány (amfibol, augit) éppolyan alakú, mint a földpát.

Az oligoklászaplitok szövete gyakran hasonlít az oligoklászitéhoz, csak az izometrikus forma általánosabb, a kataklázis általános jelenség. A gránátos aplit szerkezete ocelláris, a kataklázis minimális. A pegmatitokban van ugyan kataklázis, de valószínűleg szórványos. A földpát alakja változó. Általában xenomorf. A drúzákba benyúló kristályvégek idiomorfok. Érdekes, hogy a földpátok a drúzák felé gyakran megnyúlnak, néha vé-

kony, hosszú oszlopokat alkotnak, olykor az egész drúzán átnyúlnak s azt több részre osztják. Gyakoriak a finom összeszövődések, melyek legtöbbször a pertiteshez hasonlíthatók, de tipikus pegmatitos összeszövődések is észlelhetők földpát és földpát, földpát és kvare, földpát és kalcit között. Megtörténik az is, hogy a földpát a drúzát részben vagy egészben kitöltő kvarccal vagy kalcittal is összeszövődik, de a kristályoknak csak a szélein.

A granitoporfiros oligoklászitokban az alárendelt mennyiségű aprószemcsés alapszövet uralkodólag földpátból, alárendelten femikus ásványból áll. A porfiros, illetőleg nagy földpátlemezek alakja csak közeledik az idiomorfhoz, mert sokszor még az alapanyag földpátjával szemben is xenomorf. Képződési időkülönbség tehát nem igen van közöttük, legfeljebb azt lehet következtetni, hogy a nagy kristályok kiválása előbb kezdődött meg. Az alapszövetben gyakori a pegmatitos összeszövődés az egyes ásványok közt.

A vastagabb telérekben, de lokálisan a slirekben is különleges szerkezetek fejlődtek ki. Előfordul például, hogy egyes széles földpátlemezek sugarasan, sőt néha radiális sugarasan nőttek össze egymással. Ilyenkor a központ rendszeren valamely kisebb földpátkristályka. A szemcsés kifejlődésnél néha előfordul az az eset is, hogy egy-egy nagyobb földpátkristály körül határozottan gömbhéjformában rendezkednek el apróbb földpát-szemcsék.

Ásványos összetétel.

A túlnyomóan uralkodó ásványos alkotórésznek, a plagioklászoknak a tiszta albittól az oligoklászandezinig ($Ab_{100}-Ab_{64}$) minden fajtájával találkozunk a normális oligoklászkozétekben, míg a bázisosabb fajtákban tiszta andezin is előfordul. Az előbbieken azonban majdnem mindenütt az *oligoklász* az uralkodó és csak itt-ott váltja fel az *oligoklászalbit*. A bázisosabb típusokban az *andezin oligoklász* is jelentős szerepű. Vannak azonban a vonulatban olyan földpátközétek is, melyekben az andezin, sőt olyanok is, amelyekben a labrador uralkodik. Ezekről azonban most nem lesz szó.

A földpát alakja mindenütt xenomorf, legfeljebb közeledik néha az idiomorf alak felé. Az általános kiképződési forma változó: majd szemcse, majd lemez, majd hosszúkás oszlop, a szerint, hogy minő kiképződésű kőzetben fordul elő.

Az ikerképződés nem általános, különösen a dinamikai hatásokat nem mutató kőzetekben fordulnak elő egyszerű, nem ikersávós kristályok, míg a kataklasztos kőzetekben majdnem minden egyes szem nagyon szeszélyesen ikersávózott. Az előbbieken az optikai orientáció alapján ítélve uralkodik a karlsz-bádi és kevés egyénből álló albitiker, míg az utóbbiakban leggyakoribbak a sok és finom ikerlécből álló albit és periklin ikrek. Ezek a vékony ikerlécek nagyon gyakran nem érnek végig az egész kristályon, hanem csak az egyik részen láthatók, míg a kristály másik része egyöntetű. Sokszor olyan képet nyújt a szerkezet, mintha ezek a sajátságos megjelenésű ikerképződ-mények a dinamikai hatásnak következtében állottak volna elő. A három említett iker mellett előfordul a bavenói és igen ritkán a manebachi törvény is. De vannak egyéb ikrek is: több esetben találtam a harántlap (100), továbbá egyik dőmalap (011?) szerinti poliszintetikus ikerképződést is, végül olyant, amelynek síkja ferdén áll úgy a bavenói ikersíkra, mint a hosszanti lapra (010) is.

Az egyéb összenövések száma is igen nagy. A porfíros fajtákban előfordul a kereszt vagy dőlt keresztalakú mellénövés, amelynek ferdesége azonban folytonosan változik, alig lehet két egyformát találni. Az ilyen mellénövéseknél az érintkezési felület rendszeren szabálytalan mind a 3 vagy 4 érintkező egyénnél. Előfordul azonban a kereszt vagy dőltkereszt alakú átnövés is, amelynél az összenövési sík gyakran egyenes. Ugyancsak a porfíros fajtákban gyakori az az eset, hogy az egyes földpátkristályok egymásba belenőnek: egyes kisebb kristályok teste nagyobb kristályok középső részéből indul ki idiomorf formában, ebből kiérve azonban egy másik földpáttal szemben xenomorf lesz. Az ilyen, az összetekintetbe véve, nagyjában egyidejű kiválásra visszavezethető esetek elvezetnek az egyes földpátok peritites és pegmatitos összeszőődéseikhez, melyekről már volt szó a szerkezetnél. Az egymást átszőő földpátok közül rendszeren, de

nem mindig, valamelyik uralkodó és ez az alapföldpát az esetek legnagyobb számában oligoklász, a másik földpát pedig vagy szintén oligoklász, vagy az albit sorba tartozik. A zónás szerkezet igen ritka és akkor is igen gyengén kifejezett. A zónákat (legfeljebb 3) alkotó egyes fajták között valósággal minimális az eltérés. Csak egyes ritka esetekben élesebb a határ, amiatt, hogy a belső rész kevéssé vagy egyáltalán nem ikersávós, míg a külső rész sűrű ikerhálózatos.

A dinamikai hatásnak minden jelét láthatjuk a földpátokon. Különösen a vékonyabb telérek földpátjai szenvedtek igen sokat. A préselés nagyobbodásával az ikersávok elhajoltak, olykor többszörösen összegörbültek, új ikerirányok keletkeztek, végül bizarr formájú részekre estek széjjel. Az összetöredezés a kristályoknak érintkező vonalain kezdődött meg, majd egyes határozott irányokban terjedt tovább. Némely telérnek az egész anyaga összezúzódott. A képződött törmelék olykor igen finom. A kataklázis jellege néhol préselésre, máshol dörzsölésre, súrlódásra enged következtetni. A dörzsölési breccsiás vonalak mentén gyakran tűnnek föl prehniterek is.

Feltűnő jelenség, hogy a vegyi átalakulás még az összepréselődött kőzetekben, sőt még a zúzódási övekben se valami nagy, sőt olykor minimális. A prehniterek több esetben elég üde földpátsorok között haladnak, annak jeléül is, hogy anyaguk nem ezeknek a földpátoknak anyagából származott. Vannak azonban olyan prehniterek is, melyeknek közvetlen közelében valóban elváltoztak a földpátok, de már pár tized mm-re az erektől ismét üdék. A kismérvű elváltozásnál a viztisza kristályok zavarossá válnak és egyes apró, a földpátnál csak valamivel sötétebb színű, olykor sorokban rendezkedett foltocskák keletkeztek bennük. Az elváltozásnak már magasabb fokát jelenti az, hogy ezekben a foltocskákban egyes parányi pontok és szabálytalan részecskék különülnek el, amelyek a földpátokban gyakori festőanyaghoz hasonlítanak, de teljesen szabálytalanul vannak eloszolva. Leginkább agyagos kiválásoknak tarthatók. Egyes aplitokban, de pegmatitokban gyakrabban némi csillámosodást is észlelhetünk: az említett agyagos részekkel együtt sericit és kaolinit is megjelenik. Egész kristályokra kiterjedő csillámosodást

nem észleltem. Még a pirites kőzetekben se nagymérvű az elváltozás (Cseresznyefalápa, Agrárbánya).

A *kvarc* nagyon szórványos és részben infiltrációs termék, részben azonban eredetinek tekintendő már a többi ásványokkal való összeszövődései alapján is. Alakja mindig xenomorf. Legnagyobb szemcséjét (0·8 mm) egy pegmatitban (Forgalmibánya) találtam, ahol egy drúza felől idiomorf alakkal végződött, míg bent a kőzetben földpáttal szövődött össze az érintkezés vonalán. A legtöbb helyütt azonban hézagkitöltő igen apró szemcse.

A mindig igen kevés színes ásvány jórészt elváltozott, úgy hogy némelykor a csak itt-ott mutatkozó s nem minden csiszolatba bekerülő bomlási termékekből következtethetünk reá. A bázisosabb típusokban aránytalanul több van, habár ezekben sem lesz lényeges alkotórész.

A *barna biotit* legüdebben mint a földpát és kvarc zárványa maradt meg, habár helyenként elég üdék az ilmenittel összeszövődött lemezek is. A legüdebbek pleochroizmusa: n_g és n_m sötétebb vagy világosabb, de mindig élénk rozsdabarna, néha erősebb vörös árnyalattal, n_p igen halvány sárga, olykor majdnem színtelen. Tengelyei néha szétnyílnak, max. 10° -ra, de az n_g és n_m absorpciója között nincs különbség. A bomlásnál először zöldesbarna, majd zöld lesz, kettóstörése gyengül, végül élénk pleochroizmusú pennin lesz belőle, amely kúszált lemezes halmazokat alkot a biotit helyén. Megtörténik az is, hogy az elváltozás részleges és ilyenkor az üde biotit a bázisos hasadás irányában változik a penninnel az egyébként egységesnek látszó lemezben.

Mint a diallagról említettem, úgy az amfibol és az augit is is több esetben idegen zárvány. Az «Agrár» bánya helyenként porfíros plagioklászitjában, valamint az Újhatárvölgy bázisosabb típusú hasonnemű kőzetében azonban olyan körülmények között fordul elő a *barna amfibol*, hogy a kőzetekhez tartozónak kell tekintenünk, habár teljesen ugyanolyan fajta is, mint aminőt az itteni gabbróban és gabbródiabázban találunk. Mindig xenomorf apróbb szemekben fordul elő, amely a rendes optikai tulajdonságokat (n_g : sötétbarna, n_m : világosabb barna, n_p : igen halvány barnássárga, $n_g : c$ 8° stb.) mutatják. Ugyancsak az

Agrárbánya plagioklászitjában igen világosszínű eredeti *augit* is van az alapszövetben, legtöbbször amfibollal összeszővődve, néha azonban a kvarccal is összenő.

Az aplitban és pegmatitban mindig van *turmalin*. Részben idiomorf, néha 2 mm-re is felnőtt barna kristályai (ω : sötétbarna, barna, ϵ : világos, néha halvány sárgásbarna) a legtöbb esetben zónás kiképződésűek. Rendesen két zóna van, amelyek közül vagy a belső vagy a külső rész erősebben színezett. Ez a sötétebb színeződés az ω abszorpciójától függ, amely vagy a belső, vagy a külső övben erősebb. Az ϵ abszorpciója gyakran mindkét övben teljesen egyenlő. A *fluorit* igen ritka, apró szemecskéit miarolitos üregekben és azokhoz közel találtam.

A legállandóbb járulékos alkotórész a vasérc, amely a legtöbb esetben *titanmagnetit* vagy *ilmenit*, ritkábban *magnetit*. A titanmagnetit alakja egészen olyan, mint a magnetit, attól csak az állandó titanitkoszorúban különbözik. Tisztán csak limonittá vagy hematittá bomlott vasérc igen ritka. Az ilmenitnek széles, de rendesen vékony lemezeit leginkább zavaros leukoxén (titanomorfit) termék jellemzi. A szintén állandó *titanit* a vasércekből származott. Nem mindig egységes szemcse, hanem gyakran apró szemecskének és lemezeknek olykor sugaras halmaza. Vannak azonban 0·7 mm-ig emelkedő egységes szemcsék is, különösen a pegmatitokban. Parányi vasérc-reliktum majdnem mindig van bennük. A legtöbb szemcse szintelen, néhol (Cseresznyefalápa) főleg a nagyobbaknál az n_g színe sárgásbarna, n_m és n_p szintelen. Mindegyik oligoklászkozetben van, de különösen sok a pegmatitokban a *zirkon*, melynek idiomorf kristályai kiváltságosan 0·7 mm-esek is, rendesen azonban igen aprók. Kristályaik különbözők: vannak közöttük zömök vagy éppen nagyjában izometrikus szemek, vannak azután hosszúra nyúlt, olykor igen vékony oszlopok. A testesebbek között vannak üregesek is. Egyesek gyengén kifejezetten zónásak. A biotitba és kloritba bezárt zirkon körül gyakori a pleochroos udvar. Az *apatit* főleg a pegmatitokban szerepel nagyobb mennyiségben. Gyakran igen hosszú oszlopai (0·6 mm-ig) olykor túalakúak. A zömökebb oszlopokban gyakori a centrális csatorna. Mint a zirkon, úgy az apatit is gyakran darabokra van töredezve. *Rutil*

csak a biotitban s a belőle származott kloritban fordul elő apró tüialakú kristályokban s ezek halmazáiban.

Pár pegmatitban a *calcit* is szerepel, és pedig olyan megjelenésben, hogy eredeti ásványnak kell tartanunk. Víziszta, igen finoman és sűrűen ikersávozott kristályai pegmatitosan is összenőttek a kvarccal, sőt a földpáttal is. A drúzákat olykor egyetlen tiszta kristálya tölti ki, mely a drúza szélén néha a többi ásványokkal is összeszővődik. A *pirit* említésreméltó mennyiségben az Agrárbánya granitoporfiros oligoklászitjában fordul elő, de találtam pár szemet a Cseresznyefalápa egyik pegmatitjában is. Apró kristályai, halmazai és vékony zsinórszerű képződményei gyakran limonitosodásnak indultak. A *prehnit* anyaga, mint említettem, idegen e kőzetekre. Valószínűleg a gabbroid-kőzetek elváltozásából származott s bizonyosan utólagosan került az oligoklászkőzetek repedéseibe. A vékonyabb-vastagabb prehniterekben gyakran találunk üde oligoklásztöredéket is, tehát még ezeket az elválasztott darabokat se változtatta el. Gyakran társul a prehnit kvarccal is, úgy hogy a kvarc az összeragasztó anyaga a különböző formájú kristálycsoportoknak. Mindig lemezes képződésű, a lemezek gyakran sugarasan helyezkedtek el, olykor igen szép radiális sugaras képződményeket alkotnak. Egy drúzában zeolitlemezeket is találtam, melyeknek optikai tulajdonságai *dezminre* utalnak.

Csak lokális ásvány a *gránát* a Forgalmi bányában is. Idiomorf és átlag fél mm-es rózsaszínű kristályokat formál, melyek csak ritkán tiszták, olykor pedig valósággal túl vannak zsúfolva zárványokkal. Ezek közül egyesekben az apatit, másokban egy csillámféle (szericit) ásvány, vagy magnetit, titánmagnetit az uralkodó. Egyesekben titanit is van nagy szemekben. Van azután igen sokban klorit, kevésben calcit, nagyon szórványosan rutil. Talán ugyancsak rutil az anyaga azoknak a rendkívül finom, látszólag opák tüknek, amelyek egyes kristályokban valószínű hálózatot alkotnak. Egy esetben biotitot is észleltem a gránátban. A zárványok néha zónásan vannak elhelyezkedve. Egyes kristályok üregesek és itt földpátot és kvarcot is fel lehet bennük ismerni. A klorit körül rendszeren zavaros a gránát anyaga. Egyes szabálytalan gránátszemcséket egészen körülvesz a klorit

és ilyenkor a megjelenésből bomlásra következtek. A repedések mentén behúzódik a klorit a kristályok belsejébe is.

A gránátos aplitnak az alkotása eltér a normális típustól: Az oligoklászandezin és oligoklász mellett szerepel benne a kvarc is, mely mindig igen sok folyadékzárványt tartalmaz, olykor élénken mozgó libellával. A biotitot is magukba záró kloritos halmazokon kívül vannak még a kőzetben tisztátalan agyagos kalcitcsomók is, amelyek talán reliktumai a gránát eredeti anyagának. Ezen aplit közelében nagyobb agyagos mészkőzárványokat is találtam a gabbródioritban.

Az ásványos összetétellel kapcsolatban meg kell említenem azt is, hogy *azok a bázisosabb plagioklász-kőzetek, amelyekbe a normális oligoklász-kőzetek átmennek, már erősen közelednek a gabbródioritos vagy éppen a gabroidális jelleghez színes ásványtartalmuk miatt, tehát már nem tipikus földpátkőzetek. Olyan tiszta andezin- vagy labradorkőzeteket, mint aminő tiszta típusok a normális oligoklász-kőzetek, még eddig nem találtam a vonulatban.*

Petrokémiai adatok.

A normális oligoklász-kőzetekből 5 elemzés áll rendelkezésemre, ezek közül kettő mélységi típusú szemcsés oligoklászit, 2 aplit és 1 pegmatit. De közölni fogom az Agrárbánya bázisosabb típust képviselő granitoporfiro oligoklászitjának, továbbá egy még bázisosabb, újhatárvölgyi oligoklászitnak a vegyi elemzését is. Nézzük először a normális oligoklász-kőzeteket:

1. Oligoklászit. Újhatárvölgy, Határlápa oldala. Uralkodó az oligoklász és oligoklászalbit, igen kevés a titánmagnetit, biotit, kvarc, titanit, apatit, rutil, zirkon. Tömöttsége 2·642. Elemezte POLNER ÖDÖN vegyész-mérnök, 1929.

2. Oligoklászit. Tóbérc, Forgalmibánya. Uralkodó az oligoklász, amely mellett oligoklászalbit és oligoklászandezin is előfordul. Minimális a nagyrészen klorittá vált amfibol. A járulékos elegyrészek közül elég sok a titánmagnetit és ilmenit, a többi, mint az előbbiben. $T : 2·658$. Elemezte POLNER ÖDÖN, 1929.

3. Oligoklászaplit. Forgalmibánya, K-i oldal főtételére. Ural-

kodik az oligoklász, de van benne tiszta albit is. Minimális a klorit (biotit), titánmagnetit, titanit, turmalin és zirkon. $T: 2\cdot630$. Elemezte POLNER ÖDÖN, 1930.

4. Oligoklászaplít. Újhatárvölgy, Magasverő alatt, Ikerlápá. Alkotása olyan, mint az előbbié, de nincs benne tiszta albit, ellenben van minimális kvarc s pár szem fluorit. $T: 2\cdot640$. Elemezte dr. EMSZT KÁLMÁN, m. kir. főgeológus, 1926.

5. Oligoklászpegmatit. Újhatárvölgy, Cseresznyefalápá felett. Uralkodik az oligoklászalbit, van benne elég sok oligoklász és tiszta albit is. Aránylag sok a titánmagnetit, magnetit, titanit, limonit, apatit, minimális a biotit (klorit), turmalin, rutil, zirkon. $T: 2\cdot649$. Elemezte dr. EMSZT KÁLMÁN, 1926.

Eredeti elemzések:

	Oligoklászit		Oligoklászaplít		Pegmatit
	1.	2.	3.	4.	5.
SiO_2 — — — — —	63·55	59·45	65·20	64·70	58·66
TiO_2 — — — — —	0·84	1·34	0·44	0·21	0·90
Al_2O_3 — — — — —	18·46	19·61	19·36	19·08	19·79
Fe_2O_3 — — — — —	1·69	2·11	0·26	1·51	2·50
FeO — — — — —	2·28	3·45	0·77	0·52	4·39
MnO — — — — —	0·14	nyom	—	—	0·11
MgO — — — — —	0·52	1·12	0·55	0·30	0·95
CaO — — — — —	3·15	2·73	3·57	5·13	1·08
Na_2O — — — — —	8·05	8·11	8·76	8·16	9·12
K_2O — — — — —	0·42	0·75	0·30	0·33	0·30
H_2O+ — — — — —	0·80	1·19	0·73	0·44	1·65
H_2O- — — — — —	0·18	0·18	0·14	—	0·29
P_2O_5 — — — — —	0·05	0·34	nyom	—	0·37
Összesen:	100·13	100·38	100·08	100·38	100·11

Molekula %-ok:

	1.	2.	3.	4.	5.
	SiO_2 — — — — —	70·27	66·40	71·59	70·56
TiO_2 — — — — —	·55	1·12	·36	·17	·76
Al_2O_3 — — — — —	11·98	12·89	12·51	12·24	13·16
FeO — — — — —	3·64	4·98	·92	1·71	6·36
MgO — — — — —	·86	1·88	·90	·49	1·61
CaO — — — — —	3·72	3·27	4·20	5·99	1·32
Na_2O — — — — —	8·59	8·77	9·31	8·61	10·00
K_2O — — — — —	·36	·54	·21	·23	·22
P_2O_5 — — — — —	·03	·15	—	—	·17
Összesen:	100·00	100·00	100·00	100·00	100·00

Neutrális kőzetek. A kovasavtartalom a különböző kiképződés mellett se valami nagy határok között ingadozik. A vegyi szerkezet már az eredeti elemzések, de különösen a molekula %-ok alapján igen jól kitűnik. Jellemzők a következők: a titánsav állandó jelenléte és gyakran aránylagosan nagy mennyisége, a *Na*-oxid igen nagy és a *K*-oxid minimális mennyisége, a *Ca*-oxidnak és az aplitokat kivéve a vasoxidoknak jelentékeny szerepe. A végletet az oligoklászpegmatit képviseli, óriási *Na*-oxid, nagy vasoxid és kicsiny *Ca*-oxid tartalma miatt. Ezek a vonások még inkább kitűnnek, ha a molekulaszázalékokat viszonyítjuk egymáshoz:

	Báz: SiO_2	$\text{CaO}:\text{Alk}$	$\text{CaO}:\text{Na}_2\text{O}$	$\text{K}_2\text{O}:\text{Na}_2\text{O}$	$\text{Alk}:\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{Na}_2\text{O}:\text{Al}_2\text{O}_3$
1. Oligoklászit	1:2·4	1:2·4	1:2·3	1:23	1:1·34	1:1·39
2. Oligoklászit	1:2	1:2·8	1:2·7	1:16	1:1·41	1:1·45
3. Olig. aplit	1:2·5	1:2·3	1:2·3	1:44	1:1·31	1:1·34
4. Olig. aplit	1:2·4	1:1·5	1:1·5	1:37	1:1·38	1:1·42
5. Olig. pegmatit	1:2	1:7·7	1:7·5	1:45	1:1·28	1:1·31

A sorozatból voltaképpen csak a pegmatit válik ki csekély *Ca*-oxid tartalma miatt, a többieknek az értékei jól megegyeznek. Fontos itt tehát az, hogy 1. a kovasav 2—2·5-ször nagyobb, mint a bázisok összege, ami jól megfelel a földpáthban gazdag neutrális kőzetjellegnek, 2. a *Na*-oxid mindegyikben sokszorta nagyobb a *K*-oxidnál, 3. az *Al*-oxid legnagyobb része a *Na*-oxidnak a telítésére használdik fel, ami kitűnik egyrészt a *Ca*-oxidnak az alkáliákhoz, másrészt a *Na*-oxidhoz való viszonyából. Ez a két utóbbi érték alig tér el egymástól az egyes típusoknál, az eltérés maximuma 0·5, ami alig számbavehető. Ez is mutatja az alkáliák közötti viszonyt. Ebből kitűnik az is, hogy az alkáliák, illetőleg a *Na*-oxid mennyisége átlag 2·5-ször nagyobb a *Ca*-oxidnál, amely itt legnagyobbbrészen az *An*-molekula képzésére szükséges. Kivétel itt a pegmatit, amelyben kevesebb, és némileg a bázisosabb (4) aplit, amelyben több a *Ca*-oxid mennyisége a normálisnál.

A. OSANN-féle értékek:

	<i>s</i>	<i>A</i>	<i>C</i>	<i>F</i>	<i>a</i>	<i>c</i>	<i>f</i>	<i>n</i>	sor
1. Oligoklászit	70·82	8·95	3·03	5·19	15·5	5·5	9	9·5	α
Ol. porfirit, Savós	70·92	8·42	3·48	5·20	15	6	9	9·7	α
2. Oligoklászit	67·52	9·31	3·27	6·86	14·5	5	10·5	9·4	α
3. Olig. applit	71·95	9·52	2·99	3·03	18	6	6	9·7	α
4. Olig. applit	70·73	8·84	3·40	4·79	15·5	6	8·5	9·7	α
5. Olig. pegmatit	67·46	10·32	1·32	7·98	15·5	2	12·5	9·7	α
226. Natronsyenit	65·18	10·63	1·52	10·52	14	2	14	8·0	α

Nagyobb *Al*-oxid felesleg mindössze a pegmatitban mutatkozik (1·62%), pedig az elváltozás nem mondható jelentékenyen nagyobbak, mint a többiben. Azt hiszem, hogy ez a látszólagos felesleg ennek az *Ab*-molekulában a többinél gazdagabb közetnek a belső vegyi szerkezetével függ össze, akár csak a kovasavban nagyon gazdag közeteknél. Egyébként az OSANN-féle típusértékek alapján az egymással való rokonság az első tekintetre nyilvánvaló. Itt az alkáliák összegén (*A*) kívül igen fontos az alkáliviszony (*n*) nagy értéke, ami a *Na*-oxid túlnyomó uralmát mutatja. Mindegyik típus a csoport szélére esik, mint általában az oligoklászközetek. Az OSANN-féle típusok közül mindössze a Bradyville típusba sorolt 226. Natronsyenitet (Laupstadeid, Lofoten) említhetem, amely a közeteink sorából kissé kissé kieső pegmatittal mutat megegyezést. A többi egyáltalában nem osztható be OSANN rendszerébe, mert ilyen közetek nem igen szerepelnek ott. A beoszthatásnak legnagyobb akadály a *n* érték, ami az OSANN-féle közeteknél mindig *Or*-molekulában gazdag közetekre utal. Ezzel ellentétben más területek oligoklászközeteivel igen közeli rokonságot mutatnak, egyesekkel pedig pontosan megegyeznek. Ezek közül a savósi (Lilla-füred) oligoklászporfiritet közöltem összehasonlítás végett.

	<i>s</i>	A_6C_3F	$A_6:s$	$A_6C_3:s$	<i>k</i>
1. Oligoklászit	70·82	64·95	1 : 1·3	1 : 1·2	1·09
Oligoklászporfirit, Savós	70·92	62·68	1 : 1·3	1 : 1·2	1·13
2. Oligoklászit	67·52	69·33	1 : 1·2	1 : 1·06	0·97
Oligoklászit, Torockó	68·42	68·00	1 : 1·2	1 : 1·1	1·00
3. Oligoklászaplít	71·95	66·13	1 : 1·25	1 : 1·14	1·08
4. Oligoklászaplít	70·73	64·63	1 : 1·33	1 : 1·18	1·09
5. Oligoklászpegmatit	67·16	72·00	1 : 1·1	1 : 1·05	0·93

³ Abhandl. d. Heidelb. Akad. d. Wiss. 8—9 Abh. Heidelberg 1919, 1920.

Kétségtelen, hogy e *családértékek*⁴ alapján jól beillenének a porfirok közé, de ide se vegyi tulajdonságaik, se ásványos összetételük miatt nem oszthatók, az OSANN-féle típusértékek is ellene mondanak ennek. Ha pedig a többi közetcsaládot vizsgáljuk, azt kell mondanunk, hogy a bázisos oxidokat tartalmazó atómcsoportok mennyisége (A_6C_2F) alapján csakis az oligoklászkozetekre gondolhatunk. Ugyancsak így van ez a kovasavegyűthtató (*k*) tekintetében is, mint a felhozott savósi és torockói oligoklászkozetek adataiból is látjuk. Ezek se nagyon hajlamosak szabad kvarc képzésére. Ugyanezt tapasztaljuk akkor is, ha a legmagasabban siliifikált molekulákat (*A* és *AC*) hasonlítjuk össze az összes kovasavmennyiséggel (*s*).

	<i>S</i>	<i>Al</i>	<i>F</i>	<i>Al</i>	<i>C</i>	<i>Alk</i>	<i>NK</i>	<i>MC</i>
1. Oligoklászit _ _ _ _	23·5	4	2·5	14·5	4·5	11	9·5	1·9
Oligoklászporfrit, Savós	23·5	4	2·5	15	4·5	10·5	9·7	1·3
2. Oligoklászit _ _ _ _	22·5	4	3·5	15	4	11	9·4	3·6
637. Andesit, Butte _ _ _	22·5	4	3·5	15·5	7·5	7	8·6	3·1
1155. Plagiaplit, Kosw. _ _	22·5	5	2·5	15·5	6·5	8	9·7	0·5
3. Oligoklászaplit _ _ _	24	4	2	14·5	4·5	11	9·7	1·7
4. Oligoklászaplit _ _ _	23·5	4	2·5	13·5	6·5	10	9·7	0·7
314. Oligoklász Presten _	23·5	4	2·5	15·5	5·5	9·5	8·2	1·6
5. Oligoklászpegmatit _ _	22·5	4·5	3	16·5	1·5	12·5	9·7	5·4

E *paraméterek*⁴ alapján is csak az oligoklászkozetekkel találunk igazi megegyezést. Fontos itt ugyanis az *NK* érték, ami az összes többi közetcsoporttól elválasztja, azután az *AlCAlk* viszony, ami ezeket az OSANN-féle gyengén alkálikus csoportba utalja. De nagyon állandó érték a *SAIF* viszony is, ami ezeknél a nagyon különböző kifejlődésű tagoknál csak igen szűk határok között változik. E tekintetben szélső tagoknak a 3. oligoklászaplit és az 5. oligoklászpegmatit tekintendő, amelyek leginkább eltérnek egymástól. Az *MC* viszony, kivéve a pegmatitot, nagyon kis értékű. Ilyen csekély értékeket főleg a szintén túlnyomóan földpátból álló anortozitoknál találunk, habár a savanyú alkálizozetek között is vannak ilyen tagok. Ha azonban például az összes gránitokat vesszük, látjuk, hogy középértékük sokkal nagyobb az *MC* tekintetében.

⁴ Abhandl. d. Heidelberger Akad. d. Wiss. Mat. nat. Kl. 2. Abh. Heidelberg 1913.

P. NIGGLI-féle értékek:⁵

	<i>si</i>	<i>qz</i>	<i>al</i>	<i>fm</i>	<i>c</i>	<i>alk</i>	<i>k</i>	<i>mg</i>	<i>m</i>
1. Oligoklászit _ _ _	240	+ 18	41	15·5	13	30·5	·04	·19	5
Olig. porf. Savós _ _	243	+ 27	41	17	13	29	·02	·11	5
2. Oligoklászit _ _ _	206	- 10	40	21	10	29	·06	·27	4
Oligoklászit, Torockó	215	+ 2	42	18	11	29	·10	·25	4
3. Oligoklászaplit _ _ _	254	+ 18	44·5	6·5	15	34	·02	·49	7
11. Trondhjemit _ _	358	+102	46·5	5·5	9	39	·18	·42	7
4. Oligoklászaplit _ _ _	241	+ 20	42	7·5	20·5	30	·02	·22	8
5. Oligoklászpegmatit _	199	- 25	40·5	24·5	4	31	·02	·20	2
10. Albitgránitaplit	363	+137	43·5	21·5	3·5	31·5	·05	·45	2

E molekuláris értékek igen jól mutatják nemcsak a megegyező, de az eltérő tulajdonságokat is. Mindenesetre legfontosabb az *alk* és *al* számok magas és mindenütt nagyjában megegyező értéke. A *c* és *fm* számok egymáshoz való viszonya már változó. Az esetek nagyobb számában az *fm* uralkodik, mint az alkálimesz-sorozat magmatípusainál általában, míg a 2 oligoklászaplitban a *c* szám uralkodik az *fm* felett, mint általában a bázisosabb anortozitokban, valamint a főleg földpátból álló savanyúbb anortozitok (oligoklász- és albitközetek) némelyikében. A *k* értéke állandóan igen csekély, az *mg* viszony azonban változó, ami az ilyen differenciációs termékeknel egészen jól megérthető. Így van ez a felsorolt rokon oligoklász-közeteknél is.

Ha a NIGGLI-féle magmatípusokkal hasonlítjuk ezeket össze, akkor természetesen leginkább megegyeznek a presteni oligoklászit magmájával (ha ugyan NIGGLI ezt külön magmának veszi), de több hasonló közetet találunk a dioritos sorozatba tartozó trondhjemites magmák között is. Ezen magmák típusától, valamint egyes magmatagjaitól úgyszólván csak a *si* szám (és természetesen a *qz* érték) tekintetében különböznek, ami természetes is, hiszen a szarvaskői oligoklász-közetek nem kvarcos közetek, mint láttuk. A rokon tagok közül felsoroltam a 10. albitaplitot (Cobalt, Ontario) és a 11. Trondhjemitet (Kvikne, Norv.). De hasonlítanak a 14. aplithoz (Pratmeur, Fr.), 16. trondhjemithez (Dragaasen, Norv.), 16. protoginhez (Cevins, Fr.) stb. Némileg hasonló kemizmust találunk a nátronszienites magmák közt is, csakhogy

⁵ P. NIGGLI: Gesteins- und Mineralprovinzen. Bd. I. Berlin 1923.

itt az fm és k értékek tekintetében nagy a különbség. Még inkább kitűnnek ezek a különbségek, illetőleg hasonlóságok, ha az egyes molekuláris értékeket viszonyba hozzuk egymással.

	$c:fm$	$c:alk$	$c:al$	$fm:al$	$fm:alk$	$alk:al$	$6alk:si$
1. Oligoklászit _ _ _ _	1:1·22	1:2·3	1:3·1	1:2·6	1:1·9	1:1·13	1:1·31
Olig. porfirít, Savós	1:1·3	1:2·2	1:3·1	1:2·4	1:1·7	1:1·4	1:1·39
2. Oligoklászit _ _ _ _	1:2·1	1:2·9	1:4	1:1·9	1:1·4	1:1·3	1:1·18
Oligoklászit, Torockó	1:1·6	1:2·7	1:3·7	1:2·3	1:1·6	1:1·4	1:1·2
3. Oligoklászaplit _ _ _ _	2·3:1	1:2·2	1:3	1:6·8	1:5·2	1:1·3	1:1·24
4. Oligoklászaplit _ _ _ _	2·7:1	1:1·4	1:2	1:5·6	1:4	1:1·4	1:1·3
5. Oligoklászpegmatit _ _ _	1:6·1	1:7	1:10	1:1·6	1:1·2	1:1·3	1:1·07
10. Albitgránitaplit	1:6·1	1:9	1:12	1:2	1:1·4	1:1·3	1:1·9

Látjuk, hogy a szarvaskői oligoklászkozétek közti különbségek elsősorban a különböző kiképződésnek a következményei: egészen különböző sorozatot képeznek a szemcsés oligoklászitok, így az aplitos és pegmatitos kifejlődésük is. Három különböző sorozattal van tehát dolgunk a $c:fm$, $fm:al$ és $fm:alk$ viszonyszámok alapján. A rokonkozétek közül akár az összes eddig megelemezett ércehegységi és lillafüredi oligoklászkozéteket felsorolhattam volna, olyan nagy a megegyezés. A NIGGLI-féle sorozatból a trondhjemitos magmába tartozó 10. albitgránitaplitot (Cobalt, Ontario) tudtam csak példának felhozni, amelynél természetesen mint kvarcos közetnél a $6alk:si$ érték teljesen eltérő. Megjegyzem, hogy a szarvaskői oligoklászaplitoknál a $c:fm$ viszony értéke tipikus anortozitos jelleg, ami a bázisosabb tagok felé erősödik is, habár visszaugrások természetesen előfordulnak:

	si	$c:fm$
3. Oligoklászaplit, Szarvaskő _ _ _ _	251	2·3:1
4. Oligoklászaplit, Szarvaskő _ _ _ _	241	2·7:1
2. Andezinközéte (NIGGLI), Forse _ _ _ _	186	4·2:1
Labradorközétecsalád (NIGGLI) _ _ _ _	145	4·7:1

Az urali plagiaplitok⁶ legnagyobb része is ilyen természetű.

Említettem, hogy a némileg bázisosabb oligoklászkozétekből is rendelkezésemre áll két elemzés. Ezeknek adatait és átszámításait azonban a helyhiány miatt csak röviden tudom ismertetni:

⁶ Bulletin d. l. Soc. Mineral. France. XXXIII. 1910. Paris.

6. Gránitoporfirós oligoklászit. Agrárbánya. Összetétele : oligoklász, oligoklászandezin, augit, amfibol, biotit, ilmenit, titánmagnetit, titanit, apatit, zirkon, pirit. A földpátokon kívül sok a vasérc és apatit, a többi minimális. $T: 2\cdot712$. Elemezte dr. EMSZT KÁLMÁN, 1926.

7. Oligoklászit. Újhatárvölgy. Alkotása hasonló, de elég sok az oligoklászalbit, minimális az apatit. Pirit nincs benne. $T: 2\cdot710$. Elemezte dr. EMSZT KÁLMÁN 1930.

6. Porfirós oligoklászit:

	Eredeti elemzés.		OSANN értékei.		NIGGLI értékei.
SiO_2	59.01	s	68.05	si	211
TiO_2	1.42	A	6.67	qz	+27
Al_2O_3	14.74	C	3.14	al	31
Fe_2O_3	3.52	F	12.16	fm	33
FeO	5.14	a	9.5	c	15
MnO	0.05	c	4	alk	21
MgO	1.56	f	16.5	k	01
CaO	3.92	n	9.8	mg	27
SrO	0.02	sor	α	m	4
Na_2O	6.01	A_6C_2F	58.34		
K_2O	0.12	k	1.16		
H_2O+	3.17				
H_2O-	0.22				
P_2O_5	0.37				
S	0.10				
	<u>99.37</u>				

7. Oligoklászit:

	Eredeti elemzés.		OSANN értékei.		NIGGLI értékei.
SiO_2	56.71	s	66.41	si	192
TiO_2	2.04	A	8.48	qz	-10
Al_2O_3	15.41	C	1.82	al	30.5
Fe_2O_3	1.63	F	12.99	fm	28
FeO	7.93	a	11	c	16
MnO	nyom	c	2.5	alk	25.5
MgO	0.30	f	16.5	k	00
CaO	4.45	n	10	mg	05
SrO	—	sor	α	m	4
Na_2O	7.71	A_6C_2F	67.68		
K_2O	nyom	k	0.98		
H_2O+	2.80				
H_2O-	0.31				
P_2O_5	nyom				
	<u>99.29</u>				

Az oligoklászkközetjelleg a bázisosság növekedése mellett is megmaradt, csak a $(FeMg)O:CAO+Alk$ viszony utal már a normális dioritos közetek felé. Ez a viszony tudniillik a normális oligoklászkközeteknél átlag 1:4, addig itt 1:1. Hogy ez lehetséges ilyen nagy Na -oxid tartalom mellett, azt csakis a vasoxidok feltűnő nagy mennyisége okozza. Ez megint igen fontos vonása az oligoklászkközeteknek. Az OSANN-féle rendszerben némi tekintetben közelednek bizonyos dioritporfiritekhez, illetőleg még inkább a gladkaithoz, de úgy itt, mint a NIGGLI-féle rendszerben, csakis a többi oligoklászkközetekkel esnek igazán össze.

*

Hogy már most a szarvaskői összes oligoklászkközetekről általános áttekintést nyerhessünk a többi közetekhez való viszonyuk tekintetében, nézzük az OSANN- és NIGGLI—BECKE-féle vetítéseket. A vetítési értékek itt a következők:

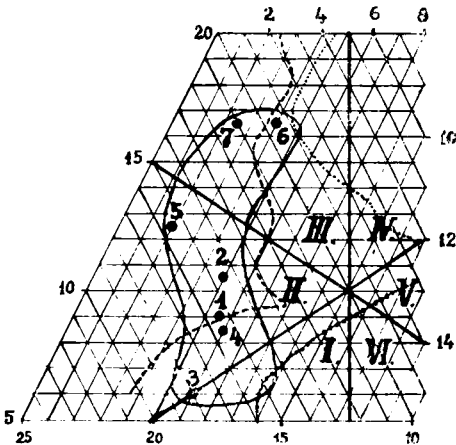
	<i>a</i>	<i>c</i>	<i>f</i>	<i>si</i>	ξ	η	ζ	ϑ_{011}	<i>k</i>	<i>ck</i>	<i>cn</i>
1. Oligoklászit	15·5	5·5	9	240	71	54	43	7·4	·04	·25	·26
2. Oligoklászit	14·5	5	10·5	206	69	50	39	7·8	·06	·26	·27
3. Oligoklászaplit	18	6	6	254	78	59	49	7·4	·02	·23	·24
4. Oligoklászaplit	15·5	6	8·5	241	72	62	50	8·5	·02	·23	·23
5. Olig. pegmatit	15·5	2	12·5	199	71	44	35	6·0	·02	·11	·11
6. Porf. oligoklászit	9·5	4	16·5	211	52	46	36	7·1	·01	·32	·32
7. Báz. oligoklászit	11	2·5	16·5	192	56	46	41	3·5	·00	·18	·18

Az OSANN-féle ACF háromszögben mindegyik közet az oligoklászkközetek területére⁷ esik, tehát a gránit-szienitmezőknek főleg az érintkező széleire, a diorit- és anortozitmező felé. Legközelebb esik az anortozitokhoz a 3. és 4. oligoklászaplit, a dioritokhoz pedig a 6. és 7. oligoklászit, míg az 5. oligoklászpegmatit messze tőlük éppen a gránit és szienit $A-F$ vonal felé eső határára kerül.

A NIGGLI-féle koncentrációs tetraéderben a BECKE-féle kockavetítés szerint⁸ úgy a kereszt-, mint az alapmetszetben, vala-

⁷ Acta chem. mineralog. et phys. Tomus I. p. 124. Szeged 1929.

⁸ F. BECKE: Graphische Darstellung von Gesteinsanalysen. T. M. P. M. Bd. 36. p. 27—56.



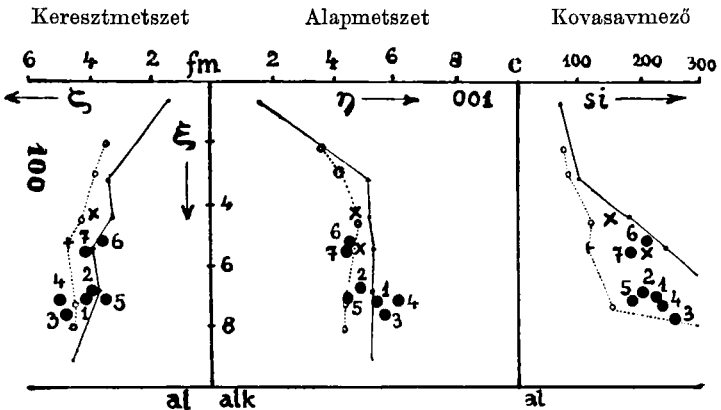
1. ábra. OSANN ACF háromszöge.

- = oligoklász-kőzet
- - - - - = szienit és trachit határ
- = diorit és porfirrit határ
- = anortozit határ

mint a kovasavmezőben is két csoportra oszlanak. Az egyik csoport tagjainak: a normális oligoklász-kőzeteknek vetítési pontjai a gránit és nefelinszienit közé esnek, tehát oda, ahol például a savósi (Lillafüred) oligoklászporfiriteké van, a bázisosabb csoport tagjainak vetítési pontjai pedig a keresztmetszetben az anortozit és szienit, az alapmetszetben és a kovasavmezőben az anortozit és monzonit közé esnek, ahová például a savósi préselt oligoklász-

kőzetekéi. Mindkét csoport az egyes metszetek szerint hol a pacifikus, hol az atlantikus vonalhoz sorakozik közelebb.

A dodekaeder vetítésénél a 011 lapon ($\xi-\vartheta$) olyan az elhelyezkedés, hogy a normális oligoklász-kőzetek pólusai az alkáli-



2. ábra. Koncentrációs tetraéder kockavetítése.

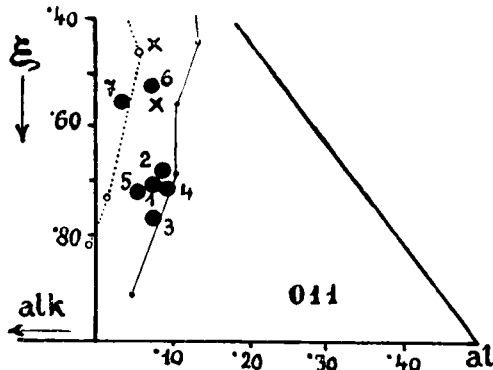
- = pacifikus sor.
- - - - - = atlantikus sor.

gránit és gránit között vannak, a bázisosabb típusokéi pedig a monzonit mellé kerülnek. Az előbbieket a pacifikus vonal mellé húzódnak, az utóbbiak közelebb vannak az atlantikus vonalhoz.

Rendszertani helyzetéről a leghűbb képet a k ($K_2O : (KNa)_2O$), ck ($CaO : CaO + Alk$) és en ($CaO : CaO + Na_2O$)⁹ értékek alapján készített derékszögű diagramok adják, hiszen ezek olyan kőzetek, melyekben a Na -oxid túlnyomó uralkodása mellett a Ca -oxidnak is jelentékeny szerep jut a földpátok képzésénél. E diagrammoknál ugyanis csak azt a Ca -oxid mennyiséget vesszük tekintetbe, amennyi szükséges az Al -oxid lekötésére a földpátképzésnél.

A k — ck diagrammban hozzájuk legközelebb álló tagokat csak a trondhjemit magmában találtam, fel is rajzoltam a Cobalti (Ontario) albitgránitaplit (d) és a Dragaaseni (Norv.) trondhjemit (a) polusát. Itt azonban az a baj, hogy ezek kovasavban sokkal gazdagabb, kvarcos kőzetek, tehát nem mondhatók rokonnak, habár kemizmusuk részben jól egyezik is. A nátronszienites magma kőzeteivel pedig egyáltalán nem hasonlíthatók össze, mert ezekben nincs anortozitos jelleg, mint a mi kőzeteinkben. Így természetesen csak az oligoklász kőzetekhez állanak

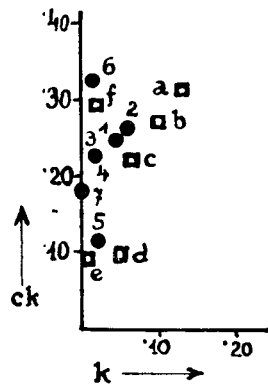
⁹ Acta chem. mineralogica et phys. Tom. I. p. 127. és Tom. II. p. 24—46. Szeged, 1929, 1930.



3. ábra. Dodekaédervetítés.

—— = pacifikus sor.

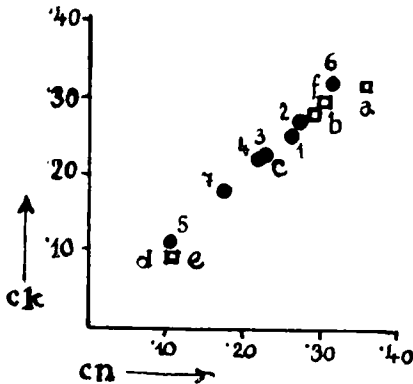
..... = atlantikus sor.



4. ábra. k — ck diagramm.

igazán közel, amelyek közül felrajzoltam a pólusát a torockói oligoklászitnak (b), oligoklászporfiritnek (c) és az oligoklászaplitnak (e), valamint a savósi oligoklászporfiritnek (f). Ezekkel valóban teljesen megegyeznek.

A *ck—cn diagrammban* az a jellemző, hogy a vetítési pontok, így a rokon kőzetekéi is, a derékszög átlójában



5. ábra. *ck—cn* diagramm.

húzódni, mert a \bar{K} -oxid csekély mennyisége miatt a *ck* és *cn* érték majdnem teljesen egyforma. Egyesek teljesen össze is esnek, így a torockói oligoklászporfirit a szarvaskői két oligoklászaplittal, amelyeket szintén alig lehet egyenlő értékeik miatt külön feltüntetni.

Végül megemlítem az *amerikai*¹⁰ *normát* és ez alapon rendszertani helyzetüket:

	<i>qu</i>	<i>or</i>	<i>ab</i>	<i>an</i>	<i>hy</i>	<i>di</i>	<i>mt</i>	<i>ilm</i>	<i>ap</i>	egyéb
1. Oligoklászit	7.40	3.06	68.01	12.43	2.60	1.30	2.46	1.60	.14	—
2. Oligoklászit	1.82	4.45	68.54	11.10	2.42	—	3.06	2.54	.79	C:1.29
3. Olig. aplit	5.60	1.78	74.04	12.59	.83	3.16	.37	.84	—	—
4. Olig. aplit	6.99	1.95	68.96	14.46	—	5.34	1.06	.39	—	hm: .76
5. Olig. pegmatit	—	1.78	77.07	2.88	5.99	—	3.62	1.70	.86	C:3.37
6. Porf. oligokl.	13.07	.72	50.78	12.87	6.26	3.31	5.10	2.89	.85	pr: .54
7. Oligoklászit	.64	—	65.19	7.42	9.83	6.37	2.37	3.87	—	—

Eme ideális ásványos összetétel mindennél világosabban mutatja az oligoklászkőzet-jelleget, amely csak a 6. porfiro oligoklászitban mosódik el kevéssé, mert itt nemcsak a kvarc jut szerephez, de a femikus ásványok is. A 7. bázisos oligoklászit-

¹⁰ H. St. WASHINGTON: Chemical analyses of igneous rocks. Wash. 1917. — Cross, Iddings, Pirsson, WASHINGTON: Quantitative classification of igneous rocks. Chicago 1903.

ban pedig a leukokratajelleg kezd elveszni, de viszont igen jó oligoklászkozettitípus. A NIGGLI-féle magmatípusok közt csak az oligoklászit (Presten) az, amely némileg hasonló összetételt mutat. A rendszerben a 2 oligoklászit és a 2 oligoklászaplit helye: I.5.2.5., tehát az a szubrang, ahová tartozik a torockói oligoklászkozetek legnagyobb része és amelyben minden közet albitmolekulája 70% körül van. A 6. plagiopematit helye az I/II.5.1.5., a 6. porf. oligoklászité II. 4/5.2.5., a 7. plagioklászité II.5.2.5. Mind olyan szubrangokba kerülnek tehát, ahol valóban rokon közetek vannak.

Mindezekből a vegyi tulajdonságokból tehát nyilvánvaló, hogy ezek az oligoklászkozetek önálló csoportot képeznek. Más közetcsoportokba, mint a plagioklászit, plagiaplit, plagiopematit, plagiofirrit, nem sorozhatók, hiszen bármely más csoporttól elválasztja valamely alapvető tulajdonság. Egymással azonban a legszorosabban egybefüggnek és még a szélső bázisos vagy savanyú fáciest képviselő tagok is jól mutatják ezt a sajátos oligoklászkozet jelleget. Sajnos, hogy effuzív jellegű oligoklászkozettel nem tudom a szarvaskői sorozatot kiegészíteni, de ilyeneket bőven tudok említeni más vidékekről, úgy hogy az oligoklászkozetek sorozata teljesnek mondható.

Viszony a gabbroidális tömeghez.

Fontos kérdés már most az, hogy ezek a sajátos, de egyszerű összetételű közetek minő viszonyban vannak magával a szarvaskői gabbroidális tömeggel. Valóban annak a magmájából váltak-e ki?

Erre a kérdésre már a petrológiai viszonyok alapján is megfelelhetünk, hiszen láttuk a slires képződményeknél, hogy minő szorosan egybefüggenek ezek a mellékközetekkel. Kitűnik ez akkor is, ha ismerjük a gabbroidális tömeg eddig ismert összes közeteinek egymásba való fokozatos átmenetelét, ásványos összetételét, de leginkább eldöntik ezt a kérdést a petrokémiai viszonyok.

A vidék uralkodó képződménye a diabáz és gabbró. A sűrű

szpilitdiabáz lefelé fokozatosan megy át szemcsés ofitdiabázba, majd a gabbródiabázon át gabbróba. A részletes vizsgálatok alapján kétségtelen, hogy ez a különböző szinteken való kiképződés már okozott némi differenciálódást, de a legnagyobb változatosságot az igazi differenciálódás hozta létre. Ennek oka részben a magmának a természetében rejltethető, részben azonban bizonyosan asszimilációra vezethető vissza a kedvező fizikokémiai körülményeken kívül.

A differenciálódás eredménye egyrészt a tekintélyes tömegű ultrabázisos peridotitsegély és a szórványos széli piroxenit előfordulás, mindkettő fokozatos átmenetekkel (gabbróperidotit, gabbrópiroxenit), másrészt a slires kiképződés és a tömeget áthálózó leukokrata telérraj.

Az egész tömegnek közös ásványtani tulajdonsága az, hogy ortoklász nincs bennük, plagioklászuk Ab -molekulában aránylag gazdag (a szpilitdiabázokban néha Ab_{70} -ig felemelkedik), továbbá az, hogy rendszeren sok Ti -vasérc van bennük, a biotit, amiből és augit pedig majdnem mindenütt ugyanaz a fajtájú. Ha pedig az összes kőzetekből rendelkezésre álló vegyi elemzéseket nézzük, akkor, az oligoklász-kőzetek szempontjából fontos közös tulajdonságok közül elsősorban szembetűnik a Na -oxidnak a K -oxid felett való túlnyomó uralkodása az átlagosan meglehetősen alacsony kovasavtartalom mellett, másodsorban a titánsav állandó jelenléte, jelentékeny mennyisége és a nagy vasoxidtartalom. Érdekes közös vonás, hogy a Mg -oxid még az olivines tagokban se nagymennyiségű és a Ca -oxiddal szemben, mely az oligoklász-kőzetekben általában főleg az An -molekula képzésére használódik, csak a peridotitban nem alárendelt.

E közös vonásokat jól megfigyelhetjük akkor, ha a gabbróidális kőzetek főbb típusait és a differenciálódási termékek főbb típusait külön csoportosítjuk. Az eredeti elemzési adatokat fogom közölni, de az áttekinthetőség kedvéért az összes vasoxidot mint ferrooxidot tüntetem fel, a molekuláris proporciókból való átszámítás alapján:

Uralkodó típusok:

	SiO ₂	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	FeO	MgO	CaO
Gabbródiorit, Forgalmi ¹¹	51·31	6·12	·53	2·68	14·36	3·20	6·11
Szpilitdiabáz, Homonna	51·10	4·04	·37	1·19	10·10	5·40	7·55
Ofitdiabáz, Agrár	48·58	3·44	·14	2·31	12·97	5·41	9·46
Gabbródiabáz, Tardos	47·16	3·93	·33	2·21	10·47	5·64	9·66
Normálgabbró, Újhatárvölgy ¹²	44·39	2·91	·14	4·40	12·99	7·48	10·15
Olivingabbró	43·26	2·05	·08	4·28	17·39	6·06	8·42
Gabbróperidotit, Tisztartó	38·79	1·50	·14	4·29	28·66	7·53	10·90
Peridotit, Kecsefark	32·58	·45	·00	6·07	36·94	14·46	5·60

Főbb differenciációs típusok:

	SiO ₂	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	FeO	MgO	CaO
Kvarcdioritporfrit, Vaskapu	65·87	6·77	·14	1·08	6·05	2·36	1·77
Dioritaplit, Tóbérc	64·64	4·83	·60	1·17	6·32	1·23	3·11
Gabbródioritpegmatit, Tóbérc	59·47	5·22	·28	1·10	7·50	1·36	5·10
Gabbródioritaplit, Újhatár	57·01	6·24	·26	·84	8·95	1·35	4·12
Gabbróaplit, Tóbérc	55·24	6·22	·60	1·08	8·92	2·32	4·24
Gabbrópegmatit, Siroki	54·24	6·05	·19	1·59	9·92	2·31	8·37
Oligoklászkozétek, II. csoport	57·96	6·86	·06	1·73	8·85	·93	4·18
Oligoklászkozétek I. csoport	62·31	8·44	·42	·75	3·74	·68	3·13

Mindazok a speciális tulajdonságok tehát, amelyek általában jellemzik a szarvaskői gabbroidális kőzeteket, élesen visszatükröződnek az oligoklászkozétekben. De általános következtetéseket csak akkor vonhatunk, ha az összes, rendelkezésre álló elemzéseket tekintetbe vesszük.¹³ Így az eredeti elemzésekből a következő képet nyerjük: (Az összehasonlítás kedvéért elválasztottam az oligoklászkozéteket a többi differenciációs terméktől).

¹¹ Kétségtelen, hogy a gabbródiorit szintén differenciációs termék, nagy tömegénél fogva azonban nem szerepelhet a slirekben megjelenő képződmények között; mert ez esetben akár a piroxén- vagy olivingabbró, de a peridotitot bizonyosan szintén a differenciációs termékek közé kellene sorozni.

¹² A «szarvaskői típusú normálgabbró» nem egyéb, mint: diallaghiperszténamfibolgabbró. (Földt. Közl. LVI. p. 63.)

¹³ A felhasznált 44 elemzésről itt csak annyit említék, hogy ezek jórését dr. EMSZT KÁLMÁN főgeológus úr készítette (32 drb.), részben az én felkérésemre, amiért itt is halás köszönetet mondok, részben más munkálatokkal kapcsolatban.

	SiO ₂	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	FeO	MgO	CaO
Peridotit, 5 elemzés	31·07	·67	—	8·74	36·45	14·50	4·32
Gabbró, 10 elemzés	42·56	2·62	·16	3·62	20·74	5·28	9·76
Diabáz, 11 elemzés	49·38	3·89	·23	1·71	11·24	6·02	9·24
Diff. termék, 11 elemzés	56·02	5·85	·24	1·23	9·00	2·16	5·11
Olig. kőzet, 7 elemzés	61·06	8·00	·30	1·03	5·20	·75	3·43

Ilyen alkotás mellett egészen nyilvánvaló, hogy ezek az oligoklász-kőzetek szervesen hozzátartoznak a szarvaskői gabbroidális tömeghez, hiszen természetes, hogy a differenciálódás folyamán az ilyen: Na-oxidban gazdag, K-oxidban rendkívül szegény magmából olyan részek is kiválhattak, amelyek túlnyomóan oligoklász-ból álló kőzeteket hoztak létre. Máskülönb is egészen természetes sorozat ez már abban a tekintetben is, hogy a kovasav és az alkáliák a savanyúbb tagok felé fokozatosan növekednek, a többi vegyület pedig fokozatosan csökken (kivéve természetesen a peridotitok Ca-oxidját).

Az összetartozás még inkább kitűnik akkor, ha a molekula %-okat hasonlítjuk össze, és pedig 1. ha az alkáliákat hozzuk egymással viszonyba az arány megállapítása végett, 2. ha az alkáliákat a Ca-oxiddal együtt viszonyítjuk az Al-oxidhoz és a kovasavhoz, hogy a földpátképződés lehetőségeit nézzük:

	Na ₂ O : K ₂ O = Na ₂ O : K ₂ O
Gabbró	2·80 : 0·11 = 25 : 1
Diabáz	4·10 : 0·16 = 26 : 1
Differenciációs termék	6·19 : 0·19 = 32 : 1
Oligoklász-kőzet	8·61 : 0·23 = 37 : 1

A természetes fokozatosság nyilvánvaló, de ez még inkább kitűnik a földpátképző vegyületek összehasonlításából és arányszámaiból:

	SiO ₂ : Al ₂ O ₃ : (NaK) ₂ O : CaO = SiO ₂ : Al ₂ O ₃ : (NaK) ₂ O : CaO
Gabbró	46·55 : 8·23 : 2·91 : 11·49 = 16 : 2·8 : 1 : 3·9
Diabáz	53·70 : 9·61 : 4·26 : 10·80 = 12·6 : 2·2 : 1 : 2·5
Differenc. termék	65·86 : 9·36 : 6·38 : 5·45 = 10·3 : 1·5 : 1 : 0·85
Oligoklász-kőzet	68·07 : 11·84 : 8·85 : 4·09 = 7·7 : 1·3 : 1 : 0·46

Igen érdekes a Ca-oxidnak és az alkáliáknak ellenkező irányú változása. A gabbróban még 3·9-szer annyi a Ca-oxid, mint az alkália, míg az oligoklász-kőzetekben már csak félannyi. A kovasavnál és az Al-oxidnál pedig azt látjuk, hogy habár ezek is nőnek az alkáliákkal együtt, de nem tartanak lépést azokkal,

úgy hogy az alkáliák mindinkább lekötik ezeket: míg a gabbrónál még 2·8-szer nagyobb az *Al*-oxid az alkáliáknál, addig az oligoklászkozeteknél már csak 1·3-szer, tehát míg az előbbiben majdnem kétszeres mennyiség jut az *An*-molekula képzésére, addig az oligoklászkozeteknél már csak $\frac{1}{3}$ mennyiség. Ilyenféle az arány a kovasavnál is, bár csak annyiban, hogy a savanyúság fokozódásával mindinkább kevesebb marad a többi vegyületek lekötésére, mert az alkáliák, mint legmagasabban szilifikáló molekulák, annak legnagyobb részét lekötik.

Ezek a nagyon jellemző vonások még inkább kitűnnek akkor, ha az OSANN-féle földpát- és femikus ásványképző atómcsoportokat (*ACF*), továbbá az amerikai módszer 100-ra átszámított normája szerint a standard kvarenak (*qu*), alkáliföldpátnak (*or ab*), *Ca*-földpátnak (*an*) és a femikus ásványoknak (*fem*) értékeit hasonlítjuk össze az egyes csoportoknál. A káliföldpát ideális mennyiségét csekélysege miatt minden zavaró hatás nélkül hozzászámíthattam az albitmolekulához, hiszen e közetekben a káliföldpát teljesen hiányzik.

	A	C	F	<i>qu</i>	<i>or ab</i>	<i>an</i>	<i>fem</i>
Peridotit	·67	1·02	57·68	—	6	4	90
Gabbró	2·89	5·35	33·87	—	24	23	53
Diabáz	4·25	5·27	25·75	·5	34·5	23	42
Differenciációs termék	6·63	3·00	12·02	11	52	14	23
Oligoklászkozet	8·85	2·71	7·57	5	71	11	13

Az egymásba való fokozatos átmenet itt is a lehető legpontosabb. Figyelemreméltó a standard földpát aránylagos savanyúsága, amennyiben még az erősen bázisos gabbróban is labrador a standard földpát.

Mindezekből az adatokból világosan kitűnik, hogy a szarvaskői oligoklászkozetek az itteni gabbrodiális tömeg közeteivel sok közös vonást mutatnak ásványos és vegyi alkotás tekintetében. Vannak ezen tömegben meglehetősen eltérő tagok is, de a főbb tulajdonságok tekintetében itt is mindenütt megvan a rokonság.

Összehasonlítás más területek oligoklászkozeteivel.

Szarvaskő vidékén kívül még három területről ismerek személyes tapasztalat alapján oligoklászkozeteiket: az Erdélyi Érc-

hegységből, a Drócsából és Lillafüred vidékéről a Bükkhegység É-i oldalán. Mindhárom helyen különbözök a viszonyok.

Az Érchegység triadikus eruptív része főleg neutrális porfiritekből áll, melyek között az oligoklászporfiritek meglehetősen fontos hegyalkotó tényezők. Nagyobb tömegeket, széles lávatarókat és terjedelmes tufaterületeket alkotnak a hegység É-i részén a Torockói vonulatban, Várfalva és Hidas vidékén. Uralkodólag effuzív jellegűek: oligoklászporfiritek, de a nagy tömegek alsó részein hipabisszikus fajták is előfordulnak, amelyeknek éppúgy, mint a nagyon szórványosan diabázban található igazi telérek kőzeteinek legmegfelelőbb neve az oligoklászaplít. Ezek a hipabisszikus fajták lefelé itt-ott egyenletesen szemcsés kifejlődésű, sőt nagyszemű változatba is átmennek, melyek az oligoklászit nevet is viselhetik. A középső részben, a tulajdonképpeni Érchegységben apróbb foltokban, de sok helyütt előfordulnak, legfontosabb lelőhelyeik Krecsunyasd és Porkura. A DNY-i részben, a Kőrösbányai hegységben a porfiritekkel szemben a diabáz kezd mindinkább uralkodóvá válni. Az oligoklászkozézet-előfordulások is gyérebbek, legfontosabb Viszka környéke, ahol minden fajtáját megtaláljuk.

Megjegyzendő, hogy az oligoklászkozézetek még a Kőrösbányai hegységben sincsenek összefüggésben a diabáz-gabbrótömeeggel, legalább is nem tapasztaltam, ellenben a különböző piroxén-amfibol- és biotitporfiritekkel sok átmenet köti őket össze. Ásványos alkotásuk megegyezik a szarvaskői oligoklászkozézetekkel. A minimális mennyiségű femikus ásványok közül még leggyakoribb az augit, ritka az amfibol és biotit. A *Ti*-tartalmú vasérc hiányzik. Ami kevés és szórványos titanit és rutil van bennük, az mindig az elváltozó biotithoz van kötve.

Az Erdélyi Érchegységgel érintkező Drócsahegységben megint mások a petrológiai viszonyok. Az itteni hatalmas diabáz-gabbrótömeget krétakorú granodioritos kőzetek törik át, amelyekkel összefüggésben csekély mennyiségű oligoklászkozézet is képződött. Főleg aplitos kifejlődésű fajták ezek, de effuzív oligoklászporfirít is előfordul. Fontos itt az, hogy a granodioritos sorozat bázisosabb kifejlődéseiben, a dioritos fajtákban az alkáliák viszonya olyan, mint az oligoklászkozézetekben. Az itteni oligoklászaplít és

oligoklászporfirrit femikus ásványa az augit és biotit s jellemző, hogy a kvarc gyakran felszaporodik bennük.

A Bükkhegység É-i oldalán, Lillafüred vidékén ismét más körülmények között fordulnak elő az oligoklászközetek. Két sorozatot különböztethetünk itt meg. A régebbi (paleozói) sorozat erősen préselt közettömegei be vannak gyűrve a paleozoos üledékek közé, erősen el is vannak változva, de legüdébb és legépebb tagjaiknak alapulvétele mellett sikerült vegyi szerkezetüket is közelítő pontossággal meghatározni. A fiatalabb sorozat tagjai (paleozoi? mezozoi?) az előbbieket áttörik, kismértékben szintén magukon viselik a préselés nyomait, de az átalakulás nem nagymérvű. Mindkét sorozat tagjai effuzivumok; tufás képződményeik is vannak. A femikus ásványok közül csak az amfibolt, igen ritkán a biotitot is fel lehet ismerni, jórészt azonban csak a pszeudomorfózák alapján. A vasérc mennyisége csak egyes tagokban nagyobb, mint a szarvaskőiekben.

E területek oligoklászközeteiből nem sok elemzés áll rendelkezésre. A lillafürediekből úgy az I. mint a II. sorozatból 3—3 elemzés van, az érchegegyégekből pedig 5 (3 oligoklászporfirrit, illetőleg tufa, 1 oligoklászplit és 1 oligoklászit). Titánsavat az érchegegyégi közetek közül csak egyben (oligoklászit) mutattak ki nyomokban. Ezen elemzések összehasonlításánál jó áttekintést akkor nyerünk, ha a molekula százalékokat vetjük össze:

	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O
Szarvaskő — — —	68·07	·87	11·84	4·91	1·27	4·09	8·61	·24
Lillafüred I. — — —	68·95	·62	11·15	5·78	2·19	3·35	7·18	1·12
Lillafüred II. — — —	69·05	·63	11·40	4·70	1·32	4·81	7·07	·99
E. Érchegegyég — —	69·53	—	12·44	4·55	1·09	3·08	8·75	·56

A hasonlóság szembetűnő, de vannak bizonyos apró, mondjuk árnyalatbeli különbségek. A mikroszkópos vizsgálatok által bizonyított eltérés a szarvaskői oligoklászközeteiktől az, hogy a lillafüredi közetek kvarcképzésre hajlamosabbak, földpátjuk azonban valamivel bázisosabb. Az érchegegyégi közetek valamivel savanyúbbak, több esetben van bennük minimális kvarc, femikus ásványuk kevesebb és gyakoribbak az albit sorozatú földpátok, mint a szarvaskőiekben. Úgy az érchegegyégi, mint a lillafüredi közetekben több a K-oxid, kálföldpát azonban ezekben sincs.

Még inkább kitűnnek az elmondottak az OSANN- és az amerikai értékeknél:

	A	C	F	qu	or	ab	an	fem
Szarvaskő	8·85	2·71	7·57	5	71	11	13	
Lillafüred I.	8·30	2·82	8·51	7	66	12	14	
Lillafüred II.	8·06	3·34	7·48	9	65	14	12	
Erd. Érchegység	9·31	2·38	6·35	6	75	10	9	

A szabad kovasav szempontjából a lillafüredi kőzeteknél tekintetbe kell venni azt, hogy még a megelemezett legüdebb példányok is többé-kevésbé el vannak változva, különösen az I. sorozat tagjai. Az ilyen kőzetekből pedig elsősorban az alkáliák lúgzódnak ki. Már pedig minden egyes eltávozó alkálimolekula hat kovasavmolekulát szabadít fel. Valóban mindig találunk utólagos kvarcot is ezekben a kőzetekben.

Mind ezek alapján a rokonság az említett területek oligoklászkőzetei között majdnem teljesnek mondható.

Na-oxidban gazdag alkálimeszkőzeteket újabban a föld több pontjáról leírtak. Egyike a legérdekesebb oligoklászkőzet-területeknek az É-i Uralban Koswa vidéke, ahol DUPARC szerint a különböző gabbró- és peridotitfajtákon kívül *Na-oxidban* igen gazdag diabáz, dioritaplit fordul elő, ezenkívül albitit és plagiaplit.¹⁴ Hercegovinában Jablanica vidékének gabbrótömegében a *Na-oxidban* gazdag dioritfajtákon kívül slirformában megjelenik az oligoklászit is.¹⁵ Ugyancsak C. v. JOHN-nak köszönhetjük a pozoritai albitporfirit leírását is,¹⁶ amely azonban kvarcos széli fácies. Norvégia É-i részéről ír le KOLDERUP *Na-oxidban* gazdag gabbró- és anortozitkőzeteket, amelyek közül egyeseknek az összetétele nagyon hasonlít a szarvaskőiekhez: ugyancsak innen, a Lofoti-szigetéről anortozitot és oligoklászitot is leír.¹⁷ ESKOLA is érdekes albitkőzeteket ismertet Finnországból a Karelian formációból, de a legtöbbnek a származását albitizációra vezeti vissza.¹⁸ Szerbia és Albánia határvidékéről (Pode, Zlipotok), to-

¹⁴ DUPARC et PEARCE: Oural Nord. I. 1902. DUPARC et PAMFIL: Bull. Soc. Min. France. XXXIII. 1910. Paris.

¹⁵ Jahrbuch d. k. k. geol. Reichsanst. XXXVIII. 1888. Wien.

¹⁶ Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst. XLIX. 1899. Wien.

¹⁷ Morgans Museums Aarborg. 1896. 1903. 1911.

¹⁸ P. ESKOLA: On the Petrology of Eastern Fennoscandia. I. Helsinki 1925.

vábbá Közép-Ázsiából (Targalakaul: Kászári Alpok, Tozgul sóstó és Kásánszurdok: Nanshan, Tekeszasi és Dselangács: Tienshan) magam is irtam le oligoklászkozéteket, TELEGDI ROTH KÁROLY és PRINZ GYULA kollégáim gyűjtéséből.¹⁹

Már most, ha nem is említem a coloradói Mariposa, Coalinge stb. vidékét és más érdekes előfordulási helyeket, már az előadottakból is nyilvánvaló, hogy *Szarvaskő gabbróterülete nem áll egyedül nagy Na-oxid-tartalmával és oligoklászkozéte-előfordulásával, melyeknek kiválása az ilyen magmákból egészen természetszerű.*

Táblamagyarázat.

II. tábla.

1. A Forgalmibánya többszörösen elvetődött oligoklászaplittelerei és változatos anyagú slirfészkei.
2. Ugyanaz. Az oligoklászaplittelér egy részlete közelebről.
3. Az Agrárbánya oligoklászit slirje, felül oligoklászaplittelerek. A nagyságát a jobboldalon dolgozó munkás alakja mutatja.
4. Oligoklászit, Újhatárv. Cseresznyefalápa. Kezdetleges sugaras szerkezet. 11-szeres nagyítás, + Nic.

III. tábla.

1. Aprószemű oligoklászit, Újhatárv. Határlápa. Szakadások és vetődések ikerföldpátokon, 30-szoros nagyítás, + Nic.
2. Oligoklászit ugyanonnan. Ikerszerkezet és kataklázis. 15-szörös nagyítás, + Nic.
3. Nagyszemű oligoklászaplít, Újhatárv. Tólapa felett. Miarolitos szerkezet. 47-szeres nagyítás, + Nic.
4. Oligoklászaplít, Határpatak. Erősen ráncos földpát kezdődő szét-töredezése, rendkívül finom ikersávós szerkezettel. 79-szeres nagyítás, + Nic.

IV. tábla.

1. Oligoklászaplít, Forgalmibánya. Teljes kataklázis. 88-szoros nagyítás, + Nic.
2. Ugyanannak egy részlete 209-szeres nagyítással, + Nic.
3. Granitoporfiros oligoklászit, Agrárbánya. 13-szoros nagyítás, + Nic.
4. Ugyanaz az Agrárbánya egyik slirteléréből. Meggömbült porfiros oligoklász. 16-szoros nagyítás, + Nic.

¹⁹ Neues Jahrb. Sond. Bd. I. Stuttgart 1925. Jahrb. d. k. ung. geol. Anst. XXVIII. Budapest 1927. M. k. Földt. Int. Évkönyve XXI. k. Budapest 1913.

(A M. T. Akadémia III. osztálya 1930. évi április hó 14.-én tartott üléséből.)

OLIGOKLASGESTEINE DER GEGEND VON SZARVASKÖ.

Von S. v. SZENTPÉTERY, korr. Mitglied.

(Kurzer Auszug.)

Im S-Teile des Bükkgebirges bei Szarvaskő liegt ein ansehnliches mesozoisches (triasisch?) gabbroidales Gebiet, wo die Variabilität der Gesteine ungemein gross ist. Die vorherrschenden Gebilde sind der Diabas und Gabbro. Die dichte Spilitdiabas geht abwärts stufenweise in körnigen Ophitdiabas über, dann durch den Gabbrodiabas in Gabbro.

Die Ausbildung in den verschiedenen Niveaus hat bereits einen Reichtum in den Abarten hervorgebracht, aber die wirkliche grosse Mannigfaltigkeit wurde durch die eigentliche Differentiation verursacht. Deren Ursache konnte ausser den günstigen physichemischen Verhältnissen teils in der Natur des Magmas stecken, teils aber bestimmt auf Assimilation zurückgeführt werden. Das Ergebnis der Differentiation ist, ausser den sehr verschiedenen Arten des Gabbro, Dioritgabbro und Diabas, einesteils der ultrabasische Peridotitrand und das spärliche Pyroxenitvorkommen, beide mit stufenweisen Übergängen (Gabbroperidotit, Gabbropyroxenit u. s. f.), andernteils die schlierige Ausbildung und das ansehnliche, hauptsächlich leukokrate Gangfolge.

Die Szarvasköer Oligoklasgesteine sind leukokrate Differentiationsprodukte. Sie kommen in Schlieren (Oligoklasit), Schlierengängen und eigentlichen Gängen (Oligoklaspegmatit und Oligoklasplit) vor. Geologisch ist ihre Bedeutung sehr untergeordnet, petrographisch aber sind sie um so wichtiger, besonders bei der Lösung der genetischen Probleme der ganzen Masse.

Ihre mineralische Zusammensetzung ist sehr einfach: sie bestehen hauptsächlich aus Feldspat (70—80%) und zwar aus

Oligoklas (Ab_{85} — Ab_{86}), aber stellenweise kommt auch Albit vor, ja in den basischeren Typen sogar auch reiner Andesin. Die Menge der farbigen Gemengteile ist nur in den basischeren Varietäten nicht minimal. Ständig ist der Titanomagnetit und der Ilmenit, spärlich der Biotit, selten der Augit und der Amphibol. Noch seltenere, aber charakteristische Mineralien sind der Turmalin, Fluorit und der Calcit, welchletzterer ein primäres Mineral und häufig mit Feldspat und dem minimalen Quarz pegmatitisch zusammengewachsen ist. Von den akzessorischen und mannigfaltigen nachträglichen Mineralien ist stellenweise der Granat und der Pyrit besonders wichtig.

In ihrer chemischen Zusammensetzung (7 Analysen) ist die grosse Menge des Na_2O sehr auffallend, welches den grössten Teil der in mittelmässigem Quantum (durchschnittlich 60%) vorhandenen Kieselsäure bindet. Nicht minder charakteristisch ist die ausserordentliche geringe Menge des K_2O , ausserdem das ständig grosse Quantum des TiO_2 und der Eisenoxyde.

Wenn wir diese Oligoklasgesteine mit den übrigen zahlreichen Gesteinsarten der gabbroidalen Masse (44 Analysen) vergleichen, bemerken wir, dass ihre Verwandtschaft, die sich in der mineralischen Zusammensetzung und jener Übergang, der sich auch in der Natur äussert, sich in dem chemischen Aufbau am schärfsten widerspiegelt. Auf Grund der detaillierten Untersuchungen fällt es also als ganz natürlich auf, dass aus diesem, an Na_2O sehr reichen und an K_2O ausserordentlich armen Szarvaskőer gabbroidalen Magma im Laufe der Differentiation sich auch solche Teile abspalten konnten, die in Verbindung mit der Sonderung der feldspatfreien Massen, überwiegend aus Oligoklas bestehende Gesteine bildeten.

Von den analogen Gesteinsprovinzen ist der Szarvaskőer Masse besonders das triadische Eruptivgebiet des Siebenbürgischen Erzgebirges und des Drócsagebirges ähnlich, dann im Nordural die Gegend von Koswa etc. etc.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften, vom 14. April 1930.)

A BÜDÖSPESTI PALEOLITOS SZILÁNKOK KÖZETTANI VIZSGÁLATA.

(Egy táblával.)

VENDL ALADÁR 1. tagtól.

Mióta HERMAN OTTÓ¹ a borsodi Bükkhegységben élt pleisztocén ősember kőszerszámait felismerte, azóta a Bükk több barlangját rendszeres ásatások tárták fel. Ez ásatások révén igen sok paleolit került napvilágra.

A miskolci és szeletai paleolitok ásvány-kőzettani szempontból is elég részletesen ismertek. A miskolci és részben a szeletai kőeszközök ásvány-kőzettani meghatározását SCHAFARZIK FERENC végezte el; eredményeit HERMAN OTTÓ közölte.² A szeletai kőipar darabjait VENDL ALADÁR tanulmányozta: eredményeit KADIĆ OTTOKÁR bocsátotta közre.³

A Bükkhegységben Diósgyőr határában, a Forrásvölgy déli falában nyílik a *Büdöspeszt* barlangürege. Ennek rendszeres felásását 1922-ben indította meg KADIĆ OTTOKÁR s azóta több ízben folytatta tanítványaival együtt az ásatást. A barlang pleisztocén lerakódásaiból igen sok paleolitos szilánk, több jobban megmunkált kőeszköz került elő, köztük babérlevélhegy is.⁴

¹ HERMAN OTTÓ: A miskolci paleolith lelet. *Archaeológiai Értesítő* XIII., 1893, p. 1—25.

² HERMAN OTTÓ: Zum Soluthréen von Miskolc. *Mitteilungen der Anthropologischen Gesellschaft in Wien*, XXXVI (der 3. Folge Bd. VI), 1906, p. 1—11.

³ KADIĆ OTTOKÁR: A Szeleta-barlang kutatásának eredményei. A m. kir. földtani intézet évkönyve, XXIII., 1915, p. 212—215.

⁴ KADIĆ OTTOKÁR: A magyar barlangkutatás állása az 1925. évben. *Barlangvilág* I., 1926, p. 27.

KADIĆ OTTOKÁR: Adatok a magyar barlangkutatás történetéhez. *A Természet*, 1929, 23—24. szám.

A közettani vizsgálatok céljára természetesen a lehetőség szerint kevésbé értékes szilánkokat válogattam ki az igen gazdag anyagból, úgy azonban, hogy lehetőleg minden közetféséség megvizsgáltságát. Tanulmányaim eredményeit röviden a következőkben összegezem.

A büdöspesti paleolitos szilánkok különböző ásványokból és kőzetekből állanak, melyek a következő csoportokba foglalhatók össze: 1. *Kalcedon*; 2. *szarukő*; 3. *kvarcit*; 4. *tejkvarc*; 5. *agyag-palaféséség*.

1. Kalcedonok.

A paleolitik legnagyobb része kalcedonból készült. E kalcedonok ásvány-közettani szempontból sokfélék és a következő jellemző típusokba csoportosíthatók:

a) **Szürke kalcedon vörös sávokkal.** Törése egyenetlen-kagylós, törési felülete fénytelen. Vékony szilánkjainak széle áttetsző. Mállási kérge sárgás-vörös, földes.

Szemcsés kalcedon-aggregátum; a szemcsék egyenetlen, öblös szélűek s az öblök és kiemelkedések szorosán egymásba kapcsolódnak. A szemcsék főleg 0·016—0·049 mm átmérőjűek, néha 0·06—0·08 mm nagyságot is elérnek; nem egységesen, hanem foltosan vagy ritkábban sugarasan oltanak ki. Helyenként egyes foltokban vagy rétegekben a szemcsék igen aprók, 0·015 mm-nél kisebbek.

A szemcsék egy részének fénytörése kisebb, mint a kanadabalzsamé. Ebben a kisebb fénytörésű szemcsék tömegében nagyobb fénytörésű, szabálytalan alakú, de közelítőleg mégis izometrikus szemcsék helyezkednek el igen sűrűn. A nagyobb fénytörésű szemcsék mennyisége túlnyomó, a kis fénytörésűek mennyisége kevés.

Igen ritkán egy-egy nagyobb kvarcsem (0·2—1·0 mm) is látható. Ezek széle nem, vagy csak kissé öblös.

A szemcsék egy irányban kevésbé megnyúltak. Ez legjobban látszik a nagyobb szemeken, de kellő figyelemmel az aprókon is észrevehető. A megnyúlás iránya igen különböző, néha α' , máskor γ' és nagyjában ezzel az iránnyal párhuzamosak az emlí-

tett, igen apró szemcsékből álló rétegek és foltok is. Ennek folytán a kalcedon kissé rétegzett.

Itt-ott apró izometrikus *piritzsemcsék* is előfordulnak; nagyságuk főként 0·015 és 0·03 mm közt ingadozik. Némelyik pirit-szem részben *limonittá* alakult át. A pirit jelenléte arra vall, hogy abban az egykori hévforrásban, melyből a kalcedon képződött, szulfidok is voltak oldatban.

Egyes sávokban, melyek többnyire a szemcsék megnyúlt irányával nagyjában párhuzamosak vagy egyes, ugyanabban az irányban kissé hosszúkás foltokban vörösbarna *limonit*- és vörös *hematitszemcskék* fordulnak elő. Némely szemcsékben még látszik az át nem alakult pirit annak jeléül, hogy a limonit és a hematit piritből képződött. Ezek a vörös és vörösbarna sávok és foltok okozzák a kalcedonnak feltűnő vörös sávozottságát.

Rendkívül parányi szürkésbarna pigment a szemcsékben igen gyakori s ez okozza a szürke színt.

Helyenként a kalcedon egykori hajszálvékony repedéseit barnássárga *limonit* tölti ki. Néha kissé vastagabb egykori repedéseket, melyek szabálytalan lefutásúak, apró *kvarcsemek* halmaza tölt ki. Kétségtelenül kitűnik ebből, hogy a kalcedon még utólag is kovasavas vizes oldatok hatásának volt kitéve.

Igen ritkán prizmás termetű, a két végén többé-kevésbé legömbölyödött erős fény- és kettőstörésű szintelen szemcskét is találunk, ami esetleg *zirkon* lehet.

b) **Világosszürke kalcedon**, helyenként egy irányban megnyúlt *fehér foltokat tartalmaz*, melyek szélessége 2—3 mm, hossza egészen 1 cm-ig emelkedik. Ritkábban ugyanekkor, de szabálytalan alakú és helyzetű *sárgásbarna* és *vörös foltok* is tarkítják. Törése kagylós-egyenetlen, néhol bizonyos fokig szálkás. Vékony szilánkok széle áttetsző.

A kalcedon *igen apró*, 0·0016—0·013 mm méretű szemcsék aggregátuma. A szemcsék szabálytalan alakúak s egyik irányban kissé megnyúltak. Egyes rövidebb sávokban, azaz rétegekben a szemcsék valamivel kisebbek. E sávok lefutása a szemcsék hosszabb irányával nagyjában párhuzamos. A sávok rövidek, úgyhogy ily módon apróbb és nagyobb szemcsékből álló rövid sávok, illetőleg foltok váltakoznak egymással.

E kalcedon szemcséi is fénytörés szempontjából kétfélék: Egy részük a kanadabalzsaménál kisebb fénytörésű. Ezeknek az egyenletesen tisztán átlátszó szemcséknek tömegében a rétegezéssel párhuzamos sávokban szabálytalan alakú, csaknem izometrikus, illetőleg egyik irányban néha kissé megnyúlt, szintelen, nagyobb fénytörésű szemcsék helyezkednek el oly módon, hogy igen közel vannak egymáshoz. Néha több ilyen nagyobb fénytörésű szemcse fordul elő egy-egy csoportban igen kevés kisebb fénytörésű kalcedonnal egymástól elválasztva. E csoportok néhol 0·4—0·6 mm átmérőjű méreteket is elérnek.

A főként nagyobb fénytörésű szemcsékből álló sávok között helyezkedik el — tehát szintén rétegekben — a kisebb fénytörésű szemcsék halmaza. Ezek nagyobb mennyiségben fordulnak elő ebben a kalcedonban, mint a nagyobb fénytörésűek.

Ez a különbség a fénytörésben érthető, ha szem előtt tartjuk, hogy a kalcedon olyan kvarc, mely több-kevesebb opált tartalmaz; szélső esetben esetleg opálmentes kvarc is lehet.¹ A kisebb fénytörésű szemcsék több opált kell hogy tartalmazzanak, mint a nagyobb fénytörésűek. Az utóbbiak esetleg részben már teljesen opálmentesek is lehetnek.

Az igen vízszegény opálok általában nagyobb fénytörésűek, mint a több vizet tartalmazók. Tehát valószínű, hogy a kis fénytörésű kalcedonszemcsék egyúttal lényegesen több vizet is tartalmaznak, mint a nagy fénytörésűek.

Ugyanezeket a különbségeket a szemcsék fénytörésében mindegyik büdöspesti kalcedonban megtaláljuk. A különbség csak annyi, hogy a többi kalcedonban kevesebb a kisebb fénytörésű rész, mint ebben. Tehát a különbségek ebben a kalcedonban tűnnek legjobban szembe.

A szemcsék foltosan, ritkán sugarasan oltanak ki. Igen ritkán *nagyobb kvarc-szemekre* is akadunk, ezek nagysága egészen 0·08 mm-ig emelkedik. Ezek is foltosan oltanak ki.

Helyenként a rétegzettségnek megfelelő helyzetben zavaros és kevésbé átlátszó az apró szemcsés aggregátum. Ezek való-

¹ WETZEL W.: Untersuchungen über das Verhältnis von Chalcedon und Quarzin zu Quarz. Centralblatt für Mineralogie, 1913, p. 356—366.

színüleg több opált tartalmazó részletek. Néhol kisebb-nagyobb, a sávozottságnak megfelelő helyzetű hosszúkás foltokban barnássárga *limonitzemcsék* helyezkednek el az apró szemcsék közt és okozzák a megaszkoposan erősen szembetűnő, sárgásbarnának látszó foltokat.

Néhol szabálytalan helyzetű, gyakran a sávozottságra ferdén vagy merőlegesen elhelyezkedő keskeny, 0·8—1·0 mm hosszú sávokban vérvörös *hematit-pikkelyeket* találunk. A hematitpikkelyek elég sűrűn helyezkednek el az aggregátum szemecskéi közt. Ezek a hematitpikkelyek okozzák a szabad szemmel is jól látszó vörös foltokat.

Igen ritkán szétosztva *pirit* is előfordul igen apró, 0·008—0·003 mm nagyságú szemekben. Néhol a sávozottsággal párhuzamos irányban haladó 0·07—0·1 mm széles sávokban pirit szemek csoportjai is előfordulnak, melyekben a pirit szemcséi igen közel egymáshoz helyezkednek el. Némelykor az egyes pirit szemek nagyjában a sávozottság irányában megnyúltak, egyenesek vagy hajoltak, esetleg ágasbogasak és néha 0·18—0·25 mm hosszúságot is elérnek. Itt-ott a pirit szemcsék részben *limonitosodottak*.

Helyenként az apró szemcséjű aggregátum között igen vékony, hosszúkás, szálas, barnássárga vagy igen halaványsárga (a metszet vastagsága szerint), pamatokban elhelyezkedő ásvány metszetei is megfigyelhetők. Ezek gyengén pleochroosak: a hosszanti irányukkal párhuzamosan barnássárgák vagy igen világos zöldes-sárgák, az erre merőleges irányban csaknem teljesen színtelenek. Fénytörésük sokkal nagyobb a kalcedonénál, kettőtörésük erős; kioltásuk a hosszirányukhoz képest egyenes. Ezek valószínűleg rostos kifejlődésű, nagymértékben átkristályosodott limonitféle-ségek.

Végül igen ritka ásvány a kalcedonban a *zirkon*, melynek csupán csak egyetlenegy színtelen vagy legfeljebb gyengén sárgás szemecskéjét találtam; a szem zömök prizmás termetű, egyik vége bipiramisban végződik, másik vége legömbölyödött.

c) Az előzőhöz lényegében hasonló kalcedon, de vörös és barnás nagyobb foltok nélkül. Mikroszkóppal azonban ebben is láthatók limonitos foltok, de igen kicsik. (I. tábla, 1. ábra.)

Különbség az előzötől csak a következőkben mutatkozik:

A szemcsék kisebb részének fénytörése kisebb, mint a kanadabalzsamé. A szemcsés kalcidon-aggregátumban helyenként kisebb nagyítással opaknak látszó parányi szemcsék, néha gyengén hullámos lefutású rétegekben helyezkednek el. Erős nagyítással látható, hogy ezek tulajdonképpen nem opakok, hanem sárgás-szürkék, meglehetősen izometrikusak vagy kissé megnyúltak; néha néhány gömböcskéből összetettnek látszanak. Még a több gömböcskéből összetett szemcsék nagysága sem több 0·0160 mm-nél. Néhol ezek egyes foltokban sűrűbben fordulnak elő. Ezek is kalcidontól állanak (valószínűleg több opállal) s okozzák az egész kalcidon-tömeg sárgásszürke színét.

d) **Sárgásszürke kalcidon**; egyes sávokban és foltokban erősebben sárga, más sávokban vérvörös színű, a sávok szerint gyengén rétegzett. Néha a sávok szerint repedezett. Törése egyenetlen, gyengén kagylós; törési felülete fénytelen. Mállási kérge földes, fehér vagy sárgásfehér, a vörös részletekben világosvörös. Igen éles szilánkokra törik szét.

Mikroszkóppal kitűnik, hogy ez a kalcidon is igen kicsi szemcsék aggregátuma; a szemcsék nagysága átlag 0·008 mm körüli, csak ritkán valamivel nagyobb. A szemcsék túlnyomó része nagyobb fénytörésű a kanadabalzsamnál. E szemcsék között mintegy minimális mennyiségű alapanyag gyanánt aránylag kevés olyan szemcse helyezkedik el, melynek fénytörése kisebb, mint a kanadabalzsamé. A szemcsék széle egyenetlen-öblös. Néhol ritkán egy-egy nagyobb szabálytalan szélű, 0·03—0·08 mm nagyságú szem is van az egyenetlesen aprószemű aggregátum tömegében. Ezek részben egyenetlenül oltanak ki, részben foltosan. Közben vannak azonban átlagosan 0·02 mm hosszú, hosszúkás, éles parallel határvonalú kvarc-szemek is; ezek hosszanti iránya a rétegzéssel, illetőleg metszetben a sávozottsággal párhuzamos.

Az eddig említett szemcsék tömegében egyes csomókban több-kevesebb vörös *hematit-pikkelyt* és barnászörös *limonit-szemcsét* találunk. Ezek a csomók egyes sávokban helyezkednek el, melyek nagyjában egymással s a kőzet általános sávozottságával *párhuzamos* helyzetűek. Ahol sok a hematit és limonit, ott a kőzet vörös, ahol kevesebb, ott sárga színű. A hematit- és a limonit-festőanyag többnyire a rétegzés szerint hosszúkás, rit-

kámban közel izometrikus szemekben fordul elő. Néhol a sávzottsággal párhuzamos repedések húzódnak, melyek szintén hematittal-limonittal kitöltöttek. Igen ritkán nagyobb — egészen 0.1 mm-ig — limonitszemcsét is találunk. (I. tábla, 2. ábra.)

Helyenként roppant apró szemcsékben igen kevés fekete pigmentanyag is előfordul.

Az egyik csiszolatban talált kicsi, prizmás habitusú, erős fényés kettőtörésű szem *zirkonra* emlékeztet.

e) Csaknem teljesen fehér kalcedon, tehát az előzőknél jóval világosabb színű, elvértve sárgás foltokkal. E sárga foltok átlag mintegy 1 mm szélesek és 1—1.5 cm hosszúak. Egyes helyeken kissé erősebben barnásszürke színű. Szabad szemmel csak gyengén észrevehető rétegzettség jellemzi. Mállási kérge tejfehér, földes, könnyen szétmorzsolható.

Ez a kalcedon elég nagy szemcséjű aggregátum. A szemcsék szabálytalan szélűek, egy irányban kissé megnyúltak, vastagságuk átlag 0.01—0.02 mm, hosszuk 0.05—0.08 mm. Kioltásuk gyengén sugaras, ritkábban foltos. Helyenként kisebb foltokban a szemcsék jóval kisebbek: 0.001—0.0016 mm nagyságúak.

A szemcsék legnagyobb részének fénytörése nagyobb, mint a kanadabalzsamé. Ezek között csak igen kevés kisebb fénytörésű szemecske fordul elő.

A nagyobb szemcsék nagyrésze mind ugyanabban az irányban megnyult; ez az irány nagyjában az apróbb szemcsékből álló foltok hosszanti irányával esik össze. Így alakult ki a rétegzettség. A nagyobb szemcsék kisebb része pedig erre az irányra csaknem merőleges irányban megnyult. Ahol az ilyen helyzetű szemcsék kissé nagyobb mennyiségben fordulnak elő, ott keresztezett nicolok közt a kép bizonyos fokig durván rácsos szerkezethez hasonló.

Igen kevés apró üde *piritszemecske* is látszik csaknem mindig egyik metszetben. Néhány helyen apró vörösbarna *limonitfolt* is előfordul; ezek azonban igen nagy, egy centiméternyi távolságban vannak egymástól s okozzák helyenként az erősebb sárgás színt. (I. tábla, 3. ábra.)

2. Szarukövek.

a) Tömött, szürkésfekete szarukő, csaknem a lidiai kő színére emlékeztető sötétszínű, helyenként világosszürkés-fehér erekkel. Vékony szilánkjai fehéresszürkék s áttetszők. Törése kagylós-egyenetlen. BUNSEN-lángban való hevítéskor nem lesz világosabb színű.

A megvizsgált darab igen finom szemcséjű *kvarcaggregátum*, melyet sokan kalcedonnak tekintenek. A szemcsék átlag 0·02 mm átmérőjűek; de vannak igen aprók és nagyobbak (0·04—0·06 mm) is. Egyenetlen, gyakran karélyos-öblös széllel csatlakoznak egymáshoz. Fénytörésük nagyobb a kanadabalzsa-ménál. Az apró szemcsék tömegében — mintegy alapanyagban — elég sok szintelen-sárgás *kalcitszemecske* van beágyazva. Ezek átlag 0·04—0·06 mm átmérőjűek, de egyesek jóval apróbbak (0·03 mm), mások jóval nagyobbak, egészen 0·2 mm átmérőig.

Az apró szemcsék felhős foltokban oltanak ki. A kalcitszemek többnyire idiomorfok, romboéderek s metszeteik ennek megfelelően többnyire rombuszok. Gyakran a kalcitok *részben limonitosodottak*, néha *teljesen limonit-pszeulomorfóza foglalja* el az egykori kalcitkristály helyét.

A főtömeget igen apró *kalcedonszemcsékből álló rétegek* járják át elég sűrűn. E sávok gyakran 1—2 mm vastagságot is elérnek s néha el is ágaznak, ritkábban vastagabb (1·8 mm-ig) csomóvá duzzadnak ki.

E kalcedonsávok széle nagyon tömött, csaknem homogénnek látszó, keresztezett nicolok közt csak itt-ott világosodnak fel benne igen parányi foltok.

A kalcedonsávok középső részlete többnyire jórészen *rostos kalcedon*. A rostok egyes *nagyobb csomókban fordulnak* elő és a csomók egyik iránya felé konvergálnak. A csomók hossza főként 0·05 és 0·08 mm közt ingadozik. Több rostos kalcedoncsomó gyakran úgy helyezkedik el, hogy keskenyebb, konvergáló végük egy ívet alkot, melynek hajlása a kalcedonsáv közepe felé néz. A kalcedonrostok keresztezett nicolok közt a polarizációs színek jellemző oszcillációját mutatják az egységes kioltás helyett, azaz kioltásuk sugaras. A kalcedonsáv szélső tömött része csak

szürkés színben világosodik fel keresztezett nicolok közt; a rostos részek jóval erősebben felvilágosodnak. Valószínű, hogy a tömött részben több opál is van.¹

A kalcedonsávokban *elég sűrűn* fordulnak elő *nagy kalcit-kristályok*, melyek közt a legnagyobb 0·9 mm átmérőjű volt. A kalcitok részben idiomorf romboéderek, metszetben rombusok, részben szabálytalan szélűek. A nagyobb kalcitok rendszeren a $-\frac{1}{2}R$ szerint ikerlemezesek. Főkép a kisebb kalcitok néha részben vagy egészen itt is limonitosodottak. (I. tábla, 4. ábra.)

A kalcedonsávok tömött részében itt-ott parányi, közel izometrikus vagy hosszúkás szemcsék alakjában látszó, igen erősen kettőtörő részek valószínűleg szintén kalcitok. A kalcedonsávok általában teljesen átlátszók, minden zavarosság nélkül. Néhol azonban a kalcedonsáv tömött részében szabálytalan eloszlásban vagy a sáv szélével párhuzamos sorokban parányi *opak fekete pigment szemcséket* látni. Egyes helyeken a rostos kalcedonrészletben is van ilyen pigment szemcse néha nagyobb foltokban elég sűrűn.

A kőzet zömét alkotó szemcsés aggregátum elég nagy része apró gömböcskés szerkezetű, ami főleg kondenzor nélkül látszik. A gömböcskék átlag 0·08 mm átmérőjűek, alakjuk radioláriákra emlékeztet. Vajjon ezek valóban organikus eredetűek-e vagy a Tarr-féle felfogásnak² megfelelően anorganikus származásúak, eldönteni nem lehet. Ebben a szemcsés aggregátumban elég sok feketés opak pigmentanyag fordul elő szabálytalan vagy megnyúlt pálcikaalakú szemcsék alakjában. E pigment szemcsék néha végtelen apró kerek vagy sokszögletű üregecskéket tartalmaznak. Esetleg radioláriák centrális kapszuláinak részletei is lehetnek, melyek azonban utólag a kovasavtartalmú oldatok hatására nagymértékben elváltoztak. Némely helyen a pigment egyes foltokban vagy sávokban erősebben koncentráldott.

¹ V. ö. WETZEL W.: Untersuchungen über das Verhältnis von Chalcedon und Quarz zu Quarz. Centralblatt für Mineralogie 1913, p. 356—366.

WASHBURN E. W.—NAVIA L.: The products of the calcination of flint and chalcedony, Journ. Amer. ceramic. soc. 1922, V.

² TWENHOFEL W. H.: Treatise on sedimentation. Baltimore, 1926, p. 389—391.

Néha a pigment fogazottan haladó, nagyjában egyirányú lefutású igen keskeny sávban helyezkedik el igen sűrűn a tömött kalcedonban. A kép olyan, mintha a kőzet fogazott felszínű sík mentén megszakadt volna s utólag pigmentanyagot tartalmazó tömött kalcedonnal cementeződött volna össze.

Egyes helyeken a kalcedonsávok tömött részéhez hasonló kalcedon kisebb foltokban is előfordul a szemcsés aggregátum közt.

b) **Sötétszürke szarukő**, egyenetlen-kagylóstörésű, fénytelen törési felületű. Lényegében apró szemcséjű *kvarcaggregátum*, mely aránylag sok apró *calcitot* tartalmaz. A kalcitszemek többnyire *idiomorfok*, romboéderesek, néha szabálytalan szélűek, meglehetősen egyenetlenül szétosztva fordulnak elő a kalcedon-szemcsék közt.

A kvarcaggregátum itt is apró gömbös szerkezetű, ami kondenzor nélkül látszik. Néhol egyes nagyobb foltokban a gömbös szerkezet csaknem teljesen hiányzik. A szemcsék fénytörése jóval nagyobb, mint a kanadabalzsamé. (Kvarc!) Itt-ott valamivel nagyobb — egészen 0·05 mm átmérőig emelkedő — szem is előfordul az aprószemcsés aggregátumban.

Sárgásbarna és barnásvörös *limonitzemcsék* részben szétzörtan, részben helyenként sűrűbben egymás közelében elég nagy mennyiségben található az apró szemcsék közt. Néhol egyes foltokban azonban egészen hiányzanak. E limonitzemcsék egykori piritek oxidálódása folytán képződtek. Itt-ott még üde *piritzemcsék* is kimutathatók.

Egyes helyeken szabálytalan lefutású, 0·3—0·5 mm szélességet is elérő egykori repedéseket *limonit* tölti ki. Itt-ott fekete opak *szenes pigment* is előfordul szabálytalan alakú szemcsékben. Ritkán erősen kettőtörő, párhuzamos szélű, igen apró szintelen, a hosszanti irányhoz képest egyenes kioltású ásvány metszete is látszik, ami valószínűleg limonit lehet.

c) **Szürkésfekete szarukő**, egyenetlen törésű, fénytelen törési felületű. Ritkán már gyenge nagyítással (lupéval) is látszanak benne apró *piritzemcsék* és néhol apró *barnásvörös limonitfoltok*.

A kőzet főtömege igen apró szemcsés kvarcaggregátum. Helyenként szabálytalan lefutású *kvarcerek* járnak át, melyek

néha 0·05—0·07 mm vastagságot is elérnek, A kvarcerek apró (0·016—0·05 mm átmérőjű) kvarc-szemekből állanak, melyek szabálytalan széllel csatlakoznak egymáshoz.

Az apró szemcsés kvarcaggregátum, különösen kondenzor nélkül vizsgálva, 0·05—0·08 mm átmérőjű gömböcskékből összetettnek látszik. A gömbök széle többnyire egyenetlen lefutású. Ez a szerkezet esetleg egykori organizmusokra mutat.

A piritszemcsék rendszeren izometrikusak. A limonitszemcsék többnyire szabálytalan alakúak, néha négyszögletes körvonalúak, egykori piritekből képződtek. A limonit gyakran szabálytalan lefutású barnássárga, vékony erecskében járja át a kalcedont.

Fekete opak, izometrikus vagy szabálytalan alakú, rendkívül apró *pigmentszemcsék* az egész kőzetben szétszórva fordulnak elő, esetleg néhol nagyobb csomókba csoportosultak. Helyenként igen világos barna vagy sárga, nagyon vékony szálak is látszanak. Ezek elég erősen kettőtörők, egyenes kioltásúak. Valószínű, hogy ezek rostosan kifejlődött limonitféleségek, melyek már bizonyos mértékben átkristályosodtak.

A szarukő a bűdöspesti pleisztocén ember kőiparában jóval kisebb mennyiségben szerepel, mint a kalcedon.

3. Kvarcitok.

Az idetartozó kőzetek lényegileg kissé préselt, különböző szerkezetű *vaskos kvarcféleségek*.

a) Szürkésfehérszínű, egyenetlen törési felületű kvarcit. Szabad szemmel is látni benne egyes nagyobb kvarc-szemeket. Helyenként a friss törési felületen is barnássárga apró *limonit-foltocskák* látszanak.

A kőzet *kvarcból* áll. A kvarc-szemek egy része apró, átlag 0·06—0·16 mm átmérőjű s ezek a szemek szabálytalan széllel, gyakran öblös-karélyosan csatlakoznak egymáshoz. Ez apró szemek tömegében, mintegy porfirosan beágyazva, nagyobb kvarc-szemek helyezkednek el, melyek többnyire 0·8—3·3 mm, néha 1 cm átmérőjűek. Ezek széle is egyenetlen, szabálytalan lefutású, többnyire csipkés vagy erősebben karélyos s a bemélyedésekbe az alapanyagyszerű apró kvarcok kapcsolódnak bele. (I. tábla, 5. ábra.)

A nagy kvarcsemek rendszerint egyirányban megnyúltaknak tűnnek fel a metszetekben, azaz bizonyos fokig *préseltek*. Erre vall *foltos kioltásuk* is, melynek foltjai szintén a megnyúlás irányában hosszúkásak. A metszetekben észlelt megnyúlási irány nem azonos a kvarc főtengelyével s nem is merőleges reá, hanem a főtengellyel különböző nagyságú szöget zár be.

A kvarcokban a szokott pontszerű zárványok gyakoriak, néha sorokban és nagyobb csoportokban is; e zárványok fénytörése kisebb a kvarcénál.

A zárványok egy része *limonitos pigmentanyag* roppant kicsi szemecskékben. Ritka zárvány a kvarcokban egy-egy apró barnássárga *biotitfoszlány*. Elég gyakori zárvány a *magnetit* izometrikus, pálcika-alakú vagy szabálytalan parányi szemecskékben. Néha a magnetit apró szemecskéi szabálytalan alakú csomókban helyezkednek el, melyek közül egyik 0.083 mm hosszú és 0.030 mm vastag volt.

Ritkábban némelyik kvarcban parányi kicsi szintelen, igen erős kettőtörésű szemcsék is megfigyelhetők.

A kvarcit egykori igen vékony hajszálrepedéseit barnássárga *limonit* tölti ki.

b) Szürkésfehér, zsírosfényű törési felületű kvarcit. Szabad szemmel nagyobb kvarcsemek nem látszanak benne.

Szöveve az előző kvarcítétól lényegesen különbözik. Nagy kvarcsemekből áll, melyek átmérője a 4 mm-t is eléri. Ezek vagy közvetlenül csatlakoznak egymáshoz, csipkés, öblös, fogas vagy hosszabb nyujtványos széleikkel vagy kevés apróbb szem közvetítésével. Az apró szemek főleg 0.08—0.2 mm átmérőjűek.

E kvarcítban tehát alapanyagszerű apró kvarc nincs mindenütt, hanem csak helyenként köti össze a nagyobb kvarcsemeket.

Préselés nyoma ezen a kőzeten is látszik: a nagy kvarcsemeknek lapítottak, egy irányban megnyúltak s *foltosan oltanak ki*. A kioltás foltjai is közelítőleg a megnyúlás irányában hosszúkásak.

Magnetit a kőzetnek elég ritka elegyrésze. Többnyire zárványként fordul elő a kvarcokban igen apró izometrikus vagy szabálytalan alakú szemcsékben. Némely helyen több magnetit sze-

mecske elég szorosan egymáshoz tapadva nagyobb csomókat alkot, melyek átmérője néha a 0·09 mm-t is eléri. A magnetit felszíne rendszeren kissé limonitos.

A kvarcok *igen sok* apró zárványt tartalmaznak, melyek néha sorokban helyezkednek el. Köztük gyakoriak *folyadékzárványok* is mozgó libellával. A zárványok fénytörése általában kisebb, mint a kvarcé. (Az előző kvarcit kvarcszemei kevesebb zárványt tartalmaznak s nincs köztük mozgó libellás folyadékzárvány.)

A kvarcitok kisebb szerepet játszottak a bűdöspesti pleisztocén kőiparban.

4. Tejquarcok.

Több tejquarc-szilánk és néhány kisebb ökölnyi tejquarc-darab került ki a barlangból. Ezek mind egy típusba foglalhatók össze; mind tejfehérszínű, egyenetlen törésű, zsiros törési felületű *vaskos tejquarc*.

Szabálytalan szélű, változó nagyságú *quarcszemek* alkotják őket, melyek átmérője főleg 0·033—1·5 mm közt váltakozik. A szemek xenomorfok, szélük egyenlőtlenül öblös s az öblösödések révén kapcsolódnak egymáshoz. Néhol a nagyobb kvarcok apróbbakat zárnak magukba. Helyenként egykori repedéseket apró — átlag 0·03 mm átmérőjű — quarcszemekből álló 0·05—0·066 mm vastag *erek* töltene ki.

A quarcszemek meglehetősen *egyenletesen* oltanak ki. Ritkán szabálytalan repedésekkel átjártak. Helyenként már gyenge nagytással vékony, alig feltűnő *sávok szerkezet* látszik. Ezt a sávotzottságot *igen apró zárványok okozzák*, melyek a quarcszemek hosszú során át *azonos irányú sorokban* helyezkednek el. E zárványok igen kicsinyek, pontszerűek vagy szabálytalan alakúak, nem tartalmaznak libellát; fénytörésük kisebb a kvarcénál. Valószínű, hogy ezek okozzák a tejfehér *színt*. (I. tábla, 6. ábra.)

Néhol 0·03—0·07 mm átmérőjű szemecskékben *limonit* is előfordul, de *igen kis mennyiségben*.

5. Agyagpalaféleségek.

Az idetartozó kőzetekből csak néhány darab került elő a Búdöspesztből. Ezek lényegileg mind egy típusba foglalhatók össze: Fekete, szabadszemmel tömöttnek látszó, gyengén kagylóstörésű kőzetek. A törési felületük érdes és fénytelen. Mállási kérgük sárga vagy szürkéssárga. Rétegzés nem látszik.

Vékony szilánkjaiak a Bunsen-lángban kezdetben pattognak, majd néhány percnyi vörös izzás után világosbarnák vagy sárgásbarnák lesznek.

E kőzetek igen apró *kvarcsezemcskékből* állnak, melyek átmérője rendszeren kisebb 0·016 mm-nél, csak egyes esetekben nagyobb ennél. A legnagyobb észlelt szem átmérője 0·02 mm volt.

A kvarcsezemeken kívül elég gyakoriak az apró *muszkovit-lemcskék* is, melyek néha 0·036 mm, ritkán 0·08 mm hosszúságot is elérnek.

A kvarcsezemek közt igen sok barna *limonitsezemcse* helyezkedik el. E szemcsék roppant aprók — a legnagyobbak 0·016 mm körüli átmérőjűek — rendszeren izometrikusak. Ezek a barna limonit-pigment-szemcsék helyenként kissé nagyobb foltokban és sávokban nagyobb mennyiségben koncentráálódtak. A limonitsezemcsék közt kevés *hematit* is akad. A limonitos pigmenten kívül jóval kevesebb fekete, hosszúkás, néha izometrikus vagy szabálytalan alakú *szenes pigmentrészcskék* is előfordulnak meglehetősen egyenletesen elosztva. A limonit és a szenes pigment okozza a sötét színt. Egyes vékony (0·017—0·05 mm vékony) sávokban a pigment gyakran jóval kevesebb.

Az egykori repedéseket barnássárga *limonit* tölti ki. E repedések rendszeren igen vékonyak (átlag 0·016 mm); néhol azonban egészen 0·085 mm vastagságot elérő csomóvá duzzadnak meg s ott természetesen a limonit is csomót alkot.

A limonitos és szenes pigment mennyisége a különböző kőzetekben igen különböző s csupán csak ebben van köztük különbség.

Igen ritkán parányi szintelen *zirkon* és kifakult *biotit-pikkelyke* is előfordul.

E kőzetekből híg sósav már hidegen is, de még inkább

melegítéskor vasat old ki. E közben nagyobb (1 cm³) darabok is annyira meglazulnak, hogy az újak közt igen könnyen finom porrá nyomhatók szét. A sósavval való kezelés után visszamaradt tömeg az eredeti fekete színnél jóval világosabb, azaz világoszürke színű.

Rétegezettség e kőzeteken vagy egyáltalában nincs, vagy pedig csupán csak a limonitos és szenes pigmentnek vékony sávokban való kisebb mennyiségében jut kifejezésre. E tekintetben tehát a típusos agyagpaláktól *eltérnek*. Mineralógiai alkotásuk azonban az agyagpalákéval *megegyező* s szerkezetük alapján az agyagpalák csoportjának nem, vagy alig rétegzett féleségei közé sorolandók, nevezetesen abba a csoportba, melyet a német petrográfusok «fenőpala» (Wetz-schiefer) néven foglalnak össze.

E kőzetek — nagy limonitos és szenes pigmenttartalmuknál fogva — elég lágyak: késpengével erősen megkarcolhatók. A büdöspesti ősember eszközeinek kis részét mégis ebből a kőzetből készítette.

Összefoglalás.

A büdöspesti paleolitos szilánkok *legnagyobb része* az előzők szerint *kalcedon*. Ezt az eszközök készítésére rendkívül alkalmas anyagot nagy bőségben találta az ősember a miskolci Avas déli és északi részén a szarmata tufákban,¹ különösen a Tűzkövesoldalon s a Rákóczi-torony és a Jézus-kútja közt levő meredek lejtőn. E területeken nagy tömbökből álló padokban fordul elő a kalcedon. Ásvány-kőzettani szempontból jellemzi ezeket a kalcedonokat az *apró szemcsés aggregátumos szerkezet*, *gyenge rétegeztség* és *pirit* jelenléte. A pirit oxidálódása folytán limonit, esetleg a limonitból hematit képződött s a kalcedon sárgavörös színűvé vált.

Az eszközök készítésére jóval kisebb mértékben felhasznált *szaruköveket* az ősember valószínűleg patakok kavicsaiból szedte

¹ PAPP KÁROLY: Miskolc környékének geológiai viszonyai. A m. kir. Földtani Intézet Évkönyve, XVI, 1907—1908, p. 117—118.

össze. A patakokba a Bükkhegység karbon-közeteiből¹ vagy esetleg a diósgyörkörnyéki mediterrán kavicsokból kerültek bele a szarukövek. E szaruköveket ásvány-közettani szempontból jellemzi, hogy az apró szemcséjű kvarc-aggregátumon kívül rendszeren *rostos kalcedont* is tartalmaznak. A *kalcitkristályok* előfordulása is igen jellemző.

Még alárendeltebb szerep jutott a büdöspesti köiiparban a *kvarcitoknak*, *tejkvarcoknak* és az *agyagpalaféleségeknek*. Ezek részben a Bükkhegység karbonkori közeteiből, részben a mediterrán képződményekből juthattak a büdöspesti pleisztocén ember kezébe, esetleg patak-kavicsok alakjában.

A dolgozat részben a Széchenyi Tudományos Társaság támogatásával készült.

Magyarázó szöveg a táblához.

1. *Kalcedon c)* szemcsés aggregátumos szerkezete, keresztezett nicolok között. Vonalas nagyítás: 47.

2. *Kalcedon d)*, A ferdén húzódó sötét részletek hematitpikkelyek okozta vörös sávok, keresztezett nicolok között. Vonalas nagyítás: 47.

3. *Fehér kalcedon e)*. Kis mértékben rácsos szerkezet látszik keresztezett nicolok közt. Vonalas nagyítás: 47.

4. *Szarukő a)* keresztezett nicolok között. Felül a sugaras-rostos kalcedonszferolitok látszanak. A kép jobboldali felében két igen nagy ikerlemezes kalcit látható. A sötét rombuszalakú foltok limonitpszeudomorfózákat kalcit után. Vonalas nagyítás: 47.

5. *Kvarcit a)* szerkezete keresztezett nicolok között. Az apró kvarc-szemek halmazában — mintegy alapanyagban — helyezkednek el a nagyobb kvarc-szemek porfirok kiválásai módjára. A nagy kvarcok mellső-hátsó irányban megnyúltak és foltos kioltásúak. Vonalas nagyítás: 12·5.

6. *Tejkvarc* keresztezett nicolok között. A kép felső felében jól látszik a rendkívül finom sávozottság. Vonalas nagyítás: 12·5.

¹ BÖCKH JÁNOS: Die geologischen Verhältnisse des Bückgebirges und der angrenzenden Vorberge. Jahrbuch der K. k. Geologischen Reichsanstalt, XVII, 1867, p. 228.

SCHRÉTER ZOLTÁN: Eger környékének földtani viszonyai. A m. kir. Földtani Intézet évi jelentése 1912-ről, p. 133.

PETROGRAPHISCHE UNTERSUCHUNG DER
PALÄOLITHISCHEN ABSPLIESSE AUS DER
HÖHLE BÜDÖSPEST.

Von A. VENDL k. Mitglied der Akademie.

Durch die systematischen Ausgrabungen der Höhle Büdöspest (*Stínkofen*) im Bükkgelbige (Komitat Borsod) sind zahlreiche paläolithische Abspliesse erschlossen worden, darunter auch viele besser bearbeitete *Steingeräte*. Das Material derselben besteht vorwiegend aus Chalcedon von sehr verschiedener Ausbildung, ferner aus Hornstein, Quarzit, Milchquarz und Tonschieferarten.

Die Arbeit enthält die ausführliche Beschreibung dieser Gesteine und wird in der Zeitschrift: «Mathematische und naturwissenschaftliche Berichte aus Ungarn» in deutscher Sprache erscheinen.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 14. April 1930.)

ÚJABB VIZSGÁLATOK AZ NO - β - ÉS γ -SÁVOK SZERKEZETÉRŐL.

SCHMID REZSŐTŐL, részben FARKAS DÉNES és KÖNIG THEODORA
mérései alapján.

I. Az NO - β , illetőleg γ -sávok szerkezetét JENKINS, BARTON és MULLIKEN,¹ illetőleg GUILLERY MÁRIA² derítették fel. E szerzők a közeli ultraibolyában fekvő nagy fényerejű és ezért nagy felbontó képességű rácsokkal fotografálható sávok vonalait mérték ki és rendezték sorozatokba. JENKINS, BARTON, MULLIKEN mintegy 18 β -sávnak körülbelül 2000 vonalát, GUILLERY 4 γ -sávnak körülbelül 1000 vonalát mérte ki.

Ezen laboratóriumban végzett egyéb vizsgálatok, mint: a mágneses tér befolyása az NO -sávok vonalaira,³ továbbá az NO -sávok intenzitás viszonyaira⁴ vonatkozó mérések szükségessé tették a távolabbi ultraibolyában fekvő β - és γ -sávok kimérését is. SCHMID⁵ 6 γ -sávot mért ki (mintegy 1700 vonal), illetőleg egy, már GUILLERY-től megkezdett sáv kimérését folytatta magas rotációs állapotokig. Ezen munkához kapcsolódott FARKAS, aki 7 γ -sávot mért ki és 4, már részint GUILLERY, részint SCHMID által megkezdett sáv kimérését folytatta magas rotációs állapotig (körülbelül 3000 vonal), továbbá KÖNIG THEODORA, aki 11 β -sávot mért

¹ H. A. BARTON, F. A. JENKINS and R. S. MULLIKEN, Phys. Rev. 30, 150, 1927.

² MARIA GUILLERY, Z. S. f. Phys. 42, 121, 1927.

³ B. POGÁNY u. R. SCHMID, Zeitschr. f. Phys. 49, 162, 1928; R. SCHMID, Zeitschr. f. Phys. 59, 42, 1929.

⁴ B. POGÁNY u. R. SCHMID, Zeitschr. f. Phys. 54, 779, 1929; R. SCHMID, Zeitschr. f. Phys. 59, 850, 1930.

⁵ R. SCHMID, Zeitschr. f. Phys. 49, 428, 1928.

ki (körülbelül 1000 vonal). Az 1. és 2. táblázatok adnak áttekin-
tést az egyes sávok analizálóiról. A sávsemába írt betűk a szer-
zőkre utalnak: M = JENKINS, BARTON, MULLIKEN, G = GUILLERY,
S = SCHMID, F = FARKAS, K = KÖNIG.

II. A 3—24. táblázatok tartalmazzák KÖNIG, illetőleg FARKAS
által kimért sávok vonalainak hullámszámait. Az ágak jelzése,
illetőleg a j vagy m folyószámok megegyeznek, a β -sávoknál
JENKINS, BARTON, MULLIKEN, a γ -sávoknál GUILLERY, illetőleg
SCHMID által használtakkal.

A kísérleti berendezés ugyanaz volt, mint a ³⁻⁵ vizsgá-
latoknál. A γ -sávokat főképp egyenáramú vakuum-levegőívben, a
 β -sávokat mindig az aktiv nitrogén utóvilágításában fotografál-
tuk a HILGER-féle E 1. kvarcspektrográf úgynevezett II., illetőleg
III. pozíciójában részint PERUTZ-extrarapid, részben SCHUMANN-
lemezekre. Az expozíció ideje néhány perctől 12 óráig változott
a különböző fényerejű sávoknak megfelelően. Az orientáló Fe -
színkép adatait részint KAYSER: Handb. d. Spektroskopie Bd. VI.
és VII.-ből, részint a HILGER-laboratóriumtól származó spektrum-
fotográfiákról vettük. Míg JENKINS, BARTON, MULLIKEN mérési pon-
tosságukat 0.01 Å-nál, GUILLERY 0.02 Å-nál, SCHMID 0.03 Å-nál
jobbnek adják meg, addig KÖNIG, de különösen FARKAS mérési-
nek pontossága valamivel csekélyebb, (az eltérések rendszeren a
0.05 Å-t nem haladják meg), aminek okát abban kell keresnünk,
hogy az általuk kimért sávok nagyobb számú összeeső vonalat
tartalmaznak, továbbá, hogy különböző sávokhoz tartozó vona-
lak is nagyobb számban jutnak fedésbe egymással.

III. Rotációs termek. JENKINS, BARTON, MULLIKEN dolgoz-
tuk III. táblázatában közlik a β -sávok kezdő 2H_i nivójának az
 $n' = 0, 1, 2, 3$ kezdő vibrációs kvantumszámaihoz, illetőleg a
vég 2H_i nivójának az $n' = 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14,$
 $15, 16$ végvibrációs kvantumszámaihoz tartozó $\Delta_2 F'_i$, illetőleg
 $\Delta_2 F''_i$ rotációs termdifferenciákat, mint a j folyószám függvényeit,
és pedig középértéket véve a közös kezdő, illetőleg közös vég-
vibrációs kvantumszámú kimérésénél nyert adatokból. GUILLERY
5—8. táblázatai tartalmazzák a γ -sávok kezdő ${}^2\Sigma$ nivójának az
 $n' = 0, 1$, illetőleg a β -sávokkal közös vég 2H_i nivójának az
 $n'' = 2, 3, 4$ vibrációs kvantumszámokhoz tartozó $\Delta F'_i$, illetőleg

Δf_i -rotációs termdifferenciákat, és pedig minden egyes sáv minden egyes ágából nyert adatokat külön-külön. Ugyanígy SCHMID 8a—9b. táblázataiban vannak ugyanezen ${}^2\Sigma$, illetőleg ${}^2\Pi_i$ nivók $n'=0, 1, 2, 3$, illetőleg $n''=0, 1, 2, 3, 4$ vibrációs kvantumszámokhoz tartozó ΔF , illetőleg Δf_i termdifferenciák (ugyancsak az egyes kombinációk adatai külön-külön) feltüntetve. A 14—24. táblázatok alapján nyerhető ugyanily ΔF , illetőleg Δf_i értékekből, valamint GUILLERY és SCHMID értékeiből számított középértékeket tartalmazza a jelen dolgozat 25., illetőleg 26. és 27. táblázatai, amelyek tehát a γ -sávok kezdő ${}^2\Sigma$, illetőleg ${}^2\Pi_{1/2, 3/2}$ nivóin, az $n'=0, 1, 2, 3$, illetőleg az $n''=0, 1, 2, 3, 4, 5$, vibrációs állapotokban a rotációs termdifferenciákat tüntetik fel. (A keskeny rovatokban álló számok mutatják, hogy a mellettük lévő ΔF érték hány, egymástól független kombináció középértéke.) A 25., 26. és 27., valamint a következő 28., 29., 30. és 31. táblázatok az NO -molekula rotációs nivóit a MULLIKEN ⁶ által az «Electronic States and Band Spectra... VII» című munkájában a 413. és 414. oldalakon a XI. táblázatban, illetőleg 5. ábrában megadott módon jelölik. A β -sávokból ΔF különbségek nem határozhatók meg a Q -ágak csekély intenzitása miatt; ezekből $\Delta_2 F$ differenciákat nyerünk. A 3—13. táblázatok alapján nyert ilyen és pedig a β - és γ -sávok közös végnívójára vonatkozó adatokból, valamint JENKINS, BARTON, MULLIKEN által a $\beta(0, 4)$ és $\beta(0, 5)$ sávokra nyert, de általuk a rotációs konstansok kiszámítására igénybe nem vett adatokból is, nemkülönben a 26. és 27. táblázatok értékeinek megfelelő kombinációból nyert adatokból számított első mintegy harminc középértéket a 28. és 29. táblázatok mutatják. Ezek tehát JENKINS, BARTON, MULLIKEN III. táblázatának kiegészítését adják az $n''=0, 1, 2, 3, 4, 5$, vibrációs állapotokra vonatkozóan. (Az ott $j=2, 3, 4 \dots$ folyószámokhoz tartozó termdifferenciák itt $1/2-5/2, 3/2-7/2, 5/2-9/2 \dots$ -vel vannak jelölve.)

A rotációs állandók kiszámítása céljából JENKINS, BARTON, MULLIKEN a $\Delta_2 F(j)$ függvényt egy j -ben harmadfokú, racionális egész függvénnyel közelítik meg, melynek együtthatóit a leg-

⁶ R. S. MULLIKEN, Phys. Rev. 32, 388, 1928.

kisebb hibanégyzetek elvén határozzák meg. E függvényből integrálással nyert és j -ben negyedfokú függvényben a négyzetes tag együtthatóját tekintik a B rotációs állandónak. Azonban IV. táblázatukat megtekintve kitűnik, hogy különösen a β - és γ -sávok közös végnívójára vonatkozólag a különböző vibrációs állapotokhoz tartozó és a $\Delta_2 F$ függvényeket megközelítő harmadfokú függvények másod- és harmadfokú, valamint abszolút tagjainak nemcsak nagysága, de előjele is teljesen rendszertelenül változik; hasonló jelenségek mutatkoztak a 25–29. táblázatok adatainak ugyanezen módszer⁷ szerinti feldolgozásánál, sőt kitűnt, hogy ugyanazon $\Delta_2 F$ értéksorozatnál a másod- és harmadfokú tagok, nemkülönben az abszolút tag előjele akkor is megváltozhat, ha a $\Delta_2 F$ értéksorozatból néhányat elhagyunk, vagy néhányon a mérési hibahatáron belülmaradó nagyságú változtatást teszünk. Mivel tehát, mint a felsoroltakból következik, a mérési pontosság nem engedi meg az esetleges magasabbfokú tagoknak ily módon való kiszámítását, a B rotációs állandónak a rotációs kvantumszámok magasabb értékeinél bekövetkező kicsiny változását kimutatandó, a következőkép jártunk el. A ΔF , vagy $\Delta_2 F$ függvényeket mintegy 10–20 intervallumon belül lineárisnak feltételezve, kiszámítottuk az egyenlő intervallumokra alkalmazott legkisebb hibanégyzetek⁷ elvén az itt simuló egyenes iránytangensét. Alkalmazva ezt egy pl. 60 értéket tartalmazó ΔF sorozatra és pedig az első, a második, a harmadik 20–20 értéken belül: az iránytangensek szabályszerű csökkenést mutatnak. Általában megállapítható volt, hogy a B rotációs állandó a növekedő rotációs kvantumszámokkal (j) a következőkép változik:

$$B_j = B - 0.0015j.$$

A 0.0015 faktor értéke mintegy 30%-os ingadozást mutat, de mindig a 0.002 és 0.001 határokon belül maradt. Magasabb, $j > 50$ értékeknél B_j csökkenése kimondottan j^2 - szerint halad.

A B rotációs állandónak a vibrációs kvantumszámokkal való összefüggését a szokásos

$$B_n = B - an$$

⁷ T. BIRGE and J. D. SHEA, A rapid method for calculating the least squares solution of a polynomial of any degree. Publ. Math. Univ. of California, Vol. 2. No. 5. p. 67. (1927.)

kifejezéssel approximálva, a 25., 28. és 29. táblázatok alapján a ${}^2\Sigma$, illetőleg ${}^2\Pi_{1/2, 3/2}$ nivókon B és a értékei a következőkép alakulnak :

	${}^2\Sigma$	${}^2\Pi_{1/2}$	${}^2\Pi_{3/2}$
B	1.99	1.69	1.73
a	0.016	0.0175	0.0190

JENKINS, BARTON, MULLIKEN IV. táblázatukban a ${}^2\Pi_{1/2, 3/2}$ nivóra az $n''=6$ -nál magasabb vibrációs kvantumszámokhoz tartozó $\Delta_2 F''_{1, 2}$ adatokból, a fenti értékektől kissé eltérő

	${}^2\Pi_{1/2}$	${}^2\Pi_{3/2}$
B	1.675	1.724
a	0.0178	0.0187

értékeket extrapolálták. Ez értékek kis korrekcióra szorulnak tehát, mint azt NAUDÉ⁸ is, aki a SCHMID által analizált $\gamma(0, 0)$ és $\gamma(1, 0)$ sávon a nitrogén 15-ös atomsúlyú izotopját figyelte meg, megjegyzi.

A 3—13. táblázatok alapján nyert és a β -sávok kezdő ${}^2\Pi_{1/2, 3/2}$ nivójára vonatkozó $\Delta_2 F'$ értékek a JENKINS, BARTON, MULLIKEN által nyert ily értékekkel jól egyeztek. A β -sávok kezdőnivójára vonatkozó B és a a következőkép alakulnak tehát JENKINS BARTON, MULLIKEN IV. táblázata szerint :

	${}^2\Pi_{1/2}$	${}^2\Pi_{3/2}$
B	1.070	1.168
a	0.0116	0.0189

⁸ S. M. NAUDÉ, Phys. Rev. 34, 1498, 1929.

IV. *Vibrációs termék.* Az ω és ωx vibrációs állandók meghatározása céljából JENKINS, BARTON, MULLIKEN az egyes β -sávok ágainak legelső vonalait igen gondosan kimérték és a hiányzó vonalak helyeit extrapolálták. E hiányzó vonalak hullámszámait a sávformulába

$$\nu = \nu_0 + n'(\omega' - \omega'x'n') - n''(\omega'' - \omega''x''n'')$$

helyettesítve, a 18 β -sávra felírt 18 ily egyenletből a legkisebb hibanégyzetek elvén az ω' , $\omega'x'$, ω'' , $\omega''x''$ együtthatókat meghatározták. Ezen eljárás a γ -sávok esetében nem alkalmazható, mert az erős Q ágak fejei éppen a hiányzó vonalak helyeit fedik el és teszik a kimérést igen bizonytalanná. Hogy azonban a γ -sávok kezdő ${}^2\Sigma$ nivójára vonatkozólag az ω' -t és $\omega'x'$ -t mégis pontosabban állapíthassuk meg, a következőkép jártunk el. Az azonos végvibrációs kvantumszámú sávok közül kombináltuk egymással az $n'=0$ és $n'=1$, továbbá az $n'=0$ és $n'=2$, valamint az $n'=0$ és $n'=3$ kezdőnivókhoz tartozó és egyenlő rotációs kvantumszámú sáv-vonalakat. Közéértéket véve az egyes ágakra vonatkozó, illetőleg a végvibrációs kvantumszámok különböző értékeinél nyert ily adatokból, az $[\omega' - \omega'x']$, illetőleg $2[\omega' - \omega'x'.2]$, valamint $3[\omega' - \omega'x'.3]$ mennyiségeket nyerjük a rotációs kvantumszámok függvénye gyanánt. Mint a 30. táblázat mutatja, az $[\omega' - \omega'x']$, $[\omega' - 2\omega'x']$, $[\omega' - 3\omega'x']$ értékek esökkenő rotációs kvantumszámokkal mind lassabban nőnek, úgy hogy tehát a legelső rotációsemelethez tartozó és direkt rendszerint csak pontatlanul meghatározható értéket jól extrapolálhatjuk. ω' - és $\omega'x'$ -re közéértékben nyerjük:

$${}^2\Sigma \dots \omega = 2358 \text{ cm}^{-1}; \omega x = 16.3 \text{ cm}^{-1}.$$

A ${}^2\Pi_i$ nivókra ugyanezen eljárással a kísérleti hibák határain belül a JENKINS, BARTON, MULLIKEN VI. táblázatában közölt adatokat nyerjük. Ezek az alábbiak:

	${}^2\Pi_{1/2}$	${}^2\Pi_{3/2}$	${}^2\Pi_{1/2}$	${}^2\Pi_{3/2}$
ω	1029.43	1030.88	1892.12	1891.98
ωx	7.460	7.455	14.424	14.454

alaprívó

V. A ${}^2H_{1/2, 3/2}$ alapnívó dublett felbontása. A γ -sávokban kombinálva egymással a ${}^2H_{1/2}$ -, illetőleg ${}^2H_{3/2}$ -nívókhoz tartozó vonalakat és középértéket véve úgy az egyes ágakra, valamint azonos végvibrációs kvantumszámokhoz tartozó sávokra vonatkozólag: a 31. táblázathoz jutunk, mely tehát a ${}^2H_{1/2}$ és ${}^2H_{3/2}$ alapnívók dublett felbontását mutatja, a rotációs és vibrációs emeletektől való függésben. Mint a táblázatból kitűnik, a dublett felbontás növekedő vibrációs kvantumszámokkal a megfigyelési hibák határain belül lineárisan fogyónak vehető, míg fogyó rotációs kvantumszámokkal mind lassabban és lassabban fogy. A legalacsonyabb vibrációs és rotációs állapothoz tartozó ΔE dublett felbontás legvalószínűbb értéke: $120\cdot5 \text{ cm}^{-1}$.

A sávok színeképek szisztematikájában nagy fontossággal bíró $\lambda = \frac{\Delta E}{B}$ parameter értékére, ha B helyébe az alapnívóra vonatkozó $B_{1/2} = 1\cdot69$ és $B_{3/2} = 1\cdot73$ középértékét: $1\cdot71 \text{ cm}^{-1}$ -et helyettesítünk, nyerjük:

$$\text{alapnívó } {}^2H \dots \lambda \doteq 70.$$

A β -sávok dublettszeparációja JENKINS, BARTON, MULLIKEN szerint (171. lap, l. c.): $91\cdot54 \text{ cm}^{-1}$, amiből a β -sávok kezdő-nívójának felbontása: $\Delta E = 120\cdot5 - 91\cdot5 = 29 \text{ cm}^{-1}$. λ értékére tehát nyerjük $\left(B = \frac{1\cdot070 + 1\cdot168}{2} = 1\cdot112 \text{ cm}^{-1} \right)$:

$$\text{gerjesztett } {}^2H \text{ nivó} \dots \lambda = 25\cdot9.$$

VI. Az NO-sávok színekép potenciális energia görbéi. A két-atomú molekulák különböző vibrációs állapotaihoz tartozó potenciális energiát, mint az atom-magok távolságának függvényét a klasszikus kvantumelmélet az alábbi alakban approximálja:⁹

$$V(r) = U_2(r - r_0)^2 - U_3(r - r_0)^3 + U_4(r - r_0)^4; \dots \text{ (I)}$$

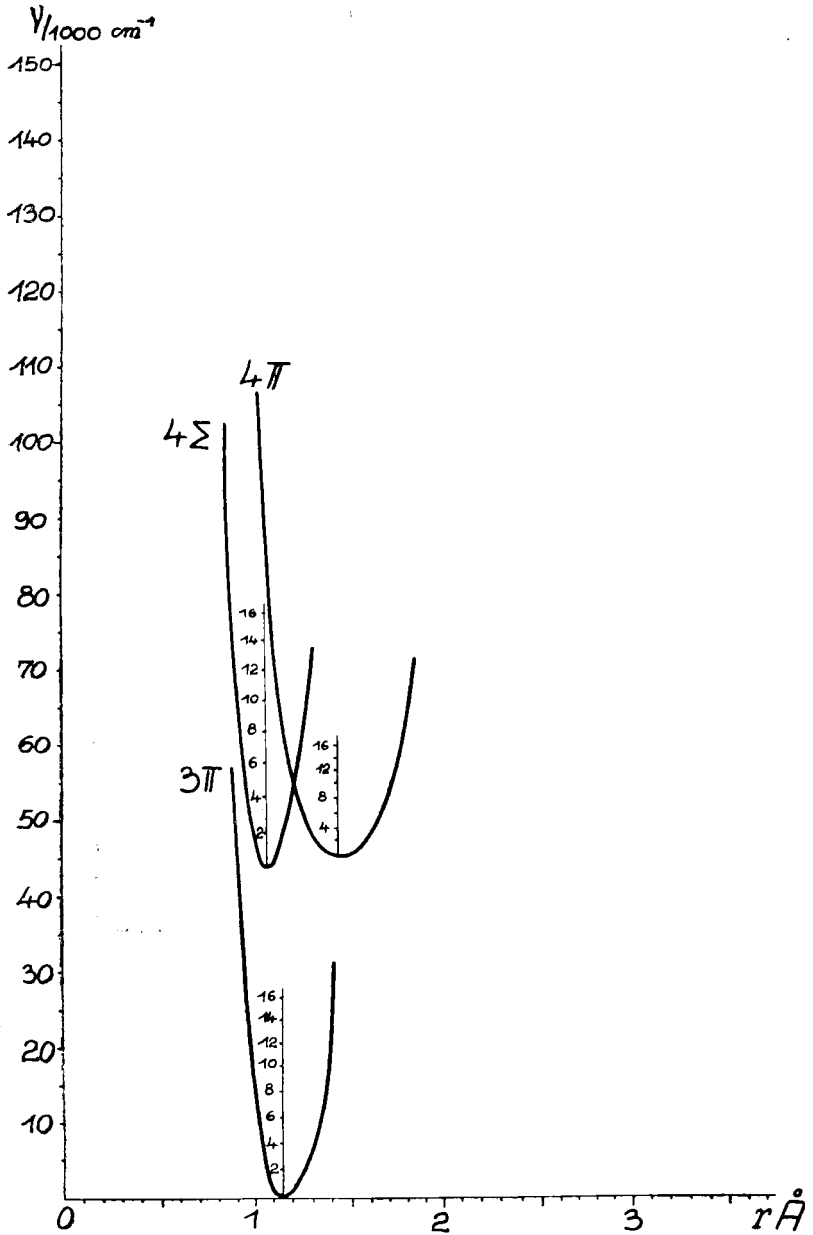
a hullámmechanika alapján a függvény ily alakot ölt:¹⁰

$$W(r) = De^{-2a(r-r_e)} - 2De^{-a(r-r_e)}; \dots \text{ (II)}$$

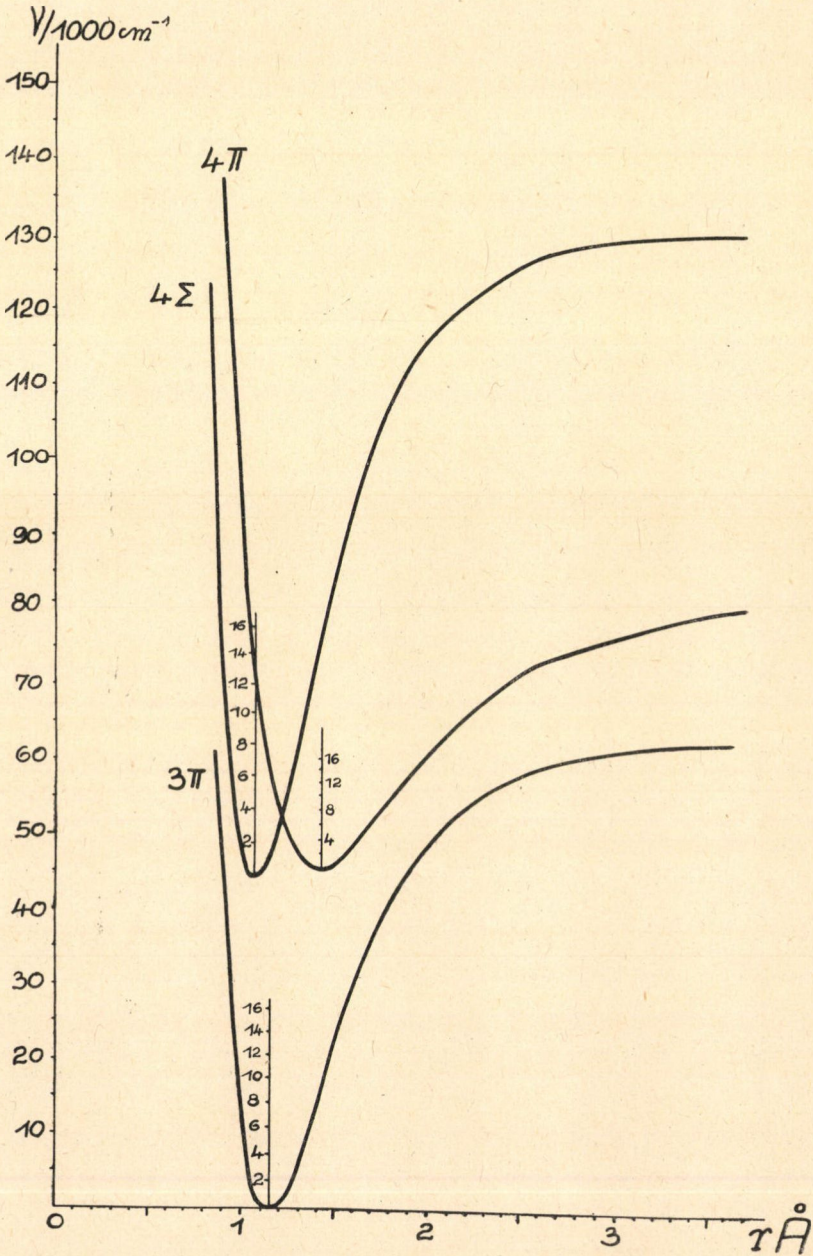
itt U_2, U_3, U_4 , illetőleg a, D , a vibrációs és rotációs állandókkal kifejezhető mennyiségek, r_0 , ill. r_e pedig a kérdéses elektronnívóra

⁹ L. pl. E. CONDON, Phys. Rev. 28, 1082, 1926.

¹⁰ Ph. M. MORSE, Phys. Rev. 34, 59, 1929.



1. ábra.



2. ábra.

vonatkozó és a legkisebb vibrációs energiájú helyzethez tartozó atómmag-távolság.

$$r_0 \text{ értéke a } B = \frac{h}{8\pi^2 I}; I = \mu \cdot r_0^2; \mu_{NO} = 12 \cdot 33 \text{ g} \cdot 10^{-24}$$

összefüggések alapján a ${}^2\Sigma$ nivóra vonatkozólag számítható ki, míg ${}^2\Pi$ nivók esetében JENKINS, BARTON és MULLIKEN-től a 171. lapon adott módszerrel számítva a 32. táblázatban feltüntetett értékekhez jutunk.

Itt a Π , Σ nivók előtt álló főkvantumszámok SCHMID¹¹ értekezéséből valók és az NO -sávok szinképek az Al -atom spektrummal való korrespondenciájára vonatkoznak. U alatt az ugyanitt meghatározott «abszolút» termnívók vannak cm^{-1} egységben feltüntetve. ω , ωx , B , a , $\frac{h}{8\pi I}$ cm^{-1} egységben, U_2 , U_3 , U_4 $\text{cm}^{-1} \cdot 10^{-5}$ egységben, I_0 $\text{g cm}^2 \cdot 10^{-40}$, r_0 Å egységekben értendők. Hasonló szerkezetű a 33. táblázat, amely a hullámmechanika alapján számított molekula konstánsokat tartalmazza (D -t cm^{-1} egységben).

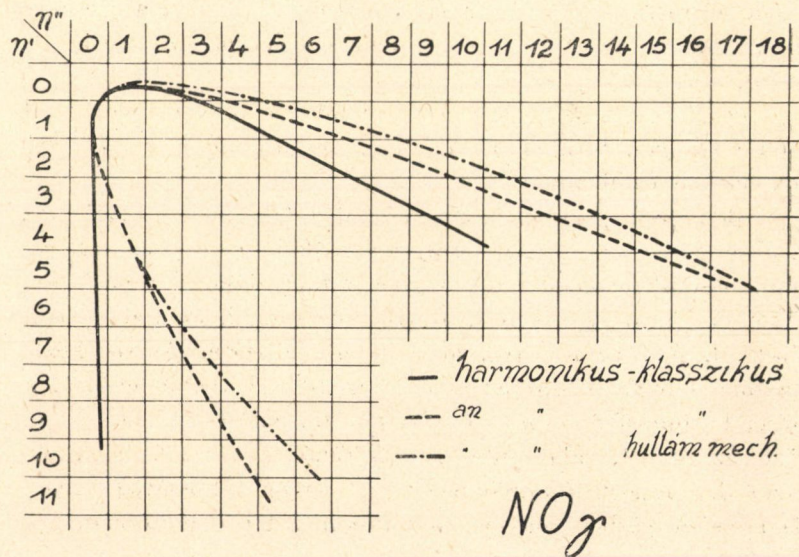
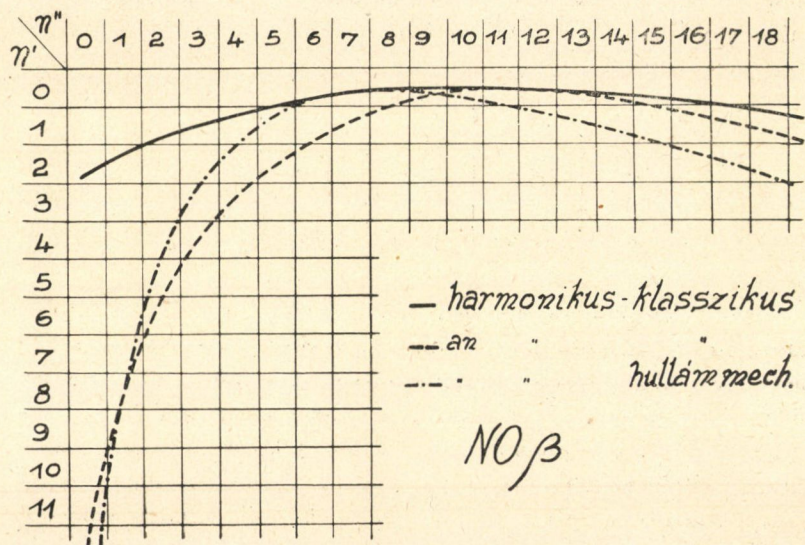
Az 1. és 2. ábra mutatják a klasszikus, illetőleg a hullámmechanika alapján számítva a gerjesztett $4^2\Sigma$ és $4^2\Pi$ nivóknak a $3^2\Pi$ alapnivóhoz képest való relatív magasságát (a dublett nivókat a középértékükkel helyettesítve). A $4^2\Sigma$ és $4^2\Pi$ nivók minimumpontjainak az abszcissa tengelytől mért magasságai a belőlük induló γ , illetőleg β -sávrendszerek (0, 0) sávjaiban a nullavonalak hullámszámait adják, melyek tehát az (I) formula alapján a 32. táblázat U_2 , U_3 , U_4 együtthatóival nyert 1. ábra potenciális energia függvényeiben additív-tagként szerepelnek. A 33. táblázat utolsó rovatában található A értékek (cm^{-1} egységekben) a 2. ábra görbéinek végtelen atómmag-távolságokra vonatkozó asymptotikus maximumait jelentik.

VII. *Condon parabolái.* Az NO - β és NO - γ sávrendszerekben az egyes kezdő vibrációs állapotokból (n') az egyes végvibrációs állapotokba (n'') való átmenetek közül a legvalószínűbbeket approximáló CONDON-féle parabolák¹² egyenlete:

$$(n'' = A + Bn' \pm C\sqrt{n'} \mp Dn' \dots \dots \text{ (III)})$$

¹¹ R. SCHMID. Zeitschr. f. Phys. 59, 42, 1929.

¹² E. CONDON, l. c. p. 1189.



3. ábra.

ahol A , B , C , D a rotációs és vibrációs állandókból kiszámítható együtthatók a 32. táblázat alapján:

	A	B	C	D
β	10·8	1·2	8·9	—0·14
γ	0·86	1·02	2·07	—0·22

Ezen formulán kívül, melynek levezetése a kétatómú molekulát, mint harmonikus oszcillátort tekinti, CONDON megadott még egy grafikus módszert is, amellyel az (I) potenciális energia függvényekből — melyek levezetése már anharmonikus oszcillátornak tekinti a molekulát — szintén kikereshetők a legvalószínűbb átmenetek («corrected law»). (A β -sávokra vonatkozólag JENKINS, BARTON, MULLIKEN értekezésük 185. lapján közlik e görbét.)

Mivel a hullámmechanika a molekula mozgásjelenségeit sokkal természetesebben írja le, célszerűnek látszott a CONDON-féle grafikus eljárást a 2. ábra potenciálisenergia görbéire alkalmazni.

Az NO - γ - és β -sávokra összefoglalóan a 3. ábra tünteti fel a (III) alapján, továbbá az 1. és 2. ábrán grafikusán nyerhető CONDON-féle parabolákat.

Ha a β - és γ -sávrendszerek észlelt intenzitás¹³ eloszlását a 3. ábra görbéivel összehasonlítjuk, várhatjuk, hogy az «anharmonikus-hullámmechanikus» görbék a tapasztalattal a másik két görbénél jobban egyezzenek. Tényleg SCHMID 2. ábrájából¹⁴ kitűnik pl., hogy az $n'=0$ kezdő vibrációs állapotú β -sávok közül maximális intenzitással jelentkezik az $n''=7$ végvibrációs állapotú; hasonlóképp az $n'=1$ sávok közül az $n''=5$, az $n'=2$ közül az $n''=4$, valamint az $n'=3$ közül az $n''=3$. Jelen dolgozat 3. ábrájában a hullámmechanika alapján a β -sávokra nyert CONDON-féle görbe ezen megállapításokkal teljesen összhangban

¹³ R. SCHMID, Zeitschr. f. Phys. 59, 850, 1930.

¹⁴ L. c. 855. l.

van. A γ -sávok esetében a 3. ábra hullámmechanikusan nyert görbéje a legintenzívebb átmenetekként a (0, 0), (0, 1), (0, 2), (0, 3), illetőleg (1,0) sávokat jelöli ki, ami a tapasztalattal szintén jól egyezik.

Jelen vizsgálat a budapesti kir. József Műegyetem kísérleti fizikai intézetében, dr. POGÁNY BÉLA műegy. r. tanár vezetése alatt készült. A vizsgálathoz használt eszközökért részben az Országos Természettudományi Kongresszus Végrehajtó Bizottságának, részben a Széchenyi Tudományos Társaságnak mondunk leghálásabb köszönetet.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1930. április 14-én tartott üléséből.)

2. Táblázat.

$NO\gamma$

$n' \backslash n''$	0	1	2	3	4	5	6
0	S	S	G, S	G, F	G, F	F	F
1	S, F	S		F	G, F	F	
2			F	S	F		
3					S	F	

3. Táblázat.

$\beta(0, 3), \lambda=2503 \text{ \AA}$.

j	$R_1(j)$	$P_1(j)$
1		
2	39,941·6	39,932·8
3		39,928·0
4	39,939·2	39,920·5
5	39,936·5	39,914·7
6	39,932·8	39,906·7
7	39,928·0	39,897·6
8	39,920·5	39,887·6
9	39,914·7	39,876·4
10	39,906·7	39,863·4
11	39,897·6	39,850·5
12	39,887·6	39,835·1
13	39,876·4	39,821·8
14	39,863·4	39,803·7
15	39,850·5	39,785·8
16	39,835·1	39,767·2
17	39,821·8	39,747·1
18	39,803·7	39,726·7
19	39,785·8	—
20	39,767·2	—
21	39,747·7	—
22	39,726·7	—

4. Táblázat.

$$\beta(1, 4), \lambda = 2552 \text{ \AA}.$$

j	$R_1(j)$	$P_1(j)$	$R_2(j)$	$P_2(j)$
1				
2		39,161·5		
3	39,167·0	39,155·1		39,068·2
4		39,149·1	39,081·2	39,063·0
5		39,142·8	39,078·3	39,054·9
6	39,161·5	39,135·8	39,076·7	39,048·3
7	39,155·1	39,125·1	39,071·8	30,040·6
8	39,149·1	39,115·3	39,068·2	39,031·3
9	39,142·4	39,103·3	39,061·0	30·019·4
10	39,135·3	39,090·9	39,054·9	39,008·0
11	39,125·1	39,076·7	39,044·1	38,995·2
12	39,115·3	39,063·0	39,037·1	38,982·2
13	39,103·3	39,047·1	39,022·7	38,965·1
14	39,090·9	39,031·3	39,013·0	38,950·4
15	39,076·7	39,013·0	38,999·4	38,932·2
16	39,063·0	38,995·2	38,987·1	—
17	39,047·1	38,972·4	38,972·4	—
18	39,031·3	38,950·4	38,958·0	—
19	39,013·0	38,932·2	38,937·3	—
20	38,995·2	—	—	—
21	38,972·4	—	—	—
22	38,950·4	—	—	—
23	38,932·2	—	—	—

5. Táblázat.

$$\beta (1, 5), \lambda = 2672 \text{ \AA.}$$

j	$R_1 ()$	$P_1 (j)$	$R_2 (j)$	$P_2 (j)$
1				
2		37,399·5		
3		37,395·3		37,305·6
4	37,407·7	37,389·0		37,299·3
5	37,404·0	37,382·5		37,294·3
6	37,399·5	37,374·7	37,314·3	37,286·9
7	37,395·3	37,366·0	37,309·5	37,278·3
8	37,389·0	37,356·1	37,305·6	37,268·6
9	37,382·5	37,344·7	37,299·3	37,257·9
10	37,374·7	37,333·2	37,289·8	37,246·1
11	37,366·0	37,320·7	37,283·9	37,234·4
12	37,356·1	37,305·6	37,274·5	37,220·6
13	37,344·7	37,289·8	37,265·1	37,206·0
14	37,333·2	37,274·5	37,253·7	37,190·8
15	37,320·7	37,257·9	37,240·1	37,173·0
16	37,305·6	37,240·1	37,228·3	37,155·7
17	37,294·3	37,220·6	37,213·9	37,136·9
18	37,278·3	37,199·2	37,199·2	37,117·4
19	37,261·8	37,180·3	37,183·3	37,098·9
20	37,244·7	37,157·9	37,164·5	37,075·1
21	37,226·2	37,134·4	37,146·7	37,053·5
22	37,206·0	37,111·5	37,127·3	37,028·9
23	37,185·3	37,085·8	37,106·7	37,005·5
24	37,164·5	37,060·6	37,085·8	36,978·0
25	37,140·7	37,033·9	37,060·7	36,954·6
26	37,117·4	37,005·5	37,037·2	—
27	36,093·8	36,978·0	37,013·7	—
28	36,070·1	—	36,991·0	—

6. Táblázat.

$$\beta(2, 2), \lambda = 2283 \text{ \AA}.$$

j	$R_1(j)$	$P_1(j)$	$R_2(j)$	$P_2(j)$
1				
2		43,776·2		
3		42,771·6		43,694·1
4	43,782·7	43,767·2	43,705·6	43,689·8
5	43,780·0	43,760·7	43,703·8	43,681·7
6	43,776·2	43,752·6	43,700·8	43,674·3
7	43,771·6	43,742·7	43,697·4	43,665·7
8	43,763·3	43,731·0	43,691·2	43,654·4
9	43,758·0	43,718·6	43,685·7	43,643·6
10	43,748·2	43,705·6	43,677·7	43,631·8
11	43,738·6	43,691·3	43,618·9	43,619·6
12	43,725·3	43,674·3	43,658·2	43,605·7
13	43,713·0	43,658·2	43,648·3	43,500·7
14	43,700·8	43,641·3	43,635·8	43,573·9
15	43,685·7	43,622·4	43,622·4	43,556·9
16	43,671·4	43,602·5	43,608·0	43,536·9
17	43,654·4	43,583·4	43,593·9	—
18	43,635·8	—	43,576·4	—
19	43,619·6	—	43,559·9	—

7. Táblázat.

$$\beta(2, 3), \lambda = 2382 \text{ \AA.}$$

j	$R_1(j)$	$P_1(j)$	$R_2(j)$	$P_2(j)$
1				
2		41,960·8		
3		41,955·6		41,872·2
4	41,967·5	41,950·7	41,885·2	41,866·2
5	41,964·8	41,943·5	41,882·7	41,859·9
6	41,960·8	41,935·6	41,877·6	41,851·0
7	41,955·7	41,926·7	41,872·2	41,841·7
8	41,949·0	41,916·4	41,866·2	41,830·5
9	41,941·6	41,904·5	41,959·9	41,819·1
10	41,933·7	41,891·9	41,851·0	41,807·1
11	41,924·7	41,877·6	41,841·7	41,792·9
12	41,914·0	41,863·6	41,830·5	41,778·4
13	41,902·2	41,847·5	41,820·9	41,762·4
14	41,889·6	41,830·5	41,808·5	41,746·1
15	41,875·9	41,811·8	41,794·5	41,728·7
16	41,860·0	41,792·9	41,780·0	41,709·4
17	41,844·5	41,772·5	41,764·3	41,688·7
18	41,827·2	41,750·7	41,747·9	41,667·8
19	41,808·5	41,728·7	41,728·7	41,644·9
20	41,790·0	41,704·2	41,709·4	41,621·2
21	41,769·0	41,679·5	41,688·7	41,595·9
22	41,747·9	41,653·8	41,667·8	41,570·3
23	41,724·7	41,625·8	41,644·9	41,542·8
24	41,701·0	41,598·3	41,621·2	41,515·1
25	41,675·8	41,570·3	41,598·3	41,486·3
26	41,650·3	41,539·2	41,570·2	41,455·9
27	41,625·8	41,508·0	41,542·8	41,423·7
28	41,598·3	41,474·9	41,515·0	41,390·6
29	—	—	41,486·3	—
30	—	—	41,455·8	—
31	—	—	41,423·7	—
32	—	—	41,390·6	—

8. Táblázat.

$$\beta(2, 4), \lambda = 2488 \text{ \AA}.$$

j	$R_1(j)$	$P_1(j)$	$R_2(j)$	$P_2(j)$
1				
2		40,169·7		
3	40,177·6	40,165·5		40,080·8
4	40,175·9	40,159·3		40,075·1
5	40,173·4	40,151·9	40,088·6	40,066·5
6	40,169·7	40,144·0	40,085·3	40,057·2
7	40,165·5	40,134·8	40,080·7	40,049·1
8	40,159·3	40,124·2	50,075·1	40,039·5
9	40,151·9	40,113·1	40,068·5	40,028·1
10	40,144·0	40,100·7	40,060·4	40,015·9
11	40,134·8	40,088·6	40,052·5	40,002·3
12	40,124·2	40,072·9	40,041·6	39,983·6
13	40,113·1	40,057·1	40,031·6	39,973·1
14	40,100·7	40,040·6	40,019·2	39,956·4
15	40,086·7	40,023·0	40,006·2	39,939·2
16	40,072·9	40,004·1	39,992·0	39,920·6
17	40,057·2	39,984·1	39,976·6	39,901·3
18	40,039·5	39,863·3	39,960·3	39,880·1
19	40,023·0	39,941·6	39,941·6	39,858·6
20	40,004·1	39,918·0	39,924·2	39,836·2
21	39,984·1	39,894·3	39,904·8	39,810·4
22	39,963·3	39,864·0	39,888·8	39,785·8
23	39,941·6	39,843·1	39,863·4	39,759·9
24	39,918·0	39,815·9	39,843·1	39,733·3
25	39,894·3	39,787·9	39,821·8	—
26	39,869·0	39,759·9	39,799·0	—
27	39,843·1	—	39,775·4	—
28	39,815·9	—	39,749·4	—
29	39,787·9	—	—	—
30	39,759·9	—	—	—

9. Táblázat.

$\beta(2, 5), \lambda = 2602 \text{ \AA}$.

	$R_1(j)$	$P_1(j)$	$R_2(j)$	$P_2(j)$
1				
2				
3	38,413·3	38,405·7		38,316·2
4	38,412·5	38,401·0		38,309·5
5	38,408·5	38,395·1	38,327·3	38,301·6
6	38,405·7	38,388·2	38,324·5	38,293·5
7	38,401·0	38,380·4	38,320·6	38,284·8
8	38,395·1	38,371·2	38,316·2	38,275·0
9	38,388·2	38,261·2	38,311·7	38,264·3
10	38,380·4	38,350·2	38,304·9	38,252·6
11	38,371·2	38,337·0	38,297·0	38,234·7
12	38,361·2	38,324·5	38,288·8	38,226·0
13	38,350·2	38,309·5	38,280·2	38,210·7
14	38,338·6	38,295·2	38,268·9	38,194·7
15	38,327·2	38,278·2	38,257·4	38,177·7
16	38,311·7	38,261·5	38,245·4	38,160·2
17	38,297·0	38,243·1	38,231·0	—
18	38,280·2	38,224·5	38,216·3	—
19	38,264·3	38,202·9	38,202·9	—
20	38,245·4	38,182·0	38,184·1	—
21	38,226·0	38,158·6	—	—

10. Táblázat.

$\beta(3, 3), \lambda = 2326 \text{ \AA}$.

j	$R_1(j)$	$P_1(j)$	$R_2(j)$	$P_2(j)$
1				
2				
3		42,956·5		
4	42,966·1	42,953·2	42,881·5	42,867·4
5	42,963·9	42,946·9	42,879·3	42,861·3
6	42,961·3	42,939·5	42,876·0	42,853·9
7	42,956·5	42,931·4	42,872·7	42,845·9
8	42,951·0	42,921·4	42,867·4	42,836·0
9	42,944·3	42,911·0	42,861·3	42,828·1
10	42,936·6	42,899·0	42,853·9	42,814·5
11	42,927·9	42,886·1	42,845·9	42,801·5
12	42,918·0	42,872·5	42,835·9	42,787·9
13	42,907·1	42,856·7	42,828·0	42,772·7
14	42,895·1	42,840·2	42,814·5	42,756·1
15	42,881·5	42,822·4	42,801·5	42,738·5
16	42,867·4	42,804·2	42,787·9	42,720·2
17	42,851·9	42,784·4	42,772·7	42,701·1
18	42,835·9	42,263·9	42,756·1	42,680·2
19	42,817·4	42,742·0	42,738·5	42,659·0
20	42,799·8	42,718·8	42,720·2	42,635·4
21	42,778·6	42,694·5	42,701·1	42,611·4
22	42,756·8	42,669·4	42,680·1	—
23	42,735·4	—	42,659·0	—
24	—	—	42,635·4	—
25	42,683·6	—	41,611·4	—
26	42,659·0	—	—	—

11. Táblázat.

$\beta(3, 4), \lambda = 2428 \text{ \AA}.$

j	$R_1(j)$	$P_1(j)$	$R_2(j)$	$P_2(j)$
1				
2				
3	41,173·5	41,164·3		41,076·0
4	41,171·1	41,159·2		41,070·0
5	41,168·0	41,153·3	41,088·5	41,063·7
6	41,164·3	41,147·4	41,084·3	41,055·3
7	41,159·2	41,139·1	41,081·2	41,046·2
8	41,159·2	41,129·8	41,076·0	41,036·4
9	41,153·3	41,119·5	41,070·0	41,023·9
10	41,145·5	41,107·6	41,063·7	41,011·2
	41,136·7	41,095·3	41,055·3	
11	41,127·9	41,081·3	41,046·2	40,999·1
12	41,116·9	41,066·6	41,036·4	40,982·6
13	41,105·1	41,051·4	41,023·9	40,967·0
14	41,092·6	41,034·4	41,011·2	40,950·0
15	41,078·7	41,015·9	40,999·0	40,932·2
16	41,063·7	40,996·7	40,984·6	40,914·3
17	41,047·9	40,976·4	40,970·0	40,894·1
18	41,031·2	40,955·2	40,952·2	40,872·8
19	41,013·0	40,932·2	40,934·1	40,852·6
20	40,993·7	40,909·6	40,914·3	—
21	40,973·3	40,886·4	40,894·1	—
22	40,952·2	40,859·3	40,872·8	—
23	40,928·9	—	40,850·5	—
24	40,906·1	—	—	—
25	40,881·2	—	—	—
26	40,857·0	—	—	—
27	40,833·6	—	—	—

12. Táblázat.

$\beta(4, 2), \lambda = 2184 \text{ \AA}.$

j	$R_1(j)$	$P_1(j)$	$R_2(j)$	$P_2(j)$
1				
2				
3		45,754·5		
4	45,760·2	45,749·9		45,660·9
5	45,737·7	45,744·0	45,673·8	45,654·6
6	45,752·6	45,736·9	45,670·9	45,646·9
7	45,746·8	45,728·8	45,666·9	55,641·1
8	45,741·1	45,719·4	45,660·9	45,630·3
9	45,733·4	45,709·1	45,654·6	55,621·7
10	45,724·6	45,697·2	45,646·9	45,607·2
		45,684·5	45,638·0	45,593·0
11	45,715·0	45,670·9	45,627·4	45,579·7
12	45,703·7	45,654·6	45,661·1	45,567·0
13	45,691·4	45,638·0	45,603·0	45,549·8
14	45,677·8	45,621·7	45,589·7	45,528·2
15	45,663·4	45,603·0	45,574·9	45,513·5
16	45,646·9	45,582·2	45,558·9	—
17	45,630·3	45,560·8	—	—
18	45,611·5	45,538·6	—	—
19	45,593·0	—	—	—
20	45,574·9	—	—	—

13. Táblázat.

$\beta(4, 3), \lambda = 2275 \text{ \AA}$.

j	$R_1(j)$	$P_1(j)$	$R_2(j)$	$P_2(j)$
1				
2				
3	43,940·3	43,927·6	43,848·6	43,831·6
4	43,937·6	43,920·8	43,846·6	43,828·8
5	43,934·5	43,913·8	43,845·7	43,823·0
6	43,930·1	43,905·4	43,842·8	43,816·6
7	43,924·3	43,895·7	43,835·5	43,805·7
8	43,917·9	43,884·7	43,828·9	43,795·9
9	43,110·2	43,873·0	43,819·7	43,782·7
10	43,901·5	43,859·3	43,810·5	43,769·1
11	43,891·1	43,845·7	43,798·8	43,752·6
12	43,879·4	43,828·8	43,788·3	43,738·6
13	43,867·9	43,812·3	43,776·2	44,722·2
14	43,854·0	43,795·9	43,763·3	43,705·6
15	43,839·3	43,776·2	43,748·6	43,685·7
16	43,823·0	43,758·0	43,731·0	43,663·6
17	43,805·7	43,736·4	43,713·0	43,641·3
18	43,788·3	43,713·0	43,694·6	43,619·6
19	43,769·1	43,689·3	43,671·4	43,593·9
20	43,748·2	43,665·7	43,648·3	—
21	43,727·7	43,641·3	43,625·3	—
22	43,705·6	—	43,602·5	—
23	43,681·7	—	—	—
24	43,658·2	—	—	—
25	43,635·8	—	—	—
26	43,611·5	—	—	—

14. Táblázat.

$$\gamma(0, 3), \lambda = 2594 \text{ \AA}.$$

m	$R_2 (m)$	$Q_2 (m)$	m
39	39,253·2 G	—	39
40	—	—	40
41	—	—	41
42	—	—	42
43	—	—	43
44	39,407·2	—	44
45	39,440·2	39,297·0 G	45
46	39,472·7	—	46
47	39,507·9	—	47
48	39,544·0	39,390·3	48
49	39,579·0	39,423·4	49
50	39,614·7	39,456·6	50
51	39,652·0	39,489·8	51
52	39,690·4	39,524·4	52
53	39,728·8	39,559·6	53
54	39,769·4	34,596·5	54
55	39,811·6	39,635·2	55
56	39,852·9	39,674·0	56
57	39,893·2	39,712·7	57
58	39,934·5	39,751·8	58
59	39,977·7	39,792·5	59
60	40,023·5	39,833·8	60
61	40,069·7	39,875·3	61
62	40,114·8	39,917·6	62
63	40,160·6	39,960·9	63
64	40,205·0	40,004·6	64
65	40,252·2	40,049·4	65
66	—	40,095·2	66
67	—	40,141·8	67
68	—	40,187·1	68
69	—	40,234·4	69
70	—	40,284·7	70

15. Táblázat.

$$\gamma(0, 4), \lambda = 2721 \text{ \AA}.$$

m	$R_1 (m)$	$Q_1 (m)$	$R'_1 (m)$	$R_2 (m)$	$Q_2 (m)$	$P_2 (m)$	$R'_2 (m)$	m	
24	—	—	—	—	—	—	37,184·6	G 24	
25	—	—	—	—	—	—	37,207·6	25	
26	—	—	—	—	—	—	37,232·7	26	
27	—	—	—	—	—	—	37,252·8	27	
28	—	—	—	—	—	—	37,277·8	28	
29	—	—	—	—	—	—	37,304·9	29	
30	—	—	—	—	—	—	37,333·1	30	
31	—	—	—	—	—	—	37,362·2	31	
32	—	—	—	—	—	—	37,388·1	32	
33	—	—	—	—	—	—	37,418·0	33	
34	—	—	37,289·6	G	—	—	37,448·1	34	
35	—	—	37,315·9	—	—	—	37,477·8	35	
36	—	—	37,348·0	—	—	—	37,508·1	36	
37	—	—	37,377·0	—	—	—	37,539·7	37	
38	—	—	37,406·1	—	—	—	37,571·3	38	
39	—	—	37,436·7	—	—	—	37,604·6	39	
40	—	—	37,467·8	—	—	—	37,638·4	40	
41	—	—	37,499·1	—	—	—	37,672·8	41	
42	—	—	37,532·5	—	—	—	37,707·6	42	
43	—	—	37,566·5	—	—	—	37,743·0	43	
44	—	—	37,601·1	—	—	—	37,778·9	44	
45	—	37,353·0	G	37,637·9	37,681·7	G	—	37,817·0	45
46	—	37,382·1	37,642·8	37,717·1	—	37,425·2	37,855·4	46	
47	—	37,413·4	37,707·6	37,752·6	—	37,455·6	37,894·0	47	
48	—	37,445·4	37,745·1	37,789·1	—	37,483·1	37,931·7	48	
49	—	37,477·8	37,784·6	37,826·1	37,638·3	G	37,514·6	37,978·6	49
50	37,669·2	G	37,508·1	37,823·9	37,863·4	37,707·6	37,548·5	38,017·5	50
51	37,703·3	37,541·9	37,863·1	37,903·1	37,745·1	37,582·4	38,055·0	51	
52	37,741·2	37,576·0	37,903·1	37,944·2	37,778·9	37,616·9	38,097·4	52	
53	37,778·9	37,610·5	37,941·2	37,983·9	37,817·0	37,650·9	38,142·9	53	
54	37,817·0	37,645·2	37,986·1	38,024·7	37,855·4	37,683·7	38,188·5	54	
55	37,855·4	37,681·9	38,028·2	38,065·6	37,891·4	37,718·8	38,234·2	55	
56	37,893·2	37,717·1	38,072·0	38,106·7	37,929·4	37,752·6	38,280·1	56	
57	37,931·9	37,752·6	38,116·8	38,147·9	37,967·6	37,789·1	38,326·4	57	
58	37,942·5	37,789·1	38,159·0	38,188·5	38,005·5	37,823·9	—	58	
59	38,013·3	37,823·9	38,203·1	38,228·5	38,046·2	37,855·4	—	59	
60	38,055·0	37,863·1	38,247·7	38,276·4	38,087·9	37,893·2	—	60	
61	38,097·4	37,903·1	38,291·0	38,321·5	38,127·8	—	—	61	
62	38,140·4	37,944·2	38,334·5	38,365·7	38,172·4	—	—	62	
63	38,184·3	37,983·9	38,381·8	38,414·0	38,217·8	—	—	63	
64	38,228·5	38,024·7	38,431·1	38,463·4	38,260·3	—	—	64	
65	38,273·5	38,065·6	38,478·7	—	38,307·2	—	—	65	
66	38,319·3	38,108·5	—	—	38,354·7	—	—	66	
67	38,363·8	38,152·1	—	—	38,401·4	—	—	67	
68	38,408·6	38,195·9	—	—	38,452·3	—	—	68	
69	38,458·1	38,240·6	—	—	—	—	—	69	
70	—	38,284·0	—	—	—	—	—	70	
71	—	38,331·8	—	—	—	—	—	71	
72	—	38,377·8	—	—	—	—	—	72	
73	—	38,426·2	—	—	—	—	—	73	
74	—	38,475·2	—	—	—	—	—	74	

17. Táblázat.

γ (0, 6), $\lambda=3007 \text{ \AA}$.

m	R_1 (m)	Q_1 (m)	P_1 (m)	R'_1 (m)	R_2 (m)	Q_2 (m)	P_2 (m)	R'_2 (m)	m
1				—					1
2				—					2
3	33,250·3	—	—	—	—	—	—	—	3
4	33,253·9	—	33,229·1	—	—	33,366·8	33,350·6	—	4
5	33,257·9	33,244·0	33,227·1	—	33,384·8	33,370·3	33,354·6	—	5
6	33,264·1	33,247·5	33,226·7	33,276·0	33,390·9	33,374·5	33,357·1	—	6
7	33,270·7	33,250·3	33,226·1	33,285·8	33,399·4	33,380·8	33,360·0	33,415·8	7
8	33,278·2	33,253·9	33,226·2	33,298·2	33,408·8	33,387·7	33,361·5	33,427·6	8
9	33,285·8	33,257·9	33,228·9	33,312·6	33,418·7	33,392·7	33,364·4	33,438·6	9
10	33,294·3	33,264·1	33,231·1	33,323·1	33,427·6	33,399·4	33,366·8	33,453·0	10
11	33,303·2	33,270·7	33,232·2	33,334·3	33,438·6	33,406·8	33,374·5	33,467·2	11
12	33,312·6	33,275·9	33,235·6	33,347·9	33,450·2	33,415·8	33,380·8	33,483·2	12
13	33,323·2	33,283·4	33,239·5	33,361·5	33,463·0	33,425·6	33,385·0	33,498·2	13
14	33,334·3	33,291·4	33,244·0	33,374·5	33,475·8	33,436·0	33,395·7	33,515·4	14
15	33,347·9	33,300·5	33,250·3	33,387·7	33,492·2	33,448·2	33,404·2	33,533·9	15
16	33,361·5	33,310·2	33,257·9	33,406·8	33,509·6	33,460·0	—	33,554·8	16
17	33,374·5	33,320·3	33,264·1	33,425·6	33,523·3	33,473·2	—	33,573·2	17
18	33,387·7	33,331·8	33,270·7	—	33,537·4	33,483·2	—	—	18
19	33,404·2	33,343·9	33,283·4	—	33,551·0	33,494·3	—	—	19
20	33,418·7	33,357·1	33,291·4	—	33,568·8	33,505·6	—	—	20
21	33,436·0	33,370·3	33,303·2	—	—	33,517·7	—	—	21
22	33,453·0	33,384·9	—	—	—	33,530·3	—	—	22
23	33,470·8	33,399·4	—	—	—	33,545·1	—	—	23
24	33,490·0	32,415·8	—	—	—	33,562·4	—	—	24
25	33,509·6	33,431·6	—	—	—	—	—	—	25
26	33,530·3	33,448·2	—	—	—	—	—	—	26
27	33,551·0	33,467·2	—	—	—	—	—	—	27
28	33,573·2	33,486·3	—	—	—	—	—	—	28
29	—	33,505·6	—	—	—	—	—	—	29
30	—	33,526·8	—	—	—	—	—	—	30
31	—	33,546·6	—	—	—	—	—	—	31
32	—	33,566·6	—	—	—	—	—	—	32

18. Táblázat.

$$\gamma(1, 0), \lambda = 2154 \text{ \AA}.$$

m	$Q_1 (m)$	$P_1 (m)$	$R_1' (m)$	$Q_2 (m)$	$P_2 (m)$	$R_2' (m)$	m
1		46,414·7		—	46,535·1		1
2	—	46,409·0		—	46,529·4		2
3	—	46,405·6		—	46,526·6	—	3
4	—	46,402·5	—	—	46,523·7	—	4
5	—	46,399·6	46,448·6	—	46,521·0	—	5
6	—	46,397·2	46,454·2	—	46,519·2	46,572·2	6
7	—	46,394·9	46,461·7	—	46,517·9	46,581·6	7
8	—	46,392·9	46,469·3	—	46,517·1	46,591·2	8
9	—	46,391·8	46,481·3	—	46,516·7	46,601·1	9
10	—	46,391·0	46,489·8	—	46,516·9	46,611·7	10
11	—	46,390·7	46,499·6	—	46,517·7	46,622·9	11
12	—	46,390·9	46,509·7	—	46,518·8	46,634·3	12
13	—	46,391·6	46,521·1	—	46,520·7	46,646·0	13
14	—	46,393·0	46,532·9	—	46,523·5	46,659·5	14
15	—	46,394·8	46,545·2	—	46,526·6	46,673·3	15
16	—	46,397·1	46,558·4	—	46,530·7	46,687·3	16
17	—	46,399·6	46,571·7	—	46,535·1	46,701·6	17
18	—	46,402·5	46,585·4	—	46,540·0	46,716·0	18
19	—	46,405·6	46,599·4	—	46,545·7	46,731·6	19
20	—	46,411·7	46,613·6	—	46,551·7	46,747·6	20
21	—	46,416·6	46,628·3	—	46,558·4	46,763·8	21
22	—	46,422·3	46,643·6	—	46,565·9	46,781·0	22
23	—	46,427·6	46,659·6	—	46,573·4	46,798·8	23
24	—	46,434·5	46,676·2	—	46,581·6	46,818·2	24
25	—	46,440·1	46,693·4	—	46,590·5	46,837·3	25
26	—	46,448·6	46,711·1	—	46,600·0	46,856·5	26
27	—	46,456·2	46,729·3	—	46,609·9	46,876·3	27
28	—	46,466·5	46,747·8	—	46,620·6	46,896·9	28
29	—	—	46,766·9	—	46,631·4	46,918·3	29
30	—	—	46,786·2	—	46,642·5	46,940·3	30

m	$Q_1 (m)$	$P_1 (m)$	$R'_1 (m)$	$Q_2 (m)$	$P_2 (m)$	$R'_2 (m)$	m
31	—	—	46,807·0	—	46,652·9	46,963·4	31
32	—	—	46,828·1	—	46,669·2	46,985·8	32
33	—	—	46,851·0	—	46,682·4	47,010·0	33
34	—	—	46,872·4	—	46,697·1	47,034·9	34
35	—	—	46,893·5	—	46,712·2	48,062·3	35
36	—	—	46,916·7	46,847·9 S	46,727·5	47,086·8	36
37	—	—	46,940·7	46,867·7	46,743·6	47,112·0	37
38	—	—	46,963·4	46,887·4	46,759·9	47,138·1	38
39	—	—	46,989·9	46,909·7	46,776·8	47,164·1	39
40	—	—	47,014·2	46,932·2	46,794·3	47,191·8	40
41	—	—	47,039·5	46,953·3	46,811·9	47,219·5	41
42	—	—	47,066·2	46,974·5	46,830·2	47,247·8	42
43	—	—	47,092·1	46,997·2	46,848·7	47,276·8	43
44	—	—	47,120·1	47,018·4	46,867·5	47,306·6	44
45	46,847·9 S	—	47,147·8	47,040·0	46,887·4	47,335·7	45
46	46,872·4	—	47,177·0	47,062·3	46,907·7	47,367·0	46
47	46,896·9	—	47,205·2	47,086·8	46,928·7	—	47
48	46,924·1	—	47,234·4	47,112·0	46,950·4	—	48
49	46,950·4	—	47,264·6	47,138·1	46,973·0	—	49
50	46,976·6	—	47,303·3	47,164·1	46,997·2	—	50
51	47,004·2	—	47,335·7	47,191·8	47,018·4	—	51
52	47,033·7	—	47,370·6	47,219·5	47,042·3	—	52
53	47,062·3	—	—	47,247·8	47,066·2	—	53
54	47,092·0	—	—	47,274·6	47,091·2	—	54
55	47,120·1	—	—	47,303·3	47,115·9	—	55
56	47,147·8	—	—	47,331·8	47,142·4	—	56
57	47,177·0	—	—	47,362·6	47,168·7	—	57
58	47,205·2	—	—	—	47,196·3	—	58
59	47,234·4	—	—	—	—	—	59
60	47,264·6	—	—	—	—	—	60
61	47,297·6	—	—	—	—	—	61
62	47,331·8	—	—	—	—	—	62
63	47,367·0	—	—	—	—	—	63

19. Táblázat.

$$\gamma(1, 3), \lambda = 2446 \text{ \AA}.$$

m	$R_1 (m)$	$Q_1 (m)$	$R_2 (m)$	$Q_2 (m)$	m	m	$R_1 (m)$	$Q_1 (m)$	$R_2 (m)$	$Q_2 (m)$	m
1				—	1	31	41,211·5	41,109·5	41,366·1	41,266·3	31
2		—	—	—	2	32	41,233·6	41,127·6	41,388·6	41,285·4	32
3		—	41,000·9	—	3	33	21,252·4	41,145·2	41,412·4	41,306·0	33
4		—	41,004·3	—	4	34	41,274·3	41,163·1	41,436·5	41,327·0	34
5		—	41,009·6	—	5	35	41,296·3	41,181·5	41,461·3	41,348·9	35
6		—	41,015·6	—	6	36	41,320·5	41,202·8	41,486·5	41,361·3	36
7		—	41,022·4	—	7	37	41,344·4	41,224·6	41,513·3	41,394·3	37
8		—	41,029·6	—	8	38	41,369·2	41,247·0	41,541·8	41,418·3	38
9		—	41,037·9	—	9	39	41,394·3	41,269·3	41,569·0	41,442·5	39
10		—	41,044·2	41,012·5	10	40	41,422·2	41,292·4	41,596·9	41,467·2	40
11		—	41,054·1	41,019·9	11	41	41,449·8	41,316·5	41,625·0	41,492·8	41
12	40,937·3	—	41,064·2	41,028·0	12	42	41,477·2	41,340·9	41,654·0	41,513·4	42
13	40,945·2	—	41,074·7	41,035·9	13	43	41,506·0	41,366·2	41,685·9	41,545·5	43
14	40,955·2	—	41,085·5	41,047·7	14	44	41,534·5	41,392·8	41,717·4	41,571·5	44
15	40,965·9	—	41,097·2	41,049·7	15	45	41,563·9	41,420·7	41,745·0	41,601·1	45
16	40,977·1	—	41,109·5	41,057·5	16	46	41,596·8	41,449·8	41,777·2	41,630·5	46
17	40,987·8	40,937·3	41,120·6	41,065·2	17	47	41,629·6	41,480·8	41,811·9	41,661·6	47
18	40,998·5	40,943·5	41,133·5	41,074·8	18	48	41,665·6	41,514·3	41,846·3	41,693·9	48
19	41,012·3	40,951·8	41,145·3	41,085·1	19	49	41,701·8	41,545·6	41,880·6	41,727·2	49
20	41,024·9	40,960·9	41,159·8	41,096·8	20	50	41,737·6	41,580·4	41,918·0	41,763·0	50
21	41,038·5	40,970·8	41,174·6	41,109·1	21	51	41,775·5	41,614·8	41,955·6	41,797·6	51
22	41,052·8	40,981·4	41,192·3	41,120·6	22	52	41,812·0	41,652·2	41,995·6	41,833·5	52
23	41,068·3	40,993·1	41,207·0	41,133·7	23	53	41,852·4	41,689·6	42,036·3	41,869·8	53
24	41,084·7	41,006·9	41,224·0	41,149·0	24	54	41,895·2	41,727·2	42,077·9	41,906·1	54
25	41,100·7	41,019·9	41,242·5	41,163·5	25	55	41,937·4	41,766·9	42,121·1	41,943·3	55
26	41,117·8	41,033·2	41,261·9	41,178·7	26	56	41,979·5	41,809·0	42,163·6	41,981·8	56
27	41,135·0	41,047·1	41,281·0	44,614·4	27	57	42,025·9	41,852·4	—	42,022·2	57
28	41,152·8	41,061·8	41,300·4	41,211·0	28	58	42,069·9	41,896·4	—	42,063·9	58
29	41,171·6	41,077·9	41,320·9	41,228·7	29	59	42,121·1	41,941·8	—	42,107·3	59
30	41,191·9	41,093·1	41,344·0	41,247·4	30	60	42,170·0	41,989·8	—	42,150·6	60
						61	—	42,038·9	—	—	61
						62	—	42,087·2	—	—	62
						63	—	42,137·3	—	—	63

20. Táblázat.

$\gamma(1, 4), \lambda = 2558 \text{ \AA}.$

m	$R_1 (m)$	$R_2 (m)$	$Q_2 (m)$	m
34	—	39,664·3 G	39,556·5 G	34
35	—	39,690·4	39,579·0	35
36	—	39,717·0	39,602·7	36
37	39,557·8 G	39,744·2	39,627·0	37
38	39,603·7	39,772·0	39,652·0	38
39	39,630·2	39,800·7	39,677·5	39
40	39,657·5	39,839·8	39,703·4	40
41	39,685·1	39,859·0	39,728·8	41
42	39,713·3	39,888·9	39,757·8	42
43	39,742·3	39,920·2	39,786·1	43
44	39,771·8	39,951·8	39,815·0	44
45	39,801·7	39,985·2	39,844·4	45
46	39,831·9	40,020·8	39,875·3	46
47	39,863·8	40,056·7	39,907·9	47
48	39,896·5	40,088·3	39,940·5	48
49	39,930·6	40,125·5	39,971·9	49
50	39,963·1	40,160·6	40,004·6	50
51	39,998·9	40,196·2	40,038·4	51
52	40,033·2	40,234·4	40,070·7	52
53	40,070·7	40,273·1	40,104·8	53
54	40,104·8	40,313·3	40,141·8	54
55	40,141·8	—	40,179·7	55
56	40,179·7	—	40,217·4	56
57	40,217·4	—	40,255·3	57
58	40,257·1	—	—	58
59	40,294·0	—	—	59
60	40,333·0	—	—	60

21. Táblázat.

 $\gamma(1, 5), \lambda = 2679 \text{ \AA.}$

m	$R_1(m)$	$Q_1(m)$	$P_1(m)$	$R'_1(m)$	$R_2(m)$	$Q_2(m)$	m
1			—				1
2		—	—		—	37,438·0	2
3	37,329·8	37,322·3	—		—	37,439·4	3
4	37,333·1	37,322·1	—	—	37,450·9	37,439·6	4
5	37,337·7	37,323·0	37,304·9	—	37,455·6	37,441·7	5
6	37,342·9	37,324·1	37,303·1	—	37,461·2	36,443·8	6
7	37,348·2	37,326·1	37,302·7	—	37,467·8	37,445·4	7
8	37,354·4	37,329·8	37,301·7	—	37,472·5	37,450·9	8
9	37,362·2	37,333·1	37,302·5	37,386·1	37,480·8	37,455·6	9
10	37,369·8	37,337·7	37,303·8	37,398·5	37,489·8	37,461·2	10
11	37,377·0	37,342·9	37,304·9	37,409·2	37,498·7	37,467·8	11
12	37,386·1	37,348·5	37,306·9	37,421·0	37,508·1	37,472·5	12
13	37,396·1	37,354·8	37,309·4	37,434·3	37,518·3	37,480·8	13
14	37,406·1	37,362·2	37,313·8	37,448·1	37,530·5	37,489·8	14
15	37,418·0	37,369·8	37,318·8	37,461·2	37,543·1	37,498·7	15
16	37,430·6	37,378·4	37,324·1	37,477·8	37,557·1	37,508·1	16
17	37,442·9	37,388·1	37,329·8	37,493·7	37,571·3	37,518·3	17
18	37,455·6	37,398·5	37,337·7	37,510·5	37,585·4	37,530·5	18
19	37,467·8	37,409·2	37,345·9	37,527·7	37,601·1	37,543·1	19
20	37,483·1	37,421·0	37,354·4	37,543·1	37,616·9	37,554·8	20
21	37,498·7	37,433·8	37,362·2	37,563·1	37,633·0	37,568·1	21
22	37,514·6	37,446·2	37,372·7	37,582·4	37,650·9	37,582·4	22
23	37,530·5	37,459·8	37,383·5	37,601·1	37,668·4	37,597·8	23
24	37,548·5	37,474·1	37,396·1	37,620·6	37,688·6	37,613·8	24
25	37,566·5	37,489·8	37,406·1	—	37,707·6	37,629·9	25
26	37,585·4	37,505·0	37,418·0	—	37,728·2	37,647·2	26
27	37,604·6	37,520·6	37,430·6	—	37,749·0	37,665·2	27
28	37,624·7	37,536·6	37,442·9	—	37,771·2	37,683·7	28
29	37,645·2	37,553·3	37,455·6	—	37,793·9	37,703·6	29
30	37,666·5	37,571·3	37,472·5	—	37,817·0	37,723·9	30
31	37,688·6	37,590·6	37,488·2	—	37,841·4	37,745·1	31
32	37,711·8	37,610·5	37,504·8	—	37,866·1	37,766·6	32
33	37,735·0	37,629·9	37,522·7	—	37,891·4	37,789·1	33
34	37,759·5	37,650·9	37,539·7	—	37,917·4	37,812·0	34
35	37,784·6	37,672·8	37,557·1	—	37,944·2	37,836·1	35
36	37,810·0	37,695·6	37,576·6	—	37,972·5	37,860·3	36
37	37,836·1	37,718·8	37,597·8	—	38,001·2	37,886·6	37
38	37,863·4	37,743·0	37,616·9	—	38,030·3	37,911·8	38
39	37,891·4	37,766·6	37,637·9	—	38,061·9	37,939·0	39
40	37,917·4	37,793·9	—	—	38,092·0	37,966·3	40
41	37,948·9	37,817·0	—	—	38,122·8	37,995·7	41
42	37,978·6	37,843·7	—	—	38,155·8	38,024·7	42
43	38,009·4	37,872·2	—	—	38,188·5	38,055·0	43
44	38,040·6	37,900·9	—	—	38,222·7	38,085·0	44
45	38,072·1	37,930·4	—	—	38,257·2	38,116·8	45
46	38,104·3	37,961·2	—	—	38,291·0	38,147·9	46
47	38,138·0	37,991·4	—	—	38,326·4	38,180·5	47
48	38,172·4	38,023·7	—	—	38,362·0	38,213·1	48
49	38,207·7	38,055·2	—	—	38,397·6	38,241·6	49
50	38,243·2	38,087·9	—	—	38,432·1	38,276·4	50
51	—	38,122·8	—	—	38,469·7	—	51

22. Táblázat.

γ (2, 2), $\lambda=2222 \text{ \AA}$.

m	R_1 (m)	Q_1 (m)	R_2 (m)	Q_2 (m)	m
1				—	1
2		44,999·9	—	—	2
3	45,008·5	45,001·1	—	—	3
4	45,012·5	45,001·8	45,140·4	—	4
5	45,017·4	45,002·9	45,143·6	45,127·1	5
6	45,022·6	45,004·6	45,148·0	45,128·0	6
7	45,029·5	45,008·5	45,152·7	45,130·7	7
8	45,035·2	45,011·1	45,158·8	45,134·1	8
9	45,042·0	45,013·9	45,164·3	45,137·4	9
10	45,047·9	45,017·4	45,170·0	45,140·4	10
11	45,055·7	45,022·0	45,177·8	45,145·0	11
12	45,064·6	45,025·4	45,185·7	45,150·2	12
13	45,073·7	45,029·5	45,194·7	45,156·2	13
14	45,083·6	45,034·3	45,204·4	45,163·4	14
15	45,092·2	45,039·5	45,215·4	45,170·8	15
16	45,101·4	45,045·3	45,228·8	45,178·3	16
17	45,109·4	45,051·5	45,237·5	45,188·1	17
18	45,119·3	45,058·6	45,249·4	45,194·7	18
19	45,129·3	45,065·9	45,261·8	45,204·4	19
20	45,140·4	45,074·6	45,275·2	45,214·2	20
21	45,152·7	45,084·0	45,288·6	45,222·1	21
22	45,165·8	45,094·3	45,304·1	45,233·5	22
23	45,179·6	45,105·7	45,319·4	45,244·7	23
24	45,193·7	45,116·3	45,334·4	45,257·5	24
25	45,208·3	45,126·9	45,350·8	45,271·0	25
26	45,222·1	45,137·4	45,367·4	45,284·7	26
27	45,237·7	45,148·0	45,386·1	45,298·6	27
28	45,254·0	45,159·5	45,403·6	45,313·1	28
29	45,271·0	45,173·4	45,423·1	45,328·8	29
30	45,288·6	45,188·1	45,440·9	45,344·0	30
31	45,305·7	45,204·4	45,461·0	45,361·6	31
32	45,324·2	45,221·0	45,481·4	45,379·5	32
33	45,344·0	45,234·4	45,502·8	45,399·8	33
34	45,364·0	45,250·4	—	45,420·5	34
35	45,384·5	45,267·7	—	45,440·9	35
36	45,405·7	45,284·7	—	45,464·2	36
37	45,423·7	45,304·1	—	45,488·9	37
38	45,449·9	45,323·7	—	—	38
39	45,473·7	45,344·0	—	—	39
40	45,499·0	45,367·4	—	—	40
41	45,524·3	45,388·5	—	—	41
42	—	45,410·6	—	—	42
43	—	45,433·2	—	—	43
44	—	45,457·0	—	—	44
45	—	45,481·4	—	—	45
46	—	45,506·9	—	—	46

23. Táblázat.

$$\gamma(2, 4), \lambda = 2417 \text{ \AA}.$$

<i>m</i>	R_1 (m)	Q_1 (m)	R_2 (m)	Q_2 (m)	<i>m</i>
1				—	1
2		—	—	—	2
3	41,402·1	—	41,521·4	—	3
4	41,404·7	—	41,524·3	—	4
5	41,408·3	—	41,530·0	—	5
6	41,412·4	—	41,534·4	—	6
7	41,418·3	41,399·2	41,538·7	—	7
8	41,425·5	41,402·1	41,545·3	—	8
9	41,432·5	41,404·7	41,552·9	—	9
10	41,439·5	41,408·3	41,561·4	41,530·1	10
11	41,446·9	41,412·4	41,569·1	41,535·4	11
12	41,454·3	41,418·3	41,580·4	41,541·7	12
13	41,464·6	41,425·3	41,589·0	41,549·9	13
14	41,473·6	41,432·5	41,600·9	41,556·3	14
15	41,484·4	41,437·5	41,610·1	41,563·9	15
16	41,492·9	41,445·9	41,621·9	41,573·1	16
17	41,505·9	41,452·6	41,635·6	41,583·3	17
18	41,518·0	41,460·8	41,648·7	41,593·7	18
19	41,530·1	41,467·2	41,661·8	41,604·2	19
20	41,541·8	41,477·2	41,677·9	41,614·8	20
21	41,556·3	41,489·8	41,691·9	41,625·2	21
22	41,571·5	41,500·8	41,707·4	41,638·5	22
23	41,586·4	41,512·7	41,723·5	41,652·4	23
24	41,601·3	41,524·9	41,740·8	41,665·8	24
25	41,617·8	41,538·0	41,760·1	41,682·6	25
26	41,635·6	41,552·1	41,777·2	41,699·0	26
27	41,652·6	41,566·7	41,797·6	41,713·2	27
28	41,668·9	41,580·4	41,817·1	41,727·2	28
29	41,687·7	41,594·9	41,837·2	41,744·9	29
30	41,707·4	41,610·1	41,859·4	41,763·1	30
31	41,727·2	41,628·5	41,880·6	41,782·9	31
32	41,749·9	41,644·3	44,902·6	41,800·3	32
33	41,770·5	41,661·8	41,916·5	41,819·7	33
34	41,791·4	41,680·2	41,951·1	41,839·5	34
35	41,814·0	41,699·0	41,976·5	41,861·0	35
36	41,837·1	41,720·2	42,002·9	41,883·4	36
37	41,861·0	41,742·3	42,029·1	41,907·5	37
38	41,888·3	41,763·1	42,056·0	41,933·3	38
39	41,912·3	41,783·0	42,085·4	41,959·2	39
40	41,937·4	41,806·2	42,112·1	41,984·7	40
41	41,963·8	41,830·0	42,140·0	42,009·5	41
42	41,989·9	41,852·4	42,169·9	—	42
43	42,018·8	41,880·6	—	—	43
44	42,049·6	41,907·5	—	—	44
45	42,077·0	41,935·6	—	—	45
46	42,108·7	41,963·8	—	—	46
47	42,140·0	—	—	—	47

24. Táblázat.

$$\gamma(3, 5), \lambda = 2385 \text{ \AA.}$$

m	$R_1 (m)$	$Q_1 (m)$	$R_2 (m)$	$Q_2 (m)$	m
1				—	1
2		—		—	2
3	41,912·9	—	42,034·8	—	3
4	41,916·3	41,906·1	42,036·3	42,022·2	4
5	41,921·2	41,907·5	42,039·0	42,025·9	5
6	41,926·5	41,910·7	42,045·0	42,027·0	6
7	41,933·3	41,912·9	42,049·6	42,029·2	7
8	41,937·4	41,916·3	42,056·6	42,034·9	8
9	41,943·3	41,918·0	42,063·9	42,038·9	9
10	41,951·1	41,921·2	42,069·6	42,041·8	10
11	41,959·2	41,925·0	42,077·0	42,049·6	11
12	41,967·7	41,929·9	42,087·2	42,054·7	12
13	41,976·5	41,935·6	42,098·3	42,061·4	13
14	41,985·7	41,941·8	42,108·7	42,067·8	14
15	41,995·7	41,948·1	42,121·1	42,077·9	15
16	42,007·0	41,955·6	42,134·1	42,083·4	16
17	42,018·0	41,963·8	42,146·3	62,093·8	17
18	42,029·2	41,973·5	—	—	18
19	42,041·8	41,981·8	—	—	19
20	42,054·7	41,989·9	—	—	20
21	42,067·8	41,999·8	—	—	21
22	42,081·6	42,009·5	—	—	22
23	42,096·6	42,022·2	—	—	23
24	42,112·1	42,034·9	—	—	24
25	42,127·9	42,049·6	—	—	25
26	42,146·3	42,063·9	—	—	26
27	42,163·6	42,077·9	—	—	27
28	—	42,093·8	—	—	28
29	—	42,112·1	—	—	29
30	—	42,131·6	—	—	30
31	—	42,152·9	—	—	31

25. Táblázat.

Σ

ΔF_1	ΔF_2	n'							
		0		1		2		3	
$1/2-3/2$		3·9	20	4·0	5	—	—	—	—
$3/2-5/2$	$1/2-3/2$	7·7	24	8·2	8	7·7	1	7·4	1
$5/2-7/2$	$3/2-5/2$	11·8	23	11·5	9	—	—	12·0	1
$7/2-9/2$	$5/2-7/2$	16·1	27	16·0	10	15·6	1	15·9	3
$9/2-11/2$	$7/2-9/2$	19·8	32	19·5	10	20·1	3	19·4	4
$11/2-13/2$	$9/2-11/2$	23·8	35	23·6	12	24·0	4	23·1	4
$13/2-15/2$	$11/2-13/2$	27·8	34	27·7	12	27·1	5	26·6	4
$15/2-17/2$	$13/2-15/2$	31·9	36	31·8	14	30·9	5	30·4	4
$17/2-19/2$	$15/2-17/2$	35·5	35	35·6	14	34·5	5	33·1	4
$19/2-21/2$	$17/2-19/2$	39·6	37	39·3	14	38·6	6	37·6	4
$21/2-23/2$	$19/2-21/2$	43·5	37	43·2	14	42·9	6	41·3	4
$23/2-25/2$	$21/2-23/2$	47·3	39	47·3	14	47·0	6	45·6	4
$25/2-27/2$	$23/2-25/2$	51·5	39	51·3	14	50·7	6	49·4	4
$27/2-29/2$	$25/2-27/2$	55·5	40	55·1	14	54·2	6	53·7	4
$29/2-31/2$	$27/2-29/2$	59·8	42	59·4	14	58·2	6	58·1	4
$31/2-33/2$	$29/2-31/2$	63·1	41	63·2	14	61·8	6	62·9	4
$33/2-35/2$	$31/2-33/2$	67·5	39	66·9	15	65·2	6	65·8	3
$35/2-37/2$	$33/2-35/2$	71·4	39	70·8	15	69·2	6	69·1	3
$37/2-39/2$	$35/2-37/2$	75·2	39	74·7	15	72·2	6	73·5	3
$39/2-41/2$	$37/2-39/2$	79·2	38	78·4	15	77·9	6	77·5	3
$41/2-43/2$	$39/2-41/2$	83·1	38	82·6	15	82·4	6	81·2	3
$43/2-45/2$	$41/2-43/2$	87·1	37	86·4	15	85·6	6	85·7	3
$45/2-47/2$	$43/2-45/2$	91·2	37	90·3	15	88·8	6	88·7	3
$47/2-49/2$	$45/2-47/2$	94·9	36	93·9	14	93·0	6	92·8	3
$49/2-51/2$	$47/2-49/2$	99·0	36	98·5	14	96·0	6	96·5	3
$51/2-53/2$	$49/2-51/2$	102·7	36	102·0	14	99·7	6	99·9	2
$53/2-55/2$	$51/2-53/2$	106·7	34	105·8	14	104·4	6	103·6	1
$55/2-57/2$	$53/2-55/2$	110·6	31	109·7	14	109·2	6	106·0	1
$57/2-59/2$	$55/2-57/2$	114·4	30	113·8	14	113·2	6	110·6	1
$59/2-61/2$	$57/2-59/2$	118·6	26	117·6	14	117·0	6	114·4	1
$61/2-63/2$	$59/2-61/2$	122·5	25	122·0	14	120·2	6	119·2	1
$63/2-65/2$	$61/2-63/2$	126·4	25	125·3	14	124·7	6	121·9	1
$65/2-67/2$	$63/2-65/2$	130·5	15	129·5	14	129·4	5	127·3	1
$67/2-69/2$	$65/2-67/2$	134·3	23	133·1	12	133·6	5	—	—
$69/2-71/2$	$67/2-69/2$	138·2	23	137·5	11	137·7	5	—	—
$71/2-73/2$	$69/2-71/2$	142·1	23	141·4	11	141·7	5	—	—
$73/2-75/2$	$71/2-73/2$	145·9	22	145·0	11	145·6	5	—	—
$75/2-77/2$	$73/2-75/2$	149·7	20	149·5	11	149·3	4	—	—
$77/2-79/2$	$75/2-77/2$	153·6	19	153·5	11	154·1	2	—	—
$79/2-81/2$	$77/2-79/2$	157·4	19	157·5	10	156·3	3	—	—

ΔF_1	ΔF_2	n'							
		0		1		2		3	
$81\frac{1}{2}-83\frac{1}{2}$	$79\frac{1}{2}-81\frac{1}{2}$	161.1	18	161.1	10	160.2	2	—	—
$83\frac{1}{2}-85\frac{1}{2}$	$81\frac{1}{2}-83\frac{1}{2}$	164.8	18	165.2	7	166.4	1	—	—
$85\frac{1}{2}-87\frac{1}{2}$	$83\frac{1}{2}-85\frac{1}{2}$	168.7	17	168.7	7	169.0	1	—	—
$87\frac{1}{2}-89\frac{1}{2}$	$85\frac{1}{2}-87\frac{1}{2}$	172.3	17	171.6	7	170.4	1	—	—
$89\frac{1}{2}-91\frac{1}{2}$	$87\frac{1}{2}-89\frac{1}{2}$	176.3	17	175.7	7	173.1	1	—	—
$91\frac{1}{2}-93\frac{1}{2}$	$89\frac{1}{2}-91\frac{1}{2}$	179.9	16	179.6	7	176.2	1	—	—
$93\frac{1}{2}-95\frac{1}{2}$	$91\frac{1}{2}-93\frac{1}{2}$	183.6	16	182.6	7	—	—	—	—
$95\frac{1}{2}-97\frac{1}{2}$	$93\frac{1}{2}-95\frac{1}{2}$	188.2	17	186.0	7	—	—	—	—
$97\frac{1}{2}-99\frac{1}{2}$	$95\frac{1}{2}-97\frac{1}{2}$	191.8	17	190.4	7	—	—	—	—
$99\frac{1}{2}-101\frac{1}{2}$	$97\frac{1}{2}-99\frac{1}{2}$	195.6	16	193.9	6	—	—	—	—
$101\frac{1}{2}-103\frac{1}{2}$	$99\frac{1}{2}-101\frac{1}{2}$	199.2	16	198.8	5	—	—	—	—
$103\frac{1}{2}-105\frac{1}{2}$	$101\frac{1}{2}-103\frac{1}{2}$	203.1	16	203.6	5	—	—	—	—
$105\frac{1}{2}-107\frac{1}{2}$	$103\frac{1}{2}-105\frac{1}{2}$	207.0	15	208.6	5	—	—	—	—
$107\frac{1}{2}-109\frac{1}{2}$	$105\frac{1}{2}-107\frac{1}{2}$	211.2	15	213.2	4	—	—	—	—
$109\frac{1}{2}-111\frac{1}{2}$	$107\frac{1}{2}-109\frac{1}{2}$	215.0	15	216.7	4	—	—	—	—
$111\frac{1}{2}-113\frac{1}{2}$	$109\frac{1}{2}-111\frac{1}{2}$	218.8	15	220.1	3	—	—	—	—
$113\frac{1}{2}-115\frac{1}{2}$	$111\frac{1}{2}-113\frac{1}{2}$	222.2	13	221.0	2	—	—	—	—
$115\frac{1}{2}-117\frac{1}{2}$	$113\frac{1}{2}-115\frac{1}{2}$	226.1	13	—	—	—	—	—	—
$117\frac{1}{2}-119\frac{1}{2}$	$115\frac{1}{2}-117\frac{1}{2}$	230.9	13	—	—	—	—	—	—
$119\frac{1}{2}-121\frac{1}{2}$	$117\frac{1}{2}-119\frac{1}{2}$	234.2	13	—	—	—	—	—	—
$121\frac{1}{2}-123\frac{1}{2}$	$119\frac{1}{2}-121\frac{1}{2}$	237.4	12	—	—	—	—	—	—
$123\frac{1}{2}-125\frac{1}{2}$	$121\frac{1}{2}-123\frac{1}{2}$	241.1	11	—	—	—	—	—	—
$125\frac{1}{2}-127\frac{1}{2}$	$123\frac{1}{2}-125\frac{1}{2}$	244.9	9	—	—	—	—	—	—
$127\frac{1}{2}-129\frac{1}{2}$	$125\frac{1}{2}-127\frac{1}{2}$	248.8	7	—	—	—	—	—	—
$129\frac{1}{2}-131\frac{1}{2}$	$127\frac{1}{2}-129\frac{1}{2}$	252.5	5	—	—	—	—	—	—
$131\frac{1}{2}-133\frac{1}{2}$	$129\frac{1}{2}-131\frac{1}{2}$	255.8	5	—	—	—	—	—	—
$133\frac{1}{2}-135\frac{1}{2}$	$131\frac{1}{2}-133\frac{1}{2}$	258.5	5	—	—	—	—	—	—
$135\frac{1}{2}-137\frac{1}{2}$	$133\frac{1}{2}-135\frac{1}{2}$	263.1	4	—	—	—	—	—	—
$137\frac{1}{2}-139\frac{1}{2}$	$135\frac{1}{2}-137\frac{1}{2}$	269.6	2	—	—	—	—	—	—
$139\frac{1}{2}-141\frac{1}{2}$	$137\frac{1}{2}-139\frac{1}{2}$	272.2	2	—	—	—	—	—	—
$141\frac{1}{2}-143\frac{1}{2}$	$139\frac{1}{2}-141\frac{1}{2}$	277.9	1	—	—	—	—	—	—

26. Táblázat.

 ${}^2H_{1,2}$

ΔF_1	n''													
	0	1	2	3	4	5	6							
$1/2-3/2$	4·7	3	4·3	2	4·6	2	4·6	2	4·4	3	—	—	—	—
$3/2-5/2$	8·8	5	8·1	4	8·0	2	8·9	2	8·1	3	—	—	—	—
$5/2-7/2$	12·0	5	11·6	4	11·1	2	11·9	2	11·2	3	12·4	3	10·1	1
$7/2-9/2$	15·1	4	14·9	3	14·9	3	15·5	2	14·2	4	13·4	3	15·3	2
$9/2-11/2$	18·3	5	18·0	4	18·7	3	17·5	2	17·8	4	18·1	3	16·1	3
$11/2-13/2$	20·1	5	21·5	4	21·6	3	21·2	3	20·8	4	21·6	3	18·3	3
$13/2-15/2$	25·0	5	24·9	4	24·6	3	24·7	4	24·1	4	23·9	3	20·6	3
$15/2-17/2$	28·2	5	28·0	4	27·5	3	28·5	5	27·3	4	26·1	4	25·9	3
$17/2-19/2$	32·3	5	31·1	4	31·0	3	30·8	5	30·5	5	29·9	5	28·4	3
$19/2-21/2$	34·8	5	34·4	4	33·5	4	34·8	5	33·5	5	33·1	5	32·8	3
$21/2-23/2$	38·7	5	37·8	4	37·0	4	37·0	5	36·8	6	35·6	5	34·0	3
$23/2-25/2$	41·9	5	41·1	4	40·2	4	39·9	5	39·9	6	38·8	5	37·3	3
$25/2-27/2$	45·0	5	44·4	4	43·4	4	43·1	5	43·5	6	41·6	5	40·6	3
$27/2-29/2$	48·6	5	48·3	4	46·4	4	47·0	5	46·6	6	44·5	5	43·2	3
$29/2-31/2$	51·8	5	51·0	4	50·5	4	50·5	5	49·8	6	49·6	5	47·8	2
$31/2-33/2$	55·4	5	53·4	4	52·9	4	53·9	5	53·0	6	52·5	5	50·1	1
$33/2-35/2$	58·4	5	57·0	4	56·6	4	56·9	5	55·9	6	56·1	4	54·2	1
$35/2-37/2$	62·2	5	61·0	4	59·9	4	60·0	5	59·1	6	59·6	4	56·7	1
$37/2-39/2$	64·9	5	64·1	4	63·0	4	62·9	5	62·7	6	62·6	4	63·2	1
$39/2-41/2$	68·6	5	67·6	4	66·9	4	66·5	5	65·9	6	65·9	4	—	—
$41/2-43/2$	72·0	5	70·7	4	70·3	4	70·0	5	68·8	6	68·9	4	—	—
$43/2-45/2$	75·1	5	74·0	4	73·8	4	72·1	5	72·0	6	70·8	3	—	—
$45/2-47/2$	78·4	5	77·4	4	77·0	4	75·5	5	76·2	6	75·3	3	—	—
$47/2-49/2$	82·1	5	81·0	4	80·0	4	79·2	5	78·7	6	77·6	3	—	—
$49/2-51/2$	85·0	5	84·1	4	83·2	4	82·0	5	80·8	6	80·1	3	—	—
$51/2-53/2$	88·2	5	87·8	4	86·8	4	85·6	5	84·4	5	83·2	3	—	—
$53/2-55/2$	91·8	5	90·7	4	90·2	4	88·9	4	88·3	5	87·9	3	—	—
$55/2-57/2$	95·7	5	93·9	4	93·6	4	92·3	4	91·6	5	89·2	2	—	—
$57/2-59/2$	98·2	4	97·2	4	96·6	4	95·7	4	95·4	5	93·1	1	—	—
$59/2-61/2$	102·4	4	100·8	4	99·5	4	99·1	4	97·6	5	96·3	1	—	—
$61/2-63/2$	105·4	4	104·1	4	102·4	4	102·0	4	101·4	5	99·5	1	—	—
$63/2-65/2$	108·5	4	107·5	4	105·2	4	105·3	4	104·9	5	102·3	1	—	—
$65/2-67/2$	111·9	4	111·0	4	108·8	3	108·5	4	108·3	5	105·4	1	—	—
$67/2-69/2$	114·8	3	113·3	3	112·6	3	111·6	4	111·4	5	108·1	1	—	—
$69/2-71/2$	117·9	3	117·7	3	115·9	3	114·9	4	114·7	5	112·2	1	—	—
$71/2-73/2$	121·4	3	120·2	3	118·1	4	118·1	4	117·5	5	114·6	1	—	—
$73/2-75/2$	124·7	3	123·1	3	122·3	3	121·5	4	120·3	5	118·5	1	—	—
$75/2-77/2$	127·7	3	127·0	3	126·1	3	125·0	3	123·0	5	122·9	1	—	—
$77/2-79/2$	131·1	3	130·0	3	128·9	3	128·3	2	125·9	5	125·7	1	—	—
$79/2-81/2$	134·4	2	133·4	3	131·9	3	131·1	2	129·2	5	127·1	1	—	—

27. Táblázat.

${}^2P_{3/2}$

ΔF_2	n''													
	0		1		2		3		4		5		6	
$3/2-5/2$	8·4	5	8·6	2	8·9	3	8·1	2	8·3	4	7·5	1	—	—
$5/2-7/2$	12·5	6	12·2	2	11·7	3	11·8	2	11·3	5	10·6	2	—	—
$7/2-9/2$	15·8	6	15·0	2	15·1	3	15·2	3	12·8	5	13·0	4	12·9	2
$9/2-11/2$	18·8	6	18·8	4	18·3	3	18·0	3	18·0	5	17·5	6	15·6	3
$11/2-13/2$	21·9	6	21·6	4	21·5	3	21·3	3	21·0	6	21·2	6	20·1	3
$13/2-15/2$	26·2	6	25·6	4	24·6	3	25·2	3	24·5	5	23·9	7	25·1	3
$15/2-17/2$	29·4	6	29·0	4	28·5	3	28·2	3	27·7	6	27·0	7	27·2	3
$17/2-19/2$	32·8	6	32·4	4	31·3	3	31·6	3	31·2	5	31·0	7	30·1	3
$19/2-21/2$	36·1	6	36·0	4	34·8	3	35·3	3	34·5	6	34·3	7	33·4	3
$21/2-23/2$	39·4	6	38·8	4	38·9	3	38·8	3	37·5	6	37·6	7	37·8	3
$23/2-25/2$	43·3	6	42·9	4	42·7	3	42·0	3	40·9	6	41·2	3	40·1	3
$25/2-27/2$	46·5	6	45·9	4	46·7	3	45·5	3	43·7	6	44·9	7	42·2	3
$27/2-29/2$	50·1	6	49·5	4	49·7	4	48·7	4	47·6	6	47·9	7	46·7	3
$29/2-31/2$	53·6	6	52·7	4	53·1	4	51·5	4	50·5	6	51·8	7	50·9	3
$31/2-33/2$	57·0	6	56·2	4	56·1	4	54·0	5	54·2	6	54·9	7	53·3	2
$33/2-35/2$	60·2	6	59·7	4	59·2	4	57·5	5	57·6	6	58·0	7	56·0	2
$35/2-37/2$	63·8	6	62·6	4	62·5	4	61·1	5	61·2	6	60·1	7	60·7	2
$37/2-39/2$	67·6	6	65·5	4	65·7	4	64·7	5	64·3	6	63·9	7	61·1	2
$39/2-41/2$	70·3	6	69·3	4	68·8	4	68·0	5	67·2	6	66·1	7	65·7	2
$41/2-43/2$	73·9	6	73·0	4	71·9	4	71·1	5	70·6	6	70·4	7	67·6	2
$43/2-45/2$	77·0	6	75·8	4	75·0	4	74·8	5	73·8	6	72·3	7	—	—
$45/2-47/2$	80·7	6	79·4	4	78·3	4	77·8	5	77·0	6	76·2	6	—	—
$47/2-49/2$	83·8	6	82·9	4	81·7	4	80·9	5	80·3	6	79·1	6	—	—
$49/2-51/2$	87·7	6	85·8	4	85·2	4	84·3	5	83·5	6	82·2	6	—	—
$51/2-53/2$	90·7	6	90·1	4	88·8	4	87·5	5	86·6	6	84·8	6	—	—
$53/2-55/2$	94·2	6	92·7	4	92·6	4	91·0	4	89·5	6	88·3	5	—	—
$55/2-57/2$	96·9	6	96·0	4	95·7	4	94·2	4	92·8	5	92·4	5	—	—
$57/2-59/2$	101·1	5	99·5	4	98·8	4	97·5	4	96·3	5	95·2	4	—	—
$59/2-61/2$	103·9	3	102·6	3	101·7	4	101·0	4	99·0	5	98·2	4	—	—
$61/2-63/2$	107·4	5	106·6	2	103·0	3	104·5	4	102·9	2	101·5	4	—	—
$63/2-65/2$	111·9	5	109·1	2	108·8	3	107·5	4	106·3	5	105·0	4	—	—
$65/2-67/2$	114·3	5	112·9	3	112·1	3	110·7	3	109·5	4	108·1	4	—	—
$67/2-69/2$	117·7	5	116·3	2	115·6	3	114·0	3	113·6	3	110·9	3	—	—
$69/2-71/2$	121·6	5	119·4	2	119·0	3	117·2	3	116·5	3	116·3	3	—	—
$71/2-73/2$	124·7	5	123·2	2	121·9	3	120·4	3	118·7	3	118·5	3	—	—

28. Táblázat.

${}^2H_{1/2}$

$\Delta_2 F_1$	n''											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
$1/2-5/2$	13·5	5	12·4	4	12·6	2	13·5	2	12·6	5	13·1	2
$3/2-7/2$	20·8	5	19·7	4	19·1	2	20·9	3	18·8	6	18·6	2
$5/2-9/2$	27·1	5	26·5	4	26·0	3	26·3	7	25·3	7	25·5	6
$7/2-11/2$	33·4	5	32·9	4	33·6	3	32·6	3	31·9	7	32·0	6
$9/2-13/2$	38·4	5	39·5	4	40·3	3	38·8	3	38·8	7	38·4	5
$11/2-15/2$	45·1	5	46·4	4	46·2	3	45·5	4	45·1	8	44·6	6
$13/2-17/2$	53·2	5	52·9	4	52·1	3	52·8	5	51·5	8	50·5	6
$15/2-19/2$	60·5	5	59·1	4	58·5	3	58·5	6	57·9	8	56·7	7
$17/2-21/2$	67·1	5	65·5	4	64·5	3	64·9	6	63·8	9	63·0	7
$19/2-23/2$	73·5	5	72·2	4	70·5	4	71·6	6	70·7	9	69·8	6
$21/2-25/2$	80·6	5	78·9	4	77·2	4	77·4	6	77·0	10	75·5	6
$23/2-27/2$	86·9	5	85·5	4	83·6	4	83·4	6	83·1	10	81·7	7
$25/2-29/2$	93·6	5	92·7	4	90·3	4	90·5	6	90·0	10	87·9	7
$27/2-31/2$	100·4	5	99·3	4	97·4	4	97·0	6	96·2	10	94·6	7
$29/2-33/2$	107·2	5	104·4	4	103·4	4	103·8	6	102·9	10	101·7	7
$31/2-35/2$	113·8	5	110·4	4	109·5	4	110·3	6	109·4	10	108·0	6
$33/2-37/2$	120·6	5	118·0	4	116·5	4	116·6	6	115·2	10	114·8	6
$35/2-39/2$	127·1	5	125·1	4	122·9	4	122·8	6	122·0	9	121·3	6
$37/2-41/2$	133·5	5	131·7	4	129·9	4	129·2	6	128·1	9	127·6	5
$39/2-43/2$	140·6	5	138·3	4	137·2	4	136·3	6	134·7	8	133·7	5
$41/2-45/2$	147·1	5	144·7	4	144·1	4	142·6	6	140·9	7	139·9	4
$43/2-47/2$	153·5	5	151·4	4	150·8	4	148·6	6	147·8	7	145·7	4
$45/2-49/2$	160·5	5	158·4	4	157·0	4	155·5	6	154·3	7	152·2	4
$47/2-51/2$	167·1	5	165·1	4	163·2	4	161·5	6	158·8	7	158·4	3
$49/2-53/2$	173·2	5	171·9	4	170·0	4	167·7	6	165·2	5	163·3	3
$51/2-55/2$	180·0	5	178·5	4	176·0	4	174·9	5	172·7	5	171·1	3
$53/2-57/2$	187·5	5	184·6	4	183·8	4	181·2	4	179·9	5	177·1	2
$55/2-59/2$	193·9	4	191·1	4	190·2	4	188·0	4	187·0	5	182·3	1
$57/2-61/2$	200·6	4	198·0	4	196·1	4	194·8	4	193·0	5	189·4	1
$59/2-63/2$	207·8	4	204·9	4	202·9	4	201·1	4	199·0	5	195·8	1
$61/2-65/2$	213·9	4	211·6	4	207·6	4	207·3	4	206·3	5	201·8	1
$63/2-67/2$	220·4	4	218·5	4	214·0	3	213·8	4	213·2	5	207·7	1

29. Táblázat.

${}^2H_{3,2}$

$\Delta_2 F_2$	n''											
	0		1		2		3		4		5	
$3/2-7/2$	20·9	5	20·8	2	20·6	3	20·0	4	19·6	6	18·9	2
$5/2-9/2$	28·3	6	27·2	2	26·8	3	26·4	5	25·5	7	25·2	5
$7/2-11/2$	34·6	6	33·8	3	33·4	3	33·2	6	32·2	7	31·5	7
$9/2-13/2$	40·7	6	40·4	4	39·8	3	39·8	5	39·0	7	38·8	8
$11/2-15/2$	48·1	6	47·2	4	46·1	3	46·7	5	45·4	8	45·2	10
$13/2-17/2$	55·6	6	54·6	4	53·1	3	53·1	6	52·4	7	51·0	10
$15/2-19/2$	62·2	6	61·4	4	59·8	3	59·7	6	59·2	8	58·2	10
$17/2-21/2$	68·9	6	68·4	4	66·1	3	66·8	6	65·7	7	65·2	10
$19/2-23/2$	75·5	6	74·8	4	73·7	3	73·3	6	72·2	8	71·8	10
$21/2-25/2$	82·7	6	81·7	4	81·6	3	79·7	6	78·9	8	78·7	10
$23/2-27/2$	89·8	6	88·8	4	89·4	3	87·5	6	85·5	8	85·9	10
$25/2-29/2$	96·6	6	95·4	4	96·4	3	93·2	5	91·7	8	92·6	10
$27/2-31/2$	103·7	6	102·2	4	102·8	4	100·0	6	98·1	8	98·4	10
$29/2-33/2$	110·6	6	109·9	4	109·2	4	106·0	4	104·8	8	104·7	9
$31/2-35/2$	117·2	6	116·9	4	115·3	4	111·8	8	111·8	8	111·3	9
$33/2-37/2$	124·0	6	122·3	4	121·7	4	118·3	8	118·6	8	118·0	9
$35/2-39/2$	131·4	6	128·1	4	128·2	4	126·0	7	125·3	8	123·8	9
$37/2-41/2$	137·9	6	134·8	4	134·5	4	132·7	6	131·4	8	129·9	9
$39/2-43/2$	144·2	6	142·3	4	140·7	4	139·1	6	137·8	8	136·4	9
$41/2-45/2$	150·9	6	148·8	4	146·9	4	145·9	6	144·5	7	142·8	9
$43/2-47/2$	157·7	6	155·2	4	153·3	4	152·6	6	150·7	7	148·5	6
$45/2-49/2$	164·5	6	162·3	4	160·0	4	158·7	6	157·3	6	155·3	6
$47/2-51/2$	171·5	6	168·7	4	166·9	4	165·2	6	163·8	5	161·3	6
$49/2-53/2$	178·4	6	175·9	4	174·0	4	172·0	6	170·1	5	167·0	6
$51/2-55/2$	184·9	6	182·8	4	181·4	4	178·8	5	176·1	5	173·1	5
$53/2-57/2$	191·1	6	188·7	4	188·3	4	185·2	4	182·3	5	180·7	5
$55/2-59/2$	198·0	5	195·5	4	194·5	4	191·7	4	189·1	5	187·6	4
$57/2-61/2$	205·0	5	202·1	3	200·5	4	198·5	4	195·3	5	193·4	4
$59/2-63/2$	211·3	5	209·2	2	204·7	3	205·5	4	201·9	5	199·7	4
$61/2-65/2$	219·3	5	215·7	2	211·8	3	212·0	3	209·2	5	206·5	4
$63/2-67/2$	226·2	5	222·0	2	220·9	3	218·2	3	215·8	4	213·1	4

30. Táblázat.

 ${}^2\Sigma$

F_1	F_2	$\omega' - \omega'x'$		$\omega' - 2\omega'x'$		$\omega' - 3\omega'x'$	
$1/2$	—	2341·2	3	—	—	—	—
$3/2$	$1/2$	2341·0	11	2326·3	5	2309·0	3
$5/2$	$3/2$	2341·6	14	2325·5	9	2308·6	5
$7/2$	$5/2$	2341·6	14	2325·3	9	2308·7	5
$9/2$	$7/2$	2341·5	14	2325·3	10	2308·8	6
$11/2$	$9/2$	2341·3	14	2325·1	10	2308·8	6
$13/2$	$11/2$	2341·0	14	2325·1	11	2308·7	6
$15/2$	$13/2$	2341·0	14	2324·9	11	2308·4	6
$17/2$	$15/2$	2340·8	14	2324·6	11	2308·0	6
$19/2$	$17/2$	2340·6	14	2324·2	12	2307·6	6
$21/2$	$19/2$	2340·1	14	2323·8	12	2307·3	6
$23/2$	$21/2$	2339·6	14	2323·5	12	2306·9	6
$25/2$	$23/2$	2339·1	14	2323·3	12	2306·4	6
$27/2$	$25/2$	2338·7	14	2322·8	12	2305·9	6
$29/2$	$27/2$	2338·1	14	2322·1	12	2305·2	6
$31/2$	$29/2$	2337·6	14	2321·4	12	2304·5	6
$33/2$	$31/2$	2336·8	14	2320·9	12	2304·1	6
$35/2$	$33/2$	2336·0	14	2320·1	12	2303·4	6
$37/2$	$35/2$	2335·4	14	2319·1	12	2302·6	6
$39/2$	$37/2$	2334·8	14	2318·4	12	2301·8	6
$41/2$	$39/2$	2333·9	14	2317·5	12	2300·9	6
$43/2$	$41/2$	2333·3	14	2316·8	12	2300·1	6
$45/2$	$43/2$	2332·6	14	2316·0	12	2299·2	6
$57/2$	$45/2$	2331·4	14	2315·1	12	2298·3	6
$49/2$	$47/2$	2330·4	14	2314·3	12	2297·7	6

31. Táblázat.

$${}^2H_{1/2} - {}^2H_{3/2}$$

	n''											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
1_2												
3_2	120·5	6	118·8	4	119·9	3	118·8	6	119·0	5	117·2	2
5_2	120·8	7	119·3	4	120·1	3	118·9	6	118·6	6	118·0	3
$7/2$	120·5	8	119·9	4	120·3	3	119·4	6	119·8	6	118·3	6
$9/2$	120·8	8	120·1	4	121·0	3	119·8	6	120·4	6	119·0	6
11_2	121·5	8	120·8	5	120·9	3	120·5	5	120·4	6	119·0	6
$13/2$	121·8	8	121·2	6	121·4	3	121·0	6	120·7	7	119·2	7
$15/2$	122·7	8	122·0	6	122·3	3	122·2	6	121·1	6	119·5	7
$17/2$	123·8	8	122·8	6	123·1	3	122·7	6	121·9	8	121·0	8
$19/2$	124·3	8	123·9	6	123·7	2	123·5	6	122·3	9	121·7	8
$21/2$	125·4	8	125·1	6	124·6	3	124·9	6	123·8	10	123·1	8
$23/2$	126·2	8	126·4	6	125·9	3	126·1	6	124·6	10	123·7	8
$25/2$	127·4	8	127·7	6	126·9	3	127·3	6	126·0	10	124·2	8
$27/2$	128·7	8	129·1	6	128·2	4	128·7	6	126·6	10	125·2	8
$29/2$	130·0	8	130·5	6	129·3	4	129·8	7	128·0	10	127·1	8
31_2	131·4	8	131·7	6	130·7	4	130·7	7	129·2	10	127·9	8
$33/2$	132·8	8	133·3	6	131·9	4	131·6	8	130·8	10	129·9	7
35_2	134·4	8	134·8	6	133·4	4	132·9	8	132·5	10	131·8	6
$37/2$	135·7	8	135·9	6	134·8	4	134·3	8	134·5	10	133·4	6
$39/2$	137·6	8	137·0	6	136·5	4	136·2	8	135·8	10	134·9	6
41_2	138·9	8	138·6	6	138·2	6	137·6	8	136·9	10	135·7	6
$43/2$	140·8	8	140·6	6	139·6	6	139·1	8	138·6	10	137·6	6
45_2	142·7	8	142·3	6	141·8	6	140·6	8	140·2	10	139·3	5
47_2	144·8	8	144·3	6	142·8	6	142·5	8	142·2	10	140·5	5
49_2	146·3	8	146·4	6	145·0	6	144·0	8	143·6	10	142·2	5
$51/2$	148·6	8	148·5	6	147·4	6	146·1	8	145·5	9	143·9	5
$53/2$	150·8	8	150·5	6	149·5	6	147·8	8	147·3	9	146·0	5
$55/2$	152·9	7	152·0	6	151·8	6	149·9	6	149·0	8	147·7	4
$57/2$	154·2	6	153·7	6	153·5	6	151·9	6	150·2	8	149·4	4
$59/2$	157·0	4	155·9	6	155·3	6	153·9	6	153·7	8	151·9	4
61_2	158·2	4	157·9	5	157·3	6	155·1	6	155·7	8	154·4	2
63_2	160·8	4	160·5	5	159·0	5	158·2	6	157·1	7	156·3	2
65_2	164·0	4	162·4	5	161·2	3	161·1	6	159·8	7	158·6	2
$67/2$	165·5	3	164·6	5	164·0	3	163·4	6	161·7	6	160·4	2
69_2	168·2	3	167·0	3	166·3	3	165·6	6	164·0	6	162·9	2
71_2	170·7	3	169·5	3	168·0	3	167·8	6	165·7	6	164·9	2
$73/2$	173·4	3	171·9	3	170·8	3	170·2	6	167·8	6	167·4	2
75_2	175·0	3	174·3	3	173·8	3	173·0	3	170·5	6	169·7	2
$77/2$	176·7	3	176·7	3	175·6	3	174·0	2	173·7	6	173·5	2
79_2	179·6	3	179·1	3	178·0	3	—	—	175·8	6	173·2	2

32. Táblázat.

	ω	ωx	x	B	α	$\frac{h}{8\pi^2 I}$	I	r_0	U	U_2	U_3	U_4
$4^2 H_{1/2}$	1,029·43	7·460	0·00725	1·070	0·0116	1·122	24·7	1·415	18,254	1·182	2·158	4·873
$4^2 H_{3/2}$	1,030·88	7·455	0·00723	1·168	0·0189	1·112	24·9	1·421	18,225	1·185	3·027	9·61
$3^2 H_{1/2}$	1,892·12	14·424	0·00762	1·69	0·0175	1·721	16·1	1·143	63,740	3·993	10·02	30·00
$3^2 H_{3/2}$	1,891·98	14·454	0·00764	1·73	0·0190	1·730	16·0	1·139	63,620	3·992	10·53	33·30
$4^2 \Sigma$	2,358·0	16·3	0·00691	1·99	0·016	1·99	13·9	1·063	19,541	6·200	15·11	43·34

34*

33. Táblázat.

	ω_e	$\omega_e x_e$	x_e	B_e	α	I_e	r_e	a	D	A
$4 II_{1/2}$	1036.9	7.460	0.00719	1.076	0.0116	24.6	1.419	1.832	36,030	81,500
$4 II_{3/2}$	1038.3	7.455	0.00718	1.178	0.0189			1.831	36,155	
$3 II_{1/2}$	1906.5	14.424	0.00757	1.70	0.0175	16.1	1.150	2.547	63,001	62,900
$3 II_{3/2}$	1906.4	14.454	0.00758	1.74	0.0190			1.143	2.549	
$4^2 \Sigma$	2374.3	16.3	0.00687	2.00	0.016	13.9	1.062	2.707	86,462	130,600

NEUERE UNTERSUCHUNGEN ÜBER DIE NO - β - UND γ -BANDEN.

Zugleich Messungsergebnisse aus den Dissertationen von D. v. FARKAS und
THEODORA KÖNIG enthaltend.

Von R. SCHMID in Budapest.

Die letzthin ausgemessenen ungefähr 3000 γ - und 1000 β -Bandenlinien werden eingeordnet. Die Rotations- und Vibrationskonstanten werden zum Teil neu berechnet. Die Dublettaufspaltung der Niveaus 2H_i wird als Funktion der Rotations- und Vibrationszustände angegeben. Die Potentialenergiekurven für das NO -Bandenspektrum werden nach CONDON und MORSE, sowie CONDONS Parabeln, zusammenfassend gezeichnet.

Vollinhaltlich erschien die Arbeit in der Zeitschrift für Physik, Bd. 64, S. 84, 1930.

Budapest, Institut für Experimentalphysik der Technischen Hochschule.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 14. April 1930.)

A NITROGÉNOXID δ -SÁVJAIRÓL.

SCHMID REZSŐ-től.

Egy megelőző dolgozatban¹ sikerült kimutatni, hogy az NO - δ -sávok dublettkarakterűek és a dublettfelbontás nagysága egyenlő az NO - β - és γ -sávok közös 2H -nívójának felbontásával: kb. $120. \text{ cm}^{-1}$ -el. Ugyanott kiszámíthatók voltak az NO -sávok szinkép termjeinek «abszolút» értékei is, azon feltevésekből kiindulva, hogy a δ -sávok kezdőnívója egy ${}^2\Sigma$ -nívó, végnívója pedig a β - és γ -sávok közös 2H -nívója.

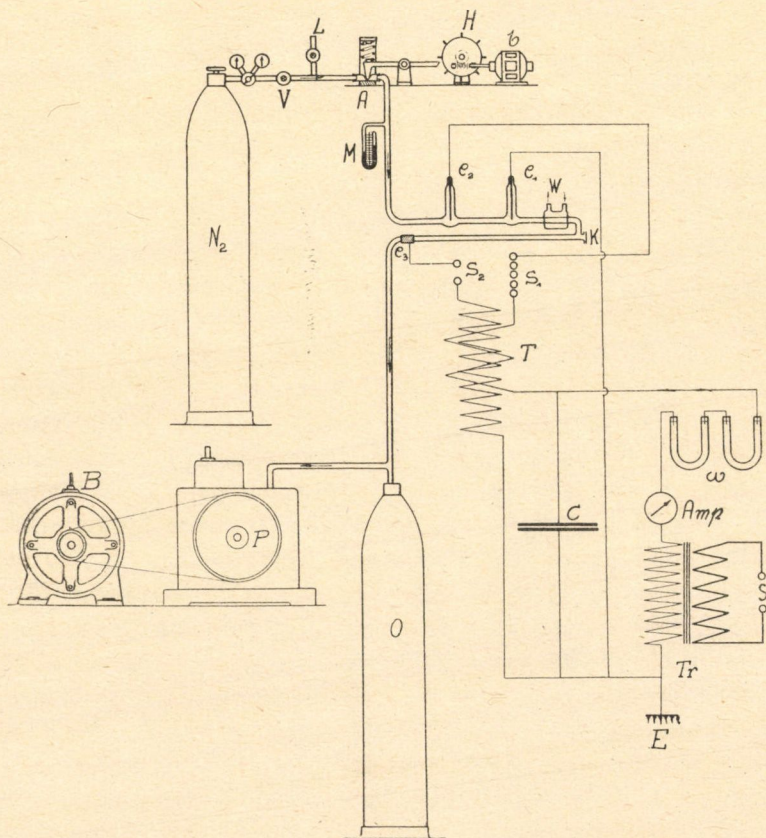
A δ -sávok már külsőleg is igen hasonlóak az ugyancsak egy ${}^2\Sigma \rightarrow {}^2H$ átmenetnek megfelelő γ -sávokhoz, mint azt MULLIKEN² is megjegyzi. Érdekesnek látszott tehát megkísérelni a δ -sávok részletes rotációs analizisét. E célból szükséges volt azon kísérleti körülményeket kikeresni, melyek között ezen, igen távoli ultraibolyában fekvő sávok elegendő nagy fényerővel volnának fotografálhatók. Hosszabb próbálkozás után az 1. ábrán látható összeállítás mutatkozott legcélszerűbbnek.

Az N_2 bombából fojtószelepen át a nyilakkal jelzett csővezetékben kereskedelmi nitrogént áramoltatunk nagy sebességgel (mintegy 120 litert óránként). A gázt P nagyteljesítményű rotációs olajlégszivattyúval szívjuk, a nyomást V finomszabályozó csappal kb. 30 mm-re állítjuk be. A Tr 10 KV -os transzformátor az ω vízellenálláson át feltölti a C 8000 cm -es kondenzátorbatteréiát, amely az S_1 wolframpólusú oltószikraközön át az $e_2 - e_1$ elektró-

¹ SCHMID REZSŐ: Mat. Term. Tud. Értesítő, 1930; 1. részletesebben: R. SCHMID: ZS. f. Physik. 59, 42, 1929.

² R. S. MULLIKEN: Phys. Rev. 32, 186, 1928; 1. ott a 46. lábjegyzetet a 210. lapon.

dok között erősebb kondenzált kisülést létesít. A kisülésben aktivált nitrogén sárgás utóvilágítása kitölti a csővezetékét. Ezután az L csapon kevés levegőt bocsátunk be, miáltal az M -nél leolvasható nyomás 40 mm-re nő és az utóvilágítás színe fakó



1. ábra.

ibolyáskébe csap át. Majd megindítjuk az A szelepet, amely olyképp működik, hogy egy rugó által leszorított emeltyűkar összenyomva elzárja a csővezetékbe beiktatott vakuumgummicövet, azonban a H fogaskerék, melyet a b motor csavarátétellel lassan forgat, az emeltyűkart másodpercenként 1·5—2-szer fel-emeli. A gáz tehát lökészerűleg áramlik a kisülési csőbe. Szem-

mel is láthatni, hogy a szelep működése következtében az utóvilágítás fényessége erősen megnő. A P szivattyú egyenletes terheléséről (a gázlökések mellett is) a vákuum-puffer-ként beiktatott O acéltartály gondoskodik. A C kondenzátortelep áramkörébe van még kapcsolva a T Tesla-féle transzformátor primér tekerese is, míg ugyanannak szekundérja az S_2 szikraközön át az $e_3—e_1$ elektródok között egy gyöngye, de magas frekvenciájú kisülést létesít. — Az e_2 és e_1 a kisülési csőbe beforrasztott wolframelektrodok, míg e_3 csupán a kisülési cső külsejére csavart stanniol-lemez.

A kisülési cső maga a SCHOTT-féle ú. n. narancsfonals üvegből készült; K -nál egy kvarcablak van piceinnel felragasztva és W vízűtő szolgál a picein meglágyulásának meggátolására. Az e_1 elektród, mely az $e_2—e_1$ fő- és az $e_3—e_1$ segédkisülések közös pontja, E -nél meg van földelve. Az Amp milliampèremeter a legkedvezőbb viszonyok között mintegy 50 milliampèret mutatott. Túlságosan erős áram, esetleg nagyobb kondenzátortelep a 30—40 mm nyomású utóvilágítás intenzitását nem emeli lényegesen, sőt, mivel az e_2 , e_1 wolframelektrodok erősen porlanak, a cső falát belepő wolframverődék az utóvilágítást rövid darabon túl igen lecsökkenti. A segédkisülés körében alkalmazott erősebb áram pedig az utóvilágítást teljesen meg is szüntetheti.

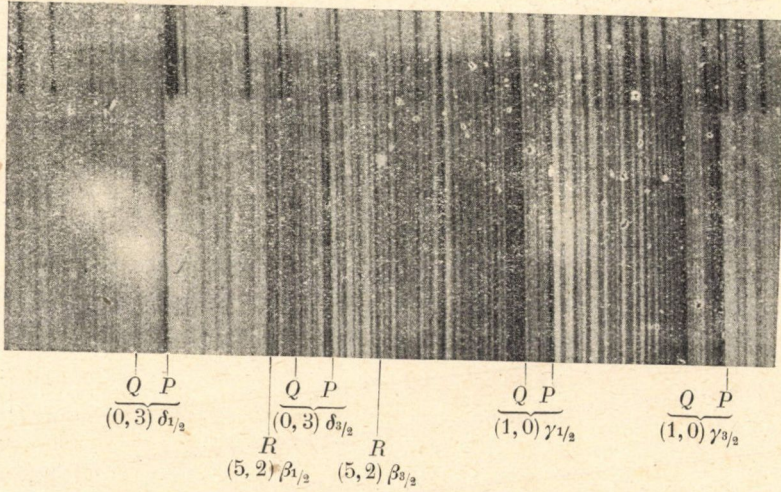
Segéd- ill. pótkisülést az aktív nitrogén utóvilágításában többször alkalmaztak már különböző hatások elérése céljából. FOWLER és STRUTT¹ az utóvilágító nitrogénben erősebb, nem kondenzált kisülést állítottak elő, melyben a nitrogénsávek negyedik pozitív csoportját fotografálták. BAY és STEINER² az utóvilágító nitrogént elektroncsöves gerjesztésű magas frekvenciájú kisülésnek vetették alá és így a nitrogén atómvonalainak felléptét észlelték. KAPLAN³ a levegő utóvilágításában előállított gyöngye, nem kondenzált kisülésben tapasztalta, hogy az $NO-\beta$ -sávek közül szokatlanul nagy fényerővel mutatkoztak azok, ame-

¹ A. FOWLER AND R. J. STRUTT: Proc. Roy. Soc. 85A, 377, 1911.

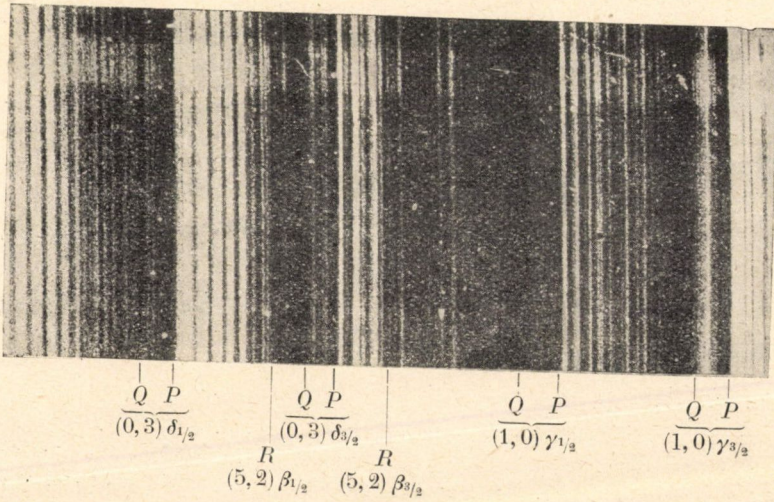
² Z. BAY und W. STEINER: ZS. f. Elektrochemie, 1929, Nr. 9. S. 733. vagy ZS. f. phys. Chemie, Abt. B, 3, 149, 1929.

³ J. KAPLAN: Phys. Rev. 35, 600, 1930; l. ugyanott egyéb dolgozatokat is.

1. kép. *Segéd kisülés nélkül.*



2. kép. *Segéd kisüléssel.*



lyek a 2H -kezdőnívó $n' = 0$ kezdővibrációs kvantumszámához tartoznak.

Segédkisülés alkalmazása a δ -sávok gerjesztésénél igen célszerűnek bizonyult. Az 1. és 2. képen láthatók a HILGER-féle $E1$. kvarcspektrogáffal SCHUMANN-lemezeken nyert felvételek nagytávításai az utóvilágításnak 2150 \AA körüli vidékéről. Az 1. képen (segédkisülés nélkül) a β - és γ -sávokkal szemben a δ -sávok aránylag kis fényerővel jelentkezők, míg a 2. képen (segédkisülés alkalmazása mellett) jelentékenyen megerősödnek. A gáznak lökészerűleg való bevezetése úgy segédkisülés mellett, mint a nélkül, egyenlően emelte az összes sávok intenzitását.

A felvételek időtartama 5—10 óra volt. A kimérést egy ZEISS—ABBE komporátoron végeztem. Mivel a β -, γ -, δ -sávok a lemezeken együtt jelennek meg, az összeesések igen gyakoriak. Annnyira, hogy $E1$. kvarcspektrográf által hozzáférhető $(0,3)$, $(0,4)$ $(0,5)$ δ -sávok körül csupán a $(0,3)$ -sávot látszott érdemesnek részletesebb analízis tárgyává tenni. Mint a képek mutatják, a $(0,3)$ δ -sávnak csupán az eleje van az $(5,2)$ β -sáv által elfödve. Sajnos, a hullámhosszmérésre használt vasvonalak hullámhosszai (l.pl. az 1. képen felül) már ezen a spektrálvidéken (2150 \AA körül) sincsenek minden kétséget kizáróan megállapítva. A 2131 \AA -ig felhasználhattam a HILGER-laboratóriumból származó és kalibrált fényképeket orientáció és kimérés céljaira, azonban a rövidebb hullámhosszaknál SCHUMACHER és PIÑA¹ egymástól gyakran 0.15 — 0.10 \AA -nyire eltérő adataiból kellett választanom. Ilyenformán a hullámhosszmérés pontossága abszolútértékben 0.06 \AA körül mozgott. Természetesen a relatív pontosság ennél jóval, mintegy 100% -al kedvezőbb.²

Egy $\Sigma^2 \rightarrow {}^2H$ átmenetnél általában négy fej (P és Q fej) lép fel. A képek jól mutatják e négy fejet úgy a γ -, mint a δ -sávok esetében. Az alábbi táblázat tartalmazza a δ $(0,3)$ δ $(0,4)$ és δ $(0,5)$ sávok fejjeinek hullámszámait:

¹ KAYSER: Handb. d. Spectroskopie, Bd, VII. S. 487, 1923.

² $0.04 \sim 0.06 \text{ \AA}$ pontosság hullámszámban kifejezve kb. 1 cm^{-1} -nyit jelent a 2150 \AA táján. A hullámszámokat a KAYSER-féle táblázatokból vettem (Tabelle d. Schwingungszahlen, Hirzel, Leipzig, 1925).

δ	$H_{1/2}$		$H_{3/2}$	
	P-fejek	Q-fejek	P-fejek	Q-fejek
(0,3)	46,806·2	46,827·3	46,685·2	46,707·4
(0,4)	45,014·4	45,038·2	44,893·1	44,917·7
(0,5)	43,251·2	43,272·5	43,133·3	43,155·8

A δ (0,3)-sáv vonalai az 1. táblázatban feltüntetett módon sorozhatók négy ágba. A táblázatban keresztekkel (+) jelölt helyekre eső vonalak annyira összeesnek más (erősebb) vonalakkal, hogy kimérésüktől el kellett tekinteni. Az ágak jelzése és a vonalak számozása MULLIKEN-nek¹ a γ -sávokra megadott módszere szerint történt, csupán a MULLIKEN-től használt PPP , ill. RRR szimbolumok helyett alkalmaztam a RICHARDSON-tól² ajánlott OJ' ill. SR jelzéseket; j'' a végrotációs kvantumszámot jelenti. A sorozatokba való rendezésnél a γ (0,3)-sáv³ szolgált irányadóul és így a közös végállapotra vonatkozó rotációs- és dublett-term.-differenciák segítségével, a nagyszámú összeesések ellenére is az analízis nagyobb nehézségbe nem ütközött.

A δ (0,3)-sáv kezdő ${}^2\Sigma$ -nívójára vonatkozólag a rotációs termek differenciáit a szokásos módon előállítva, középértékekben a 2. táblázat adatait nyerjük. Mivel a fentebb vázolt okoknál fogva ez adatok pontossága egy finomabb megközelítést amúgy is tárgyaltanná tesz, megelégedtem ezen $\Delta F''$ sorozat lineáris megközelítésével. Így a δ -sávok kezdő ${}^2\Sigma$ -nívójának $n' = 0$ kezdővibrációs kvantumszámához tartozó rotációs állandó értékére

$$B'_0 = 1.955 \cdot \text{cm}^{-1}$$

adódik, amiből a szokásos módszerrel még:

$$J = 14.2 \cdot 10^{-40} \text{ gcm}^2 \text{ és } r_0 = 1.07 \text{ \AA}$$

¹ R. S. MULLIKEN, Phys. Rev. 32, 388, 1928; l. ott az 5. ábrát a 414. oldalon.

² O. W. RICHARDSON: «Molecular Spectra and Molecular Structure», Trans. Faraday Soc.: 8 k. Vol. XXV, No 102, p. 628, 1929.

³ Lásd M. GUILLÉRY: Zs. f. Phys. 42, 121, 1927.

1. Táblázat.

 $NO\delta(0,3), \lambda = 2140 \text{ \AA}$

j''	$^oP_{12}$	$^PQ_{12}+P_2$	$^QR_{12}+Q_2$	R_2	P_1	$^QP_{21}+Q_1$	$^RQ_{21}+R_1$	$^SR_{21}$
1/2	—	—	—	—	—	+	+	46,838·7
3/2	+	+	+	+	+	+	+	+
5/2	+	+	46,719·4	+	+	+	+	46,852·5
7/2	+	+	+	+	+	+	+	46,859·6
9/2	+	+	+	+	+	+	+	46,869·9
11/2	+	+	+	46,759·2	+	+	46,846·6	46,880·2
13/2	+	+	46,737·8	46,768·6	+	+	46,859·6	46,890·6
15/2	+	+	46,744·1	46,778·7	+	+	46,865·3	46,902·9
17/2	+	46,715·7	46,752·1	46,790·5	+	46,838·7	46,874·3	46,914·6
19/2	+	46,719·4	46,758·3	46,802·7	+	+	46,883·1	46,926·7
21/2	+	46,723·8	46,768·6	+	+	+	46,893·0	46,939·4
23/2	+	+	46,778·7	+	+	+	46,902·9	46,952·4
25/2	+	46,734·0	46,787·4	+	+	46,863·7	46,914·6	46,970·5
27/2	+	+	46,799·3	+	+	46,869·9	46,926·7	46,985·7
29/2	+	46,750·3	+	+	+	46,880·2	46,939·4	47,001·0
31/2	46,698·7	46,760·1	46,821·8	+	+	46,890·6	46,952·4	47,021·1
33/2	+	46,768·6	+	+	+	+	46,966·3	47,037·5
35/2	+	46,778·7	+	+	46,844·2	+	46,982·0	47,057·2
37/2	+	46,789·4	+	+	46,852·5	46,923·3	46,997·2	
39/2	46,723·8	46,799·3	+	+	46,859·6	46,935·7	+	
41/2	46,731·0	+	+	+	46,869·9	46,948·9	+	
43/2	46,741·4	46,821·8	+	+	46,880·2	46,961·7		
45/2	46,748·5	+			46,890·6	46,976·0		
47/2	46,758·3	+			46,901·1	46,991·2		
49/2	46,768·6				46,912·8	+		
51/2	+				46,923·8	47,021·1		
53/2	46,793·8				+	47,037·5		
55/2	46,802·7				+	47,057·2		
57/2					46,966·3			
59/2					46,982·0			
61/2					46,997·2			

2. Táblázat.

$\Delta F'_1$	$\Delta F'_2$		$\Delta F'_1$	$\Delta F'_2$	
$1/2-3/2$	—	—	$27/2-29/2$	$25/2-27/2$	56·4
$3/2-5/2$	$1/2-3/2$	—	$29/2-31/2$	$27/2-29/2$	59·9
$5/2-7/2$	$3/2-5/2$	—	$31/2-33/2$	$29/2-31/2$	61·7
$7/2-9/2$	$5/2-7/2$	—	$33/2-35/2$	$31/2-33/2$	68·7
$9/2-11/2$	$7/2-9/2$	—	$35/2-37/2$	$33/2-35/2$	71·2
$11/2-13/2$	$9/2-11/2$	23·3	$37/2-39/2$	$35/2-37/2$	75·9
$13/2-15/2$	$11/2-13/2$	27·7	$39/2-41/2$	$37/2-39/2$	79·0
$15/2-17/2$	$13/2-15/2$	30·9	$41/2-43/2$	$39/2-41/2$	81·0
$17/2-19/2$	$15/2-17/2$	36·1	$43/2-45/2$	$41/2-43/2$	85·4
$19/2-21/2$	$17/2-19/2$	39·2	$45/2-47/2$	$43/2-45/2$	90·1
$21/2-23/2$	$19/2-21/2$	44·3	$47/2-49/2$	$45/2-47/2$	—
$23/2-25/2$	$21/2-23/2$	46·9	$49/2-51/2$	$47/2-49/2$	97·3
$25/2-27/2$	$23/2-25/2$	51·3			

A δ -sávok kezdő ${}^2\Sigma$ -nívóján tehát a magok távolsága az egyensúlyi helyzetben valamivel nagyobb, mint a γ -sávok kezdő ${}^2\Sigma$, nívóján ($r_0 = 1\cdot06 \text{ \AA}$).¹

Az intenzitás-eloszlás egy sávon belül, a nagyszámú összesések miatt, kvantitatív vizsgálatnak alávethető nem volt. Az ágak relatív intenzitásai kvalitatíve megegyeznek a γ -sávokban uralkodó viszonyokkal, csupán abban mutatkozik némi eltérés, hogy a δ -sávokban a P -ágak, de különösen P_1 -ág relatív intenzívebbnek látszik, mint a γ -sávoknál; meglátszik egyrészt az 1., 2. képeken is, ahol különösen a $P_{1/2}$ -fej relatív erősebb, mint a γ -nál, másrészt abból is kitűnik, hogy a δ ($0,3$) sávban a P -ágak elég magas rotációs állapotokig voltak követhetők.

Jelen dolgozat a Királyi József Műegyetem kísérleti fizikai intézetében készült dr. POGÁNY BÉLA műegy. ny. r. tanár úr

¹ L. pl. SCHMID REZSŐ: Math. Term. Tud. Ért. 1930, v. ZS. f. Physik 64, 84, 1930.

vezetése alatt. Az intézet tudományos felszerelését részben az Országos Magyar Természettudományi Kongresszus Végrehajtó-Bizottságának, részben a SZÉCHENYI Tudományos Társaságnak köszöni. Jelen munka folyamán használt transzformátortelepet és a szivattyút meghajtó motort dr. BLÁTHY OTTÓ Titusz m. kir. udvari tanácsos úr Ő méltósága, a nagyteljesítményű rotációs olajlégszivattyút dr. KÁRPÁTHY JENŐ kir. kísérletügyi igazgató engedte át. Megragadom az alkalmat, hogy a nagylelkű támogatókkal szemben a leghálásabb köszönetemet kifejezzem.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1930. évi június hó 2.-án tartott üléséből.)

ÜBER DIE NO - δ -BANDEN.

von R. SCHMID, in Budapest.

Mit Anwendung einer TESLA-schen Hilfsentladung und eines Gaseinpuff-Ventils wurden die δ -Banden im Nachleuchten des mit etwas Luft vermischten aktiven Stickstoffs mit genügender Lichtstärke photographiert. Die Rotationsanalyse der Bande $(0,3)$ wird angegeben und die Rotationskonstante der δ -Banden, für das ${}^2\Sigma$ -Anfangsniveau (bei der Anfangsvibrationsquantenzahl $n' = 0$) wird zu $B_0 = 1.955 \text{ cm}^{-1}$ berechnet.

Die Arbeit ist vollinhaltlich erschienen in der ZS. für Physik, Bd. 64, S. 279, 1930.

Budapest, Institut für Experimentalphysik der Technischen Hochschule.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 2. Juni 1930.)

A BAKTERIUM-SPORA HELYZETE A FAJFENNTARTÁSI FOLYAMATOK EGY ÚJ BEOSZTÁSÁBAN.

DARÁNYI GYULÁTÓL.

A bakteriológiai korszak előtt a fajfenntartási folyamatokat ősnemzésre (*generatio aequivoca*) és szülői nemzésre (*tokogenia*) osztották fel. Ez a felosztás azonban ma már elavult, mert tudjuk a mikrobiológiai kutatások alapján, hogy ősnemzés a mai viszonyok közt nem ismeretes és amit régen annak leírtak, csak kísérleti tévedések folyamánya volt. A szaporodási formák újabb felosztásánál általában két főcsoportot szoktak megkülönböztetni. Az elsőbe tartoznak az ivartalan szaporodási formák, a másodikba az ivarosok. Úgy a botanikusok, mint a zoológusok tisztában vannak azzal, hogy a két csoport közt az átmenet igen lassú. A felosztás ezen két formája nemcsak hogy nagyon bizonytalan elkülönítést ad, de magában a fajfenntartás felosztásában talán nem is ez a leglényegesebb momentum.

A sporaképződés tanulmányozásánál a fajfenntartás módjainak felosztásában egy természetesebb rendszert találtam meg. Minden szaporodás, fajfenntartás ugyanis alapjában véve kétféleképp történhetik: 1. vegetatív szaporodás, 2. csirasejtképzéssel való fajfenntartás (*generatív fajfenntartás*). Vegetatív-szaporodás a bacillusok, a fonalgombák, telepes állatok, stb. oszlása, a dugványozás-növényeknél, bimbózás erjesztőgombáknál stb. A generatív vagy cytogennek is nevezhető fajfenntartáshoz tartoznak azok a folyamatok, ahol a sejt vagy organizmus a fajfenntartásra külön sejtet képez. Ilyen külön sejtképzés van a bakterium-sporáknál, a növényi sporáknál, de ilyen van a magasabb növé-

nyeknél és állatoknál is, ahol már a fajfenntartás a csirasejtek conjugációjával is kombinálódik az ivaros fajfenntartásban. A csirasejt azonban nem jelent feltétlenül nemhez való kötöttséget, mert csirasejtnak kell tekinteni a sporát is, ahol nemi különválasztódás még nem történt meg. Általában minden fajfenntartási formánál azonban megállapítható, hogy a két főcsoport melyikéhez (vegetatív, generatív fajfenntartás) tartozik. Ugyanazon fajú lények azonban váltakozva mutathatnak vegetatív és generatív fajfenntartást is (például sporaképző bakteriumok).

A vegetatív úton való szaporodás a legalsóbbrendű lények sajátossága. Megtaláljuk az egysejtű növényeknél és állatoknál, a már sejttelpepet képező organizmusoknál (polypok, medusák esetében). Ezen sejttelpek, állatok kettéoszlása után mindkét rész teljes állattá fejlődik ki. Sőt még ha egy kisebb részt levágunk az állatból, az is egy teljes állattá fejlődhetik ki. Ide tartozik a vegetatív szaporodási formákhoz a növényeknél alkalmazott dugványozás is. Az oszlást BARR a növekedéssel egyértékű folyamatnak tekintette és ezt úgy fejezte ki, hogy «növekedés az egyéni méreteken túl». A vegetatív szaporodási módhoz nemcsak az oszlás (két, vagy több részre oszlás) tartozik, hanem a bimbózás, amidőn a sejt nem ketté oszlik, hanem csak egy kisebb része válik le és nő ki az eredeti sejt nagyságára. Erjesztőgombáknak ez a legközönségesebb szaporodási formája.

Lassanként a szaporodás vegetatív formája háttérbe szorul és a szaporodást külön sejtek, szervek veszik át az élő szervezetek magasabb differenciálódása folyamán. A vegetatív oszlás megmarad ugyan még a legmagasabbrendű lényeknél is, de nem mint fajfenntartás, hanem csak mint a növekedés, a létfenntartás eszköze. A fokozottabb sejtoszlások következtében növekedik az embryonális és gyermeki szervezet, de itt a sejtoszlás már csak növekedés céljaira szolgál. A fajfenntartásra külön egyének, szervek, illetőleg, sejtek fejlődnek. A metazoonok növekedése általában nem egyéb, mint folytonos sejtoszlás és maguk az életfolyamatok is sejtoszlással vannak összekötve. Maga a fajfenntartás már külön sejtekre hárul: a csirasejtekre, melyek mintegy különváltak a test sejtjeitől, a somatikus sejtektől.

A sejtlelet-működés középpontja a mag. A magállomány eleinte

diffuzusan el van osztva a sejtállományban: a botanikusok a bakteriumoknál általában diffuzus magot vesznek fel, aminek megfelelően a sejtoszlás amitotikus. Később már különválik a magállomány és középpontjává lesz a sejt működésnek és szaporodásnak. A csira-állomány is eleinte a sejtben vagy a sejt-telepben van elosztódva. Később a sejt egy részéből, többnyire a külső sejt hártályából kiindulólág (Preisz Cbl. f. Bakt. Q. 1902) kiválik a csirasejt (a spora). Sejt-telepnél is a csirasejt-állomány eleinte az egész telepben diffuzusan van mintegy elszolva. Később a legellenállóbb, a cuticuláris sejteknek — a külső csiralevél egy, részének — megvastagodásával képződik mintegy a csiraszerv, amely egyedül lesz hivatva csirasejteket produkálni. Sokszor a külső sejtréteg betüremkedésével keletkezik a szervezeten belül egy csirasejt-telep (syphonophorák), csiraszerv és úgynevezett belső bimbózással (nem azonos a blastomyceták bimbózásával) hozza létre az új szervezeteket. Utóbbi folyamatoknál már a generatív fajfenntartás kezdetei jelentkeznek. Általában fontos az ektoplaszmának, illetőleg az ektodermának a jelentősége a fajfenntartásban, hogy ezen folyamathoz a szervezet legjobb, legellenállóbb sejtjei vétetnek igénybe, melyek eredetileg mint cuticuláris sejtek a sejt-telep védelmére differenciálódtak.

Hol találjuk már most a második főcsoportnak, a csirasejt-képző folyamatnak kiinduláspontját a fajfenntartás phylogeniájában? A bakteriumok egy része — mintegy a magasabbrendű bacillusok — a közönséges oszláson kívül egy igen fontos életjelenséget mutatnak, mégpedig a sporaképzést. Sporákon végzett tanulmányaim és kísérleteim vezettek rá, hogy a bakterium-sporaképzés tekinthető a csirasejtképzés útján való, vagyis generatív fajfenntartás ősfarmájának. A bakterium- vagy endosporaképzés lényegét illetően, mellyel inkább csak bakteriológusok, mint botanikusok foglalkoztak részletesebben, bizonytalan felfogások uralkodnak ma is, mivel nem tekintik ezt a folyamatot általános phylogeniai nézőpontból. A sporaképződést a bakteriológiai könyvek egy része úgy tekinti (Kolle—Hetsch: Bakteriologie, Friedberger—Pfeiffer 1919. I., Baumgärtel: Theoret. Bakt. 1924., Mackie—Cartney 1925.), hogy a bakterium mintegy latens-nyugvó állapotba megy át. A FISCHER (Vorles. über Bakt., Jena, 1903.) a

sporaképződésben a sejttartalomnak egyszerű összehúzódását látja. Némelyek a spora állapotát téli álomhoz hasonlítják. Más könyvek a sporának a gyümölcessel való hasonlatosságára utalnak (Kruse: Allgem. Bakteriologie 1910.). BIGGER Bacteriology-ja (1925) a sporát a bakterium egy rezistens formájának tartja, amelynek a jelentősége a fajfenntartásnak kedvezőtlen körülmények közt való biztosítása. A németek a bakteriumok «Dauerform»-jának is nevezik a sporát. BIGGER, MACKIE, ZINSSER még azt is külön hangsúlyozzák, hogy a spora nem szaporodási (reproductiv) alak, mivel egy sporából csak egy bacillus csirázik ki.

A spora lényegére vonatkozó vizsgálataim erre a kérdésre új fényt vetettek. A spora nem mint ellenálló bakteriumforma fogható fel, mely arra szolgálna, hogy a fajt kedvezőtlen körülmények közt fenntartsa, hanem úgy, hogy a természet a csirasejteknek ellenállóhártyával való megvédéséről általában, és itt is gondoskodik (növényi magvak, megtermékenyített petesejt stb.). A burokképződés rendszerint azonban megtermékenyítés után képződik és főleg akkor lesz rezistens, ha a csirasejt a szervezeten kívül fejlődik. Még az emlős állatok petesejtjénél is megtermékenyítés után keletkezik egy külső hártya, melyet úgy fogtak fel, hogy megakadályozza újabb spermiumok bejutását. De itt nem fejlődik erősebb hártya. A petesejt fejlődése és védelme a méhben amúgy is biztosítva van. Ha a bakterium-sporaképzést a növényvilágban valamely folyamathoz hasonlítani akarjuk, akkor az leginkább a növényi maghoz hasonlít (mivel ellenálló burok itt is képződik az oszlásra képes sejt, illetőleg már embryo körül). Az eltérés a növényi magvaktól az, hogy ezeknél a fejlődést megtermékenyítés indította meg és magasabb fejlődési, illetőleg oszlási fokon állanak (embryót tartalmaznak). SCHAUDINN a sporaképződésben egy tökéletlen szexuális folyamatot vélt látni. Egy igen nagy bacillus, a B.-BÜTSCHLI vizsgálatánál ugyanis a sporaképzést megelőzően a bacillus közepén behúzódást, elválasztóhártya fellepését, majd ezen hártya újra eltűnését észlelte, amit ő rudimenter szexuális folyamatnak tekintett. Ezt a folyamatot egyéb bakteriumok sporaképzésénél azonban kimutatni nem sikerült. Az, hogy itt mindig tényleg csökevényes szexuális folyamat játszódik-e le, az végeredményben nem is fontos. A sporá-

ból kikelt bacillusnál a konjugáció, illetőleg a megtermékenyítés ingere nélkül is megújhodást látunk, vagyis a spora viselkedésében a magasabbrendű lények megtermékenyített petesejtjének felől meg. Úgy, mint a megtermékenyített petesejt, a spora is ellenálló burokkal veszi magát körül, ami által külső kedvezőtlen behatásoknak inkább ellenáll, éppúgy, mint a növényi magvakban levő embryo vagy az ovipar állatoknál a külvilágba rakott tojás. A sporaképződéssel egyúttal megújhodás is jár, ami a vegetatív szaporodásnál nem tapasztalható, legalább is nem ily mértékben. Fejlődése, illetőleg szaporodása is a sporának a kicsirázás után így a magasabbrendű állatok embryonális fejlődésével analóg. Amint a méhben a megtermékenyített petesejt óriási oszlási tendenciát mutat, a spora is kedvező körülmények közt kicsirázva a belőle kikelt fiatal bacillus a vegetatív formáknál sokkal erőteljesebb szaporodásra képes (másodlagos telepek). A sporaképzés és a másodlagos telepek képzése közt szoros összefüggés van (DARÁNYI: Centr. f. Bakt. O. II. 1927. Bd. 71. Sporenbildung und kolloide Entquellung). A sporaképződés fokozódásával és a kicsirázás gyorsaságával a másodlagos telepek száma is szaporodik párhuzamosan, ha a spórák kikelésére (37° C thermostat-tenyésztés) alkalmat adunk. A másodlagos telepek a sporákból kikelt bacillusoktól származnak, melyeknek sokkal nagyobb a propagatív erejük, mint az oszlás útján szaporodó bakteriumoknak. E miatt a gyors, erőteljes szaporodás miatt a primär bakteriumlepedék felett is újabb kolóniákat tudnak képezni. Különösen feltűnő volt ez virulens lépfenesporáknál, melyekkel ezeket a kísérleteket végeztem. De nemcsak új, másodlagos bacilluslepeket képeznek, hanem magát a primär lepedéket is fel tudják használni mintegy táptalajnak és feloldva az oszlás útján szaporodott bacillusok lepedékét, a bakteriophagiához hasonló jelenségeket, térfoltokat képeznek (DARÁNYI: Cbl. f. Bakt. O. I. 1927. Bd 102. Lytisches Ferment bei der Pseudobakteriophage d. Milzbrand). A sporából kikelt fiatal bacillusok gyors növekedésük közben ugyanis egy fermentumot produkálnak, mely a primär bakteriumlepedéket feloldja a másodlagos kolóniák képzése közben. Itt mindenesetre biológiailag érdekes, hogy élő bacillusok fermentatív feloldásáról van szó. Analógiát azonban itt is

találunk, hiszen ily feloldás a megtermékenyített petesejtnek a méhbe való insertiójánál is ismeretes. Lépfenénél e mellett sokszor látjuk, hogy a másodlagos telepek bacillusai virulensebbek, mint az eredeti törzs (oltóanyag törzsek «hasadása»). A hasadás ismeretes zavaró jelenség a lépfene vaccínánál oltóanyag termelő intézetekben. A spora-kicsirázás éppúgy, mint a magasabb lények embryonális fejlődése, általában igen kedvező körülményeket kíván hőmérsék, táptalaj, pH stb. tekintetében, sokkal kedvezőbb feltételeket, mint a vegetatív szaporodás. KLIMMER (Technik und Methodik der Bakteriologie) kimutatta például, hogy a spora-kicsirázást sokkal kisebb koncentrációjú deszinficiens gátolják, mint a vegetatív növekedést. Maga a sporaképzés is a bakteriumsejt egy magasabb funkciója, ami határozott feltételekhez van kötve. Hőmérsék iránt is például a sporaképzés igényesebb, mint az oszlás. Legfontosabb ezek közt a feltételek közt, hogy éppúgy, mint a magasabb szervezetek csiraképzése, ez is csak bizonyos fejlődési fokon, illetőleg kolloid-dehydratationál lép fel, amire nem térek ki részletesen, mert a Sporenbildung und kolloide Entquellung című munkámban Cbl. f. Bakt. O. II. Bd. 71. részletesen ismertettem. Fiatal, túl vízdús bakteriumok sporaképzésre nem, hanem csak oszlás útján való szaporodásra alkalmasak (analógia: embryonális állapot, növekedésével, sejtoszlásaival; kifejlett kor, a fajfenntartás érett csirasejtképzés előtérbe kerülésével).

A bakteriumok szaporodásából és a sporaképzésből kiindulva a fajfenntartásnak így a következő beosztását, alapformáit tudtam nagyjában felállítani:

I. Vegetatív szaporodás:

oszlás, bimbózás, dugvány stb.

II. Generatív (cytogen) fajfenntartás, csirasejttel való fajfenntartás:

a) ivartalan (endosporák, arthrosporák, belső bimbózás stb.),

b) ivaros (nagy számú fajta vagy változat).

Az ivaros és ivartalan szaporodás csak mint a generatív, csirasejtképzéssel való fajfenntartásnak két alfaja szerepelhet. Az «ivaros» és «ivartalan» fajfenntartásnak főcsoportokba való vétele nem indokolt, mert akkor sokkal közelebb álló fajfenntartásnak

tartási formákat kell erőszakosan szétválasztani vagy egy főcsoportba kényszeríteni (pl. LANDOIS Physiologia könyvében az oszlás és a sporaképzés egy főcsoportban szerepel, mert helytelenül ivartalan és ivaros szaporodási alapformákat különböztet meg). Mindenféle fajfenntartás a természetben a két főcsoport valamelyikébe belesorozható. A legmagasabbrendű növények és állatok is csak egy csirasejtből (megtermékenyített petesejt) fejlődtek. A megtermékenyítés alacsonyabb szervezeteknél el is maradhat, még akkor is, ha a fajfenntartásra különben önálló csirasejtet fejlesztenek ki. A bakterium sporaképzéssel való fajfenntartása a csirasejtképzés útján való fajfenntartás olyanős formája, ahol még az egész bakterium, in toto, egyetlen csirasejtté alakul. Később a sejt-telepekben már külön szervek veszik át a csirasejt produkciót (főleg a cuticuláris sejtek közül). A csirasejtek is konjugálódnak, majd him- és nő-csirasejtek, szervek és végül him- és nő-egyedek differenciálódnak. Hogy a spora nem szaporodási alak (ZINSSER, BIGGER), az nem állhat meg azzal az érveléssel, hogy egy sporából csak egy bacillus csirázik ki. Azt kell itt tekintetbe venni, hogy a sporaképző bacillusoknál új élet, *fiatal* bakterium két úton származhatik: vagy oszlás útján vagy pedig csirasejt: sporából való kicsirázás által. De a sporaképződéssel egy nagyobbfokú megfiatalodás, mondhatni megújulás jár, mint az oszlásnál, amit mutat a sporából kelt bacillus nagy szaporodási képessége az embryonális sejthez hasonlóan. A bakteriumspora tehát egyszerű fajfenntartási mód és a második főcsoportba, a csirasejtképzéssel való fajfenntartás csoportjába tartozik és ennek mintegy legősibb, legkezdetibb formája.

(A M. Tud. Akadémia III. osztályának 1930. március 17-én tartott üléséből.)

DIE STELLUNG DER BAKTERIEN-SPORE IN EINER NEUEN EINTEILUNG DER FORTPFLANZUNGSFORMEN.

Von J. DARÁNYI.

Die bisherige Einteilung der Fortpflanzung in ungeschlechtliche und geschlechtliche Hauptformen gibt keine gute und scharfe Trennung. Besonders falsch ist es, wenn man z. B. bei der ungeschlechtlichen Fortpflanzung, Teilung, Knospung und Sporenbildung in einer Hauptgruppe zusammenfasst, wie im Lehrbuche von LANDOIS (1916). Ein natürliches System der Einteilung der Fortpflanzungsformen gestaltet sich etwa folgendermassen:

I. Hauptgruppe: Vegetative Fortpflanzung (Teilung, Knospung, Stecklinge etc.).

II. Hauptgruppe: Generative (cytogene) Fortpflanzung

a) ungeschlechtliche Form (Endospore, Arthrospore etc.)

b) geschlechtliche Form (Gameten, Geschlechtsorgane, Geschlechtstiere etc.).

Die Arterhaltung der niedrigsten Organismen geschieht bekanntlich durch Teilung (in zwei oder in mehrere Teile), auf etwas höherer Stufe durch Knospung. Während wir die vegetative Grundform bei den niederen Organismen nur als Vermehrungsmodus finden, dient jene bei höheren Lebewesen nur der Aufrechterhaltung des individuellen Lebens und dem Wachstum. Zur Fortpflanzung dient aber bei den höheren Organismen fast ausschliesslich die zweite Grundform.

Die generative (cytogene) Fortpflanzung ist phylogenetisch

bis auf die Bakteriensporenbildung zurückzuführen. Die Sporenbildung ist als eine Urform der Keimzellenbildung anzusehen. Hier wandelt sich der Bazillus in toto in eine einzige Keimzelle, die Spore, um. Langsam wird aber die generative und zwar die sexuelle Fortpflanzung bei den Metozoon, bis zum Menschen die alleinige Arterhaltung. Bei der generativen Fortpflanzung bildet sich anfangs nur eine Keimzelle (z. B. Spore), — in der Evolution — später konjugieren zwei Keimzellen, zuerst gleich, dann verschieden gross. Es entwickeln sich Iso-, Mikro-, Makrogameten und so entsteht langsam die sexuelle Art der Fortpflanzung. Anfangs ist noch eine Umwandlung der Zelle in toto in eine Keimzelle (Bakteriensporenbildung) zu finden. Später entwickeln sich besondere Zellgruppen, dann Organe zur Keimzellbildung, dann geschlechtliche Organ-differenzierung, noch weiter Differenzierung in Geschlechtstiere.

Als Ausgangspunkt für die Fortpflanzung der zweiten Art, mit Keimzellenbildung, kann die Bakteriensporenbildung gelten, wo eine wirkliche Verjüngung der Bakteriensubstanz erfolgt. Die Bakterienspore ist in ihrer Bildung und Entwicklung eine wahre Keimzelle. Dies beweist: ihr Auftreten bei entsprechendem Alter bzw. bei entsprechender Kolloid-entquellung; die Bildung und die Auskeimung nur unter besonders günstigen Umständen; starke Proliferation (sekundäre Kolonienbildung, insertionsähnliche Wirkung in der Pseudobakteriophagie — wie sie nur den Keim-, Embryonalzellen eigen ist); starke Membranbildung, wie sie als Schutzmembran bei den freilebenden Keimzellen und Embryonen zu finden sind.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 17. März 1930.)

BINNENTALI PIRIT ÉS BARIT.

FRANZENAU ÁGOSTON † jegyzetei alapján írta: TOKODY LÁSZLÓ.

Binnental (Wallis, Schweiz) hófehér, cukorszerű dolomitjában előforduló gazdag ásványvilág két tagján, a piriten és bariton végzett újabb kristálytani vizsgálatok eredményeit foglalják össze az alábbi sorok.

1. Pirit.

A binnentali piritről először WISER,¹ majd KENNGOTT² emlékszik meg, akik a kristályokon a hexaédert és közelebbről meg nem határozott rostos pentagondodekaédereket állapították meg. SCHARF³ az $a\{100\}$, $o\{111\}$ és $s\{321\}$ formákat figyelte meg. Részletesebb vizsgálatokat végzett HESSENBERG,⁴ szerinte a pentagondodekaéderekes típusú kristályokon a következő formák léptek fel: $a\{100\}$, $\varepsilon\{10.3.0\}$, $e\{210\}$, $\varphi\{911\}$, $n\{211\}$, $p\{221\}$, $o\{111\}$. — SANSONI⁵ egy kristályon megállapította az $a\{100\}$, $e\{210\}$, $n\{211\}$, $p\{221\}$ és $o\{111\}$ alakokat s egyben felhívta a figyelmet a diakiszdodekaéderek hiányára, melyek közül biztosan csak egyet, az $s\{321\}$ -t később LEWIS⁶ mutatott ki, aki a következő formákat észlelte: $a\{100\}$, $e\{210\}$, $e'\{120\}$, $\mu\{411\}$, $m\{311\}$,

¹ D. F. WISER: Neues Jahrb. für Min. 1840. p. 327—328. és u. o. 1842. p. 223.

² A. Kenngott: Die Minerale der Schweiz. 1866. p. 388.

³ FR. SCHARF: Über die Bau-Weise der Würfel-förmigen Krystalle. Neues Jahrb. f. Min. etc. 1861. p. 422.

⁴ FR. HESSENBERG: Mineralogische Notizen. No 5. Abhandl. d. Senckenbergischen Naturf. Ges. zu Frankfurt a. M. Bd. IV. 1863. p. 29—30.

⁵ F. SANSONI: Pyrit von Binnental. Zeitschr. für Krist. 1881. 5. p. 252.

⁶ W. J. LEWIS: Notes on minerals from the neighbourhood of Binn (Schwitzerland)—Mispickel, Pyrites, Diopside and Quartz. Min. Mag. 1903. 13. p. 291—293.

$n\{211\}$, $\beta\{322\}$, $\{544\}$, $o\{111\}$, $s\{321\}$. — Az említett szerzők kristályai mind pentagondodekaéderes típusúak voltak; uralkodó forma az $e\{210\}$. — Az eddigi megfigyelések eredményeit DESBUISSONS¹ összefoglalóan közölte.

A FRANZENAU-tól megmért binnentali piritkristály 2 mm nagyságú. Az egyik kristálytani tengely szerint megnyúlt, kissé lapos kristályon az alábbi 17 forma lépett fel, melyek között a csillogással (*) jelölt három alak a piritre általában újnak bizonyult.

$a\{100\}$	$\beta\{322\}$	$i\{741\}$
$e\{210\}$	$s\{321\}$	$Z\{531\}$
$g'\{230\}$	$\mathfrak{B}\{654\}$	$\ast\{13.8.3\}$
$o\{111\}$	$p\{221\}$	$\ast\{19.12.5\}$
$m\{311\}$	$\ast\{17.9.1\}$	$M'\{342\}$
$n\{211\}$	$\mathfrak{b}\{13.7.1\}$	

Az egyes formák kifejlődéséről a következők jegyezhetők meg. Az $a\{100\}$ közepes nagyságú lapjai rostozottak; az $o\{111\}$ igen fényes lapokkal jelent meg.

A deltoidikozitetraéderek között legnagyobb fejlettségű az $n\{211\}$, kisebb az $m\{311\}$, alárendelt a $\beta\{322\}$. Mindhárom forma síma lapokkal lépett fel, közöttük a $\beta\{322\}$ bizonytalan, mért és számított értékei a megengedettnél nagyobb eltérést mutattak.

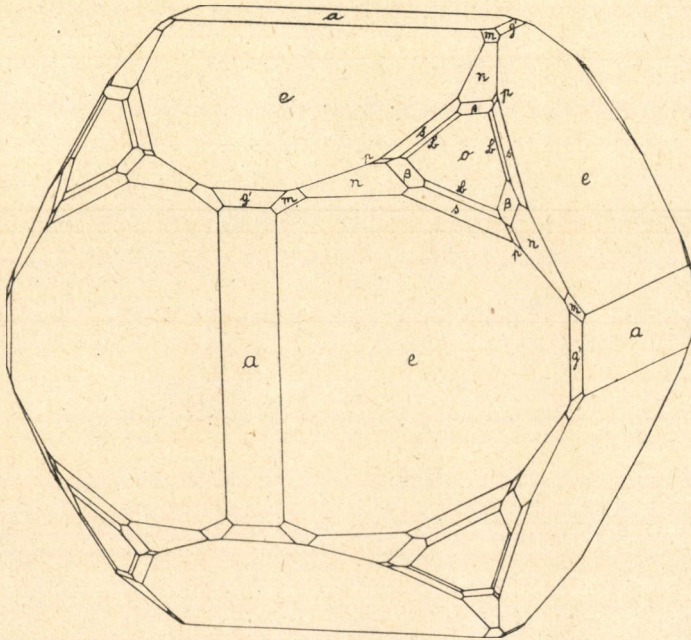
A $p\{221\}$ a binnentali piriten gyakori. Kicsiny, de jól tükröző síma lapokkal szerepelt.

Az $e\{210\}$ nagy lapokkal fejlődött ki, melyek a jellemző éllel párhuzamosan, különösen a hexaéder-élek közelében rostozottak. A $g'\{230\}$ síma felületű, kis lapokkal volt megfigyelhető.

A tanulmányozott kristályt jellemzi a nagyszámú diakiszdodekaéder. Ezek a formák a binnentali piriten ritkák, amire már a régebbi szerzők is rámutattak. A megfigyelt pozitív diploéderek kivétel nélkül mind az $[e : o = 210 : 111]$ övbe tartoznak. Közöttük legnagyobb fejlettséget ért el az $s\{321\}$. Négy keskeny lappal szerepelt a $\mathfrak{B}\{654\}$. Ezt az alakot először MAURITZ figyelte

¹ L. DESBUISSONS: La Vallée de Binn. Lausanne. 1909. p. 97—98.

meg a foiniczai piriten,¹ amelyen két kicsi lappal jelent meg. A binnentali piriten is határozottan megállapítható. A többi diakiszdodekaéder, a $\star\{17.9.1\}$, $\text{h}\{13.7.1\}$, $\text{j}\{741\}$, $\star\{19.12.5\}$, $Z\{531\}$, $\star\{13.8.3\}$ az $[e : o = 102 : 111]$ övben egy-egy keskeny lappal alakult ki. Ezek sorában a $\text{h}\{13.7.1\}$ és $\text{j}\{741\}$ alakokat



1. ábra.

először ZIMÁNYI mutatta ki a piriten és pedig az elsőt Ötösbányáról,² a másodikat Dognácskáról.³ Mindkét forma a binnentali piriten is biztosan megállapítható.

¹ MAURITZ B.: Pyrit Foiniczáról (Bosznia). Földtani Közlöny. 1905. 35. p. 484—491.

² ZIMÁNYI K.: Pyrit Kotterbachról Szepes vármegyében. Annales hist. natur. musei nation. hung. 1904. 2. p. 93—114.

³ ZIMÁNYI K.: Nehány adat a dognácskai pyrit kristálytani ismeretéhez. Akadémiai Értesítő. 1910. 21. p. 329—330 (Kivonat). Földtani Közlöny. 1910. 40. p. 550—555.

A piritre általában új diakiszdodekaéderek {17.9.1}, {19.12.5}, {13.8.3} habár csak egy-egy lappal fejlődtek ki, de övbeli helyzetük, továbbá mért és számított értékeik kitünő egyezése alapján, biztos formáknak tekinthetők.

Negatív diploéder csak egy jelent meg és pedig az M' {342}. Ez a forma egyetlen, igen keskeny lappal szerepelt.

A kristály típusa az e {210} uralkodó kifejlődése folytán pentagondodekaédes (1. ábra).

A formák megállapítására szolgáló, mért és számított szögadatok közül közlöm az alábbiakat.

	Mért	Számított
100 : 010 =	90°	90°
: 111 =	54°44'	54°44'08"
: 311 =	25°16'	25°14'22"
: 211 =	35°18'	35°15'52"
: 122 =	70°29'	70°31'44"
: 210 =	26°32'	26°33'54"
: 230 =	123°42'	123°41'24"
111 : 111 =	70°31'	70°31'44"
: 111 =	109°28'	109°28'16"
: 311 =	29°30'	29°29'46"
: 113 =	58°31'	58°31'04"
: 211 =	19°29'	19°28'16"
: 112 =	160°31'	160°31'44"
: 122 =	15°46'	15°47'36"
: 122 =	125°17'	125°15'52"
: 210 =	39°14'	39°13'53"
: 321 =	22°12'	22°12'27"
: 321 =	157°47'	157°47'23"
311 : 211 =	9°59'	10°01'30"
: 122 =	45°17'	45°17'22"
: 210 =	19°16'	19°17'11"
211 : 122 =	35°14'	35°15'52"
322 : 210 =	28°59'	29°48'19"
: 546 =	15°10'	14°40'20"
122 : 122 =	38°56'	38°56'32"

	Mért	Számított
210 : 210	= 53°06'	53°07'48"
: 210	= 126°53'	126°52'12"
: 230	= 29°43'	29°44'42"
: 111	= 140°46'	140°46'07"
: 113	= 97°45'	97°44'57"
: 113	= 82°13'	82°15'
: 321	= 17°02'	17°01'26"
: 321	= 162°59'	162°58'34"
230 : 010	= 33°44'	33°41'24"
321 : 311	= 36°18'	36°18'37"
: 113	= 80°41'	80°43'31"
546 : 210	= 44°23'	44°28'45"
102 : 9.1.17	= 3°26'	3°15'37"
: 7.1.13	= 4°36'	4°14'43"
: 417	= 7°19'	7°44'57"
: 315	= 11° —	10°40'14"
: 8.3.13	= 12°19'	12°11'45"
: 12.5.19	= 13°48'	13°48'49"
234 : 111	= 15°33'	15°13'30"
: 210	= 54°46'	54°27'23"

2. Barit.

A binnentali barit-előfordulást WISER¹ fedezte fel. S. v. WALTERSHAUSEN² a kristályokban 9.07 % $SrSO_4$ -t állapított meg, s így azokat mint baritocölesztint tárgyalta, hasonlóan HUGARD³ is. G. VOM RATH⁴ átvette S. v. WALTERSHAUSEN adatait.

A. BREITHAUPT⁵ a kristályokat baritnak határozta meg. KENNGOTT⁶ az előző szerzők eltérő véleménye miatt azt a nézetét

¹ D. F. WISER: Neues Jahrb. für Min. 1840. p. 327.

² W. S. v. WALTERSHAUSEN: Ein Beitrag zur näheren Kenntnis des Dolomits in den Walliser Alpen. Pogg. Ann. 1855. 94. p. 134.

³ HUGARD: Dolomie de la vallée de Binn. Compt. rendus. 1858. 46. p. 1263.

⁴ G. vom RATH: Min. Mitt. Pogg. Ann. 1864. 122. p. 399.

⁵ Berg- und Hüttenm. Zeitung. 1865. 24. p. 319.

⁶ A. KENNGOTT: Die Minerale der Schweiz. 1866. p. 330—331.

fejezte ki, hogy a Binnentalban úgy a barit, mint pedig a baritocölesztin előfordul és mindkettőnek azonos kombinációja és típusa van. NEMINAR¹ részletesen tanulmányozta ennek az előfordulásnak a kristályait és azokat a paraméter-viszony, valamint a szögértékek hibás értelmezése folytán baritocölesztinnek határozta meg. NEMINAR adatai alapján GROTH² szintén megemlíti a binnentali baritocölesztint. V. GOLDSCHMIDT³ utalt arra a számos hibára, mely NEMINAR munkájában előfordul és a baritocölesztint nem tartja önálló ásványfajnak. GRÜNLING,⁴ majd PISANI,⁵ később SCHARIZER⁶ és BAUMHAUER⁷ határozottan barit-előfordulásról szóltak. BAUMHAUER és TRECHMANN⁸ több éven át begyűjtött, változatos megjelenésű, különböző típusú kristályokat igen bahatóan tanulmányoztak s vizsgálataik eredményeként megállapították, hogy a kristályok nem baritocölesztinek, hanem típusos baritok. SOLLY⁹ szintén baritkristályokat talált. Igen alaposan vizsgálta a binnentali kristályokat ROSICKÝ,¹⁰ aki részletesen felsorolta NEMINAR tévedéseit, az előzően goniométerrel mért kristályokat megelemezette - - azokban nyomokban sem fordult elő stroncium - - s végeredményben megállapította, hogy ezek a kristályok típusos baritok és a baritocölesztint mint ásványfajt tör-

¹ E. F. NEMINAR: Die Kristallform des Barytocölestins. Tschernak's Min. Mitt. 1876. 6. p. 59—64.

² P. GROTH: Die Mineraliensammlung d. Kaiser-Wilhelms-Universität. Strassburg. 1878. p. 148.

³ V. GOLDSCHMIDT: Index d. Krystallformen. Berlin. 1886. p. 285.

⁴ F. GRÜNLING: Ueber das Vorkommen des Baryts im Binnental. Zeitschr. für Krist. 1884. 8. p. 243—245.

⁵ F. PISANI: Mineralog. Notizen. Compt. rendus. 1888. 107. p. 298. — Ref.: Zeitschr. für Krist. 1891. 13. p. 523.

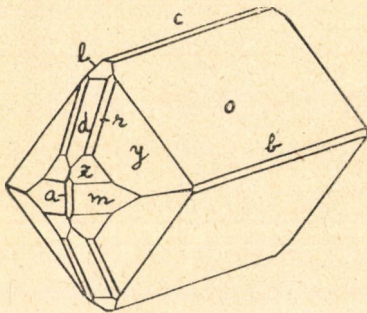
⁶ R. SCHARIZER: Baryt vom Binnenthale. Zeitschr. für Krist. 1899. 30. p. 299—300.

⁷ H. BAUMHAUER: Mineralien aus dem Binnental. Eclogae geologicae Helvetiae. 1903. 7. p. 351.

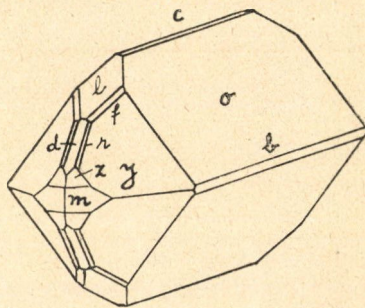
⁸ H. BAUMHAUER—C. O. TRECHMANN: Neuere Beobachtungen am Baryt des Binnentales. Zeitschr. für Krist. 1907. 44. p. 607—617.

⁹ R. H. SOLLY: Notes on some Binnenthal minerals (Ilmenite, Seligmannite, Marrite, etc.). Min. Mag. 1907. 14. p. 184—190.

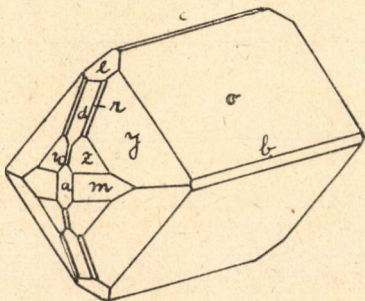
¹⁰ V. ROSICKÝ: Kristallographische Notizen. Bull. intern. de l'Académie des Sciences de Bohème. 1908. p. 8—18.



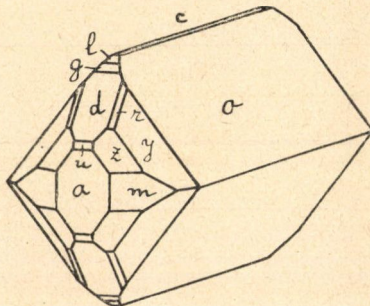
2. ábra.



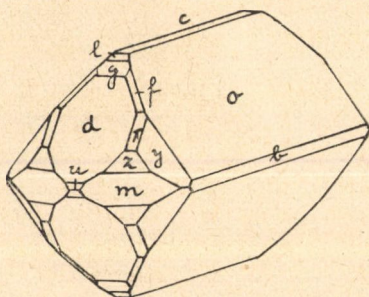
3. ábra.



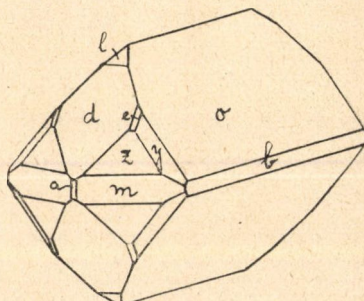
4. ábra.



5. ábra.



6. ábra.



7. ábra.

lendőnek véli. DESBUISSONS¹ a Binnental ásványai között baritot említ.

FRANZENAU ÁGOSTON a binnentali cukrosszövetű dolomit baritkristályait tanulmányozva, 16 viztiszta, 0,75—1 mm nagyságú kristályon a következő 18 formát állapította meg:

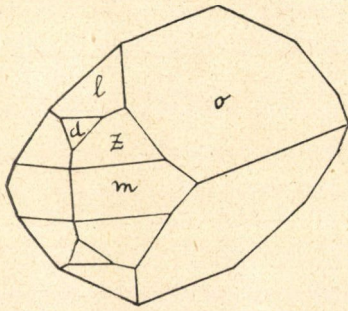
$a\{100\}$	$d\{102\}$	$\lambda\{210\}$
$b\{010\}$	$V\{307\}$	$z\{111\}$
$c\{001\}$	$g\{103\}$	$r\{112\}$
$o\{011\}$	$l\{104\}$	$f\{113\}$
$U\{201\}$	$w\{106\}$	$v\{115\}$
$u\{101\}$	$m\{110\}$	$y\{122\}$

Ezek sorában a binnentali előfordulásra újak az $U\{201\}$, $V\{307\}$ és $\lambda\{210\}$ formák.

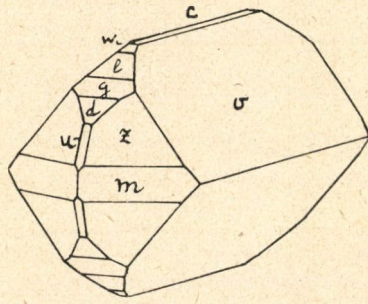
A goniométerrel mért 16 kristály kombinációját az alábbi áblázat tünteti fel.

Kristály	a	b	c	o	U	u	d	V	g	l	w	m	λ	z	r	f	v	y	Ábra
1.	a	*	*	o	*	u	d	*	g	*	*	m	*	z	r	*	*	y	
2.	a	b	c	o	*	*	d	*	g	*	*	m	*	z	r	*	*	y	
3.	*	b	c	o	*	*	d	*	*	l	*	m	*	z	r	*	*	y	2.
4.	*	b	c	o	*	u	d	*	*	l	*	m	*	z	r	f	*	y	3.
5.	a	b	c	o	*	u	d	*	*	l	*	m	*	z	r	*	*	y	4.
6.	a	*	c	o	*	u	d	*	g	l	*	m	*	z	r	*	*	y	5.
7.	a	b	c	o	*	u	d	*	g	l	*	m	*	z	r	*	*	y	
8.	*	b	c	o	*	u	d	*	g	l	*	m	*	z	r	f	*	y	6.
9.	a	b	*	o	*	*	d	*	*	l	*	m	*	z	*	*	*	y	7.
10.	*	*	*	o	*	*	d	*	*	l	*	m	*	z	*	*	*	*	8.
11.	*	*	c	o	*	u	d	*	g	l	w	m	*	z	*	*	*	*	9.
12.	*	*	c	o	*	*	d	*	*	l	w	m	*	z	*	*	*	*	10.
13.	a	b	c	o	*	u	d	*	*	l	*	m	*	z	r	f	*	y	11.
14.	a	b	c	o	*	u	d	*	*	l	w	m	*	z	r	*	*	y	12.
15.	a	*	c	*	U	u	d	V	*	l	w	m	λ	z	*	*	*	*	13.
16.	a	b	c	o	*	u	d	*	*	l	w	m	*	z	*	f	v	*	

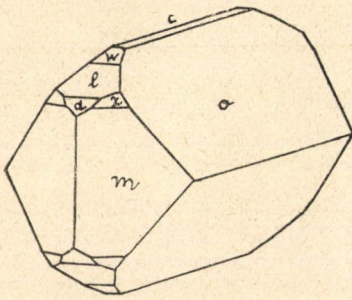
¹ L. DESBUISSONS: La vallée de Binn. Lausanne. 1909. p. 150—152.



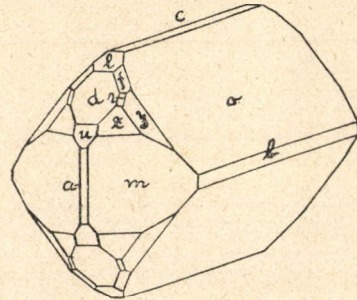
8. ábra.



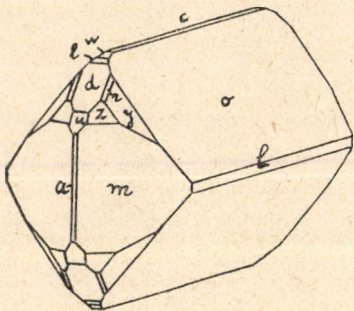
9. ábra.



10. ábra.



11. ábra.



12. ábra.



13. ábra.

A formák kifejlődését illetőleg megjegyezhetjük, hogy a véglapok legtöbbször csak igen kis lapocskákkal jelentek meg, reflexük kielégítő.

A megvizsgált 16 kristályon mindössze egyetlen egy I. fajta prizma, az $o\{011\}$ lépett fel. Ez a forma — egy kivételével — minden kristályon kimutatható volt. Lapjai nagyok, felületén olykor pikkelyszerű rajzok vannak s ekkor reflexe többszörös.

A II. fajta prizmák sorában legnagyobb fejlettséget ért el a sohasem hiányzó $d\{102\}$. Az $u\{101\}$, $g\{103\}$, $l\{104\}$ és $w\{106\}$ kicsinységük következtében halványabb — de egységes és jó — reflexet mutattak, mint a $d\{102\}$. Az $U\{201\}$ és $V\{307\}$ formák csak egy, a 15. kristályon szerepeltek igen keskeny lapokkal (13. ábra). Mindkét forma ismeretes a bariton és pedig az $U\{201\}$ a gyakori, a $V\{307\}$ a ritka alakok közé tartozik. Úgy az $U\{201\}$, mint a $V\{307\}$ a barit binnentali előfordulására új.

A III. fajta prizmákat mindössze két alak, nevezetesen az $m\{110\}$ és $\lambda\{210\}$ képviselte. Az $m\{110\}$ változó nagyságú lapjai igen jól tükröztek s minden egyes kristályon kifejlődtek. A $\lambda\{210\}$ a binnentali előfordulásra új forma, egy kristályon jelent meg jól reflektáló lapokkal (13. ábra). A $\lambda\{210\}$ esetleges fellépését BAUMHAUER és TRECHMANN is megemlítik.¹

A főradiális zóna bipiramisai közt kisebb-nagyobb lapokkal figyelhetjük meg a $z\{111\}$ alakot. Gyakoriságát tekintve, utána következik az $r\{112\}$, $f\{113\}$ és $w\{115\}$, mely utóbbi csak egy kristályon jelent meg. Az $r\{112\}$, $f\{113\}$ és $w\{115\}$ minden esetben kisebb fejlettségű, mint a $z\{111\}$. Jól kialakult, nagy és kitűnően reflektáló lapokkal szerepelt majdnem minden kristályon az $y\{122\}$. Ez az erőteljes megjelenésű forma csak akkor lép háttérbe, ha a kristályok a cölesztin habitusára emlékeztető kombinációt mutatják (6. és 7. ábra), vagy ha az $m\{110\}$ dominál az $o\{011\}$ mellett (11. és 12. ábra), mely utóbbi esetben el is maradhat (10. ábra). Teljesen hiányzik akkor, amidőn az $m\{110\}$ és $z\{111\}$ egyensúlyban alakult ki (8. ábra), úgy szintén a brachitengely szerint oszlopos kristályoknál is (13. ábra).

¹ l. c.

A kristályok SAMOLLOFF¹ beosztása szerint kétféle habitusúak és pedig: 1. a brachitengely, 2. a makrotengely szerint oszloposak. Típus szerint ugyancsak kétfélék: 1. brachidomás kristályok az alappiramisok erőteljes kifejlődésével, 2. makrotengely szerint megnyúlt és II. fajta prizmák fellépésével jellemzett kristályok.

A kristályok zöme a brachitengely szerint oszlopos habitust követi (2. 12. ábra). Az idetartozó kristályokat a főradiális zóna piramisai mellett az $y\{122\}$ erőteljes kialakulása tünteti ki, amely forma csak bizonyos, az előzőekben már említett esetben szorul háttérbe. A makrotengely szerint oszlopos és II. fajta prizmák megjelenésével jellemzett kristályok ritkák; a vizsgált anyagban mindössze kettő volt ilyen (15. és 16. kristály, 13. ábra). BAUMHAUER és TRECHMANN figyeltek meg hasonló kifejlődésű baritot a Binnentalból, míg az említett többi szerző csak brachitengely szerint nyúlt kristályokat írt le.

Az előző szerzők kutatásai és a jelen vizsgálatok eredménye gyanánt a binnentali barit általánosan elterjedt kristályát egy olyan brachitengely szerint oszlopos kombinációban jelölhetjük meg, melyet az $o\{011\}$ uralkodó kialakulása mellett — csökkenő nagyságban sorakoztatva — az $y\{122\}$, $m\{110\}$, $z\{111\}$, $d\{102\}$, $l\{104\}$, $r\{112\}$, $b\{010\}$, $c\{001\}$ formák alkotnak.

A kristályalakok meghatározására szolgáló mért szögértékeket, a HELMHACKER²-től számítottakkal szembeállítva, az alábbi táblázat tünteti fel.

	Mért	Számított
100 : 201 =	17°39'	17°14'06"
: 101 =	31°49'	31°49'24"
: 102 =	51°10'	51°08'32"
: 307 =	55°07'	55°22'54"
: 103 =	62°—	61°45'31"

¹ I. SAMOLLOFF: Beiträge zur Krystallographie des Baryts. Zeitschr. für Krist. 1904. 39. p. 614. — C. HINTZE: Handb. d. Mineralogie. Berlin—Leipzig. 1929. Bd. 1. Lief. 28. p. 3792.

² R. HELMHACKER: Über Baryte des eisenführenden böhmischen Untersilurs sowie der Steinkohlenformation und über Baryt im Allgemeinen. Denkschriften d. K. Akad. d. Wiss. Wien. 1872. 32. II. Abt. p. 1—65.

	Mért	Számított
100 : 104 =	68°07'	68°03'30"
: 106 =	75°11'	74°58'02"
: 001 =	90°	90°
: 210 =	22°18'	22°10'33"
010 : 111 =	55°05'	55°17'28"
: 112 =	62°16'	62°54'46"
: 122 =	44°20'	44°21'05"
001 : 011 =	52°27'	52°43'08"
: 106 =	14°56'	15°01'58"
: 104 =	21°56'	21°56'29"
: 103 =	28°25'	28°24'28"
: 307 =	34°49'	34°37'04"
: 102 =	38°51'	38°51'52"
: 101 =	58°17'	58°10'36"
: 201 =	72°18'	72°45'54"
: 115 =	22°06'	22°34'37"
: 113 =	34°16'	34°43'26"
: 112 =	46°03'	46°06'14"
: 111 =	64°19'	64°18'43"
: 122 =	57°14'	57°01'09"
011 : 011 =	105°15'	105°26'16"
: 011 =	74°34'	74°33'44"
: 111 =	44°23'	44°18'20"
: 122 =	25°53'	26° 0'48"
101 : 201 =	14°08'	14°35'18"
: 307 =	23°19'	23°33'32"
102 : 201 =	34°10'	33°54'02"
: 307 =	4°09'	4°14'48"
: 106 =	23°55'	23°49'20"
: 112 =	27°02'	27°05'14"
: 122 =	45°31'	45°38'55"
104 : 307 =	12°54'	12°40'35"
110 : 210 =	22°18'	22°10'33"
: 112 =	44°	43°53'46"
: 113 =	55°14'	55°16'44"
: 115 =	67°51'	67°25'23"

	Mért	Számított
111 : 110	$\Rightarrow 25^{\circ}45'$	$25^{\circ}41'17''$
: 112	$= 18^{\circ}15'$	$18^{\circ}12'29''$
: 113	$= 29^{\circ}37'$	$29^{\circ}35'17''$
: $\bar{1}\bar{1}1$	$= 69^{\circ}20'$	$69^{\circ}25'04''$
: $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$	$= 51^{\circ}31'$	$51^{\circ}22'34''$
112 : 113	$= 11^{\circ}29'$	$11^{\circ}22'48''$
: $\bar{1}\bar{1}2$	$= 54^{\circ}04'$	$54^{\circ}10'28''$
: $\bar{1}\bar{1}\bar{2}$	$= 88^{\circ}02'$	$87^{\circ}47'32''$
: 122	$= 18^{\circ}29'$	$18^{\circ}33'11''$
122 : $\bar{1}\bar{2}\bar{2}$	$= 91^{\circ}12'$	$91^{\circ}17'50''$
: $\bar{1}\bar{2}\bar{2}$	$= 66^{\circ}$	$65^{\circ}57'42''$

(A Magy. Tud. Akad. III. osztályának 1930. ápr. 14.-én tartott üléséből.)

PYRIT UND BARYT VON BINNENTAL.

Von A. FRANZENAU. — L. TOKODY.

An dem untersuchten, 2 mm grossen *Pyritkristall* treten die folgenden 17 Formen auf; die mit einem Stern (*) bezeichneten sind für den Pyrit im Allgemeinen neu.

$a\{100\}$	$\beta\{322\}$	$j\{741\}$
$e\{210\}$	$s\{321\}$	$Z\{531\}$
$g'\{230\}$	$\mathfrak{B}\{654\}$	$\star\{13.8.3\}$
$o\{111\}$	$p\{221\}$	$\star\{19.12.5\}$
$m\{311\}$	$\star\{17.9.1\}$	$M'\{342\}$
$n\{211\}$	$h\{13.7.1\}$	

Die Flächen der Form $a\{100\}$ sind von mittlerer Grösse und gestreift. $o\{111\}$ war glatt und glänzend. Unter den beobachteten drei Deltoidikositetraedern gelangt zur grössten Entwicklung $n\{211\}$; $m\{311\}$ ist klein, $\beta\{322\}$ untergeordnet und unsicher. Die Form $p\{221\}$ hatte kleinen, glänzenden Flächen. $e\{210\}$ wurde mit grossen, gerieften Flächen beobachtet. Die Form $g'\{230\}$ trat mit kleinen, glatten Flächen auf.

Den Kristall charakterisierte das Auftreten von mehreren Dyakisdodekaedern. An dem Pyrit von Binnental war bisher nur die Form $s\{321\}$ bekannt. Die festgestellten positiven Dyakisdodekaedern gehören ausnahmslos zur Zone $[e : o = 210 : 111]$. Der dominierende Dyakisdodekaeder ist $s\{321\}$, neben diesem trat die Form $\mathfrak{B}\{654\}$ mit vier Flächen auf. Die übrigen Diploedern sind schmale Streifen in der Zone $[e : o = 102 : 111]$, nach ihrer Zonenlage und Winkelwerten können wir die Formen als sicher

bezeichnen. Der einzige negative Dyakisododekaeder wurde nur mit einer Fläche beobachtet.

Der Typus des Kristalls ist pentagondodekaedrisch (Fig. 1 im ung. Text).

Die *Barytkristalle* sind wasserhell und erreichen die Grösse 0.75—1 mm. An den 16 untersuchten Kristallen wurden die folgenden 18 Formen festgestellt.

$a \{100\}$	$d \{102\}$	$\lambda \{210\}$
$b \{010\}$	$V \{307\}$	$z \{111\}$
$c \{001\}$	$g \{103\}$	$r \{112\}$
$o \{011\}$	$l \{104\}$	$f \{113\}$
$U \{201\}$	$w \{106\}$	$v \{115\}$
$u \{101\}$	$m \{110\}$	$y \{122\}$

Unter diesen Formen sind für das Vorkommen $U \{201\}$, $V \{307\}$ und $\lambda \{210\}$ neu.

Die Kombination der Kristalle sind aus der Zusammenstellung in dem ungarischen Text (Seite 560) ersichtlich.

Die Endflächen $a \{100\}$, $b \{010\}$, $c \{001\}$ sind mit schmalen, gut reflektierenden Flächen ausgebildet. Das einzige Prisma I. Art war $o \{011\}$. Diese Form ist sehr häufig, die Flächen sind gross und zeigten schuppenartige Gebilde, folgedessen sind die Reflexe mehrfache. Die Prismen II. Art treten in grösserer Zahl auf. Ihre Flächen sind im Allgemeinen schmal, glatt und genügend glänzend. Die grösste Entwicklung erreichte die immer vorhandene Form $d \{102\}$. Sehr häufig sind $u \{101\}$, $g \{103\}$, $l \{104\}$ und $w \{106\}$. Die Formen $U \{201\}$ und $V \{307\}$ traten nur an einem Kristall auf. Von den Prismen III. Art hat die Form $m \{110\}$ gut reflektierende Flächen von verschiedener Grösse. $\lambda \{210\}$ wurde an einem Kristall mit schmalen Flächen beobachtet.

Die Flächen der Bipyramiden aus der Hauptradialzone sind schmal, glatt und gut reflektierend. Zur grössten Entwicklung gelangt $z \{111\}$, $r \{112\}$ und $f \{113\}$ finden sich öfters. $v \{115\}$ ist selten und untergeordnet. $y \{122\}$ erschien mit glatten und

meistens grossen Flächen. Wenn die Kristalle einen Cölestin-ähnlichen Typus haben, oder $m\{110\}$ dominiert, sind ihre Flächen untergeordnet. Wenn $m\{110\}$ und $z\{111\}$ im Gleichgewicht entwickelt sind, kam dieselbe überhaupt nicht zur Entwicklung.

Der Habitus der Kristalle ist von zweierlei Art, entweder nach der Brachiachse, oder nach der Makroachse säulenförmig. Nach der Type sind die Kristalle: 1. brachidomatisch-bipyramidalisch, 2. nach der Makroachse verlängert mit mehreren Prismen II. Art. Die Mehrheit des Kristalle gehört zur ersten Type des ersten Habitus.

Als allgemeiner Habitus und Typus des Baryt von Binnental kann ein aus $y\{122\}$, $m\{110\}$, $z\{111\}$, $d\{102\}$, $l\{104\}$, $r\{112\}$, $b\{010\}$, $c\{001\}$ gebildeter, nach der Brachiachse verlängerter, säulenförmiger Kristall mit dominierender Form $o\{011\}$ bezeichnet werden.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 14. April 1930.)

NAGYINTENZITÁSÚ ÁRAMLÖKÉSEK RITKÍTOTT GÁZOKBAN.

BAY ZOLTÁN-tól.

A dolgozat ritkított gázokban végbemenő, sajátos áramgörbével bíró elektromos kisülésekkel foglalkozik, melyeknek tanulmányozása alkalmasnak látszott arra, hogy egyrészt a gázkisülésekre, másrészt a különböző spektrumok gerjesztésére vonatkozó általános ismereteket bővitse.

Az itt tárgyalandó kisülések a «kondenzált» kisülések egy csoportját képezik, amennyiben a kisülési csövön egy kondenzátor töltése megy keresztül. A kondenzált kisüléseknél fellépő folyamatok pontos vizsgálata mindeztideig az irodalomból hiányzik, hasonlóképpen azoknak a körülményeknek pontos definíciója, melyek között egy ily kisülés végbemegy.

Pontosabb vizsgálatok tárgyát képezték a *diszkontinuous (intermittáló) kisülések*,¹ melyeknek áramgörbéje az itteniekhez hasonló, de amelyeknek vizsgált intermittenciái túlnyomóan a kisülési cső sötét periódusa és a kicsiny áramerősségű ritkított gázkisülés között lépnek fel. A kondenzált kisüléseket, mint az a jelen vizsgálat eredményeiből következik, a fellépő nagy áramerősségek karakterizálják, a VALLE nomenklaturája szerint tehát az intermittálások a sötét (áramnélküli), nagyintenzitású ritkított gáz- és ivkisülési fázisokon keresztül történnek. E kisülések áramviszonyaira vonatkozólag csupán kvalitatív jellegű vizsgálatok vannak.²

¹ G. VALLE : Összefoglaló értekezés, Phys. Zs. 27, 473. 1926.

² O. LEHMANN : Ann. d. Phys. 7. 1. 1902.

H. SIEVEKING : Ann. d. Phys. 20. 209. 1906.

Az e kisüléseknél fellépő változatos jelenségek közül ismeretes, hogy a spektrumban levő intenzitáseloszlás akként változik meg egy közönséges kisüléssel szemben, hogy a gerjesztés magasabb energiaértékek felé tolódik el.^{1, 2}

E megfigyelésnek az értelmezése sem történhetett meg kellő pontossággal s a vélemények eltérők. A magasabbrendű spektrumok gerjesztése értelmezhető nagy elektronsebességek révén, melyek fellépte a kisülés nagy energiája következtében előálló nagy elektromos térerősséggel,² vagy a kisülésnél jelenlevő rezgésekkel^{3, 4} magyarázható.

A következőkben foglalkozni fogunk a kondenzált kisülésnél fellépő áramviszonyokkal s a különböző spektrumok gerjesztésének feltételeivel. Az itt adott vizsgálatok azt eredményezik, hogy a fellépő változatos jelenségek leírása céljából paraméter gyanánt az *áramintenzitás* vezethető be és hogy a magasabbrendű spektrumok gerjesztése is egyértelmű vonatkozásban áll a momentán enorm értékeket mutató áramintenzitással.

Kísérleti berendezés.⁵

A kísérleti berendezéshez használt csövek a pozitív oszlop megfigyelésére voltak konstruálva. A csövek átmérője 11—30 mm ; a pozitív oszlop hossza 10 cm és 15 méter között változott ; a nagyobb megterhelésre szolgáló csövek supraxüvegéből voltak készítve felragasztott kvarcablakkal «end on» megfigyelés céljából.

Az áramlökések vizsgálata hidrogénben, nitrogénben, neonban és neon-higany keverékben történt. A kísérletek alatt a

¹ E. GOLDSTIEN : Ph. Zs. 8. 674. 1907. és 11. 560. 1910.

G. GEHLHOFF : Verh. d. D. Phys. Ges. 12. 492. 1910. és 12. 963. 1910.

² R. FRERICHS : Glimmentladung, Geiger u. Scheel Handb. XIX. 255. 1928.

G. JOOS u. E. v. ANGERER : Wien-Harms Handb. XX. 189. 1927.

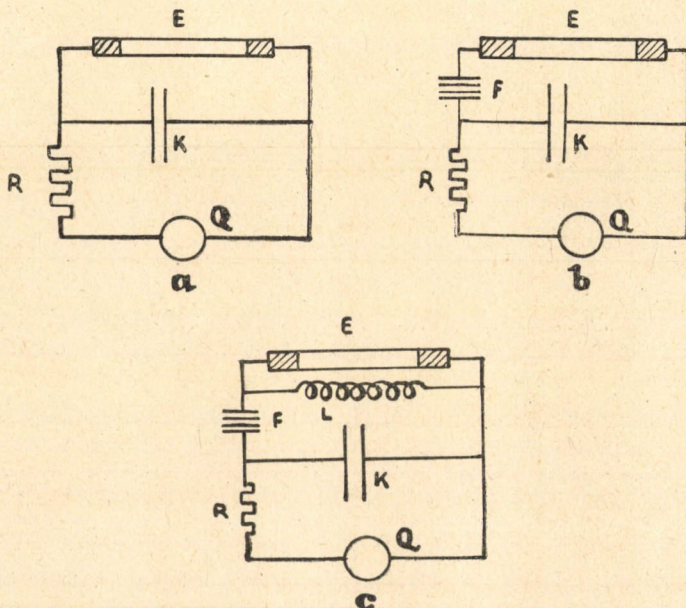
³ J. FRANCK : Z. f. Ph. 1. 1. 1920.

⁴ SEELIGER u. MIERDEL : Selbständige Entladungen in Gasen, Wien-Harms Handb. XIII. 3. 507. 1929.

⁵ A kísérletek elvégzésében segítségemre volt HORVÁTH ANTAL úr, kinek e helyen is köszönetet mondok.

⁶ V. ö. G. VALLE : loc. cit. 478. 1.

kisülési csöveken állandó gázáram ment keresztül. A neon tisztítása állandó körárammal történt, melyet egy diffúziós szivattyú tartott fenn; a gáz izzó rézoxidon és folyékony levegővel hűtött abszorpciós szénen ment át. Azon csöveknél, melyeket némely spektrumfölvétel céljából leforrasztottunk, előzőleg gondoskodás történt az elektródok gáztalanításáról. A nyomás értéke 0,5—5 mm Hg volt.



1. ábra.

A kísérletekhez használt kapcsolások az 1. ábrában vannak megadva.

Az *a* kapcsolási séma a diszkontinuus kisülések általános kapcsolási módját mutatja. A használt kondenzátorok kapacitása $10^{-3}\mu F$ -tól $8\mu F$ -ig változott.

E kísérleti összeállítás működése a következő:

K kondenzátor *Q* áramforrásból *R* ellenálláson át feltöltődik. A kondenzátorhoz parallel kapcsolt csövön mindaddig nem megy áram át, míg a kondenzátor fegyverzetein levő feszültség a cső gyulladási feszültségét (E_z) el nem éri. (Sötét fázis.) Az

E_z feszültség elérésekor a csövön keresztülménő áramlás (kisülési fázis) következtében a kondenzátoron levő feszültség esik s ha az R ellenállás elég nagy, (az áramforrásból jövő utánpótlás elég kicsiny) az elektródokon levő feszültség eléri azt a minimális feszültséget, amelyen alul áram a csövön nem mehet át (E_0), a cső kialszik és következik az új töltési fázis. E_z , E_0 , valamint az egész folyamat alatt fellépő, összetartozó feszültség-áramerősség értékpárok a csőnek a folyamat alatti *dinamikus* karakterisztikája által vannak meghatározva, ennél fogva a jelenleg teóriája — a cső vezetőképességeinek egy-egy fázisra vett időbeli középértékeivel — csak első közelítésben adható meg. Jelen dolgozat spektroszkópiái feladata szempontjából csak a kisülési fázis bír elsődleges fontossággal és pedig túlyomóan oly kisülések jönnek számba, melyek nagy kapacitásértékek mellett lépnek fel, melyeknél tehát a kisülési fázis többnyire ívkarakterisztikával bír. Az ily természetű intermittáló kisülés elektromos viszonyai nagyon kevésbé ismeretesek s teoretikusan nem tárgyalhatók, ennél fogva a kisülés idejét kísérleti vizsgálatnak vetettük alá. A töltési fázis hosszát nagyinak választottuk ($\geq 10^{-2}$ sec), hogy a GEFFCKEN¹ által megfigyelt maradék-ionok spektroszkópikus hatását elkerüljük. Annak az időnek a nagyságrendje, melynek elteltével a maradék-ionok a következő áramlökés dinamikus karakterisztikáját még befolyásolják, 10^{-3} sec, amint az RUMPF² méréseiből is adódik.

A b kapcsolási séma akkor nyert alkalmazást, ha kicsiny kapacitások esetén kívánatos volt a kondenzátornak a cső gyuladási feszültségénél magasabb feszültségre való feltöltése, nagy áramintenzitások elérése céljából. A szikraköz (F) átütési feszültségének változtatásával a kondenzátor töltési feszültségét tetszés szerint változtathatjuk. A szikraköznek azonkívül egy másik szerepe is volt: a kisülés áramgörbéjének mesterséges változtatása.

A WIEN³-féle lemezes kioltási szikraköz alkalmazásával elérhető, hogy az áramgörbe eső részén az esés nagyobb meredek-

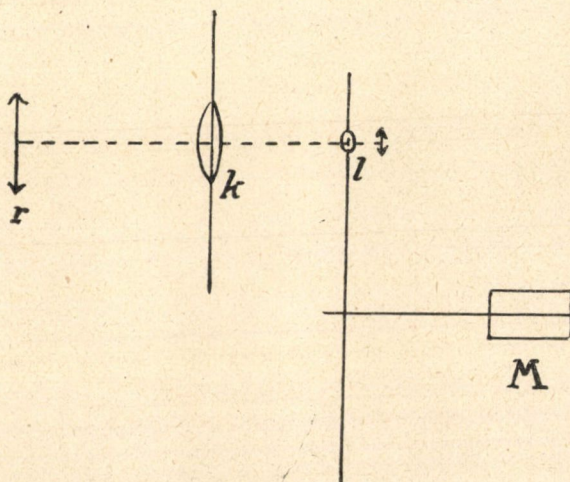
¹ H. GEFFCKEN: Ann. d. Phys. 66. 50. 1921.

² E. RUMPF: Phys. Zeitschr. 26. 241. 1925.

³ M. WIEN: Phys. Zeitschr. 9. 49. 1908.

séggel történik, mivel a kioltási szikraköz az áramlökés végén egyébként fellépő kicsiny intenzitású áramokat megszakítja.

Az áramgörbe lassan változó részeinek a kisülési csőből való kizárását elérhetjük a kioltási szikraköz alkalmazásán kívül a c kapcsolási sémában látható, a csőhöz parallel kapcsolt önindukciós tekercs segítségével. Az L önindukciós tekercs csupán néhány menetből áll (3—10 menet) s rövidre zárja a csövet az áramgörbe nem rapid módon változó részei alatt. E kapcsolási



2. ábra.

séma működésére jellemző, hogy a kondenzátor feltöltése az önindukciós tekercsen keresztül történik, míg kisülése a szikraközön és a csövön át megy végbe. A cső elektródjain tehát csak az áramlökés ideje alatt van feszültség.

Mindhárom kapcsolásnál az áramlökések másodpercenkénti számát R ellenállás segítségével változtatjuk. Váltakozó áram (transzformátor) alkalmazása mellett célszerű az ellenállást a primer áramkörben elhelyezni. Kis kondenzátor ($< 10^4$ cm.) esetén a váltakozó áramnak egy-egy irányú fázisa alatt több áramlökés is létrejött, közép nagyságú kondenzátoroknál (10^4 — $5 \cdot 10^5$ cm.) egy lökés felelt meg az egyes félhullámoknak. Ha a kapacitás nagyobb $5 \cdot 10^5$ cm.-nél, akkor a transzformátorral való feltöltés

igen nagy áramerőségeket követel meg, mivel két egymásra következő áramlökés között a kondenzátor ellenkező előjelű feszültségre töltődik át. A kondenzátor dielektrikumában és a vezetőekben fellépő veszteségek miatt nagyobb kondenzátoroknál kizárólag az egyenáramú feltöltés nyert alkalmazást.

Az áramlökések időtartamának meghatározása a pozitív oszlop fényemissziója segítségével történt.

A kísérleti berendezés (2. ábra) egy forgó korongból állott, melybe egy a kerülethez közeleső pontban egy lencse (l) volt beerősítve. A kisülési cső pozitív oszlopa egy a csővel parallel rést (r) világít meg; a rést egy kb. 10 cm. átmérőjű kondenzorlencse (k) (a rés a kondenzor gyújtósíkjában) és a mögötte elvonuló (l) lencse képezik le. A kondenzor az (l) lencse mozgásakor fellépő parallaxishiba elkerülésére szolgál. Ily berendezés mellett a keletkezett valós kép elmozdulása a korong forgása közben az l lencse elmozdulásával egyenlő s ez elmozdulás — megfelelően átszámítva — az időabszcisszát szolgáltatja. A rés valós képe mozgás közben önmagával parallel marad, vizuálisan vagy fotografikusan megfigyelhető. A fotografikus lemez vagy közvetlenül l gyújtósíkjában helyezhető el, vagy (ami néha praktikusán egyszerűbb) a rés mozgó képe egy külön fotografikus kamarával fotografálható. A módszert a forgótükörrel szemben egyszerűsége és a vele kényelmesen elérhető nagy fényerő tünteti ki.

A korong fordulatszámának meghatározásához a városi váltakozó áram ismert frekvenciáját használtuk. (Németországban egységesen 50 teljes periódus sec.-ént, mely frekvencia érték nagyon megbízható.) Abban az esetben, mikor a kondenzátor feltöltésére váltakozó áram szolgál, a fordulatszám meghatározása igen egyszerű: a váltakozó áram fázisainak hosszát a mozgó leképezés két homológ pontjának egymástól való távolsága adja. A kondenzátornak egyenáramú feltöltésénél a fordulatszám mérése segéd kisülési csővel történt, melyet váltakozó áram táplált. A korong fordulatszámát az M egyenáramú motor elé kapcsolt ellenállással szabályoztuk.

Kísérleti eredmények.

a) *Az áramgörbe alakja.*

Az irodalomban gyakran található felfogás miatt, mely szerint a kondenzátor kisülése a csövön keresztül csillapított rezgések alakjában megy végbe (v. ö. 2. lap), szükségesnek látszott a kisüléseknek az esetleg fellépő rezgések szempontjából történő megvizsgálása. A vizsgálat elve a következő volt:

Ha a kondenzátornak a csövön keresztül való kisülése oszcilláló karaktert mutat, akkor az elektródokra nézve szimmetrikusan épített kisülési cső mindkét elektródján fel kell lépnie a katódfény jellegzetes jelenségének a CROOKES-féle sötét térrel együtt. Gondoskodva tehát a kondenzátornak egyenárammal való feltöltéséről, meg lehet állapítani, hogy a cső anódja mutat-e a katódra jellemző sajátságokat? A neon-higanygőz keverékkel töltött csőnél a katód különösen szembeötlő módon különbözik az anódtól, mivel az egész csőben — így az anód közvetlen közelében is — a higany spektrum nagyobb intenzitással bír, mint a katódfényben, hol a jelenlevő nagy elektronsebességek miatt a neon-spektrum van erősebb intenzitással gerjesztve.

Különböző kondenzátorok kisüléseinek a neon-higany-csőben való megfigyelése azt mutatta, hogy az egyik elektród kifejezetten, a másik egyáltalán nem bír a katód sajátságaival, ha az e dolgozatban leírt kapcsolások bármelyikét is alkalmazzuk. Egy önindukciós tekercsnek a cső kisülési körébe való bekapcsolása által viszont el lehetett érni, hogy mindkét elektródon megjelent a katódfény, a kondenzátornak egyenáramú feltöltése dacára. Az önindukciós tekercs bekapcsolásával tehát tényleg létrejönnek oszcilláló kisülések, amint az teoretikus megfontolások alapján várható. Bármely kapacitásértékhez tartozik egy minimális önindukció, melyen alul rezgések nem lépnek fel, de mely fölött a rezgések előállanak.

Nagy kondenzátoroknál nehezebb a jelenség megfigyelése, mivel a pozitív oszlop emissziójának színe a katódfény színéhez közeledik (2. lap) és a pozitív oszlop erős fénye a megfigyelést zavarja. De a rezgések fellépése ugys inkább kis kondenzátoroknál volna várható.

Hasonló kísérleteket végezve el a többi gázaknál, kimondhatjuk, hogy az áramlökések a használt egyszerű kapcsolások mellett *nem oszcilláló* áramgörbét mutatnak. A magasabbrendű spektrumok gerjesztését tehát nem lehet az áramlökés rezgési karakterére visszavezetni.

Hogy a rezgési karakter a spektrumok különböző gerjesztésénél nem játszhatik szerepet, az következik abból a tényből is, hogy az önindukció bekapcsolásakor a cső emissziója épen az ellenkező irányban (az alacsonyabb rendű spektrumok felé) tolódik el kis mértékben, megfelelőleg azoknak a kisebb nagyságrendű áramerősségeknek, melyek a csillapodási görbe kifutásában fellépnek. A kioltási szikraköz helyett egyszerű gömbszikraközt használva ez az eltolódás még jobban megfigyelhető volt, mivel a rezgőkör csillapítási tényezője kisebbedett.

Az itt tett megállapításokat kontrolláltuk a csöveknek csillapodás nélküli magas frekvenciájú áramokkal való gerjesztésével, mely kísérletek kizárólag negatív eredményekkel jártak: a pozitív oszlop emissziója *semmiféle* spektrális elváltozást nem mutatott az egyenárammal, vagy alacsony frekvenciájú váltakozó árammal való tápláláshoz képest.

b) *A kisülések időtartamának mérése.*

A hidrogén és nitrogén kisüléseket igen rövid időtartam jellemzi: a forgókorongnak csak a legnagyobb fordulatszámai mellett lehetséges a rés képét a lencse nagy kerületi sebessége által széjjelhúzni.

Példaképpen közlöm egy nitrogén-kisülés kísérleti adatait.

A használt kondenzátor kapacitása $\frac{1}{2}\mu k'$ volt, a cső hossza 3 m, átmérője 30 mm, a nyomás 0.5 mm Hg, a kapcsolat a séma szerint. Az *l* lencse középpontjának a korong forgási tengelyétől való távolsága 20 cm, a fordulatszám 2000 min⁻¹ volt. A rés képe a fotografikus lemezen rögzítve 1 mm szélességet mutatott. A kisülés időtartama ez adatokból

$$\tau = 2.5 \cdot 10^{-5} \text{ sec.}$$

Az időtartam nagyságrendje a gáznyomásnak $0.5\text{--}5$ mm Hg nyomástartományban való változtatásával nem változott, a kapacitás növelésével kissé nagyobbodott.

Hidrogénben a kisülések nagyságrendje hasonló volt, mint nitrogénben.

Mindkét gázra jellemző az áramlökések kezdetének és végének nagy meredeksége: a széjjelhúzott képek különösen a kisülés kezdetén élesen vannak határolva, az emisszió intenzitása az áramlökés alatt lassan, míg az áramlökés végén hirtelen csökken.

Más a helyzet az emissziót illetőleg a neon- és neon-higany-csőveknél. Ezeknél már a korong kisebb fordulatszámai mellett szemmel jól látható, hogy az áramlökések emissziójának csak a kezdete élesen határolt, míg a végén az emisszió intenzitása asszimptotikusan csökken. A neon-higany-csővekben szembe-tűnő az áramlökés széthúzott képének különböző színezése: a kép kezdetén egy sárga vonal látszik, utána egy asszimptotikusan csökkenő intenzitást mutató széles sáv. A sárgaszínű vonal túlnyomóan a neon spektrumát mutatja gyenge higany vonalakkal, míg a kék sávból a neon-vonalak teljesen hiányoznak és csak a higany vonalak vannak jelen. A kék sáv hossza időegységekben mérve 10^{-3} sec nagyságrendet mutat.

Részletesebben foglalkozva az itt leírt jelenséggel a következő eredményhez jutunk:

A fényemisszió széthúzott képe nem tükrözi hiven vissza a csőben uralkodó áramviszonyokat: az áramlökés időtartama kisebb, mint az emisszió időtartama. Sorbakapcsolva ugyanis a neon-, vagy a neon-higanycsővel egy hidrogéncsővet, *ugyanazok* az áramlökések a hidrogéncsőben élesen határolt rövid emissziót adnak, míg a neoncsővek emissziójának a képe elhúzott sáv. A neoncsővek képeinek kezdetén levő erős vonal összeesik a hidrogéncső vonalával, míg a széthúzott sáv a hidrogéncső emissziójához képest az időben késik.

A kísérletek tehát nyilván olyszerű utóvilágítási jelenségekhez vezettek, mint amilyeneket HAYNER¹ higanyív-nél, KENTY²

¹ L. J. HAYNER: Zeitschr. f. Phys. 35 365. 1926.

² C. KENTY: Phys. Rev. (2) 32. 624. 1928.

argonivnél, PENNING¹ és DRUYVESTYEN² a ritkított gázkisülések katódfényénél megfigyeltek és maradékionok fellépésével magyaráztak. Az itt észlelt utóvilágítás a *pozitív-oszlopban* lép fel.

De ez utóvilágítási jelenségen kívül maguk az áramlökések is hosszabb időtartamuak a neon-csővekben, mint a hidrogén- és nitrogén-csővekben. Következik ez abból, hogy míg hidrogén és nitrogén esetében az időtartam nem mutatott lényeges változást, ha az *a* kapcsolási sémáról *b* és *c*-re mentünk át, addig a neon-csővekben lényegesen csökkent. A kioltási szikraköz alkalmazásával elérhető volt, hogy a neoncsőveken átmenő áramlökések időtartama ugyanolyan nagyságrendűvé vált (10^{-5} sec), mint a hidrogén- és nitrogén-áramlökéseké. Egyidejűleg az utóvilágítás időtartamának nagyságrendje is egy 10-es hatvánnyal csökkent, megfelelően PENNING észleléseinek, melyek szerint az utóvilágítás erősségére nézve kedvező, ha a cső elektródjain a kisülés megszakítása után oly feszültség van, amely a cső minimális üzemfeszültsége közelébe esik. Az *a* kapcsolás esetén ez a követelmény ki van elégítve, *b* és *c* kapcsolásoknál nincs.

Összefoglalva az időtartam-vizsgálatok eredményeit: az időtartamok nagyságrendje a kísérleti feltételek szerint 10^{-4} — 10^{-5} sec.

A diszkontinuus kisülések időtartamát (kicsiny áramlökések) WÜRSCHMIDT³ és VALLE⁴ mérték. WÜRSCHMIDT a katódfény kiterjedésének megfigyelésével 10^{-5} sec. nagyságrendet talált, míg VALLE oszcillografikusan 10^{-3} sec. nagyságrendet. Az itt közölt mérések igen jó egyezést mutatnak WÜRSCHMIDT méréseivel, de nem engedik meg a két ellentmondó eredmény közötti döntést, mivel az itt vizsgált áramlökések intenzitása más nagyságrendben mozog.

A mérésekből következő időtartamértékekből kiszámíthatók

¹ F. M. PENNING : Phys. Zeitschr. 27. 187. 1926.

² M. J. DRUYVESTYEN . Zeitschrift f. Phys. 57. 292. 1929.

³ I. WÜRSCHMIDT : Ber. deutsch. Phys. Ges. 300. 1909.

⁴ G. VALLE : loc cit. 486. l.

az áramintenzitások egy lökés időtartamára vett időbeli középértékei, melyek a csövön keresztül mennek. Az időmérésnél a fentebb közölt példában ($\tau = 2 \cdot 5 \cdot 10^{-5}$ sec) az effektív áramerősség 10 Amp volt, a lökések száma 100 sec^{-1} , tehát a lökések alatti középáramerősség ily módon

$$i = 200 \text{ Amp.}$$

A maximális áramerősség ennél nagyobb.

A lökés alatti középáramerősség növekszik a kondenzátor kapacitásával. Egész nagy kondenzátoroknál, hol sec.-onként néhány lökés megy át a csövön, a hődrótos eszköz nem mutat állandó kitérést, miért is itt a középáramerősséget a kondenzátor töltésének ismerete által számíthatjuk ki, ismerve a cső gyulladási és kialvási feszültségét. Egy hidrogén kisülési csőnél ezen adatok megközelítő értékei voltak: $E_2 = 4500$ Volt, $E_0 = 2500$ Volt, $c = 8 \cdot 10^{-6}$ Farad, $\tau = 1 \cdot 10^{-5}$ sec., a középáramerősség

$$i = 1600 \text{ Amp.}$$

Az áramerősségnek eme meglepő nagy pillanatnyi értékei okozzák, hogy a kisülési cső a kontinuos (egyen- vagy tetszészerinti frekvenciájú váltakozóáramu) tápláláshoz képest lényegesen más viselkedést mutat. A kisülés legnagyobb részben egy dinamikus *útkarakterisztikán* megy végbe és éppen ez a körülmény az, mely az itteni vizsgálatokat a diszkontinuos kisülések szokásos eseteitől megkülönbözteti. A csövek ellenállása (definiálva

$$r = \frac{e}{i}$$

viszony által, hol e és i egy áramlökés alatti időbeli közepek) szokatlanul kicsiny értékeket mutat (a fenti példában ~ 2 Ohm.

c) Spektroszkópiai vizsgálatok.

A spektrumfelvételekhez használt áramlökések középáramerőssége 0.5 Amp.-tól 1600 Amp.-ig változott. Az áramerősség meghatározása esetenként történt, a spektrumok fotografikus fel-

vételére egy STEINHEIL-féle nagy üvegspektrográf és egy kvarc-spektrográf (mindkettő fényereje 1 : 10) szolgált. Az eredmények leírásánál megkülönböztetést kell tenni a gázkeverékekkel és az egyetlen gázzal töltött csövek között: a neon-higanycső pozitív oszlopa már aránylag elég kicsiny áramerősségű lökéseknel elváltozásokat mutat, míg a neon-, hidrogén-, nitrogén-csővek spektrális emissziójának megváltozása igen nagy áramerősségeknél következik be.

A higanygőz parciális nyomása a neon-higanycsőben a cső hőmérsékletének megfelelő telített gőznyomás. Tekintettel a kicsiny megterhelésre az itteni spektroszkópiai vizsgálatoknál a cső hőmérséklete nem különbözött lényegesen a szobahőmérséklettől. A vizsgálatok közben mindig tekintettel voltunk arra, hogy a cső effektív terhelése (50 Watt) tehát a cső hőmérséklete ugyanaz maradjon, függetlenül attól, hogy a csövet kontinuusan vagy áramlökésekkel tápláljuk.

A cső pozitív oszlopa kontinuus táplálás mellett *csupán* a higany ivspektrumát adja. Növelve az áramerősség pillanatnyi értékeit azáltal, hogy a csövet áramlökésekkel tápláljuk: a neon ivspektruma a pozitív oszlop emissziójában megjelenik s az áramlökések középintenzitásának növelésével egyre erősebb lesz. Egyidejűleg a higanyvonalak intenzitása gyengül s már oly áramlökéseknel, melyek középintenzitása az effektív áramerősség tizszerese, a neonspektrum túlnyomó. A két spektrum intenzitásainak viszonya annyiban függ az áramgörbe alakjától, amennyiben a nagyobb időtartammal bíró áramlökéseknek kifutásában fellépő kicsiny áramintenzitások a higanyspektrum gerjesztésére kedvezők. Legjobb az intenzitásviszony $\left(\frac{\text{neonspektrum}}{\text{higanyspektrum}} \right)$ azoknál a rövid lökéseknel, melyek a *b* és *c* kapcsolásoknál kioltási szikraköz alkalmazása mellett keletkeznek. (10. lap.)

A hidrogén-, nitrogén- és neonra vonatkozó vizsgálatok eredményeit vázlatosan az alábbi táblázatban adjuk:

	Kontinuus táplálás	Áramlökések	
	áramerősség 50–200 MA	Kapacitás $\frac{1}{2} \mu F$ áramerősség 50–200 A	Kapacitás $8 \mu F$ áramerősség > 1000 A
hidrogén	H_2 –spektrum, gyenge Balmer- spektrum, ultra- ibolya kontinuum.	gyenge H_2 –spektrum, erős Balmerspektr., gyenge ultraibolya kontinuum. H_2^+ –spektrum ¹	nagyon erős Bal- merspektrum, el- szélesedett vona- lakkal, gyenge H^+ –spek- trum. Kontinuum pirostól ibolyáig.
nitrogén	N_2 –spektrum, erős I. pozitív csoport- tal, N_2^+ –spektrum nyomokban.	N_2 –spektrum, erős II. pozitív cso- porttal, erős Ne_2^+ –spektr., N- és N^+ –spektr.	Csupán N- és N^+ – spektrum.
neon	Ne–spektrum.	Ne–spektrum, Ne^+ –spektrum nyomokban.	Ne–spektrum, erős Ne^+ – spektrum.

Amint e táblázatból látszik, a különböző megfigyelt spektrumok a mért áramerősségekkel funkcionális összefüggésbe hozhatók. Az egyes gázokra vonatkozó kísérletsorozatok nagyobb pontossággal engedik ezt a következtetést levonni: az áramerősségnek kicsiny lépcsőfokokban való növelését reprodukálható módon követik az egyes spektrumok közötti intenzitáseltolódások magasabb energiaértékek és ionizációfokok felé.

Az áramerősségnek e kísérleteknél történt változtatását parallel követi az áramerősség időszerinti differenciálhányadosának nagyobbodása. Közelfekvő tehát az ellenvetés, hogy a spektrális elváltozások a csőben az ily gyors időbeli változásoknál uralkodó nem normális elektromos viszonyokra (a térbeli töltések nem normális eloszlása, az elektromos térerősség nem normális értékei) vezethetők vissza. Az elektromos viszonyok e nem nor-

¹ Z. BAY u. W. STEINER: Zeitschr. f. Phys. Chem. B. 1. 239. 1928.

mális viselkedése jellemezhető a feszültség és áramerősség időszerinti differenciálhányadosaival, ennél fogva megvizsgálhatjuk a tett ellenvetés helyességét, miközben az áramerősséget állandónak tartva az áramgörbe alakját, időtartamát mesterségesen változtatjuk.

E vizsgálat kísérleti kivitele úgy történt, hogy két különböző kapacitású kondenzátor segítségével egymásután ugyanazt a középáramerősséget állítottuk elő úgy, hogy a nagyobbik kondenzátor kisülési körébe olyan (indukciómentes) ellenállást kapcsolunk be, amely által az áramlökés időtartama megnövekedett és középintenzitása a kisebb kondenzátor áramlökéseinek középintenzitására csökkent le. (Az időtartam növekedése már 10 Ohm ellenállás bekapcsolásakor igen jól ellenőrizhető volt, 250 Ohm bekapcsolásával a $8 \mu F$ kapacitású kondenzátor áramlökéseinek időtartama 10^{-2} sec.-ra növekedett.)

A hidrogéncsővel elvégzett kísérletek azt eredményezték, hogy a spektrális intenzitáseloszlás *semmi* változást nem mutat, miközben az intenzitás értékének állandósága mellett az áramlökések időtartamai egész 1:1000 arányban változtak.

Hasonló eredményt szolgáltattak a nitrogéncsővel végzett kísérletek.

Összefoglalva a spektroszkópiai vizsgálatok eredményeit: a kondenzált kisülések által gerjesztett különböző spektrumok intenzitásviszonyát *a gerjesztő áram intenzitása határozza meg.*

Az eredmények diszkussziója.

A következőkben nem lehet célunk a közölt kísérleti eredmények theoretikus tárgyalásának teljesen részletes kivitele, a jelenségek nagy száma és bonyolult részletkérdései miatt. E diszkusszió csupán általános szempontjait adja meg annak a teóriának, melynek segítségével — mint látni fogjuk — a talált spektrális elváltozások leírhatók.

Az áramintenzitásnak a spektrális intenzitáseloszlás kétféle módon függvénye:

1. A potenciálgadiens a pozitív oszlopban az áramintenzitás függvénye.

2. A különböző sugárzó korpuszkulumok relatív koncentrációja az áramintenzitás függvénye.

Alkalmazva 1. és 2.-t a 13. lapon leírt spektroszkópiai jelenségekre, a következő eredményekhez jutunk.

1. A potenciálgradiensnek kevésbé áttekinthető szerep jut, mivel a kis áramerősségeknél ismeretes potenciálviszonyokat kell nagy áramerősségekre extrapolálnunk.

A pozitív oszlopnak SCHOTTKY-féle¹ teóriája szerint a potenciálgradiens független az áramerősségtől. GÜNTHERSCHULZE² mérései a gradiensnek szabad úthosszra redukált értékeit illetőleg e teóriát több atomu gázokra nézve igazolják is; egyatomu gázoknál a szabad úthosszra vonatkoztatott gradiens az áramerősség növekedésével *csökken*. Nem vonatkoztatva a gradienst a szabad úthosszra, az az áramerősség növekedésével eleinte gyorsan, később lassan csökken.³

E mérések kevés kivétellel kicsiny áramerősségekre vonatkoznak s ha az extrapoláció nagy áramerősségekre bizonytalan is, mégsem adhat okot nagy tévedésekre; (GÜNTHERSCHULZE⁴ a higányív pozitív oszlopában méréseit egész 10 Amp.-ig kiterjeszti s a gradiens értékét nem találja eltérőnek).

A gradiensnek ily természetű változása tehát nem szolgálhat az itteni jelenségek magyarázatául.

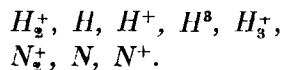
Felléphet a gradiensnek egy közvetett változása 2.-n keresztül: az ion- vagy atomkoncentráció változása a gradiens megváltozását hozhatja magával. E tény figyelembevétele már a diszkusszió második pontjához vezet bennünket.

2. Foglalkozzunk a különböző korpuzskulumok relatív koncentrációjának kérdésével.

Mint ilyenek számításba jöhetnek:

Neon esetében Ne^+ , Ne^{++} stb.

A vizsgált kétatomu gázoknál:



Ezeknek a koncentrációját a keletkezés és megsemmisülés konkurrenciája határozza meg.

¹ W. SCHOTTKY: Phys. Zeitschr. 25. 342. 635. 1924.

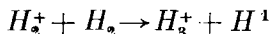
W. SCHOTTKY u. I. v. ISSENDORF: Zeitschr. f. Pys. 31. 163. 1925.

² A. GÜNTHERSCHULZE: Zeitschr. f. Pys. 41. 718. 1927., 42. 763. 1927.

³ R. SEELIGER u. G. MIERDEL: Selbständige Entladungen 494. l.

⁴ A. GÜNTHERSCHULZE: Zeitschr. f. Pys. 42. 763. 1927.

A keletkezési processzus lehet: elektronütközés, melynek gyakorisága az áramerősséggel arányos; mint keletkezési processzusok számbajönnek még elementáris reakciók, mint pl.



a H_3 és H keletkezésére nézve. De az ily processzusok gyakorisága nagy áramerősségek esetén az elektronütközések gyakoriságával szemben elhanyagolható.

Megsemmisítési processzus lehet ismét az elektronütközés, mely az éppen keletkezett közbenső terméket egy másik közbenső termékbe viszi át, ha az elektronsebesség erre elegendő, számbajönnek azonkívül itt is elementáris reakciók, mint pl. fenti reakció a H_2^+ megsemmisülésére nézve, ütközések a falon.

Fontos már most, hogy az áramerősség változtatásával az elektronütközések gyakorisága lineárisan változik, míg a többi, elemi reakciók sebességi konstánsai az áramerősségnek nem függvényei.

Ennélfogva a gázkiszüléseknél fellépő közbenső termékek relatív koncentrációját *nagy áramerősségek esetén az áramintenzitás határozza meg*. Minél nagyobb az áramerősség, annál magasabbrendű közbenső termékre tolódik el a koncentráció maximuma s így — megfelelőleg az itt végzett kísérleteknek — a spektrális intenzitáseloszlás maximuma.

Hogy a közbenső termékek koncentrációi nagy áramerősségű kiszülésnek a csövön való átmenésekor azokat a nagy értékeket elérhetik, melyek a 13. lapon közölt spektroszkópiai megfigyeléseket megmagyarázzák, plauzibilis. Hogy pl. a hidrogéncsőben a hidrogénatomkoncentráció (atom + atomion) közel 100% a legnagyobb áramerősségek esetén, az nagyon közelfekvő. Éppen úgy nem okoz nehézséget a nagy ionkoncentrációk feltételezése a neongázban, amit igen jól támogatnak LANGMUIR és MOTT-SMITH² vizsgálatai analogia által, kik egy kritikus áramerősségen felül kvarckapillárisban a higanygőznek közel teljes ionizációját érték el.

¹ H. KALLMANN u. M. BREDIG: Zeitschr. f. Phys. 34. 736. 1925.

K. E. DORSCH u. H. KALLMANN: Zeitschr. f. Phys. 44. 565. 1927.

² R. BÄR: Die Glimmentladung, GEIGER u. SCHEEL Handbuch XIV. 296. 1927.

Megjegyezzük még, hogy a közbenső termékek említett nagy koncentrációi az itt alkalmazott lökészerű áramgörbék esetén *momentán* koncentrációértékek. A stacionárius koncentráció kicsiny értékeket vesz fel, mint azt pl. hidrogénkisülések esete mutatja, hol a hidrogénatomok direkt mért középkoncentrációja 15% volt, miközben a lökészerű kisülések spektruma túlnyomóan a Balmer-spektrumból állott.

Foglalkoznunk kell még a neon-higany keverék esetével. Ennek kontinuus áramú fázisára (higany spektrum) kétféle magyarázat adható. Az egyik szerint (FRANCK¹) a neon-atomokon az elektronok rugalmas ütközéseket szenvednek s csupán a higanyatomok ionizációja következik be (10·2 volt), a másik szerint (FRERICHS²) a neon-atomokat az elektronütközések a metastabil 3P_2 , 3P_0 állapotokba (16·6, 18·5 volt) viszik át s a metastabil neon-atomok másodfajú ütközések révén gerjesztik és ionizálják a higanyatomokat. E kétféle felfogás között mai napig nincs döntés.

A gázkeveréknek áramlökésekkel szemben való viselkedése szinten nem dönt a két felfogás között, mivel FRANCK magyarázata szerint az elektronebesség növekedése 21·5 voltig, a Ne ionizációs feszültségéig (aminek felvételére ugyan nincs elegendő támaszpont) a neonspektrum gerjesztését megmagyarázhatja; viszont a metalstabil teória szerint az áramerősség növelésekor az elektronütközések gyakorisága megnagyobbodván, a metastabil Ne-atomokat egy a létrehozást még az élettartamon belül követő újabb elektronütközés gerjeszti, miáltal a neonspektrum emissziója lehetővé lesz.

*

Az Országos Magyar Ösztöndíjtanácsnak e helyen is hálás köszönetet mondok támogatásáért, mellyel számomra e vizsgálat elvégzését lehetővé tette.

Berlin, Egyetemi Fizikochemiai Intézet, 1930. május hó.

¹ I. FRANCK: Zeitschr. f. Phys. 1. 2. 1920.

² R. FRERICHS: Ann. d. Phys. 85. 362. 1928.

ÜBER STROMSTÖSSE HOHER INTENSITÄT IN VERDÜNNTEN GASEN.¹

von ZOLTÁN BAY.

In Wasserstoff, Stickstoff, Neon und Neon-Quecksilber Gemisch werden kurzdauernde Stromstöße mit hoher Maximalintensität erzeugt und die elektrischen und spektralen Eigenschaften der Entladung untersucht. Die Messung der Stossdauer erfolgte durch Abbildung der Lichtemission der Entladungsstöße mit beweglicher Optik, die Stromintensitäten wurden mit Hilfe der effektiven Stromstärke und Entladungsdauer berechnet. Die Anregung der Spektren verschiebt sich mit steigender Stromintensität nach höheren Energien und Ionisationsstufen, wobei sich die Intensitätsverteilung im Gesamtspektrum als nur von der Stromstärke abhängig zeigt. Es wird eine theoretische Deutung der erhaltenen spektralen Emission durch sehr hohe *Momentanwerte* des Dissoziations- bzw. Ionisationsgrades gegeben.

¹ Die ausführliche Arbeit erscheint demnächst in der Zeitschrift für Physik.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 2. Juni 1930.)

A KUTYA ORRABŐRÉNEK IDEGVÉGKÉSZÜLÉKEI.

3 tábla eredeti rajzzal.

ÁBRAHÁM AMBRUSTÓL.

Bevezetés.

Az állati szervezetet határoló és védő bőr, mely éppen külső fekvése miatt is ütközőpontja egyrészt a külvilágból eredő ingereknek, másrészt tükre az állat belsejében végbemenő folyamatoknak, a külső ingerek felfogására s a belső elváltozások jelzésére szolgáló idegvégződésekkal rendkívül bőven van ellátva. Ez különösen azokra a bőrterületekre vonatkozik, melyeken nem ülnek epidermoidális függelékek, vagy nincsenek váladékot termelő védőberendezések, mert ezek a helyek specifikus rendeltetésüknek megfelelő nyálka, fehérje, méreg, illatos (bűzös) váladék, pikkely, toll, szőr, szaru, köröm, karom, pata, agancs, tüllök, csülök képződményeikkel nem lehetnek belső diszharmóniák jelzői és külső ingerek felfogói, úgy hogy ennek megfelelően, erre szolgáló speciális idegberendezéseik sincsenek. Azonban a felsorolt védőszervek között is vannak olyanok — s nemcsak a méregmirigyeket és tapintó szőröket, hanem beidegzésüket tekintve az összes többi szőröket is ilyeneknek kell tartanunk — amelyek nem mechanikai védelem szolgálatában állnak, hanem ideghatás révén ezektől eltérően működnek olyan értelemben, hogy a termelt mérges anyagokat reflektóriusan bocsátják a harcba, vagy működésükkel az egész organizmus munkáját más irányba terelik. Azonban a felsorolt védőberendezésekkel bírókon kívül különösen a magasabbrendű állatok bőrén vannak olyan területek is, melyeken a védőfüggelékeket csak az epidermis szarurétege alkotja, vannak csupasz területek s ezek azok a helyek, melyek fő telepei azoknak a rendkívül bonyodalmas, lényegükben és specifikus

működésükben még ma is ismeretlen idegvégkészülékeknek, melyekhez a külérzések tudatos vagy reflexcsoportjai fűződnek.

Éppen ezért, attól kezdve, hogy az idegek vékony elágazásait követni s végződésüket gyanítani kezdték, a bűvároknak igen hosszú sora foglalkozott a bőr idegvégződéseinek tanulmányozásával. Mivel azonban technikai okokból és a fent vázolt védőalakulatok miatt is, a csupasz bőrterületek nagyobb sikerrel kecsegtettek, nem csodálkozhatunk azon, ha az ember bőrének különböző, különösen szőrmentes területei: ajak, talp stb. és a nemiszervek nyálkahártyája mellett az emlősök orrabőre is igen kedvelt kutatási területe volt a periferikus idegvégzések iránt érdeklődő bűvároknak. Sorban vizsgálták az ökör, ló, vakond, sündisznó, denevér, elefánt, juh, disznó és kutya orrabőrét s a legkülönbözőbb módszerekkel próbálták láthatóvá tenni azokat a rendkívül finom idegágacsákat és ezeknek végződéseit, melyek a bőrre ható ingerek felfogására valók. A sok érdemes bűvár közül, akik számos szép eredménnyel gazdagították az idevágó irodalmat, CYBULSKY (15), SZYMONOVICZ (30), MERKEL (25), MOJSISOVICS, TRETJAKOFF (32), (33), HUSS (18), BOTEZAT (8—13) KADANOFF (20—22) nevét kell megemlítenem, akik a különböző emlősök orrabőrének idegvégkészülékeit, különösen pedig az intrapitheliális idegvégzéseket tanulmányozták.

Vizsgálati anyag, módszerek.

Vizsgálataimat elsősorban fiatal kutyák orrabőrén végeztem, azonban nem zárkoztam el más összehasonlító anyag feldolgozásától sem. Így megvizsgáltam az újszülött elefánt ormánybőrét, azonkívül az ürge, macska, szarvasmarha-ébrény, tengerimalac és sündisznó orrabőrén is sikerült kimutatnom az idegvégkészülékeket, mégpedig úgy a csupasz, mint szőrrel fődött területeken. Az utóbbiak szempontjából a sinus-szőrök beidegződése tarthat még ma is nagyobb érdeklődésre számot. Ezek közül a macska bajuszszőreinek a beidegzése nyújtja a legpompásabb képeket idegkészítményeimen.

Vizsgálati módszerem az EHRlich-féle vitális methylenkék és BIELSCHOWSKY-féle ezüst impraegnatio, valamint ennek módo-

sításai és a SCHULTZE-féle nátronlúg-metódus. Ezek mindegyike egyformán kitűnő és kis gyakorlattal a legélesebb idegfestéseket lehet velük elérni. A methylenkéekkel való festést már más dolgozataimban volt alkalmam részletesen tárgyalni, itt csak azt kell megjegyezni, hogy emlősöknél meleg, lehetőleg híg festékekkel való injiciálás után az állat testhőfokára felmelegített tárgyüvegen való supravitalis festés ajánlható, melynek még thermostátban kell 5—10 percig folytatódnia, fedett igen kevés, nagyon híg methylenké-oldatot vagy csak fiziológiai konyhasóoldatot tartalmazó csészében. A festékoldatot BALBANOW (5) utasítása szerint készítem, a sok mindenféle festék közül pedig KRAUSE berlini professzor személyes ajánlatára a «Methylenblau crystallisatum chemisch rein» jelzésű szert használom, mely tapasztalatom szerint a gerincteleneknél ugyanúgy beválik, mint a hideg- és melegvérű gerinceseknél.

A BIELSCHOWSKY-féle eljárást némi változtatással eredeti formájában és ismeretes módosításaival követtem többnyire a legkielégítőbb eredménnyel. Az idegvizsgáló módszerek kapcsán meg kell még említenem az aranyozást, amelyet a RANVIER-féle utasítás szerint alsóbbrendű gerinceseken eredményesen alkalmaztam és a GOLGI-módszert, amely a «gyors» eljárással alkalmazva az alsóbbrendű gerinctelenek közül különösen a Trematodák és a rákok csoportjában ad teljesen kielégítő képet, azonban a gerincesek minden osztályában is teljes sikerrel használható. A két utolsó eljárásnak az a hátránya, hogy a legnagyobb elővigyázat mellett sem kerülhető el a csapadékképződés, ami sok félreismerésre és sokszor súlyos tévedésekre szolgáltatott már okot.

Idegvégkészülékek.

A kutya orraborében levő idegvégkészülékek egyik csoportja a hámban, másika pedig az irhában foglaltatik.

Intraepitheliális idegrostok.

Ezek a rostok az epidermis alatt levő fonadékból vagy a hámesapok alapján, vagy az irhaszemölcsökből lépnek be a hámba.

Minden magasabbrendű Metazoa hámjából ismeretesek, azonban lefutásukra és végződésükre nézve még ma is eltérők a vélemények. Ezt mi sem bizonyítja jobban, mint a kutya orrabőrének intraepitheliális beidegzése, melyről hol eredeti, hol pedig más emlősök hasonló képződményein végzett vizsgálatok alapján már sok szó esett az irodalomban.

BOTEZAT (11) volt az első, aki a kutya orrabőrének intraepitheliális idegeivel foglalkozott s aki nevét sok szép vizsgálat kapcsán írta be a peripherikus receptorkutatás történetébe. BOTEZAT nagyon buzgó kutató, aki a híres szentpéteryári DOGIEL mellett az EHRlich-féle vitalis metylénkék-festéssel az emlősök és madarak, mondhatni összes felületes fekvésű idegvégkészülkeiket átkutatta. Nagy érdeme, hogy a szövettani leírásokon kívül a peripherikus idegvégzések körébe vágó problémákat is felvetett, melyek eleinte heves ellenzésre találtak, de végül fontos tudományos igazságok megoldására vezettek. Így «Die Nerven der Epidermis» című dolgozatának bevezető soraiban azt írja, hogy sikerült neki különböző emlősöknek, de különösen a kutya csupasz orrabőrének a hámjában számos különböző típusú idegrostot előtűntetni. «melyek a bőrérzet különbözőféleségeinek anatómiai alapjául fognak beválni».

Az intraepitheliális idegek lefutásában elágazás és végződés módjában olyan nagy különbségeket vélt találni, hogy ezek alapján hét különböző idegrost-típust írt le. Ezek a következők:

1. Középvastagságú intracellularis végfejecskékben végződő dendritek. Ezek a hám alsó rétegeiben vékonyak, fölfelé vastagodnak s a stratum granulosumban zezzugosan futnak és ugyanitt intracellularisan végződnek.

2. Vékony intracellularis végfejecskékben végződő dendritek. Ezek a rostok a magasabb hámrétegekben hurkokat formálnak. BOTEZAT (9) véleménye a hurkok valóságának a megítélésében ingadozó.

3. Széles intercellularis dendritek. A rostok aránylag vastagok, végük intercellularisan fekszik.

4. Intercellularis pamatdendrites (Büscheldendrit) horizontális rostok.

5. Pericellularis fibrillahálózatok. Vékony felszálló rostok,

melyek néhol osztódnak és varicosus hurkok alakjában körül-fonnak egy-egy epidermissejtet. A hurkokból azután egyes rostok továbbfutnak a hámban.

6. Hurokelágazások.

7. Vastagtengelyfonalak, melyekből lateralisán haladó fibrillahálózatok indulnak ki.

Az itt felsorolt intraepitheliális rosttípusokat BOTEZAT a legkülönbözőbb emlősöknél próbálta megkeresni, de nem tudta megtalálni, annyira, hogy egyik későbbi dolgozatában «die Apparate des Gefühlsinnes der nackten und behaarten Säugetierhaut, mit Berücksichtigung des Menschen» a fenti hét típust kénytelen volt négyre redukálni, de előbbi felfogását, hogy «az eddig szabad vagy egyszerű intraepitheliális idegvégződésnek neve alatt összefoglalt idegvégkészülékek számos típusra oldódnak fel», továbbra is fenntartotta.

TRETJAKOFF (32) az ökör csupasz orrbőrén végzett vizsgálatai alapján kritika tárgyává teszi a BOTEZAT-féle hét típust s a saját vizsgálatain kívül DOGIEL és RUFFINI tapasztalataira támaszkodva támadja BOTEZAT megállapításait s azt mondja, hogyha az intracellularis végződést a sutba dobjuk, akkor a rostokon a «vékony» és «vastag» jellegen kívül semmi sem marad, ami arra jogositana bennünket, hogy a BOTEZAT-féle idegekben szerkezetileg és topográfiailag egymástól megkülönböztethető idegeket lássunk. Azonban a hetedik típusra, melyet BOTEZAT TRETJAKOFFtól a disznó ormányában leírt, második fajtájú idegrosttal homologizál, azt állítja, hogy «a rendestől valóban világosan megkülönböztethető».

A BOTEZAT-féle típusokhoz legújabbán KADANOFF (21) szólt hozzá, aki az ökör orrabőrén végzett vizsgálatai alapján arra az eredményre jutott, hogy a hámba futó idegrostok két típusra vezethetők vissza.

Az első csoportba tartozók vastagok s alsó részükön kis csomócskákkal (varixokkal) vannak ellátva. A stratum germinativum felsőbb rétegeiben valamivel megvastagodnak és számos, egészen rövid oldalág van rajtuk. Az oldalágak kicsiny fejecskékben a hámsejteken végződnek. A rostok végei kis duzzanatok alakjában a stratum germinativum legfelső sejtrétegein fekszenek. Úgyancsak ebbe a csoportba tartoznak azok a rostok is,

melyek alul is vastagok, felül azonban teljesen úgy viselkednek, mint az előbbiek.

A második fajtába sorolt rostok vékony, csak erős nagytással látható rendkívül finom és kevés neurofibrillát tartalmazó tengelyfonalak. Sok apró varix van rajtuk, melyek éppúgy, mint maguk a rostok is, szorosan záródnak a sejtekhez. Oldalágaik nincsenek. Felfelé fokozatosan vékonyodnak, úgy hogy egyetlen neurofibrillának látszanak s azután eltűnnek. BOTEZAT kifejezésével élve ezeket a rostokat KADANOFF is pericellularis rostoknak nevezi.

Mint különös és jellegzetes idegalakulatot írja le KADANOFF a vékony rostoknak egyes hámcsapok környékén lévő, néha nem kevesebb, mint 20, sőt még több rostból álló csoportjait. Mindezek a rostok pericellularis fekvésűek és finom, a hámsejtekre fekvő csomócskák miatt is szoros összefüggésben vannak a környező hámsejtekkel. KADANOFF ezeket az alakulatokat egy összefüggő specifikus idegvégkészüléknek tartja, mely a vakond EIMER-féle szervéhez hasonló.

A fenti irodalmi adatok előrebocsátása után saját vizsgálati eredményeim leírására térve hangsúlyoznom kell azt az idegrostokban való rendkívüli gazdagságot, mely a kutya csupaszi orrabőrét kitünteti. Egy jól sikerült készítmény az irhát és a hámot átjáró idegrostoknak rendkívül nagy számát tárja elénk.

Az intraepitheliális idegek az irha velőhüvelyes idegtörzseiből erednek. Ezeknek a törzseknek egyes rostjai egyenesen a hámcsapoknak tartanak s miután velőhüvelyüket elvesztették, belépnek a hámba. Ebben bizonyos magasságig nyomulnak fel s azután vagy visszafordulnak s eltűnnek a hámban, vagy egészen a *stratum lucidum*-ig futnak. (1. és 3. rajz.)

A hámidégek másik csoportja a hámcsap tövében levő rendkívül sűrű coriális ideggomolyból indul ki, középvastagságú velőtlen rost alakjában halad a hámréteg közepéig, itt számos ágra esik szét, melyeknek egy része a *stratum spinosum*-ban végződik a végfejecskék alakjában, a másik része azonban fölfelé halad s a *stratum granulosum* utolsó sorának a sejtjeinél végződik, ugyancsak végfejecskékben. (5. rajz.)

Vannak olyan intraepitheliális idegek, melyek aránylag vas-

tagok, a hámnak csak az alsó részében találhatók, egymásután többször elágaznak s az ágakból egészen rövid horizontális ágacskák erednek, amelyek aránylag nagy végfejecskékben végződnek. (4. rajz.)

Akadnak olyan intraepitheliális rostok, amelyek coriális gomolyból lépnek ki, de egyesével. Ez az egy aránylag vastag rost tekintélyes magasságra fut, egészen a *stratum spinosum* közepéig, itt egyszerre lófarokszerűleg igen sok rostra esik szét, amelyeknek legnagyobb része egymással párhuzamosan még jó messzire halad a *stratum spinosum*-ban s itt aztán feltűnően nagy végfejecskékben végződik. A másik részük visszatérve majdnem a hám alsó határáig halad s itt ugyancsak végfejecskékben végződik. (7. rajz.) Ez a végződési forma egészen szokatlan s tudomásom szerint az irodalomban teljesen ismeretlen is. Ha az intraepitheliális idegrostok között anatómiai típusokat keresünk, ez annyira specifikus alakú, hogy csakugyan típusnak lehetne tekinteni. De ha ezt tesszük, akkor azt hiszem, hogy a kutya orrabőre specifikus végződésének is kell mondanunk, mert ehhez még hasonlót sem láttam egyetlen más emlősállat orrabőrének a hámjában. Ha ez anatómiai típus volna, akkor rendkívül dús voltát és különös alakját tekintve specifikus érzékszervnek is tarthatnók. A kérdés eldöntése csak kísérleti alapon volna lehetséges.

Az eddig felsorolt intraepitheliális idegek mind a hámcsapok alapján keresztül kerülnek az epidermisbe s ebben továbbhaladnak a nélkül, hogy a legalsóbb rétegekben elágaznának. Vannak azonban olyan idegrostok is, amelyek a hámcsap alsó rétegeiben elágaznak s a hámnak bazális sejtrétegeit fonják körül egészen sűrű hálózattal. (9. rajz.)

A felsorolt idegrostokon kívül nagyszámmal találhatók olyanok is, amelyek az előbbiekkal szemben a coriális szemölcsökből lépnek a hámba. Ezek eredhetnek a szemölcsnek úgy az oldalfalából, mint a csúcsából. Azok a rostok, amelyek az oldalfalból erednek, igen rövid lefutásúak, MERKEL-féle rostok módjára veszik körül a hámsejteket, ellenben azok, amelyek a papilla csúcsán hagyják el a kötőszövetet, egészen a *stratum germinativum* tetejéig haladnak. (2. és 5. rajz.)

Az intraepitheliális rostok leírása után felmerül az a kérdés, hogy van-e morfológiai anatómiai különbség a kutya orrabőrének intraepitheliális rostja között. A leggondosabb vizsgálat arról győzött meg, hogy nincs. Az összes intraepitheliális rostok egyformák. Nem találtam meg a BOTEZAT-féle hét típust, de azt a két rostfajtát sem, amelyet KADANOFF az ökör, juh, disznó, sündisznó orrabőréről leírt. A rostok vagy egyenesen futnak vagy hurkokat alkotnak, alacsonyán vagy magasan elágaznak s az ágak különösen a felső rétegekben néha anastomizálni látszanak. (6. rajz.) Vékonyabb és vastagabb rostokat s az utóbbiakon az alsóbb rétegben néha vízszintes ágakat lehet megfigyelni, azonban véleményem szerint ezek sem tarthatók típusoknak. A vakondok EIMER szervéhez hasonló rostosoportok, amelyeket KADANOFF az ökör orrabőrének a hámjáról leírt, itt is megtalálhatók. (8. rajz.)

Ha az intraepitheliális rostok között mindenképpen különbségeket akarunk keresni, az nem vonatkozhatik másra, mint arra, hogy vannak vékonyabb és vastagabb rostok. Tapasztalatom szerint a vastagabb rostok a hám alsóbb rétegeiben találhatóak, itt elágaznak s ágaik feltűnően nagy végfejecskékben végződnek s vannak vékony rostok, melyek a *stratum granulosum* legfelső sejsoráig futnak s ott számos hurkot alkotva BOTEZAT és KADANOFF szerint méltán nevezhetők pericelluláris rostoknak.

Ezeknél alaposabbnak és fiziológiai szempontból is mérlegelhetőbbnek tartanám azt a különbséget, amely a rostoknak a hámba való belépésénél észlelhető. Ezen az alapon meg lehetne különböztetni olyan rostokat, amelyek egyenesen futnak a hámba (1., 2., 3., 4. rajz) és olyanokat, amelyek subepitheliális gomolyból erednek. (5., 7. rajz.) Ezt a különbséget részemről annál is inkább hangsúlyoznám, mert ilyen nagy subepitheliális gomolyok csak az orr bőrében és a szájüreget környező nyálkahártyában fordulnak elő.

Intraepitheliális idegvégződések.

A hám idegrostjainak a leírása után a peripherikus idegvégzések tanának még egy rendkívül kényes, mert nehezen megközelíthető s éppen ezért még ma sem tisztázott kérdésével

kell foglalkoznom s ez az intraepitheliális idegrostoknak a végződése. Ez a kérdés már régóta foglalkoztatja a peripherikus idegvégelágazásokkal foglalkozó bűvárokat. Közülök sokan a sejtközötti, sokan pedig a sejtbeni végződés mellett foglaltak állást, de akadtak olyanok is, kik életükben majd az egyik, majd a másik felfogás felé hajlottak s állásfoglalásukat többször is megváltoztatták.

BOTEZAT írja «Die Nerven der Epidermis» című munkájában, hogy ebben a kérdésben igen nehezen megoldható problémát lát s ebben neki tökéletesen igaza van. A régi bűvárok közül DOGIEL van GEHUCHTEN, MICHAÏLOW, MOJSISOVICS, REIZIUS (28), TIMOFEEV (31) az intercellularis, HENSEN, HUSS, LIPMANN, WALDEYER és BOTEZAT az intracellularis végződés mellett foglalnak állást, de vannak olyanok is, mint pl. RANVIER, aki ebben a tekintben nem képvisel határozott álláspontot.

BOTEZAT először intracellularis, azután ismét intercellularis, majd újra az intracellularis végződés mellett foglalt állást, mert Winkel Apochrom. homog. immers. 2 mm és 12, 18, compensációs okulárokkal, nemkülönben Zeiss apochrom, homog. 2 mm immersióval és 6, 8, 12, 18-as okulárokkal alkalmas napfényvel vizsgálta methylenkéekkel festett preparátumait s mindig az volt a benyomása, hogy az illető idegrostoknak a végfejecskéi intracellularisan fekszenek. Abból a tényből, hogy ugyanazon beállításnál a sejtmag, sejthár és az idegfejecske jól látható, arra következtet, hogy a fejecskének a sejt protoplasmájában kell feküdnie.

Ebbeli állítását azonban gyorsan feladta, mikor DOGIEL és TRETJAKOFF idevágó kritikája megjelent. «Bizonyára könnyebb egy jó laboratóriumban megszerezni a szükséges optikai eszközöket, mint methylenkéekkel festett anyagból finom metszeteket készíteni», írja TRETJAKOFF az ökör sinus szőréinek a beidegzését tárgyaló dolgozatában s éppen ezért a BOTEZAT-féle vastag metszetekről levont következtetéseket ebben a kérdésben nem tartja döntőnek. BOTEZAT a kritikára intracellularis álláspontját feladva visszatért az előbbihez mondván, hogy «az intraepitheliális idegek végfejecskéi mindig intercellularis fekvésűek» s azt gondolja, hogy ezzel az állításával a hosszasan tartó vitát véglegesen lezárta.

BOTEZATnak ebbeli állítását erősíti meg KADANOFF, mikor az ökör orrabőrének epidermisében futó idegrostoknak a végződésére vonatkozólag a következőket írja: «Merőleges és párhuzamos metszeteken végzett vizsgálataim alapján teljes biztossággal kell tagadnom a végfejecskék intracellularis végződését. Egyetlenegy esetben sem sikerült észrevennem azt, hogy a végfejecske a mag és sejthatár éles beállításánál elötünne.»

KADANOFFnak BOEKE (7) válaszol egy a «Zeitschrift für mikroskopisch anatomische Forschungen» című folyóiratban megjelent dolgozatában. BOEKE, aki már előbbi munkáiban is leszögezte intracellularis állásfogalását, a béka cornea hámján, a madarak szaruhártyáján, a sündisznó nyelvhámján, a vakond EIMER-féle szervén végzett vizsgálati anyagon mindenütt kimutatja a végfejecskék intracellularis fekvését. Technikája oly tökéletes, hogy vele nemcsak az idegelemeket tudta tökéletesen elötüntetni, hanem még a sejt alkotórészeit is, mert anyagát három mikronos metszetre tudta széttagolni. Ilyenformán «BOEKEnek e fajta eredményei képesek voltak a hámidegek közvetlen végződését illető, már elintézettnek vélt vitát újból felébreszteni» — írja JABUREK (19) «Über die Nervenendigungen in der Epidermis der Reptilien» című 1927-ben megjelent összefoglaló dolgozatában. BOEKE három mikronos metszeten a legvilágosabban mutatta ki, hogy az idegrostok és végfejecskék a hámsejtekben fekszenek, sőt azt is, hogy a végfejecske a magnak egyik öblébe nyúlik bele.

JABUREK a Reptiliák epidermisének a beidegzését vizsgálta s az EHRLICH-féle metylénkével festett, de a BIELSCHOWSKY metódus szerint kezelt «metszeten sikerült megállapítania az idegfejecskék intracellularis fekvését». Ebbeli megállapításának bizonyítására felhossa azt, amire annak idején BOTEZAT is hivatkozott, hogy t. i. bizonyos beállításnál a sejtmag végfejecske és sejthatár egy síkba esnek s a legélesebben láthatók, amiből a planimetria legegyszerűbb törvénye szerint az következik, hogy a végfejecskéknek a sejtben kell feküdniök.

Állítását bizonyítja továbbá azzal, hogy a krokodil bőrének fixált és festett metszetein a végfejecskék negatív képét hosszúkás, hossz tengelyükkel a felülettel párhuzamosan fekvő vacuolák alakjában sikerült megtalálnia.

Harmadik bizonyítékként azt hozza fel, hogy sohasem látott olyan esetet — KADANOFFal egyenesen ellentétben — mikor a végfejecske két sejthatár között feküdt volna.

JABUREKnek fenti fejtegetései sem sokáig maradtak válasz nélkül, mert rá egy évre jelent meg KADANOFFnak (21) «Über die intraepithelien Nerven und ihre Endigungen beim Menschen und bei den Säugetieren» című értekezése, amelyben újra hozzászól az intraepitheliális idegrostok végződéséhez s rendkívül gazdag különböző ezüstözési módszerek szerint kezelt 3—5 mikronos metszetekre feldolgozott anyagon végzett vizsgálatai eredményeként odanyilatkozik: «hogy az intraepitheliális idegrostok és végződéseik úgy a sejtekben, mint a sejtek között fekszenek».

A KADANOFF cikkével egyidőben jelent meg SASYBINNEK (29) egy orosznyelvű értekezése, melyben az orr, nyelöcső, szájpadlás, nyelv- és szaruhártya hámjain végzett vizsgálatai alapján BOEKEVEL szemben azt állítja, hogy «az idegek nem a hámsejtekben, hanem a sejtek között futnak».

Ezek szerint az eddigi irodalmi adatokból az világlik ki, hogy az intraepitheliális idegrostok fekvése és végződésére vonatkozó adatok nagyon rövid életűek szoktak lenni, a kérdés eddig mindössze csak egy-két évre volt lezárható, hogy aztán újra kezdődjek a vita.

Hogy ehhez a kérdéshez hozzászólhassak, lehetőség szerint finom 8—10 mikronos kereszt- és tangenciális fagyasztott metszeteket készítettem s ezeket részben a BIELSCHOWSKY, részben pedig a SCHULTZE nátronlúg módszerét szerint impraegnáltam. Az így kezelt preparátumokon a lehető legelősebben tűntek elő úgy az intraepitheliális idegrostok, mint ezek végződése. Azonban arra felelni, hogy a rostok végződése intracelluláris vagy intercelluláris fekvésű-e, még így is roppant nehéz feladatnak bizonyult, sok minden más okon kívül azért is, mert a végződésformák is különbözők.

Ezek tapasztalatom szerint négy csoportra oszthatók: Vannak aránylag nagy végfejecskék, melyek azonban legtöbbször csak a *stratum spinosum*-ban fordulnak elő. Ezek preparátumaimon feketére impraegnált golyók, melyekben a neurofibrilláris gomoly és perifibrilláris állomány nem különül el egymástól. Ezeknek

a tangentiális metszete alkalmas lehetne a kérdés eldöntésére, azonban ritka voltak miatt nem könnyű rájuk akadni.

A végzódések további három formájával a *stratum germinativum* legfelső rétegeiben találkozunk. Ezek nagy véggomolyok, kisebb tömör végfejecskék és végül erősen varicosus, fejnélküli és sima, fejnélküli végzódések. Ha meggondoljuk azt, hogy az intraepitheliális idegek végdarabjai a hámmal együtt élnek és halnak s azt, hogy a hám felső rétegei az állandó megszarusodási folyamat következtében mechanikai ingerektől függetlenül is állandóan leválóban vannak, nem lepődhetünk meg a különböző végzódésformák sokféleségén. A 10., 15. és 16. rajzok világosan igazolják, hogy a végzódések különbözők, de meggyőzőnek arról is, hogy a 10. és 16. rajzon feltüntetett négy idegvégzódésforma nem lehet más, mint involutiós alakja azoknak a mélyebben fekvő véggomolyoknak, melyeknek egyikét a 2. és 15. rajz tünteti fel.

Kérdés most már ezek után, hogy hol fekszenek ezek a végzódések. Első megtekintésre már csak nevelődésünk miatt is azt válaszolhatjuk, hogy intercellularisan s e mellett bizonyít látszólag a 10. rajzon feltüntetett végfejecske, nemkülönben a 16. rajzon látható fejetlen sima végzódés. Azonban éppen az ellenkezőjét bizonyítja a 16. rajzon lévő végfejes végzódés. Ezek közül különösen a 15. rajzon látható véggomoly az, amely egyedül alkalmas és elégséges is a kérdés végleges eldöntésére. Ez a gomoly a többihez mérten igen nagy emberi mikrocyta nagyságú s a mikroskopos vizsgálat azt bizonyítja, hogy a hámsejt plasmájában fekszik. Hogy ez így van, feltétlenül bizonyítja az a körülmény, hogy a véggomoly átmérője sokszorosán felülmúlja az intracellularis járat átmérőjét. Ennek logikus következménye, hogy a végtestnek a sejtben kell feküdnie.

Bebizonyított igazság az, hogy a hámidegek végfejecskéi gömb- vagy tojásalakú testek, amelyek neurofibrilláris véggomolyból s az ezt körülvevő perifibrilláris állományból állanak. Ha ezek a végtestek kicsinyek, mint amilyenek a 10. és 16. rajzon láthatók, egész könnyen lehetnének intercellularis fekvésűek. Azonban, ha a végfejecske olyan nagy, mint a 15. rajzon látható, akkor semmi kétségünk nem lehet aziránt, hogy ez nem a sejt-

közötti járatban fekszik, mert átmérője sokszorososan felülmúlja a sejtközötti járat átmérőjét, minek következtében másra, mint intracellularis végződésre gondolnunk nem szabad. Mivel az összes többi végzódések, melyek a rajzokon fel vannak tüntetve, csak involutiós formák, amelyek a sejt megszarusodásával kapcsolatban sejtközötti fekvést látszanak feltüntetni; végmegállapításom az, hogy a kutya orrabőrének intraepitheliális idegrostjainak a végfejecskéi a hámsejtek protoplasmájában fekszenek.

Coriális idegvégkészületek.

Mivel a mai fiziológiai felfogás szerint az intraepitheliális idegrostok csak fájdalomérzők, az összes többi érzetek ingerfelfogó végzódéseit a bőrnek kötőszöveti végzódéseiben kell keresnünk. Ezek közül először a MERKEL-féle sejteket említem meg, amelyek egyesével is és csoportosan is tömegesen találhatók a coriális szemölcsökben. Egy ilyen típusos MERKEL-féle sejt van feltüntetve a 2. és 13. rajzon. A rajz semmi magyarázatra nem szorul, annyira világosan látszik rajta a nagy elliptikus magvú tapintósejt s az ezt kehelyszerűleg körülvevő idegrost.

Ugyancsak tapintó-sejtcsoportnak tartom a 14. rajzon feltüntetett sejteket, melyeket egy rendkívül finom idegvéggomoly zár magában.

A tapintó testeken kívül igen nagy számban találhatók a szemölcsökben a KRAUSE-féle végbunkók, amelyek szerkezetileg a típusos testek közé tartoznak. Tömör kötőszöveti tokba vannak zárva. A belső bunkó feltűnően vastag, velőhüvely nélküli idegrost, amely a végén erősen kiszélesedik. A rostban nagyon élesen látszanak a párhuzamosan haladó, a bunkó végén zárt gomolyt alkotó neurofibrillák. (11. rajz.) A test alsó részén egy vékonyabb, szintén velőhüvelyes idegrost hálózza körül a főrostot. Ez a végtest mellékrostja miatt jellegzetes formája mellett is pontosan megegyezik azokkal a KRAUSE-féle testekkel, amelyeket TRETJAKOFF a disznó ormányának kötőszövetéről irt le.

A coriális idegvégkészületek közül meg kell említenem azokat a véggomolyokat, melyeknek kilépő vastag rostjai KRAUSE-féle bunkóban végződnek. (12. rajz.) Ugyancsak KRAUSE-féle vég-

bunkók azok is, melyek a 3. rajz hámcsapjában látszanak, amelyek azonban csak látszat szerint vannak a hámban, valószínűleg a csap alatti kötőszövetben fekszenek.

Ezeket a coriális idegvégződéseken kívül nagy tok nélküli gomolyok, nagy faalakú elágazások fordulnak elő rendkívül nagy számban, amelyeket már mások több helyről leírtak az emlősök orrabőrének coriális rétegéből, csak mint különlegességet kell megemlítenem azokat a pipa-alakú neurofibrilla hálózatokat, amelyeket a 3. rajz tüntet fel s amelyhez hasonló receptorok az ember ajkából vannak leírva.

Összefoglalás.

A kutya orrabőrének beidegzésére vonatkozó vizsgálati eredményeimet a következőkben foglalhatom össze:

1. A hámban futó idegrostok morfológiailag egyformák. Anatómiailag különböző típusokat, amelyeket BOTEZAT itt, KADANOFF pedig más emlősöknél felállított, rajta megkülönböztetni nem lehet.

2. Az intraepitheliális rostok zárt fibrillaris véggomolyban intracellularisan végződnek.

3. A kutya orrabőrének a hámjában ezideig le nem írt lófarokformájú idegvégkészülékek vannak.

4. Az irhában betokozatlan véggomolyok, MERKEL-féle tapintósejtek és mellékrosttal ellátott KRAUSE-féle végbunkók szolgálnak az inger felfogására.

5. A kutya orrabőrének az irha szemőleseiben olyan típusú érző idegvégkészülékek vannak, amelyek eddig csak az ember ajkából voltak leírva.

6. Az EIMER-féle testhez hasonló idegvégkészülékek a kutya orrában is megtalálhatók.

*

Dolgozatom végeztével kedves kötelességet teljesítek, amikor mesteremnek, dr. MÉHELY Lajos egyetemi tanár úrnak, aki kutatásaimban állandóan támogatott, ezennel hálás köszönetet mondok.



Irodalom.

1. ÁBRAHÁM AMBRUS: A gyíkok bőrének idegvégződései: Matematikai és Természettudományi Értesítő. XLIII. kötet. 1926. p. 436.
2. ÁBRAHÁM AMBRUS: A gyíktüdő idegvégződései. Matematikai és Természettudományi Értesítő. XLIV. kötet. 1927. p. 614.
3. ÁBRAHÁM AMBRUS: Az *Opisthodiscus diplodiscoides nigrivasis* MÉHELY idegrendszere. *Studia Zoologica Regiae Scientiarum Universitatis Hungaricae Budapestinensis Fundatae a Petro Pázmány*. Vol. I. Fasc. 2., 1929. p. 136.
4. ÁBRAHÁM—WOLSKY: Über die Nerven und Nervenendigungen der Antennen einiger Landisopoden. *Zool. Anz.* 1929. Bd. 84. p. 136.
5. BALBANOW LEO: Über die Untersuchung der Nervenfasern und Zellen mittels Färbung derselben mit Methylenblau. *Zeitschrift für Zellforschung u. mikr. Anat.* Bd. 3. 1925. p. 56.
6. BIELSCHOWSKY MAX: Über die sensiblen Nervenendigungen in der Haut zweier Insectivoren. (*Talpa europaea* und *Centetes ecaudatus*) *Anat. Anz.* 31. 1907. p. 187.
7. BOEKE J.: Die intracelluläre Lage der Nervenendigungen im Epithelgewebe und ihre Beziehungen zum Zellkern. *Zeitschrift für mikroskopisch anat. Forsch.* 2. 1925.
8. BOTEZAT E.: Beiträge zur Kenntnis der Nervenenden in der Mundschleimhaut. *Anat. Anz.* 31. 1907. p. 621.
9. BOTEZAT E.: Die Apparate des Gefühlsinnes der nackten und behaarten Säugetierhaut, mit Berücksichtigung des Menschen. *Anat. Anz.* 42. 1912. p. 193. 273.
10. BOTEZAT E.: Die Innervation des harten Gaumens der Säugetiere. *Zeitschrift für wiss. Zool.* Bd. 69. 1901.
11. BOTEZAT E.: Die Nervenendigungen in der Schnauze des Hundes. *Morphologisches Jahrbuch. Eine Zeitschrift für Anatomie und Entwicklungsgeschichte.* Bd. 27. 1902.
12. BOTEZAT E.: Über das Verhalten der Nerven im Epithel der Säugetierzunge. *Zeitschrift für wiss. Zool.* Bd. 71. p. 102. 211.
13. BOTEZAT E.: Über die epidermoidalen Tastapparate in dem Schnauze des Maulwurfs und anderer Säugetiere mit besonderer Berücksichtigung derselben. *Arch. f. Mikr. Anat.* Bd. 61. 1903.
14. CECERELLI G.: Contributo alla conoscenza delle espansioni nervose de senso nella mucosa del cavo orale e della lingua dell'uomo. *Internat. Monatschrift für Anat. u. Physiol.* Bd. 25. 1904. p. 56.
15. CYBULSKY I.: Das Nervensystem der Schnauze und Oberlippe vom Ochsen. *Zeitschrift für wiss. Zool.* Bd. 39. 1883. p. 653.
16. DOGIEL: Über die Nervenendapparate in der Haut des Menschen. *Zeitschrift für wiss. Zool.* 75. 1903. p. 46.

17. ELIN : Zur Kenntnis der feineren Nerven der Mundhöhlenschleimhaut. Arch. f. mikr. Anat. 7. 1871.
18. HUSS G. : Beiträge zur Kenntnis der Eimer'schen Organe in der Schauze von Säugern. Zeitschrift für wiss. Zool. 63.
19. JABUREK L. : Über Nervenendigungen in der Epidermis der Reptilien. Zeitschrift für mikr. anatom. Forschung 10. 1927. p. 1—49.
20. KADANOFF DMITRI : Beiträge zur Kenntniss der Nervenendigungen im Epithel der Säugetiere. Nervenendigungen in der Epidermis der Schnauze. Zeitschrift für d. ges. Anatomie Abt. Zeitschrift für Anat. und Entwicklungsgeschichte. 73. 1924. p. 431.
21. KADANOFF D. : Über die intraepithelialen Nerven und ihre Endigungen beim Menschen und bei den Säugetieren. Zeitschrift für Zellforschung und mikr. Anatomie. 7. Bd. p. 553—576. 1928.
22. KADANOFF D. : Eine besondere Nervenendigung in der Haut des Menschen. Zeitschrift für Anat. u. Entwicklungsgeschichte. 72. 1924. p. 542.
23. KOLMER W. : Über die Tastorgane von *Elephas indicus*. Anat. Anz. Bd. 54. p. 73. 77. 1921.
24. LANDOIS—ROSEMANN : Lehrbuch der Physiologie des Menschen 10. Auflage Berlin—Wien. 1929.
25. MERKEL : Über die Endigungen des sensiblen Nerven in der Haut der Wirbeltiere. Rostock. 1880.
26. MÜLLENDORF W. : Handb. d. mikrosk. Anat. d. Menschen Bd. IV. Nervensystem 1928.
27. PLATE L. : Allgemeine Zoologie und Abstammungslehre. II. Teil. Die Sinnesorgane der Tiere. Jena 1924.
28. RETZIUS : Über sensiblen Nervenendigungen in den männlichen Geschlechtsorganen bei Säugetieren. Anat. Anz. 11. 1895. p. 44.
29. SASYBIN N. : Über die Nervenfasern in mehrschichtigen Plattenepithel. Arch. Russ. Anat. Hist. 71., 21—28. 145—151. 12 Taf 1928. (Ref. Anat. Bericht Bd. 17. p. 455. 1930.)
30. SZYMONOVICZ W. : Beiträge zur Kenntnis der Nervenendigungen in Hautgebilden. Archiv für mikr. Anat. 45. 1895.
31. TIMOFEEW D. : Über eine besondere Art von eingekapselten Nervenendigungen in den männlichen Geschlechtsorganen bei Säugetieren. Anat. Anz. 11. 1895. p. 44.
32. TRETJAKOFF : Die Nervenendigungen an den Sinusharen des Rindes. Zeitschrift für wiss. Zool. 97. 1911. p. 314.
33. TRETJAKOFF : Zur Frage der Nerven der Haut. Zeitschrift für wiss. Zool. Bd. 71. 1902. p. 625.

TÁBLÁK MAGYARÁZATA.

VI. tábla.

1. kép. *Canis familiaris* L. orrbőr keresztmetszet.
Az irhából a csiraréteg legfelső határáig felfutó intraepitheliális idegrostok. BIELSCHOWSKY metszet-impregnálás. Nagyítás 400-szoros.
2. kép. *Canis familiaris* L. orrbőr keresztmetszet.
Az irhaszemölcsben haladó és a hámba is belépő idegrostok. MERKEL-féle tapintósejt, nagy végfejecskék az irhában és véggomoly a csiraréteg felső felében. BIELSCHOWSKY metszet-impregnálás. Nagyítás 280-szoros.
3. kép. *Canis familiaris* L. orrbőr keresztmetszet.
Vastag idegtörzsek az irhában, pipa- és lapátalakú végtettek a coriumban, intraepitheliális rostok a hámban. BIELSCHOWSKY metszet-impregnálás. Nagyítás 280-szoros.
4. kép. *Canis familiaris* L. orrbőr keresztmetszet.
Az irhából a hámba belépő s annak alsó rétegeiben futó vastag intraepitheliális rost végfejecskékben végződő horizontális ágacskekkel. BIELSCHOWSKY metszet-impregnálás. Nagyítás 280-szoros.

VII. tábla.

5. kép. *Canis familiaris* L. orrbőr keresztmetszet.
Az irhában nagy ideggomoly. Ebből vastag idegrost lép a hámba, itt magasra fut, a csiraréteg közepén elágazik s egyes ágai a szarurétegig futnak. Vastag velőtlen rostok, a szemölcsben lapátszerű végződésformákkal, nagy végfejes intraepitheliális rostok. BIELSCHOWSKY metszet-impregnálás. Nagyítás 280-szoros.
6. kép. *Canis familiaris* L. orrbőr keresztmetszet.
Epidermis a benne futó elágazó és hurkokat alkotó pericellularis rostokkal. BIELSCHOWSKY metszet-impregnálás. Nagyítás 400-szoros.
7. kép. *Canis familiaris* L. orrbőr keresztmetszet.
Az irhában levő gomolyból vastag idegrost fut a hámba, s itt lófarokszerűleg elágazik s ágai nagy végfejecskékben végződnek. BIELSCHOWSKY metszet-impregnálás. Nagyítás 280-szoros.
8. kép. *Canis familiaris* L. orrbőr keresztmetszet.
Tömeges intraepitheliális rostok az epidermisben. BIELSCHOWSKY metszet-impregnálás. Nagyítás 280-szoros.

VIII. tábla.

9. kép. *Canis familiaris* L. orrbőr keresztmetszet.
Hámcsap az alapján futó és hurkokat alkotó intraepitheliális idegrostokkal. BIELSCHOWSKY metszet-imprægnálás. Nagyítás 630-szoros.
10. kép. *Canis familiaris* L. orrbőr keresztmetszet.
Intercellularisan fekvő idegvégtestecske a stratum granulosum felső sorában. BIELSCHOWSKY metszet-imprægnálás. Nagyítás 900-szoros.
11. kép. *Canis familiaris* L. orrbőr keresztmetszet.
KRAUSE-féle végbunkó az irhaszemölcsben. BIELSCHOWSKY metszet-imprægnálás. Nagyítás 630-szoros.
12. kép. *Terminális lapátban végződő gömoly a kutya orrbőrének irhaszemölcséből.* BIELSCHOWSKY metszet-imprægnálás. Nagyítás 630-szoros.
13. kép. *MERKEL-féle tapintósejt a hozzáfutó idegrosttal a kutya orrbőrének corialis szemölcséből.* BIELSCHOWSKY metszet-imprægnálás. Nagyítás 630-szoros.
14. kép. *Tapintósejtes finom véggomoly a kutya orrbőrének irhaszemölcsében.* BIELSCHOWSKY metszet-imprægnálás. Nagyítás 630-szoros.
15. kép. *Intracellularisan fekvő véggomoly a kutya orrbőrhámjának csirarétegében.* BIELSCHOWSKY metszet-imprægnálás. Nagyítás 900-szoros.
16. kép. *Különböző intraepitheliális idegrostvégződési formák a kutya orrbőrhámjának csirarétegében.*
BIELSCHOWSKY metszet-imprægnálás. Nagyítás 900-szoros.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1930. évi június hó 2.-án tartott üléséből.)

DIE NERVENENDORGANE DER HUNDESCHNAUZE.

Von A. ÁBRAHÁM.

Die Ergebnisse meiner Untersuchungen, die ich mittels der BIELSCHOWSKY'schen Methode an Gefrierschnitten von der Schnauze des Hundes vornahm, kann ich folgendermassen zusammenfassen.

1. Die im Epithel verlaufenden Nervenfasern sind morphologisch gleichförmig. Anatomisch verschiedene Typen, welche BOTEZAT vom Hund und KADANOFF von anderen Säugetieren beschrieb, konnte ich nicht nachweisen.

2. Die intraepithelialen Nervenfasern endigen intracellulär in geschlossenen neurofibrillären Endknäueln.

3. Im Epithel der Schnauze des Hundes treffen wir bisher unbekante Pferdeschwanzähnliche Nervenendorgane an.

4. Im Unterhautbindegewebe der Hundeschnauze befinden sich nicht eingekapselte Endknäuel, MERKEL'sche Tastzellen und mit einer Nebenfaser versehene KRAUSE'sche Endkolben.

5. In den Coriumpapillen der Hundeschnauze befinden sich Receptoren, welche bisher nur aus der Lippe des Menschen beschrieben worden sind.

6. Dem ELMER'schen Körper des Maulwurfes ähnliche Gebilde waren auch in der Schnauze des Hundes anzutreffen.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 2. Juni 1930.)

A FOLYADÉK SEBESSÉG-ELOSZLÁSA NÉGYSZÖGKERESZTMETSZETŰ CSÖVEKBEN.

TREER MÓR FERENC-től.

Támaszkodva arra a számos és igen gondos kísérletre, melyek a folyadékáramlást hengeres csövekben kivizsgálták, kiegészítve azokat saját mérésekkel, régebbi vizsgálataimban¹ megállapítottam egynéhány törvényszerűséget. Ezek a törvényszerűségek a vizsgálatok kísérleti anyagának megfelelően csak egyszerű csőalakoknál bírnak érvénnyel, nevezetesen a körkeresztmetszetű csöveknél és a párhuzamos síkok közötti áramlásnál. Minthogy a levezetett törvényszerűségek váratlanul egyszerűek és az eredetileg megközelítésként felírt szabályok később a kísérletek mind nagyobb területére érvényeseknek mutatkoztak, megkísérlem a következőkben azokat tetszésszerű keresztmetszetű csövekre alkalmazni.

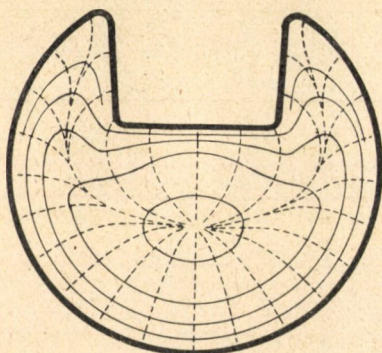
Ha egy hengeres csőben annak egy eléggé hátul fekvő szakaszában a folyadék sebességének eloszlását vizsgáljuk, akkor azt találjuk, hogy a sebesség a fal felé közeledve, mindinkább csökken. Pontról-pontra való méréssel az egész sebességeloszlásról képet nyerhetünk, mely kép áttekinthetővé lesz akkor, ha úgy ábrázolunk, hogy összekötjük a csőkeresztmetszet azon pontjait, melyekben a sebesség azonos. A keresztmetszet ezen azonos sebességű pontjait összekötő görbéket isotachoknak nevezük, ez isotachoknak orthogonális trajektóriáit pedig normálvonalaknak. Például az 1. ábrán gondos mérések alapján² meg-

¹ Zts. f. Physik 1929. évf. 543. oldal

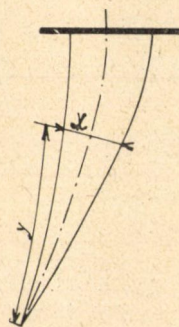
² Verhandlungen d. 2. int. Kongr. f. t. Mechanik 72. old. 15. ábra.

állapított isotachokat látunk és ugyanezen ábrában szaggatott vonallal behúztam a normálvonalakat is, melyek a következőkben szintén fontos szerepet fognak játszani.

A normálvonalak a maximális sebesség helyétől a keresztmetszet széléig húzódnak, vagyis a cső közepétől annak faláig, a sebesség pedig a normálvonalak mentén folyton csökken. A sebességeloszlás vizsgálata céljából a következőkben úgy fogunk eljárni, hogy az isotachok és a normálvonalak összeségét egy természetes koordinátarendszerként fogjuk használni és így a sebességeloszlást a normálvonal mentén fogjuk vizsgálni.



1. ábra.



2. ábra.

Hogy a folyadékelemre ható erőket jobban szemügyre vehessük, rajzoljuk ki az 1. ábrának két elég közel fekvő normálvonalát a 2. ábrán. Legyen a normálvonal hossza azt azok metszéspontjától számítva y , a két normálvonal távolsága, vagyis a köztük levő isotach-darab ívhossza pedig x . Miután egy Δl hosszúságú csőszakaszon Δp nyomáscsökkenés keletkezik, a két normálvonal és az x isotach-darab közötti háromszög alakú felületen egy P erőhatás keletkezik, mely egyensúlyt nem tarthat másval, mint a prizma oldalfalán fellépő nyírófeszültséggel. Ámde az isotach mentén nincsen sebességkülömbőség, így a normálvonal mentén nem keletkezik nyíróerő, hanem ez csak az isotach mentén állhat elő. Ilyenformán a szóbanforgó háromszög alakú keresztmetszetelemre (2. ábra) a csőben fellépő Δp nyomás-

esés miatt keletkező P erő egyenlő lesz az x isotach-darab mentén keletkező nyíróerővel:

$$P = \Delta p \int_0^y x \cdot dy = \mu \frac{du}{dy} (x \cdot \Delta l), \quad (1)$$

hol $\mu \frac{du}{dy}$ a nyírófeszültség, amely NEWTON hipotézise szerint a nyúlósság (μ) és sebesség-grádiens $\left(\frac{du}{dy}\right)$ szorzatával egyenlő.

Most az egyenletben dimenzióval bíró tagokat méretnélküli arányszámokkal helyettesítjük oly módon, miként azt fentebb említett vizsgálataimban a NAVIER—STOKES egyenletekkel végeztem. Nevezzük ebből a célból a folyadék belsejében fellépő legnagyobb sebességet u_{\max} -nak, a normálvonal hosszát azok metszéspontjától a falig r -nek, akkor bevezetve a következő jelöléseket:

$$u = u_{\max} \cdot u_1 \quad \text{és} \quad y = r \cdot y_1; \quad (2)$$

továbbá STANTON nyomán bevezetjük a mechanikai nyúlósság fogalmát:

$$\mu = \rho \cdot k \cdot u_{\max} \cdot r \quad (3)$$

hol k vizsgálataim szerint majdnem kizárólag a redukált nyírófeszültségtől függ:

$$k = 0.08 \cdot \bar{\psi}^{0.6}, \quad (4)$$

mely redukált nyírófeszültség esetünkben:

$$\bar{\psi} = \frac{\Delta p}{\Delta l} \cdot \frac{F_0/x_0}{\frac{\rho}{2} \cdot u_{\max}^2}, \quad (5)$$

hol x_0 az illető elemhez tartozó két határoló normálvonal távolsága a falon ($y = r$ -nél) és $F_0 = \int_0^r x \cdot dy$ az elem területe.

Kiindulási egyenletünket (1-t) méretnélkülivé téve, vagyis a (2), (3) és (5) egyenletek behelyettesítésével a következő alakot ölti:

$$k \frac{du_1}{dy_1} = \frac{1}{2} \cdot \frac{\Delta p / \frac{\rho}{2} u_{\max}^2}{\Delta l \cdot x} \int_0^y x dy = \frac{\bar{\psi}}{2} \left[\frac{\int_0^y x dx / F_0}{x/x_0} \right]. \quad (6)$$

Ebben az egyenletben a derékszögű zárójel közötti tagnak az a sajátossága, hogy ha a normálvonal alakja olyan, hogy $x = t \cdot y^n$,

akkor úgy t , mint n értékétől függetlenül y/r -rel, vagyis y_1 -gyel egyenlő. Ugyanis:

$$\left[\frac{\int_0^y x dy / F_0}{x/x_0} \right] = \frac{\frac{t}{n+1} \cdot y^{n+1} / \frac{t}{n+1} r^{n+1}}{t \cdot y^n / t \cdot r^n} = \frac{y}{r} = y_1. \quad (7)$$

És pedig akkor, ha $n = \infty$, két párhuzamos sík közötti áramlás, ha pedig $n = 1$, akkor körkeresztmetszetű cső az esetünk, vizsgálatainknál szereplő általános keresztmetszet-alakoknál végül $1 < n < \infty$. Az a körülmény, hogy csaknem mindig meg van az a lehetőségünk, hogy a két normálvonal távolodásának törvényszerűségét egy $x = ty^n$ összefüggéssel közelítsük meg, lehetővé teszi, hogy a fenti szegletes zárójelben levő tagot y_1 -gyel egyenlőnek vegyük, miáltal következő számításaink alapjául szolgáló (6) egyenlet a következőképpen egyszerűsödik:

$$k \frac{du_1}{dy_1} = \frac{\bar{\psi}}{2} \cdot y_1, \quad (8)$$

honnan a sebesség-eloszlás a normálvonal mentén:

$$u_1 = 1 - \frac{\bar{\psi}}{4k} \cdot y_1^2 = 1 - ay_1^2. \quad (9)$$

Ez az összefüggés teljesen ugyanaz, mint amelyet egyszerű csőkeresztmetszetekre már levezettem,¹ csak ez természetes koordinátákra vonatkozik, azonkívül $\bar{\psi}$ a redukált nyirófeszültség nem állandó a kerület mentén, hanem annak minden pontjához az F_0 és x_0 értékek segítségével számítandó.

A számításnál szereplő F_0/x_0 aránynak az egész keresztmetszetre vonatkozó középértéke nem más, mint a hidraulikai közepsugár; hasonlóan a redukált nyirófeszültség ($\bar{\psi}$) középértéke pedig azonos a csősúrlódási tényezővel. Ilyenformán tehát míg a fenti levezetés a természetes koordinátarendszer egy felületsávjára ír fel összefüggést, addig az ebben szereplő tényezőknek az egész keresztmetszetre vonatkozó középértékeinek vizsgálata már sok, különösen kísérleti kutatásának feladatát képezte.

Amint a felírt összefüggésekből látjuk, a folyadékok sebesség-

¹ L. fent hivatkozott közleményemet, 543. oldal (12.) egyenlet.

eloszlásának igen bonyolult a szerkezete, arra a legkülönfélébb tényezőknek befolyásuk van (falérdesség, keresztmetszet nagysága és alakja, a viszkozitás stb.), a fenti összefüggések azonban arra mutatnak, hogy létezik olyan paraméter, mely szerint a jelenségeket rendezve, egyedül ezen paramétertől függőknek mutatkoznak. Előző vizsgálataimban már megállapítottam, hogy ez a paraméter a fentiekben is szereplő redukált nyírófeszültség ($\bar{\psi}$).

A falnak a folyadékra való hatása ugyanis nyírófeszültség fellépésében jelentkezik, viszont a folyadéknak erőhatása a torlónyomással ($\frac{\rho}{2} v_{\max}^2$); a kettőnek aránya az, amit redukált nyírófeszültségnek nevezünk, tehát:

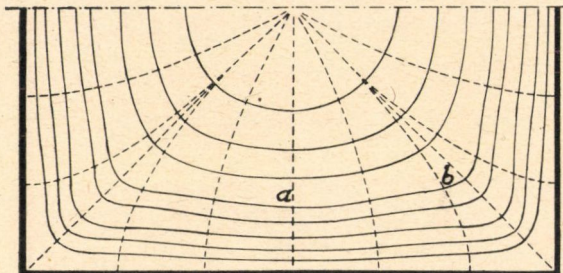
$$\bar{\psi} = \frac{\Delta p \cdot F_0}{\Delta l \cdot x_0} \cdot \frac{\rho}{2} \cdot v_{\max}^2$$

Ezt a redukált nyírófeszültséget fogjuk a következőkben a jelenségek rendező elvéül elfogadni.

*

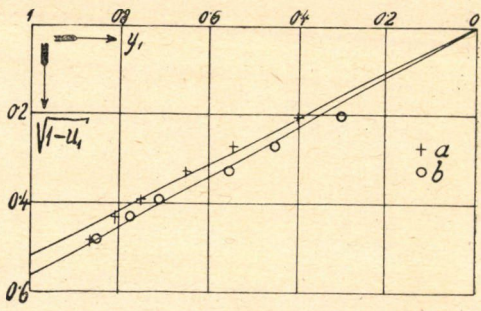
A fenti elméleti megfontolások helytálló voltának ellenőrzésére megvizsgáltam egynehány különös gonddal végrehajtott mérést, és pedig azokat, amelyeket a 3, 5, 7 és 9. ábrákon láthatunk.

Az ábrákon vastag vonallal húztam meg a hengeres cső falát, teljes vonallal az isotachokat és szaggatottan a normál-



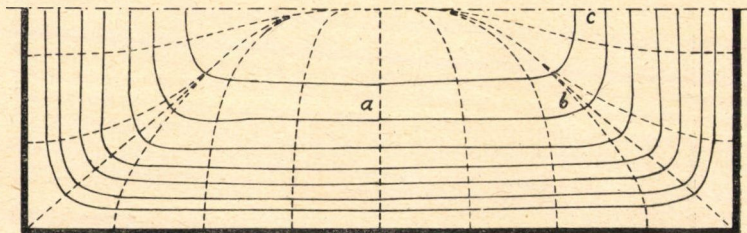
3. ábra.

vonalakat. Az 1. ábrán egy hornyos csőben látjuk a sebességeloszlást (PRANDTL—NIKURADSE mérése),¹ ezt az ábrát inkább a viszonyok minőségi megítélése céljából közlöm. A 3. ábra 60×60 mm, az 5. ábra 50×80 mm keresztmetszetű négyszög (mindkettő SASVÁRI méréseiből),² a 7. ábra 8×28 mm keresztmetszetű négy- szög, a 9. ábra pedig egyenoldalú háromszög 27 mm oldalélekkel (mindkét ábra NIKURADSE méréseiből).³ Az említett négy ábrán a sebesség- eloszlás szimmetrikus képének csak a fele van megrajzolva.



4. ábra.

Ami az ábrák vizsgálatánál elsősorban feltűnik, az a nyíró- feszültség nagyságának a kerület mentén való változása. Miután ez a nyírófeszültség arányos a kerületelem végpontjai közé eső

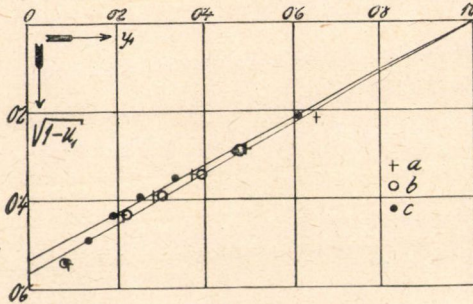


5. ábra.

két normálvonal közötti területtel, az ábrákból közvetlenül meg- állapíthatjuk, hogy a keresztmetszet határolólapjain a közepén nagy a nyírófeszültség, onnan a keresztmetszet sarkai felé előbb

¹ L. az első oldal második hivatkozását.
² Zts. f. d. ges. Turbinenwesen 1917. évf. 21. oldal.
³ V. D. I. Forschungsheft 281. szám.

lassan, azután rohamosan az eredetinek kis hányadára csökken le az értéke. Ez a jelenség annál élesebben mutatkozik,

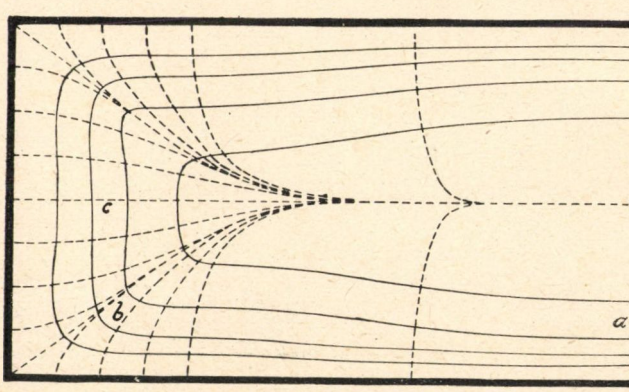


6. ábra.

minél kisebb a keresztmetszet sarkában keletkező szög (1. és 9. ábrák).¹

Vizsgálataim tulajdonképpen célját a normálvonal mentén való sebességeloszlás megállapítását a 4., 6., 8. és 10. ábrákon végeztem.

Abszcisszául a redukált normálvonal hosszát vittem fel (l_1), ordinátául pedig $\sqrt{1-u_1}$ -et, ugyanis az ordináta ilyen megválasztása mellett a (9) egyenlet parabolikus sebességeloszlásának az ábrákon meghúzott egyenes



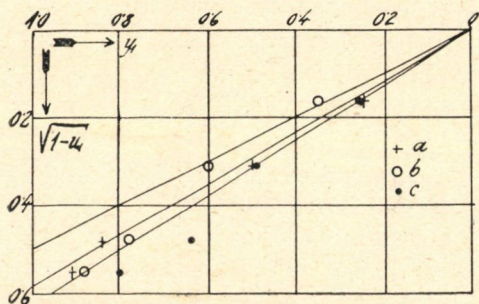
7. ábra.

felel meg. A normálvonalak mentén a sebességeloszlás egymástól keveset különbözik, ezért a szerkesztést azokra a normál-

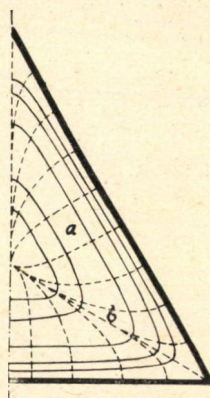
¹ Jelen tanulmányom lezárásakor értesülök róla, hogy NIKURADSE legújabb, még nyilvánosságra nem hozott vizsgálatai a közölt ábrákkal igen jól megegyezően azt találták, hogy a nyíróerő a keresztmetszet sarkaiból kiindulólág eleinte lineárisan emelkedik.

vonalakra végeztem el (*a*, *b* és esetleg *c*), melyekre ez az eloszlásbeli különbség a legnagyobb várható.

Eltéktve a fal közelében levő résztől, hol természetesen a sebességeloszlásnak a parabolikusútlól eltérve nullához¹ kell közelednie, a számított pontok jól fekszenek a meghúzott egye-



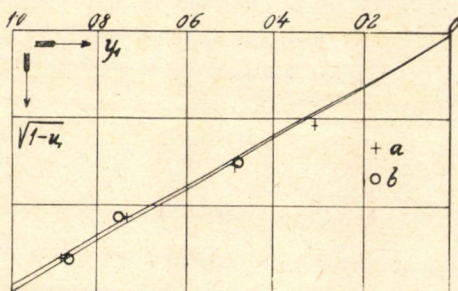
8. ábra.



9. ábra.

neseken, rendszeres eltérés attól csak a 8. ábrán mutatkozik. Ez eltérés magyarázatát valószínűleg a sekundár áramlásban leli, melyet PRANDTL fedezett fel.² A sekundár áramlás ugyanis abban mutatkozik, hogy szegletes csövek-nél a folyadék nem egyenes vonalban, hanem elnyúlt spirálisokban áramlik és kinetikai energiát visz a keresztmetszet sarkai és az azokhoz tartozó normál-vonalak felé. Ennek követ-

keztében a sebességeloszlás úgy torzul el, hogy az ábrákban *b*-vel jelzett normál-vonalaknál kidudorodik az isotach, külö-



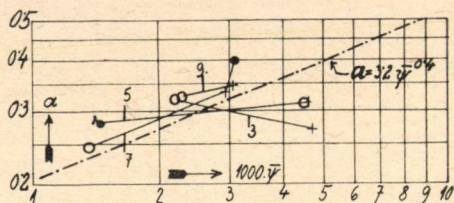
10. ábra.

¹ A sebességeloszlás vizsgálata lényeges újabb eredményeket hozott az ezévi stockholmi III. int. Kongr. f. techn. Mechanikon. Lásd KÁRMÁN, KÖRNER, NIKURADSE és FREER előadásait a kongresszus nyomás alatt levő jelentéseiben.

² Lásd az első oldal második hivatkozását.

nösen a 7. ábrán láthatóan. Sajnos a kísérleti eredmények etekintetben nem eléggé határozottak. Egyébként természetes, hogy az isotachok kis görbületű részében a víz turbulens mozgásánál bizonyos sebességkiegyenlítőds fog létrejönni, ami az eloszlásban bizonyos eltolódásokat szintén okozhat.

A normálvonal mentén a sebességeloszlást tehát a (9) egyenletnek megfelelően egy bizonyos falközelségig meg tudjuk közelíteni egy parabolával. Hátramara most az a kérdés, hogy a parabola egyenletében szereplő a állandó mitől függ? Hogy ezt megállapítsam, a 11. ábrán logaritmikus léptékben felvittem a



11. ábra.

4., 6., 8. és 10. ábrákból meghatározott a értékeket $\bar{\psi}$ függvényében. A számok az egymással összekötött pontcsoportok mellett azon ábra számát jelentik, melyekből azok számítva lettek. Régebbi vizsgálataimban a következő összefüggést találtam:¹

$$a = \frac{\bar{\psi}}{4h} = 3 \cdot 2 \bar{\psi}^{0.4}$$

ezt az ábrában eredményvonallal húztam meg. Az egyszerűbb keresztmetszetekre talált fenti összefüggés tehát szabálytalan szórásoktól eltekintve szegletes csövekre is érvényes. A szórás a kísérlet és annak kiértékelési nehézségeiben leli magyarázatát.

A fenti vizsgálatok eredményeként a hengeres, de bármilyen keresztmetszetű csövek sebességeloszlására vonatkozólag tehát a következőket állapíthatjuk meg:

¹ Lásd fent hivatkozott közleményemet az 545. oldal elején.

1. A normálvonallal mentén a sebességeloszlás egyedül a redukált nyírófeszültségtől függ.

2. Ez a sebességeloszlás a folyadék belsejében nem túl közel falhoz egy parabolával közelíthető meg, melynek egyenlete:

$$\frac{u}{u_{\max}} = 1 - 3 \cdot 2 \zeta^{0.4} \left(\frac{y}{r} \right)^2$$

Tanulmányom befejezésekor hálás köszönetemet fejezem ki dr. SASVÁRI GÉZA műegyetemi magántanár úrnak, aki nemcsak jóindulatú tanácsaival támogatott, hanem átadta vonatkozó méréseinek eredeti diagrammjait. Ezeknek birtokában a vizsgálataimnak oly finom részleteibe volt módomban behatolni, melyekbe egyébként lehetséges nem lett volna.

Budapest, 1930. febr. 28.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1930. június 2.-án tartott üléséből.)

DIE GESCHWINDIGKEITSVERTEILUNG DER FLÜSSIGKEITEN IN VIERECKIGEN ROHREN.

Von MÓR FRANZ TREER.

Die vorliegende Arbeit ist eine Fortsetzung der von Verfasser in Zeitschr. f. Physik Jahrg. 1929 erschienenen Untersuchungen. Die dort eindimensional durchgeführte Ausrechnung der Geschwindigkeitsverteilung wird für Rohren mit beliebiger Querschnitte dadurch erweitert, dass als natürliches Koordinatensystem die in Abb. 1, 3, 5, 7 und 9 eingezeichnete Isotachen und Normallinien benützt werden (Gleichungen 1—9). Durchgerechnet sind die Messungsergebnisse der Abb. 3 und 5 (Nikuradse), Abb. 7 (Sasvári) und Abb. 9 (Nikuradse). Längs der in Abb. 3, 5, 7 und 9 mit a , b , c angedeuteten Normallinien ergeben sich die Geschwindigkeitsverteilungen nach Abb. 4, 6, 8 und 10. Schliesslich ist in Abb. 11 aus der Gleichung 9 die Konstante a abhängig von reduzierten Schubspannung ($\bar{\psi}$) aufgetragen. Es ergibt sich:

1. Längs der Normallinie ist die Geschwindigkeitsverteilung nur von der reduzierten Schubspannung abhängig.

2. Abgesehen von der Wandnähe ist die Geschwindigkeitsverteilung mit einer Parabel anzunähern:

$$\frac{u}{u_{\max}} = 1 - 3 \cdot 2 \bar{\psi}^{0.4} \left(\frac{y}{r} \right)^2.$$

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften, vom 2. Juni 1930.)

VIZSGÁLATOK AZ ERDŐTALAJ EGYES BIOLÓGIAI TÉNYEZŐINEK IDŐSZAKI VÁLTOZÁSÁIRÓL.

(A magyar királyi Bányamérnöki és Erdőmérnöki Főiskola Növénytani
Intézetéből.)

Dr. FEHÉR DÁNIEL-től.

I.

A talajsavanyúság változásai.

Bevezetés.

Az erdőtalaj biológiai tevékenységének időszaki változásaira vonatkozó, régebben végzett vizsgálataim folyamán feltűnt, hogy a talajsavanyúság értékei a különböző évszakokban erős változásokat mutatnak. (1.) Már az akkori vizsgálataim folyamán sikerült idevonatkozólag bizonyos szabályszerűségeket felderítenem. Így megállapítottam mindenekelőtt, hogy a talajsavanyúság legmagasabb értékeit rendszerint a száraz nyári hónapokban éri el, míg a legalacsonyabb értékei a tél és az ősz idejére esnek. Minthogy azonban az eddigi eredmények nem adtak minden tekintetben kielégítő és egységes képet, elhatároztam, hogy e tényezőket *egy* éven keresztül rendszeres és összefüggő megfigyeléseknek fogom alávetni. A kérdés megoldásánál elsősorban az erdőtalajt tartottam szem előtt, miután legutóbbi vizsgálataim eredményei beigazolták, hogy az erdőtalaj a maga érintetlenségében nem egyéb, mint egy természetes élettér (biotop), hol a természeti viszonyok és a fiziológia törvényszerűségek külső, idegen tényezők behatása nélkül játszódhatnak le.

A kiválasztott 12 kísérleti terület közül, amelyeken vizsgálá-

lataimat lefolytattam, csak egy fekszik mezőgazdasági művelés alatt álló réten. Ez a kísérleti terület összehasonlításhoz szolgál és egy másik kísérleti terület közelében fekszik, hogy megfelelő összehasonlító adatokat nyerhessek. A megvizsgált erdőterületek között a legnagyobb ellentétek vannak képviselve. Magyarország különleges földrajzi fekvése lehetővé tette, hogy a Nagy Magyar Alföld extrém klímájú puszta vidékein és Dunántúl subalpin éghajlati övébe eső területein végezhessek megfigyeléseket. Ennek megfelelően a 12 kísérleti terület közül négy a Nagy Magyar Alföld területére, a többi nyolc pedig az Alpok nyugat-magyarországi nyulványainak vidékére esik.

A vizsgálati módszerek ismertetése.

Első kísérleteim folyamán a *ph*-értékeket koloriméteres módszer szerint a MICHAELIS-féle készülékkel határoztam meg. Később, amikor az elektrométeres mérési módszerek mindinkább elterjedtek, vizsgálataimnál a chinhydronelektrodás módszert alkalmaztam. A chinhydrón-módszerrel való mérésre az utóbbi időben különböző jó készülékek kerültek forgalomba. Egyike a legjobb és legérzékenyebb készüléknek a MISLOWITZER-féle. Mi is sokat használtuk ezt a készüléket, azonban a nálunk folyó tömegvizsgálatok céljaira egy megfelelőbb, szétszedhető és minden részében ellenőrizhető mérőeszköz vált szükségessé; ennek nagy előnye, hogy könnyen szétszedhető és ha zavarok állanak be, a részek szétszedve könnyen ellenőrizhetők és kijavíthatók. A készülék összeállítását az erdőtalaj *N*-anyagcseréjéről szóló értekezésemben már ismertettem. (2.)

Egy év óta az akkumulátor *Hk*-jának meghatározására a rádiótechnikában az utóbbi időben bevezetett mavometert használjuk. E készüléket időről-időre a WESTON-féle normálemmel hitelesített cadmiumelemmel ellenőrzöm. A készülék a voltszámot 0·005—0·01 volt pontosságig mutatja, amely a rendes voltszámra átszámítva 0·25—0·50 %-os hibának felel meg. A készülék részeinek együttműködése azután az esetleges hibák kiküszöbölése céljából időről-időre szintén ellenőrzendő. Erre a

célra az ismert standardacetátoldatot használom, melynek összetétele a következő:

<i>n</i> NaOH	50 cm ³
<i>n</i> ecetsav	100 „
deszt. víz	350 „

Ennek az oldatnak *ph* értéke = 4.62. A műszer tapasztalataink szerint *ph* = 0.005—0.015 ± hibatárral dolgozik, amely eltérés olyan csekély, hogy biológiai szempontból teljesen jelentéktelen. A 0 pont meghatározására egy Weston-féle galvanometert alkalmazunk, melynek érzékenysége 25·10⁻⁶ s a mi céljainknak kiválóan megfelel. A talajpróbák mérésére suspenziókat használunk. A potenciál beállításával rendszerint 2—4 percig várunk. A hozzáadott chinhydron-mennyiség körülbelül 40—60 mg. A talajokat légszáraz állapotra hozzuk és a suspenziók készítéséhez kétszer desztillált vizet használunk, melynek semleges reakciójáról előzőleg meggyőződünk. Ez a vizsgálati módszer nagyjában megfelel az Int. Bodenkundliche Gesellschaft 2. Bizottsága által ajánlott vizsgálati módszernek. (3.)

Ismeretes előttem, hogy a chinhydron-módszer ellen az utóbbi időben bizonyos észrevételek merültek fel (4). Miután azonban kísérleteim főleg a *ph*-értékek változásainak relatív megállapítására szorítkoznak, elhatároztam, hogy továbbra is a chinhydron-elektrodás módszerrel dolgozom, nehogy egy esetleges módszerváltoztatással vizsgálataim eredményét veszélyeztessék. Ennélfogva arra törekedtem, hogy esetleges egyenletes munkamódszerem révén a mérések a lehető legcsekélyebb hibahatárok között mozogjanak, hogy így a relatív változásokat illetőleg pontos és megbízható eredményeket kapjak.

A talajpróbák vételénél kísérleti erdeinkben kisebb (körülbelül 1000 m²) területeket jelöltem ki és a talajpróbákat az egész esztendő folyamán erről a területről gyűjtöttem be. Hogy jó átlagértékeket nyerjek, rendszerint minden ilyen területről 10—15 különböző helyről vettem a talajt, azt gondosan összekevertem és megfelelő szárítás után megvizsgáltam. A talajt a lomb- és a nyers humusztakaró gondos eltávolítása után 5—10 cm mélységből vettem.

A kísérleti területek leírása.

A kísérleti területek leírásánál csak azokra a jellegzetes adatokra terjeszkedem ki, amelyek a kérdés megítélésénél jelentőséggel bírnak.

1. *V/1. sz. kísérleti terület: lúcos a Rákpatak völgyében.* Főiskolai tanulmányi erdőgondnokság. Üde, homokos agyag kavicsos. Fekvése Ny. Tengersiz feletti magassága 400 m. Állomány 0·5 lúcfenyő (*Picea excelsa* (Lam. et Dc.) LK.), 0·3 gyertyán (*Carpinus betulus* L.), 0·1 feketefenyő (*Pinus nigra* ARN.) és 0·1 vörösfenyő (*Larix decidua* MILL.). Kora: körülbelül 26 év. Záródás: 1·0.

2. *V/2. sz. kísérleti terület* az V/1. sz. területtel függ össze, azonban kissé áterdölve, úgyhogy a lombfák egy részét, főleg az elnyomott példányokat kivágták. Fekvés: DNy. Záródás: 0·8. Különben mint V/1.

3. *V/3. sz. kísérleti terület* az V/1. és V/2. sz. területhez tartozik, azonban erősen áterdölve, úgyhogy a lombfák és a tülevelűek egy részét, főleg az elnyomott példányokat kivágták.

4. *VI. sz. kísérleti terület: tarvágás a tolvajárokban az erdei iskola mellett.* Azelőtt sarjerdő, melyet gyertyán (*Carpinus betulus* L.) alkotott. Mély kavicsalaj gneiszen. Fekvés: ÉNy. Tengersiz feletti magassága körülbelül 250 m. 1928- és 1929-ben teljesen letarolták.

5. *VII. sz. kísérleti terület; sarjerdő a Vadászházzal szemben, Ágfalván.* Főiskolai tanulmányi erdőgondnokság. Üde, homokos agyagtalaj kavicsos és gneiszen. Fekvés ÉNy. Tengersiz feletti magassága 360 m. Állomány 0·5 lúcfenyő (*Picea excelsa* (Lam. et Dc.) LK.), 0·3 jegenyefenyő (*Abies alba* MILL.) és vörösfenyő (*Larix decidua* MILL.), mind mesterségesen telepítve *Carpinus betulus*-ból álló sarjerdő védelme alatt, amely fokozatosan ki lesz vágva.

6. *VIII. sz. kísérleti terület; gyertyános a Bogenrieget mellett.* Üde, homokos agyagtalaj gneiszen. Fekvés DNy. Tengersiz feletti magassága 350 m. Állomány: 0·9 gyertyán (*Carpinus betulus* L.), szórványosan *Betula verrucosa* ЕНН. *Quer-*

cus sessiliflora SALISB., *Pinus silvestris* L. Gazdag aljnövényzet. Záródás 0·7.

7. IX. sz. kísérleti terület: lúcos a Bogenriegel mellett a VIII. sz. kísérleti terület közvetlen szomszédságában. Üde, homokos agyagtalaj gneiszen. Fekvés: DNy. Tengerszín feletti magasság 350 m. Állomány: 0·8 lúcfenyő (*Picea excelsa* (Lam. et DC.) LK.), 0·2 vörösfenyő (*Larix decidua* MILL.), erdeifenyő (*Pinus silvestris* L.) és gyertyán (*Carpinus betulus* L.). Talajnövényzet gyér. Záródás: 1·0.

8. XIII. sz. kísérleti terület: ákácok Kecskemét mellett. Homokos terület, homokbuckákkal. Állomány: *Robinia pseudacacia* L., szórványosan *Populus tremula* L. Kora: 12 év. Záródás 0·6.

9. XIV. sz. kísérleti terület: ákácok Kecskemét mellett. Homokos talaj. Állomány: 1·0. *Robinia pseudacacia* L. és elszórtan *Populus tremula* L. Kora: 23 év. Záródás 0·9.

10. XV. sz. kísérleti terület: ákácok Szeged mellett. Városi erdő. Homoktalaj futóhomokbuckákkal. Állomány: 1·0 *Robinia pseudacacia* L. Talajnövényzet nagyon gyér. Kora 17 év. Záródás: 0·9.

11. XVI. sz. kísérleti terület: fekete-fenyőállomány Szeged mellett. Homoktalaj futóhomokbuckákkal. Állomány: 1·0 fekete-fenyő (*Pinus nigra* ARN.) Kora: 43 év. Záródás: 0·9. Talajnövényzet hiányzik.

12. XIX. sz. kísérleti terület: rét a Rákpatak mentén, mezőgazdasági művelés alatt, legeltetésre nem használva. A patak völgyében fekszik az V. és VII. sz. kísérleti területek között.

A vizsgálatok eredményeinek összehasonlító ismertetése.

A vizsgálatok eredményeit az 1., 2. és 3. sz. táblázat és az 1. sz. ábra, az összehasonlító adatokat pedig az 5. sz. táblázat és a 2. sz. ábra tünteti fel.

Amint ezek a táblázatok és grafikonok mutatják, a *ph*-értékek a különböző évszakokban rendszeres változásoknak vannak alávetve. A *ph*-értékek minimuma a késő őszi és a téli hónapokra esik. Tavasszal a *ph*-értékek emelkedni kezdenek,

1. sz. táblázat. — Tafel Nr. 1.

*A talajsavanyúság (ph) értékeinek időszaki változása a kísérleti területeken.
Die zeitlichen Veränderungen der ph. Werte auf den einzelnen Versuchsflächen.*

Sorszám — Nr.	A kísérleti terület jele Nr. der Versuchsflächen	1929												1930				Évi átlag Jahresdurchschnittswerte	Maximum	Minimum	A maximumnak a minimumhoz viszonyított %-os különbsége Das %-uelle Verhältnis d. Max. z. Min.
		I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	I.	II.	III.	IV.				
		h ó n a p — M o n a t																			
1	V/I	5·14	6·36	6·11	6·64	6·86	7·02	7·41	7·65	8·19	5·50	5·18	4·38	5·74	6·37	7·24	7·57	6·40	8·19	4·38	87
2	V/II	5·14	6·36	6·02	6·64	6·79	7·25	7·53	7·84	8·46	5·24	5·03	4·35	5·74	5·37	7·33	7·75	6·41	8·46	4·35	94
3	V/III	5·14	6·33	6·20	6·64	6·79	7·02	7·38	7·86	8·41	5·25	5·12	4·90	4·64	5·53	7·46	7·75	6·45	8·41	4·64	83
4	VI	5·30	6·27	6·61	6·90	7·01	7·29	7·42	7·83	8·59	5·12	5·08	4·98	5·04	5·37	7·36	7·77	6·49	8·59	4·98	72
5	VII	4·64	7·10	6·45	6·64	6·83	7·25	7·40	7·91	8·52	5·34	5·30	5·29	4·74	5·54	7·44	7·68	6·51	8·52	4·64	84
6	VIII	5·14	6·94	6·52	6·72	6·80	7·25	7·40	7·86	8·61	5·64	5·42	5·10	4·84	5·24	7·54	7·68	6·54	8·61	4·84	78
7	IX	4·94	6·53	6·59	6·50	6·61	7·02	7·32	7·81	8·58	5·59	5·33	4·84	5·04	5·31	7·20	7·78	6·43	8·58	4·84	78
8	XIII	—	6·33	—	6·64	—	7·06	—	—	8·59	—	6·10	—	5·54	—	7·14	—	6·71	8·59	5·54	53
9	XIV	—	6·58	—	6·64	—	7·14	—	—	8·58	—	6·21	—	5·74	—	7·60	—	6·91	8·58	5·74	49
10	XV	—	7·43	—	7·84	—	7·11	—	—	8·57	—	6·02	—	5·84	—	7·59	—	7·18	8·57	5·84	47
11	XVI	—	7·43	—	7·64	—	7·78	—	—	8·53	—	6·06	—	5·62	—	7·66	—	7·23	8·53	5·62	52
12	XIX	—	6·62	6·22	6·50	6·58	6·75	7·03	7·65	8·55	5·79	5·40	5·31	5·14	5·31	7·27	7·78	6·46	8·55	5·14	66

2. sz. táblázat. — Tafel Nr. 2.

*A kísérleti területek talajának időszakos víztartalomváltozása.
Die zeitlichen Veränderungen des Wassergehaltes der einzelnen Versuchsflächen.*

Sorszám	Nr. A kísérleti terület jele Nr. der Versuchsflächen	1929												1930				Évi átlag Jahresdurchschnittswerte	Maximum	Minimum	A maximumnak a minimumhoz viszonyított %-os különbsége Das %-uelle Verhältniss d. Max. z. Min.
		I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	I.	II.	III.	IV.				
h ó n a p — M o n a t																					
1	V/I	13·3	12·0	11·3	6·9	4·8	5·3	6·2	7·6	9·4	7·0	8·8	9·2	10·6	11·2	11·3	9·5	8·9	13·3	4·8	176
2	V/II	7·9	6·4	5·9	10·9	4·2	8·3	10·2	6·8	5·2	8·4	9·5	10·3	9·9	10·9	16·2	22·1	9·6	22·1	4·2	428
3	V/III	6·3	7·9	11·5	9·4	4·1	7·2	8·1	9·3	10·0	8·4	9·6	10·4	9·8	12·4	15·3	18·2	9·9	18·2	4·1	349
4	VI	13·4	13·6	15·2	12·0	14·9	13·7	14·3	8·9	8·35	8·9	8·6	8·5	4·75	16·7	18·2	25·5	12·7	25·5	8·5	199
5	VII	12·3	14·2	16·3	11·4	3·3	9·5	11·8	5·7	4·4	9·9	10·8	12·6	13·2	12·9	12·5	11·1	10·8	16·3	3·3	345
6	VIII	13·4	14·3	15·4	12·8	11·2	13·2	19·1	6·4	5·2	7·7	8·6	11·4	13·0	14·8	15·6	18·8	13·3	18·8	5·2	261
7	IX	10·6	11·7	14·9	9·7	9·2	10·8	13·2	10·3	9·3	7·6	9·2	10·0	9·2	10·4	17·2	18·3	11·5	18·3	9·2	107
8	XIX	13·1	14·3	19·7	19·2	7·9	15·6	13·5	10·2	8·8	8·9	9·8	11·1	10·1	15·7	19·3	26·5	15·1	26·5	7·9	197

3/a sz. táblázat. — Tafel Nr. 3 a

A meteorológiai adatok havi átlagai a vizsgálati időszak alatt.

Die klimatischen monatlichen Durchschnittswerte während der Untersuchungsperiode.

Megfigyelő állomás : Sopron.

Metr. Station : Sopron.

Sorszám — Nr.	Hónap Monat	Napi hőmérsék- let Tagestem- peratur közép Mittel	Talajhőmérséklet Bodentemperatur			Légnyomás Luftdruck mm	Légnedvesség Luftfeuchtigkei mm	Csapadék Nieder- schläge mm
			5 cm	20 cm	50 cm			
			mélységben — Tiefe					
	1929							
1	I. — — — —	— 5.2	—0.3	0.6	0.9	746.4	77	70.3
2	II. — — — —	—11.2	—1.5	1.08	0.68	744.2	72	11.0
3	III. — — — —	+ 3.6	0.45	0.49	0.52	746.9	79	10.7
4	IV. — — — —	8.6	3.85	3.6	3.2	738.8	75	47.9
5	V. — — — —	16.5	9.9	9.3	8.6	740.3	76	63.3
6	VI. — — — —	17.6	10.0	9.6	9.0	741.6	74	68.5
7	VII. — — — —	20.9	15.5	12.9	11.6	742.8	67	83.0
8	VIII. — — — —	20.6	15.5	13.7	13.0	742.2	75	48.8
9	IX. — — — —	16.9	14.1	14.4	13.6	744.7	62	12.8
10	X. — — — —	9.2	9.7	10.8	10.7	727.6	95	63.9
11	XI. — — — —	5.1	5.5	6.9	8.5	727.7	90	82.7
12	XII. — — — —	3.3	4.3	7.7	8.4	727.9	85	7.7
	1930							
13	I. — — — —	0.6	1.4	3.9	3.8	725.9	89	1.6
14	II. — — — —	— 1.6	—0.8	0.26	1.4	744.3	87	50.3
15	III. — — — —	11.6	5.4	5.1	4.6	738.7	79	42.9

3/b sz. táblázat. — Tafel Nr. 3/b

A meteorológiai adatok havi átlagai a vizsgálati időszak alatt.

Die klimatischen monatlichen Durchschnittswerte während der Untersuchungsperiode.

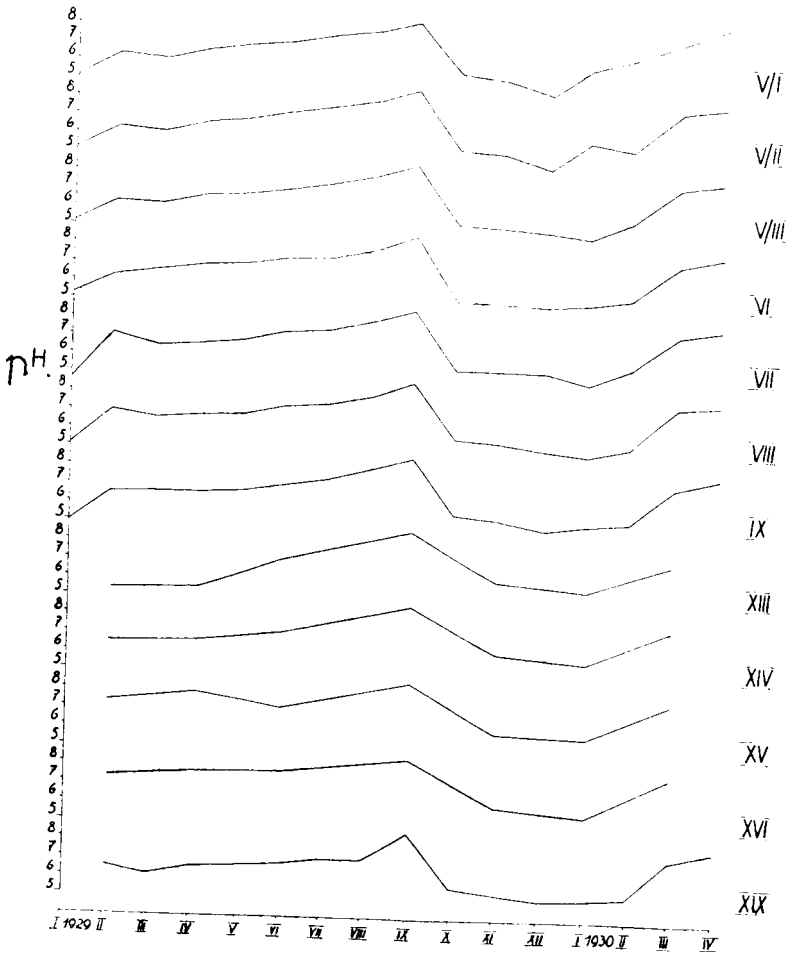
Megfigyelő állomás: Királyhalom.

Metr. Station: Királyhalom.

Sorszám — Nr.	Hónap Monat	Napi hőmérsék- let	Talajhőmérséklet Bodentemperatur			Légnyomás Luftdruck	Légnedvesség Luftfeuchtigkeit	Csapadék Nieder- schläge
		Tagetem- peratur	5 cm	20 cm	50 cm			
		közép Mittel	mélységben — Tiefe			mm	mm	
	1929							
1	I. — — — —	— 0·28	3·3	2·6	2·1	755·0	79	34·5
2	II. — — — —	— 10·1	— 5·5	— 5·3	— 0·8	753·8	80	25·4
3	III. — — — —	5·9	2·7	3·2	3·1	756·3	76	1·3
4	IV. — — — —	7·7	8·6	8·4	8·3	748·0	71	55·0
5	V. — — — —	17·6	20·0	19·8	16·2	748·3	78	55·0
6	VI. — — — —	19·3	22·5	21·7	19·6	749·9	75	96·9
7	VII. — — — —	21·8	24·9	24·6	22·3	751·3	62	43·0
8	VIII. — — — —	23·2	25·7	24·8	23·1	749·8	56	25·7
9	IX. — — — —	16·9	18·1	19·4	19·9	753·3	58	33·2
10	X. — — — —	13·9	12·4	13·3	15·3	749·7	85	29·2
11	XI. — — — —	7·2	6·4	7·6	10·2	751·5	91	67·2
12	XII. — — — —	2·5	1·4	2·76	6·4	753·0	88	16·9
	1930							
13	I. — — — —	0·5	0·22	1·01	3·86	754·1	87	7·9
14	II. — — — —	1·2	0·56	1·36	3·88	752·9	66	27·7
15	III. — — — —	13·0	7·2	7·0	6·5	743·0	73	26·2

A kísérleti területek Ph értékének
időszaki változása.

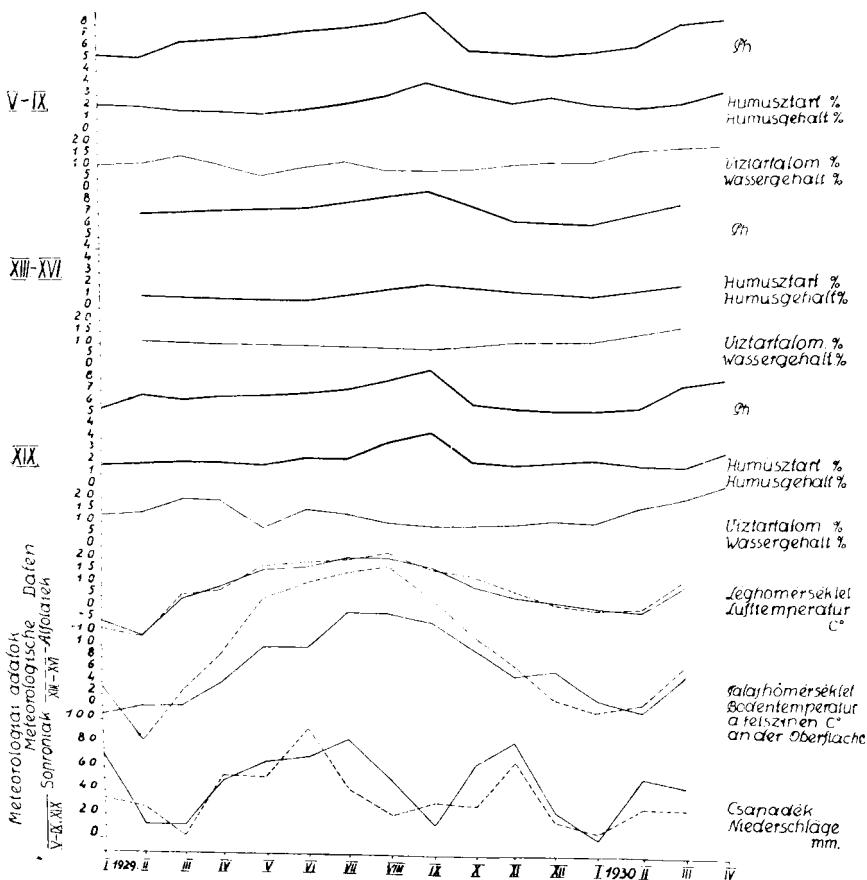
Die zeitlichen Veränderungen der
Ph Werte der einzelnen Versuchssflächen.



1. ábra. — Fig. 1.

A kísérleti területek ρH és humusztartalom
 állagának időszaki változása.

Die zeitlichen Änderungen der Acidität und
 des Humusgehaltes in Durchschnittswerten.



2. ábra. — Fig. 2.

hogy szeptemberben maximumukat ériék el. Az 1. sz. táblázat és az 1. sz. grafikon világosan mutatják ezeket a törvényszerűségeket. Hogy e változásokról, mint határozott törvényszerűségekről beszélhetünk, azt bizonyítja az a körülmény, hogy a különböző éghajlati és természeti viszonyokkal bíró területek mind egyforma változásokat mutattak. Rendkívül érdekes, hogy a XIX. sz. kísérleti területen, amely egy rendes művelés alatt álló réten fekszik, ugyanazok a változások észlelhetők.

Ha a *ph*-értékeknek ezt a változását a többi klimatikus tényezővel való összefüggésében meg akarjuk vizsgálni, akkor a *ph*-görbe menetét a levegő- és talajhőmérséklet, a talaj víztartalmának és a csapadékmennyiség görbéjének menetével kell összehasonlítani. Ezt az összehasonlítást az 5. sz. táblázat adatai nyomán a 2. sz. grafikon ábrázolja.

Ha ezt a grafikont szemügyre vesszük, azonnal megállapíthatjuk, hogy a *ph*-értékek változását főleg a hőmérsékleti és csapadékviszonyok és a talajnak e két tényezőtől függő víztartalma befolyásolja. A *ph*-értékek minimuma azon évszakra esik, amelyben a relatív magas csapadékmennyiség, a napok rövidsége és az alacsony hőmérséklet következtében a talaj kellőleg kiszáradni nem tud és ezért a *ph*-értékek minimuma összeesik a hőmérséklet minimumával, a magasabb csapadékmennyiséggel s a talaj víztartalmának legmagasabb értékeivel. A talajsavanyúság maximális értékeit az összes kísérleti területen szeptember hó folyamán éri el, amikor még aránylag magas hőmérséklet mellett legnagyobb a csapadékhány s ezzel kapcsolatban a talaj víztartalmának értékei a legalacsonyabbak.

Rendkívül érdekes, hogy a *ph*-görbe menetét elsősorban valószínűleg a talajnak 40—50 cm-nyi mélységében uralkodó hőmérséklete befolyásolja. A megfelelő értékek ugyanis majdnem teljesen összeválnak a *ph*-értékekkel. 50 cm mélységben a talajhőmérséklet augusztus és szeptember hó folyamán éri el maximumát.

A vizsgálati eredmények alapján megállapíthatjuk, hogy az egyes ph-értékek között az irodalomban gyakran található nagy különbség oka arra a körülményre vezethető vissza, hogy a ph-értékeket különböző évszakokban mérték a nélkül,

hogy az egymásra ható tényezőket és az értékek időszaki változásainak lefolyását figyelembe vették volna,

Az 1. sz. táblázatból láthatjuk, hogy a ph maximális és minimális értékei között némely esetben jelentékeny különbségek vannak, amelyek nagysága a nyugatmagyarországi humid klímájú területeken a 70 %-ot rendszeren meghaladja, míg a szélsőséges arid klímájú alföldi homokos területeken ez a különbség 50 % között mozog.

A jövőben tehát, hogy a talajok reakcióját illetőleg megbízható és pontos összehasonlító adatokat nyerjünk, a ph -értékek időszaki változásait minden körülmények között figyelembe kell venni és a talajokat csak évi átlagértékeik alapján hasonlíthatjuk egymással össze. Ez természetesen áll a talajt jellemző növényekre is, amelyeket ma a talajsavanyúság kifejezésére többféleképpen használnak. Az erdőtalajok savanyúsága ugyanis rendkívül erősen változik, mégpedig a szélsőséges savanyú és alkalikus értékek között mozog. Például az V/2. sz. kísérleti terület ph -értékének minimuma 4·35, tehát kimondottan savanyú, míg maximuma $ph=8·46$, tehát határozottan alkalikus reakciójú.

Ha az évi átlagértékeket összehasonlítjuk, úgy azt tapasztaljuk, hogy az egyes talajok ph -értékei között nem mutatkoznak olyan nagy különbségek, mint amilyenek a klimatikus és egyéb talajbiológiai faktorok között fennálló nagy eltérések következtében várhatók volnának. Rendkívül érdekes megállapítást ad ezen faktornak a talaj többi életjelenségeivel való összehasonlítása is. Ebből azonnal láthatjuk, hogy a ph -értékek minimuma rendszerint azon időszakra esik, amikor a fák gyökereinek működése szünetel és ennek következtében a ph -értékek fiziológiai káros hatása nem érvényesül a maga teljességében. Viszont a talajsavanyúság értékei abban az időszokban növekednek és érik el a maximumukat, amikor a fák gyökerei legintenzívebb működésüket fejtik ki.

A talaj savanyú reakcióját általában a talajban lejátszódó bomlási folyamatok alapvetően befolyásolják. Minthogy pedig ezen bomlási folyamatok lefolyásánál a talaj víztartalma és a hőmérséklet döntő szerepet játszanak, úgy a ph -értékek változá-

sait ezen bioklimatikus és a talaj-fizikai tényezők időszaki változásaival hozhatjuk összefüggésbe. A talaj- és levegőhőmérséklet befolyásolja a bomlási folyamatok intenzitását, a talajok víztartalma viszont meghatározza ezeknek aerob vagy anaerob természetét, és minthogy ez utóbbi kialakulása a hőmérséklet változásaival és a csapadékmennyiséggel szoros összefüggésben áll, úgy az előzőekben vázolt törvényszerűségek minden nehézség nélkül megmagyarázhatók.

Az eredmények összefoglalása.

1. *Az erdőtalaj reakciójának kialakulása időszaki változásokat mutat; legalacsonyabb értékeit a téli hónapokban éri el, míg maximális értékei a nyári hónapokra esnek.*

2. *A változások elég jelentékenyek, a különböző évszakokban a szélsőséges savanyú és alkalikus értékek között mozognak és a különbségek igen nagyok. Ezen vizsgálataim folyamán a ph maximális és minimális értékei között 90^o/o-os különbséget is észleltem.*

3. *A ph -értékek időszaki változásai és a talaj bioklimatikus tényezői között határozott összefüggés van. A ph -értékek maximuma a talaj víztartalmának minimális értékeivel, azután a talaj- és levegőhőmérséklet legmagasabb, viszont a csapadékmennyiség legalacsonyabb értékeivel esik össze. Viszont a ph minimális értékei összefüggnek azon évszakokkal, amelyekben a csapadékmennyiség nagy és a napok rövidege és az alacsony hőmérséklet következtében a párolgás minimális.*

Minthogy a talajsavanyúság változásainak kialakulására főleg a talaj víztartalma, a talajhőmérséklet és az ezen tényezők változásaival összefüggő, a talajban lefolyó bomlási folyamatok vannak befolyással, úgy a ph -görbe változásainak törvényszerűségei a bioklimatikus faktorok változásaival könnyen megmagyarázhatók.

4. E vizsgálatok alapján beigazolódott, hogy az egyes erdőtalajok savenyúságának helyes megállapításánál a ph -értékek időszaki változásait feltétlenül tekintetbe kell vennünk és a reak-

ció állapotának helyes kifejezése csakis évi átlagadatok alapján lehetséges.

5. Ha tehát a különböző *ph*-értékeket egymással össze akarjuk hasonlítani, úgy a talajvétel idejére minden körülmények között figyelemmel kell lennünk.

II.

A talaj humusztartalmának változásai.

Bevezetés.

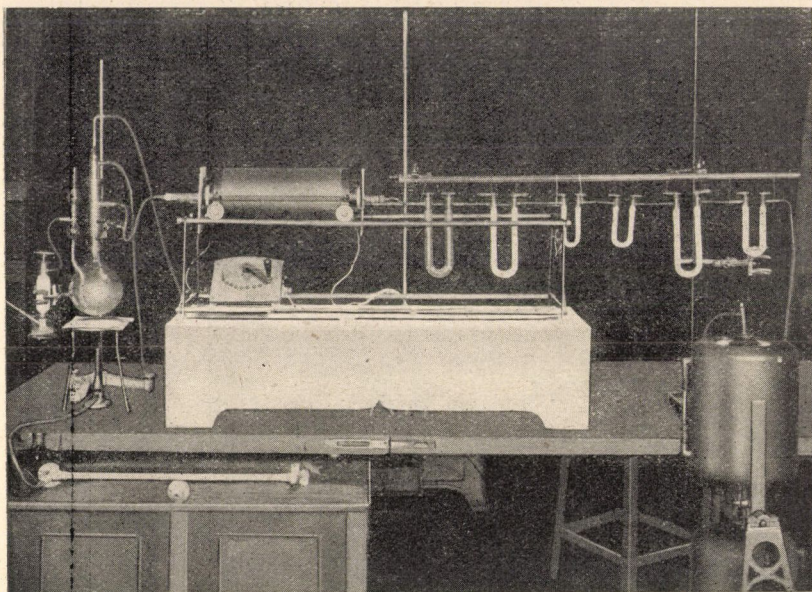
A talajsavanyúság időszaki változásainak vizsgálatával egyidejűleg a humusztartalom időszaki változásainak vizsgálatát is megkezdtem. Erre a tényezőre már eddigi vizsgálataim folyamán is különös gondot fordítottam, azonban nem sikerült megbízható és összehasonlításra alkalmas adatokat nyernem, aminek oka valószínűleg az egységes vizsgálati módszer hiányában gyökeredett. Ez oknál fogva elhatároztam tehát, hogy ezt a kérdést is mind a négy tenyészeti időszakra kiterjedőleg fogom vizsgálni.

A vizsgálati módszerek ismertetése.

A humusztartalom meghatározására egy a DENNSTEDT-féle és a káliumbichromátos eljárás kombinációján alapuló és kissé leegyszerűsített eljárást használtunk, amelyben az oxidációt részben a chromsav végzi és viszont az égési termékek tisztítását és adszorbeióját DENNSTEDT módszere szerint végeztük.

Az eljárás részletei nagy vonásokban a következők (lásd 3. sz. ábra): Mindenekelőtt 5 g légszáraz talajt egy különleges, erre a célra szolgáló edényben 20 cm³ 20 %-os kénsavval kezeljük, ami által a carbonátok CO₂-jét eltávolítjuk. Körülbelül 20 perc múlva a visszamaradó anyagot 50 cm³ desztillált vízzel hígítjuk, majd 15 g káliumbichromáttal elegyítjük és az edényt légmentesen lezárjuk, azután lassan forrásba hozzuk és körülbelül 20 percig állandó hőmérsékleten forraljuk. A keletkezett gázokat megfelelő hűtés után 300° C-ra hevített ólom-superoxyd és ólomoxyd keveréke felett vezetjük át, hogy ezáltal a keletkező N- és kénoxydokat megkössük. Ez után a műveget

után a maradékot szárítás céljából két U-csővön vezetjük át, amelyek közül az elsőben konc. kénsav, a másodikban pedig chlorcalcium van. Az ilyen módon víztelenített és kiszáritott gázokat azután az oxydáció alatt keletkezett CO_2 pontos lemérése céljából két U-csővön vezetjük át, amelyek nátronmeszet tartalmaznak és a gázokon levő CO_2 -ot elnyelik. Ezt a két U-csövet a külső levegőtől sorban chlorcalciumot és nátronmeszet tartal-



3. ábra. — Fig. 3.

mazó U-csővel zárjuk le. Hogy a készülékbe bevezetett levegőt a CO_2 -tól mentesítsük, a készülék alá egy nátronmeszet tartalmazó adszorpciós tornyot kapcsolunk. A keletkezett gázokat áramlásba a készülék végén alkalmazott aspirátorral hozzuk. Miután a két nátronmeszet tartalmazó U-csövet a meghatározás előtt és után pontosan lemérjük, a kettőnek súlykülönbségéből a keletkezett CO_2 -mennyiségét pontosan meg tudjuk határozni.

A vizsgálatokat ugyanazonokon a kísérleti területeken folytatam le, mint amelyeken a *ph*-méréseket végeztem és amely

kísérleti területeket ugyanott részletesen leírtam. A talajpróbák vétele szintén ugyanabban az időben és ugyanazon módon történt, mint ahogy azt a *ph*-értékek vizsgálatánál részletesen ismertettem.

A vizsgálatok eredményeinek összehasonlító ismertetése.

A vizsgálatok eredményeit a 4. és 5. sz. táblázat és a 4. sz. ábra foglalja magában. Amint ezekből világosan látható, a humusztartalom változásának évi lefolyása kifejezett időszaki törvényszerűségeket mutat. A talaj humusztartalma szeptember hónapban a legmagasabb, míg legalacsonyabb értékei május hóra esnek. Ha a görbe menetét figyelemmel követjük, úgy azt látjuk, hogy az maximumának elérése után rohamosan esik és azután csak június, július és augusztus hónapok folyamán emelkedik újra. Egyes területeken december hónap folyamán még egy második maximumot is sikerült kimutatni.

A humusztartalom időszaki változásai kétségkívül szoros összefüggésben állanak a lombhullással és ennek következtében a talajban lejátszódó bomlási folyamatokkal. A szeptember és részben október hó folyamán bekövetkező lombullás az erdőtalaj organikus anyagtartalmát erősen megnöveli és minthogy az őszi hónapokban a hőmérséklet még aránylag elég magas, akkor természetesen az erdőtalajban a szerves anyag bomlási folyamata is fokozottabb mértékben megindul. Amint már az eddigi vizsgálataink eredményei is mutatták, a hőmérsékletcsökkenés következtében az erdőtalaj mikrobiológiai tevékenysége is erősen redukálódik, ami által természetesen a talajban végbemenő bomlási folyamatok is megszűnnek. A tavasz folyamán azután a hőmérséklet emelkedése következtében a talajban lefolyó biológiai tevékenység megint fokozatosan intenzívebbé válik. Minthogy azonban június, július és augusztus hó folyamán az új talajnövényzet egy része már fokozatosan elhal és július hó végén és augusztus hónapban már lassan a lombhullás is megindul, úgy a humusztartalom görbéje május hó után ismét emelkedést mutat, amely emelkedés tetőpontját a lombhullással együtt szeptember hó folyamán éri el.

A humusztartalom változásai az arid klímájú homokos tala-

4. sz. táblázat. — Tafel Nr. 4.

*A humusztartalom időszakos változásai az egyes kísérleti területeken.
Die zeitlichen Veränderungen des Humusgehaltes auf den einzelnen Versuchsf lächen.*

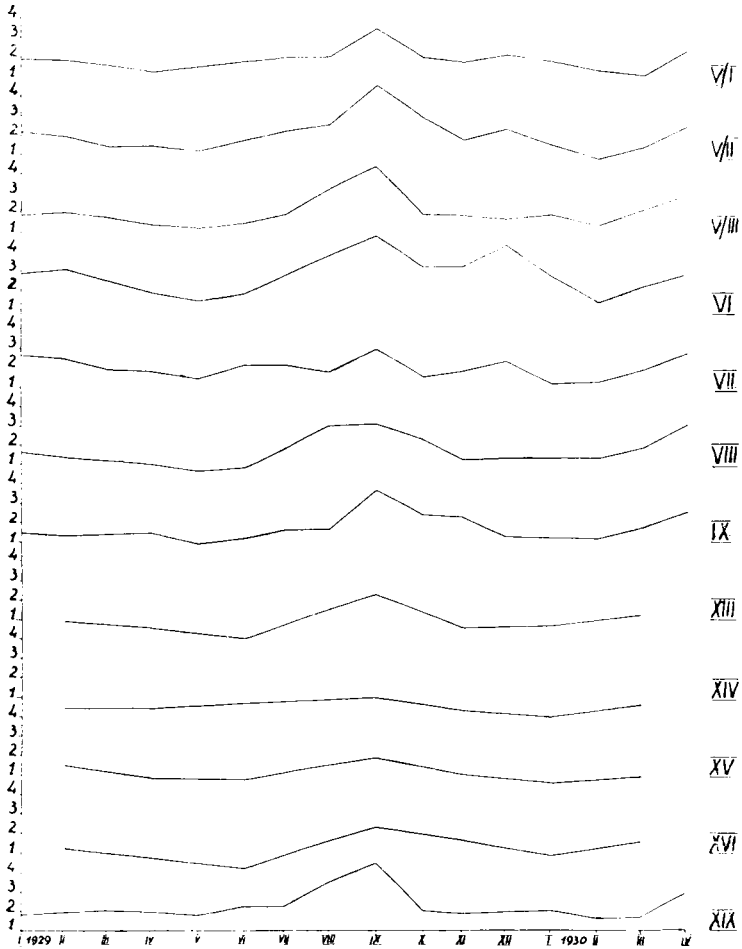
Sorszám — Nr.	A kísérleti terület jele Nr. der Versuchsf lächen	1929	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	1930	II.	III.	IV.	Évi átlag Jahresdurchschnittswerte	Maximum	Minimum	A maximumnak a minimumhoz viszonyított %-os különbsége Das %-uelle Verhältniss d. Max. z. Min.
		I.	h ó n a p — M o n a t																		
1	V/I	1.96	1.85	1.62	1.36	1.59	1.83	2.11	2.16	3.77	2.30	2.00	2.44	2.09	1.56	1.30	2.84	2.05	3.77	1.59	136
2	V/II	2.11	1.93	1.46	1.49	1.24	1.88	2.33	2.70	4.92	3.09	1.97	2.53	1.77	1.01	1.49	2.70	2.16	1.92	1.24	296
3	V/III	1.95	2.01	1.74	1.45	1.35	1.57	2.01	3.48	4.64	2.13	2.06	1.87	2.05	1.58	2.23	3.15	2.21	4.64	1.35	244
4	VI	2.90	3.15	2.53	1.99	1.63	1.98	2.94	3.95	5.07	3.47	3.45	4.58	2.81	1.52	2.28	3.06	2.92	5.07	1.63	211
5	VII	2.70	2.51	1.98	1.86	1.52	2.27	2.30	1.98	3.15	1.75	2.04	2.52	1.47	1.59	2.03	2.94	2.17	3.15	1.52	107
6	VIII	1.60	1.46	1.21	1.05	0.73	0.91	1.99	3.06	3.25	2.50	1.44	1.54	1.55	1.55	1.86	3.02	1.79	3.25	0.73	345
7	IX	1.51	1.32	1.45	1.53	0.96	1.24	1.70	1.77	3.95	2.66	1.46	1.65	1.45	1.45	1.57	2.43	1.76	3.95	0.96	313
8	XIII	—	0.92	—	0.65	—	0.16	—	—	2.42	—	0.78	—	0.85	—	1.16	—	0.99	2.42	0.16	1410
9	XIV	—	0.43	—	0.52	—	0.78	—	—	1.16	—	0.59	—	0.26	—	0.64	—	0.63	1.16	0.26	348
10	XV	—	1.63	—	0.96	—	0.85	—	—	1.90	—	1.20	—	0.73	—	0.98	—	1.18	1.90	0.73	159
11	XVI	—	1.36	—	0.78	—	0.39	—	—	2.42	—	1.76	—	0.98	—	1.52	—	1.31	2.42	0.39	521
12	XIX	1.82	1.95	2.05	1.97	1.78	2.34	2.29	3.95	4.49	2.06	1.83	1.97	2.11	1.71	1.64	2.98	2.28	4.49	1.71	163

5. sz. táblázat. — Tafel Nr. 5.

A talajsavanyúság és a humusztartalom időszaki változásainak összesítő kimutatása.
Die zusammenfassende Darstellung der periodischen Änderungen der ph. Werte und des Humusgehaltes.

Sorszám — Nr.	A kísérleti terület jele Nr. der Versuchsfächen	1929												1930				Évi átlag Jahresdurchschnittswerte	Maximum	Minimum	A maximumnak a minimumhoz viszonyított %-os különbsége	Das %-uelle Verhältniss d. Max. z. Min.								
		I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	I.	II.	III.	IV.													
		h ó n a p — M o n a t																												
Talajsavanyúság — ph. Werte.																														
1	V/I—IX	5·0	35·1	36·2	96·5	86·7	27·1	47·4	77·1	84·8	53·3	85·2	14·8	35·1	5·1	15·5	47·3	97·6	9	6·3	8·4	84·8	83	77						
2	XIII—XVI	—	6·9	2	—	7·1	4	—	7·2	7	—	—	8·5	7	—	6·1	10	—	5·6	8	—	7·4	5	—	7·0	3	8·5	75	68	52
3	XIX	—	6·6	2	26·2	26·5	06·5	86·7	57·0	37·7	65·8	55·5	57·9	5·4	05·1	15·5	14·5	31·7	27·7	78	6	12	8	55	5	11	66			
Humusztartalom % — Humusgehalt %.																														
4	V/I—IX	2·1	12·0	41·6	21·5	21·3	11·6	22·0	92·6	33·7	52·8	32·0	62·4	61·8	81·4	91·8	22·8	22·8	2	13	3	75	1	31	186					
5	XIII—XVI	—	1·0	9	—	0·7	5	—	0·5	4	—	—	1·8	0	—	1·2	6	—	0·7	1	—	1·6	8	—	1·1	17	1·8	0·5	262	
6	XIX	1·8	21·9	52·0	51·9	71·1	78·2	34·2	29·3	59·4	49·2	06·1	83·1	97·2	11·1	71·1	64·2	98	2	28	4	49	1	78	263					
Viztartalom % — Wassergehalt %.																														
7	V/I—IX	11·0	11·4	13·9	10·2	6·6	9·7	12·8	7·8	7·3	8·2	9·3	10·2	10·1	14·9	15·1	17·2	2	10	9	17	2	6	6	159					
8	XIII—XVI	—	11·4	—	10·2	—	9·7	—	—	7·3	—	9·3	—	10·1	—	15·1	—	10	2	15	1	7	3	107						
9	XIX	13·1	14·3	19·7	19·2	7·9	15·6	13·5	10·2	8·8	8·9	9·8	11·1	10·1	15·7	19·3	26·5	13	8	26	5	7	9	197						

Hümusztartalom %-ban
Humusgehalt in %-en



4. ábra. — Fig. 4.

jokon levő kísérleti területeken nagyjából ugyanezen törvényszerűségeket mutatják azzal a különbséggel, hogy ezeken a területeken minimumuk június hó folyamára esik.

Ha a humusztartalom és *ph*-értékek változásait a maguk összefüggésében a talaj víztartalmával, a levegő- és talajhőmérséklettel és a csapadékmennyiséggel összehasonlítjuk, akkor a következő átnézetet nyerjük:

A humusztartalom legmagasabb értékei a maximális *ph*-értékekkel körülbelül összeesnek. A humusztartalom legalacsonyabb értékei azonban már nem kongruálnak a *ph*-értékek minimumával és minthogy a talajreakció minimális értékeinek kifejlődésére a talaj humusztartalma erős befolyást gyakorol, úgy ez a jelenség könnyen megmagyarázható. A *ph*-értékek ugyanis csak a humuszanyagok feldolgozása után, a nyár és az őszi folyamán emelkedhetnek. Minthogy pedig az erdei humusz feldolgozását főképpen az erdőtalaj biológiai folyamatai befolyásolják, amelyek viszont a talaj- és levegőhőmérséklettel függenek össze, úgy ennek a jelenségnek magyarázata is világosan és tisztán áll előttünk.

Mindezeket egybevetve levonhatjuk azt a törvényszerűséget, amely a *ph*-értékeket is jellemezte és amely abban áll, hogy a humusztartalomnak a különböző évszakokban elért értékei között igen jelentékeny különbségek vannak. A 4. sz. táblázat és a 4. sz. ábra ezt világosan feltüntetik. Ezek szerint tehát, ha a különböző erdőtalajok humusztartalmának értékeit egymással összehasonlítjuk, csak akkor nyerünk tiszta és a valóságnak megfelelő képet, ha évi átlagadatokkal dolgozunk.

Rendkívül érdekes megfigyeléseket tehetünk, ha a homokos erdőtalajok és a nehéz agyagos erdőtalajok humusztartalmát összehasonlítjuk egymással. Az itt észlelt különbségek e két talajnem egymástól annyira eltérő biológiai viszonyaiban lelik magyarázatukat. Amint Bokorral közösen végzett vizsgálataimban (5.) már rámutattam, a homokos erdőtalajok nagy levegőkapacitása következtében ezen erdőtalajok mikrobiológiai tevékenysége nagyon élénk és ennek folytán a talajok humusztartalma nagyon gyorsan elhasználódik, amely körülmény idézi elő azután a nagy különbségeket.

Különös figyelmet érdemel az a körülmény, hogy a humusz-tartalom változásai a XIX. sz. kísérleti területen, amely mezőgazdasági művelés alatt álló rét, ugyanúgy alakulnak, mint a környező erdőtalajokon.

Különös fontosságúak ezek a vizsgálatok az alföldfásítás szempontjából is. Közismert tény, hogy a magyar erdőgazdaság, amely ezen a téren nagyot és kiválót alkotott, még mindig nincsen egészen tisztában azzal, hogy melyik fafajjal való erdő-sítés hozza meg ezen a téren a legjobb és legkivántabb eredményt. Az erdő-sítés célja és lényege végeredményben abban áll, hogy ezeken a terméketlen, sokszor futóhomokkal borított területeken a homok mozgását megkösse és az erdőtelepítéssel a talajt megjavítsa, a talaj megjavított termőképességét huzamosabb ideig megtartsa és így ezeket a különben mezőgazdasági-lag teljesen hasznavehetetlen területeket a termelés számára megmentse. *Világos tehát, hogy a fafaj megválasztásánál az a fafaj részesítendő előnyben, amely ezeket a talajokat tápanyagokban leginkább gazdagítja.* A talajnak tápanyagokban való gazdagítása, mint tudjuk, a lombhullás útján a talajra kerülő szerves anyag szétbontásával történik. Ezen folyamat alatt a szerves anyag fokozatosan egyszerűbb vegyületekké lesz átalakítva és végeredményben kellő és jó talajszellőztetés esetén a C-tartalmú anyagok túlnyomórésze CO_2 -dá ég el, a N-tartalmú anyagok pedig a nitrifikáción átmenve, mint nitrátok gazdagítják a talajt. A lehullott lombban levő többi ásványi alkotórész a szerves anyag felbomlása után szintén visszakerül a talajba.

Ezeknél a talajoknál a talaj javításának forrása és eszköze tehát a lombhullás és az ebből keletkezett humusz. A talajjavítás szempontjából tehát azokat a fafajokat kell előnyben részesíteni, amelyek humuszban minél nagyobb mértékben gazdagítják a talajt.

Amint ezek a vizsgálatok mutatják, ebből a szempontból például a feketefenyő feltétlenül előnyben részesítendő az ákác-cal szemben. A feketefenyő-erdők humusztartalma még átlag-értékeiben is jelentékenyen felülhaladja az ákác-erdők humusztartalmát. Ott tehát, ahol rossz talajok megjavításáról van szó

és ahol a talaj termőerejét minél hatékonyabban gazdagítani akarjuk, a feketefenyővel való erdősítésnek az ákással való erdősítéssel szemben határozottan előnyt kell adni.

Az eredmények összefoglalása.

1. Az erdőtalaj humusztartalma állandó változásoknak van alávetve, kialakulása rendkívül jellegzetes; főbb mozzanatai a következők:

a) Az erdőtalaj humusztartalma szeptember hó folyamán a legnagyobb, amely körülmény az őszi lombullással van összefüggésben.

b) Ezen időpont után a humusztartalom fokozatosan csökken, míg a téli és kora tavaszi hónapok alatt körülbelül ugyanazon a nívón marad, azután megint esik és minimumát május hónap folyamán éri el. Ez a jelenség ugyancsak a talajban lefolyó bomlási folyamatok időszaki változásaival magyarázható.

c) Május után azután a talaj humusztartalma, a növényzet fokozatos elhalása és a lassankint meginduló lombhullás következtében, amely folyamatok a talajt szerves anyagokban gazdagítják, ismét emelkedni kezd.

2. A *ph*-értékek és a humusztartalom maximuma összeesik, a nélkül azonban, hogy közöttük szorosabb összefüggés állana fenn. A *ph*-értékek őszi maximuma ugyanis a magas hőmérsékletre vezethető vissza, míg a humusztartalom maximumát a lombhullás idézi elő.

3. A *ph*-értékek és a humusztartalom minimuma nem esik ugyanazon időszakra, amely körülmény abban leli magyarázatát, hogy a két tényező kifejlődésére befolyással bíró körülmények időben nem egyeznek.

4. A most vázolt kísérleti eredmények alapján kifejezést kell adnom annak a nézetemnek, hogy az erdőtalajok humusztartalmának helyes megállapítása és összehasonlítása csakis évi átlagadatok, illetőleg hosszabb megfigyelési időszakra kiterjedő vizsgálatok alapján lehetséges, amely esetben a talajpróba vételeinek idejére mindig tekintettel kell lennünk.

5. A feketefenyőerdő talajának humusztartalma mindig jelentékenyen felülhaladja az ákácerdők talajának humusztartalmát, és ezért jelen vizsgálataink alapján már kimondhatjuk, hogy rossz állapotban levő homokos talajok erdősítésénél és megjavításánál, minthogy a talaj termőerejét dúsabb lombhullásával és az ebből keletkezett humuszával jobban gazdagítja, a feketefenyőnek a gyér lombozatú ákáccal szemben feltétlenül előnyt kell adni.

Jelen vizsgálatok a Magyar Tudományos Akadémia III. osztálya által a gróf Vigyázó-féle alapból, továbbá a magyar kir. Földművelésügyi Minisztérium Erdészeti főosztálya által az Országos Erdei Alapból juttatott támogatással készültek, amely támogatásokért e helyen is hálás köszönetet mondok.

Irodalom. — Literatur.

1. Dr. FEHÉR: Vizsgálatok az erdőtalaj biológiai tevékenységének időszaki változásairól. — Untersuchungen über den zeitlichen Verlauf des Mikrobenlebens des Waldbodens. (M. Tud. Akadémia Mat. és Természettud. Értesítője XLVI. köt. 201—234. old. 1929.)

2. Dr. FEHÉR: Vizsgálatok az erdőtalaj N-anyagcseréjéről. — Untersuchungen über den N-Stoffwechsel des Waldbodens. (M. Tud. Akadémia Mat. és Természettudományi Értesítője XLVI. köt. 171—200. old. 1929.)

3. Verhandlungen der zweiten Kommission der Internationalen Bodenkundlichen Gesellschaft. Teil A. Budapest. 19. old. Bodenazidität und Bodenadsorption.

4. HEINTZE S. G.—CROWTHER E. M.: An error in soil reaction determinations by the quinhydrone methode. (Verhandlungen der zweiten Kommission der Internationalen Bodenkundlichen Gesellschaft. Budapest.)

5. Dr. FEHÉR és dr. BOKOR: Vizsgálatok az alföldi homokos erdőtalajok biológiai tevékenységéről. — Biochemische Untersuchungen über die biologische Tätigkeit der sandigen Waldböden auf der ungarischen Tiefebene. (M. T. Akadémia Mat. és Természettudományi Értesítője XLVI. kötet, 127—170. old. 1929.)

6. Dr. KÜHN: Kritische Untersuchungen der Chinhydronelektrode und der Indikatorenmethode bei der Bestimmung des *ph* von Böden, ihre Anwendbarkeit einzeln und miteinander geprüft. (Verhandlungen der zweiten Kommission der Internationalen Bodenkundlichen Gesellschaft, Budapest.)

7. KOTZMANN: Vergleichende Untersuchungen über die verschiedenen Humusbestimmungsmethoden. (Verhandlungen der zweiten Kommission der Internationalen Bodenkundlichen Gesellschaft. Budapest.)

8. HEUELL: Bestandesabfallzersetzung. (Mitt. a. Forstwirt u. Forstwiss. 1930.)

9. NEMEC és KVAJIL: Biochemische Studien über die Aridität der Waldböden. (Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen. Jahrg. LVI., Heft 6. 1924.)

(A M. Tud. Akadémia III. osztályának 1930 május 19.-én tartott üléséből.)

UNTERSUCHUNGEN ÜBER DIE ZEITLICHEN ÄNDERUNGEN EINIGER BIOLOGISCHEN FAKTOREN DES WALDBODENS.

Von : Dr. D. FEHÉR.

(Aus dem Botanischen Institut der k. ung. Hochschule für Berg- und Forstingenieure.)

I.

Die Änderungen der Bodenazidität.

Einleitung.

Im Laufe meiner früheren Untersuchungen, die ich über den zeitlichen Verlauf der Mikrobentätigkeit des Waldbodens durchgeführt habe, fiel es mir auf, dass die Werte der Bodenazidität in den verschiedenen Jahreszeiten grosse Schwankungen gezeigt haben. (1.) Schon während dieser Untersuchungen konnten wir gewisse Regelmässigkeiten feststellen. Wir bemerkten vor allen, dass die höchsten *ph*-Werte der Bodenazidität gewöhnlich während der trockenen Sommermonaten zu konstatieren sind und die niedrigsten Werte im Winter und Herbst aufzutreten pflegen. Da jedoch die bis jetzt ermittelten Resultate kein einheitliches und in jeder Hinsicht befriedigendes Bild gegeben haben, so habe ich mich nun entschlossen dieser Frage während einer längeren, vomöglich ein ganzes Jahr umfassenden Beobachtungsperiode näher zu treten. Ich habe auch bei der Lösung dieses Problems in der ersten Reihe den Waldboden ins Auge gefasst, da nach den Resultaten meiner letzten Untersuchungen der Wald und der Waldboden in seiner Unbe-

rührtheit einen natürlichen Biotop darstellen, wo die natürlichen Verhältnisse und die physiologischen Gesetzmässigkeiten ohne durch fremden Einflüsse gestört zu werden, sich voll entfalten können.

Von den ausgewählten 12 Versuchsflächen war daher nur eine einziege auf einer im landwirtschaftlichen Betriebe stehenden Wiese aufgenommen. Diese Versuchsfläche diente als Vergleich und wurde in der Nähe einer der Versuchsflächen gewählt, um durch die bekannte Bodenbeschaffenheit den richtigen Vergleich wahrnehmen zu können.

Zwischen den untersuchten Waldböden waren nun auch die extremen vertreten. Durch die eigentümliche geographische Lage von Ungarn wurde ich in die Lage versetzt Versuchsflächen an den extremen Steppengebieten der ungarischen Tiefebene und in der subalpinen Klimazone der westlichen Grenzgebieten des Landes untersuchen zu können. Dementsprechend entfielen von den 12 Versuchsflächen vier auf die ungarische Tiefebene und die übrigen auf die Wälder der westungarischen Voralpen.

Untersuchungsmethodik.

Bei meinen ersten Untersuchungen habe ich bei der Bestimmung der *ph*-Werte mit der kolorimetrischen Methode gearbeitet und zwar habe ich die Apparatur von MICHAELIS benützt. (2). Später, da die elektrometrischen *ph*-Messungsmethoden sich immer mehr verbreitet haben, habe ich die Chinhydronmethode angewendet. Für die Chinhydron-Methode sind in der letzten Zeit verschiedene gute Apparate in die Laboratoriumspraxis eingeführt worden. Einer der besten und empfindlichsten Apparate ist der Apparatur von MISLOWITZER. Ich habe auch sehr viel mit diesem Apparate gearbeitet, habe mich jedoch später entschlossen für unsere Massenuntersuchungen einen praktischen, zerlegbaren und in allen Teilen kontrollierbaren Apparat zu benutzen. Dieser Apparat hat den grossen Vorteil, dass er leicht zerlegbar ist und falls Störungen vorkommen sollten, alle Teile zerlegt kontrolliert und repariert werden kön-

nen. Die Teile und die Einrichtung des Apparates habe ich schon in einer meiner früheren Arbeiten beschrieben (3).

Seit ein Jahr benützen wir zur Bestimmung des E_k des Akkumulators ein gewöhnliches Mavometer, welcher in der letzten Zeit in die Radiotechnik eingeführt wurde. Dasselbe wird dann von Zeit zu Zeit mit einem WESTON'schen Normalelement geeichten Cadmiumelement kontrolliert. Es zeigt gewöhnlich die Voltzahl mit einer Genauigkeit von 0·005—0·01. Diese Fehlergrenze entspricht dann bei der gewöhnlichen Voltzahl von 1·8—2·0 einer Fehler von 0·25—0·50 %. Das Zusammenwirken der Teile des Apparates um die eventuellen Fehler eruiren zukönnen, muss natürlich von Zeit zu Zeit ebenfalls kontrolliert werden. Zu diesem Zwecke benütze ich die bekannte Standard-acetatlösung, welche folgende Zusammensetzung hat:

n NaOH	50 cm ³
n Essigsäure	100 "
dest. Wasser	350 "

Die ph -Zahl dieser Lösung beträgt bekanntlich 4·62. Der Apparat arbeitet nach unseren Erfahrungen mit einer Fehlergrenze von $ph=0·005—0·015 \pm$. Das sind Unterschiede, die biologisch vollkommen bedeutungslos sind.

Zum Aufsuchen der O Stellung benützten wir ein WESTON'sches Galvanometer, welcher mit einer Empfindlichkeit von $25 \cdot 10^{-6}$ arbeitet und unseren Zwecken ausgezeichnet entspricht. Zur Messung der Bodenproben benützten wir Suspensionen. Zur Einstellung des Potentials wird gewöhnlich 2—4 Minuten gewartet. Die Menge des zugesetzten Chinhydrons beträgt ungefähr 40—60 mg. Die Böden kommen in lufttrockenem Zustande zur Verwendung. Es wurden immer Suspensionen in doppeltdestilliertem Wasser, dessen neutrale Reaktion immer geprüft wurde, verwendet.

Unsere Untersuchungsmethode entspricht im ganzen und grossen jener Methode, welche von der 2. Kommission der Internationalen Bodenkundlichen Gesellschaft empfohlen wurden. (3). Es ist mir bekannt, dass in der letzten Zeit gegen die Chinhydrone methode manche Bedenken erhoben wurden. (4). Ich

habe mich aber entschlossen, da meine Arbeit jedoch hauptsächlich auf die Ermittlung der relativen Änderungen der pH -Werte eingestellt war, bei der Chinhydronmethode zu verbleiben, um die Gefährdung meiner Resultate durch eine eventuelle Methodenänderung zu vermeiden. Ich war eher bestrebt durch eine gleichmässige Arbeitsweise mich immer zwischen den geringsten Fehlergrenzen zu halten, um dadurch die relativen Änderungen gut und verlässlich ermitteln zu können.

In den Versuchswäldern haben wir zwecks Probeentnahme kleinere (1000 m²) genau begrenzte Probeflächen aufgenommen. Auf diesen Probeflächen haben wir sodann durch das ganze Jahr hindurch die Bodenproben eingesammelt. Um gute Durchschnittsresultate bekommen zu können, haben wir gewöhnlich auf jeden der Probeflächen von 10—15 verschiedenen Stellen Bodenproben genommen, dieselben gut durchgemischt und nach entsprechendem Trocknen untersucht. Die Proben wurden immer von einer Tiefe von 5—10 cm entnommen, nachdem die Laub- und Rohhumusdecke sorgfältig entfernt wurde.

Beschreibung der Versuchsflächen.

Bei der Beschreibung der Versuchsflächen wollen wir nur jene charakteristischen Daten anführen, welche für die Beurteilung des Fragenkomplexes von Bedeutung sind.

1. *Versuchsfläche Nr. V/1. Fichtenwald in Kaltwassertal.* Forstverwaltung der Hochschule. Frischer sandiger Lehmboden auf Schotter. Exposition W. Höhe ü. M. 400 m. Bestand: 0·5 Fichte (*Picea excelsa* (Lam. et DC.) LK.), 0·3 Weissbuche (*Carpinus betulus* L.), 0·1 Schwarzkiefer (*Pinus nigra* ARN.) und 0·1 Lärche (*Larix decidua* MILL.). Alter cca 26 Jahre. Bestandesschluss 1·0.

2. *Versuchsfläche Nr. V/2* hängt mit Versuchsfläche V/1 zusammen, jedoch leicht durchgeforstet u. z. derart, dass ein Teil der Laubhölzer, meistens die unterdrückten Exemplare herausgenommen wurden. Exposition SW. Bestandesschluss 0·8. Sonst wie V/1.

3. *Versuchsfläche Nr. V/3* gehört mit Versuchsfläche Nr

V/1 und V/2 zusammen, jedoch stark durchgeforstet u. z. derart, dass die Laubhölzer und ein Teil der unterdrückten Nadelhölzer entfernt wurden.

4. *Versuchsfläche Nr. VI. Kahlschlagsfläche in Diebmannsgraben bei der Waldschule.* Früher Niederwald von Weissbuche (*Carpinus betulus* L.). Tiefer Schotterboden auf Gneis. Exposition NW. Höhe ü. M. ca. 250 m. Wurde im Jahre 1928 und 1929 vollkommen gerodet.

5. *Versuchsfläche Nr. VII. Unterbauter Niederwald im Kaltwassertal.* Forstverwaltung der Hochschule. Frischer sandiger Lehmboden auf Schotter und Gneis. Exposition NV. Höhe ü. M. 360 m. Bestand 0·5 Fichte (*Picea excelsa* (Lam. et Dc.) LK.), 0·3 Tanne (*Abies alba* MILL.) und Lärche (*Larix decidua* MILL.), alle künstlich angepflanzt unter dem Schutze eines jungen Niederwaldes von *Carpinus betulus*, der später successive entfernt wird.

6. *Versuchsfläche Nr. VIII. Weissbuchenwald am Bogenriegel.* Frischer, sandiger Lehmboden auf Gneis. Exposition SW. Höhe ü. M. 350 m. Bestand 0·9 Weissbuche (*Carpinus betulus* L.) mit eingesprengten Exemplare von *Betula verrucosa* EHRH., *Quercus sessiliflora* SALISB., *Pinus silvestris* L. Reichliche Bodenvegetation. Bestandesschluss 0·7.

7. *Versuchsfläche Nr. IX. Fichtenwald am Bogenriegel* in der unmittelbarer Nachbarschaft der Versuchsfläche Nr. VIII. Frischer, sandiger Lehmboden auf Gneis. Exposition: SW. Höhe ü. M. 350 m. Bestand 0·8 Fichte (*Picea excelsa* (Lam. et Dc.) LK.), 0·2 Lärche *Larix decidua* MILL.), Weisskiefer (*Pinus silvestris* L.) und Weissbuche (*Carpinus betulus* L.). Bodenvegetation sehr spärlich. Bestandesschluss 1·0.

8. *Versuchsfläche Nr. XIII. Robinienwald bei Kecskemét.* Sandboden durch Sandkuppen durchschossen. Bestand 1·0 *Robinia pseudacacia* L. zerstreut Pappel (*Populus tremula* L.). Alter 12 Jahre. Bestandesschluss 0·8.

9. *Versuchsfläche Nr. XIV. Robinienwald bei Kecskemét.* Auf Sandboden. Bestand 1·0 *Robinia pseudacacia* L. und zerstreut Pappel (*Populus tremula* L.), Alter 23 Jahre. Bestandesschluss 0·9.

10. *Versuchsfläche Nr. XV. Robinienwald bei Szeged.* Städt. Forstverwaltung. Boden: Sand mit Flugsandkuppen. Bestand 1'0 *Robinia pseudacacia* L., Bodenvegetation spärlich. Alter 17 Jahre. Bestandesschluss 0'9.

11. *Versuchsfläche Nr. XVI. Schwarzkiefernbestand bei Szeged.* Städt. Forstverwaltung. Boden: Sand mit Flugsandkuppen. Bestand 1'0 Schwarzkiefer (*Pinus nigra* ARN.). Alter 43 Jahre. Bestandesschluss 0'9. Ohne Bodenvegetation.

12. *Versuchsfläche Nr. XIX. Wiese im Kaltwassertal* im normalen Betrieb, jedoch nicht geweidet. Liegt im Bachtal zwischen den Versuchsflächen Nr. V und VII.

Zusammenfassung der Resultate.

Die Resultate der Untersuchungen zeigen Tafel Nr. 1, 2., und 3, Figur Nr. 1, sowie die zusammenfassende Darstellung Tafel Nr. 5. und Figur Nr. 2. Die wichtigsten Resultatesind die folgende:

1. Die Änderungen des Reaktionszustandes der Waldböden zeigen einen regelmässigen, periodischen Verlauf. Die niedrigsten Werte kommen in den Wintermonaten vor, dagegen haben wirdas Maximum der *ph*-Werte in den Sommermonaten konstatiert.

2. Die Änderungen sind ziemlich bedeutend. Die *ph*-Werte variieren nach den einzelnen Jahreszeiten zwischen den extremen sauren und alkalischen Reaktionszuständen, wobei die Unterschiede ganz gewaltig sind. Im Laufe dieser Untersuchungen sind zwischen dem Maximum und Minimum der *ph*-Werte auch 90 %-ige Unterschiede konstatiert worden.

3. Die zeitlichen Änderungen der *ph*-Werte lassen sich ganz gut und deutlich mit den übrigen bioklimatischen Faktoren in Zusammenhang bringen. Die maximalen Werte fallen mit dem niedrigsten Wassergehalt des Bodens mit den grössten Werte der Luft- und Bodentemperatur und mit den geringsten Niederschlagsmengen zusammen. Die niedrigsten *ph*-Werte dagegen kongruieren mit jenen Jahreszeiten, wo infolge der kürzeren Tage und der niedrigen Temperaturen die verhältnismässig hohen Niederschlagsmengen ziemlich langsam verdun-

sten und somit den grössten Wassergehalt des Bodens verursachen, sie fallen daher auch mit den niedrigsten Werten der Luft- und Bodentemperatur zusammen.

Da die Änderungen der Bodenazidität hauptsächlich durch den Wassergehalt des Bodens und durch die Werte der Bodentemperatur und durch die damit verbundene Zersetzungsprozess der Boden bedingt werden, so kann man diese Gesetzmässigkeit der Änderungen der *ph*-Werte mit den Änderungen der übrigen bioklimatischen Faktoren ganz gut erklären.

4. Auf Grund dieser Untersuchungen ist es klar geworden, dass zur Ermittlung des richtigen Reaktionszustandes eines Waldbodens die zeitlichen Veränderungen der *ph*-Werte vollauf berücksichtigt werden müssen und zur Charakterisierung des richtigen Reaktionszustandes Jahresdurchschnittswerte notwendig sind.

5. Wenn man daher Daten über die Bodenazidität vergleicht so muss man in Anbetracht der obigen Tatsachen den Zeitpunkt der Probenentnahme immer rigoros beobachten.

II.

Die Änderungen des Humusgehaltes.

Einleitung.

Parallel mit den Untersuchungen über die zeitlichen Veränderungen der *ph*-Werte habe ich von dem gleichen Grundsatz geleitet auch den zeitlichen Verlauf der Änderungen des Humusgehaltes verfolgt und untersucht. Diesem Faktor habe ich im Laufe meiner früheren Untersuchungen ein besonderes Augenmerk gewidmet, konnte aber wahrscheinlich infolge des Mangels der einheitlichen Untersuchungsmethodik keine gut vergleichbare Resultate erzielen. Aus diesem Grunde habe ich mich nun entschlossen auch dieses Problem während sämtlichen Vegetationsperioden einheitlich und grundsätzlich zu untersuchen.

Untersuchungsmethodik.

Als Methode wurde eine Kombination zwischen dem Verfahren DENNSTEDT und dem Kaliumbichromatverfahren benützt. Die Methode wurde insofern vereinfacht, dass die Oxydation mit Chromsäure durchgeführt und die Adsorbition und Reinigung der Verbrennungsprodukte nach dem Anordnung von DENNSTEDT besorgt wurden. (Siehe Fig. 3.)

5 g lufttrockener Boden wird in einem Corleis-Gefäss mit 20 cm³ 20 %-igen Schwefelsäure übergossen, worauf der CO₂ der Carbonate ausgetrieben wird. Nach cca. 20 Minuten wird der Rückstand mit 50 cm³ dest. Wasser und 15 g Kaliumbichromat versetzt und das Gefäss abgeschlossen. Hierauf wird die Lösung bis zur Siedehitze erwärmt und cca. 20 Minuten lang siedend gehalten. Die entwickelten Gase werden nach entsprechender Abkühlung über eine Mischung von Bleisuperoxid und Bleioxyd (Menige) geleitet, um die entstandenen Stickstoff- und Schwefeloxycide zu binden. Hierauf werden die Gase in U-Gläser getrocknet u. z. derart, dass sie zuerst über conc. Schwefelsäure und sodann über Chlorcalcium geleitet werden. Die so getrockneten und entwässerten Gase werden nun in 2 U-Gläser geleitet, welche zur Adsorbition der Kohlensäure Natronkalk enthalten und genau gewogen werden. Das ganze System wird am Ende noch mit 2 U-Gläsern abgeschlossen, von welchen das erstere Chlorcalcium und das zweite Natronkalk enthält. Um die Luft, welche in die Apparatur geleitet wird, von Kohlensäure zu befreien, wird vorne ein Adsorbtionsglas eingeschaltet. Die Luft- und die Gase werden sodann durch einen Aspirator durch die Apparatur gesaugt. Da die beiden U-Gläser, welche Natronkalk enthalten, vor und nach der Bestimmung genau gewogen werden, so kann man die entstandene Kohlensäure aus der Gewichts-differenz genau berechnen.

Die Versuchsflächen waren die gleichen, die ich bei den Untersuchungen über die Bodenazidität detailliert beschrieben und aufgeführt habe. Die Probeentnahme erfolgte ebenfalls in dem gleichen Zeitpunkte und auf gleicher Weise, wie dies bei der *ph*-Untersuchungen bereits erwähnt wurde.

Zusammenfassung der Resultate.

Die Resultate der Untersuchungen zeigt Tafel Nr. 4 und Figur Nr. 4. Die wichtigsten Resultate sind:

1. Der Humusgehalt der Waldböden ist einem steten Wechsel unterworfen. Die Veränderungen derselben zeigen nun einen regelmässigen und recht charakteristischen Verlauf, dessen wichtigste Merkmale die folgenden sind:

a) Die grössten Werte des Humusgehaltes entfallen auf den Monat September. Diese Erscheinung ist die Folge des herbstlichen Laubfalles.

b) Nach diesem Zeitpunkt sinkt der Humusgehalt allmählich und bleibt während des Winters und Vorfrühlings ungefähr auf dem gleichen Niveau. Er erreicht sein Maximum im Monate Mai. Diese Erscheinung ist wieder mit dem periodischen Verlauf der Zersetzungsprozesse in dem Boden zu erklären.

c) Nach dem Monat Mai steigt nun wieder der Humusgehalt, da durch das successive Absterben der Bodenvegetation und infolge des allmählich eintretenden Laubfalles der Boden an organischen Substanzen stark bereichert wird.

2. Das Maximum der *ph*-Werte und des Humusgehaltes fallen nun in die gleichen Monate ohne jedoch miteinander in ursächlichem Zusammenhang zu stehen. Das Herbstmaximum der *ph*-Werte wird nämlich durch die hohe Bodentemperatur und das Maximum des Humusgehaltes durch den eintretenden Laubfall hervorgerufen.

3. Das Minimum der *ph*-Werte und des Humusgehaltes sind jedoch infolge der Verschiedenheit der Umstände, die diese Faktoren beeinflussen, zeitlich verschieden.

4. Infolge der obigen Untersuchungsergebnisse fühle ich mich berechtigt aussprechen zu dürfen, dass die richtige Vergleichung und Beurteilung des Humusgehaltes der Waldböden nur auf Grund von Jahresdurchschnittswerten und dementsprechend auf Grund von längeren Beobachtungsperioden möglich ist und bei diesen Untersuchungen der Zeitpunkt der Probeentnahme unbedingt berücksichtigt werden muss.

5. Der Humusgehalt des Bodens der Schwarzkieferbestände zeigt gewöhnlich höhere Werte, als der Boden der Robinienbestände. Auf Grund dieser Untersuchungen können wir daher aussprechen, dass bei der Aufforstung und Aufbesserung der schlechten sandigen Waldböden der Schwarzkiefer unbedingt der Vorzug zu geben ist, da sie infolge ihres reichlichen Laubfalles den Waldboden mit Nährstoffen bedeutend besser bereichert, als die Robinie.

Die Untersuchungen sind von der III. Abteilung der kön. ung. Akademie der Wissenschaften von dem Graf Vigyázó-Fond und von der Forstsektion des k. ung. Ackerbauministeriums unterstützt worden. Ich spreche dafür auch hier meinen innigsten Dank aus.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 19. Mai 1930.)

A BUDAI HŐFORRÁSOK NYÍLT VIZEINEK CHARA-FÉLÉI ÉS NÉHÁNY MÁR ÉRDEKESEBB, RITKÁBB 'ALGAFAJA.

FILARSZKY NÁNDOR I. tagtól.

Budapest természeti érdekességei között nem utolsó helyen szerepelnek a budai hőforrások, melyek szép fővárosunkat hírneves gyógyfürdőhellyé is avatták; de tudományos szempontból is e hőforrások egyike-másika régi hírnévre tett szert, így különösen a botanikusok világkörében híressé vált a császár-lukácsfürdői hőforrás táplálta kis tómedence, a Lukácsfürdő nagy épületével szemben, a margitszigeti hőforrás lefolyásának vizesése és az óbudai régi puskaporos-malom melletti több hőforrásos nagyobb szabad vízmedence levezető csatornájával. Utóbbi helyet újabb időben Római-fürdőnek elkeresztelték és vízmedencéjét nyáron át ma szabad uszoda-fürdőnek használják.

Mind a három helyről számos növényfaj vált ismeretessé, amely vagy mint ritkaság, vagy mint újdonság nemesak a honi, hanem az idegen botanikusok figyelmét és érdeklődését is nagymértékben felkeltette és e helyek felkeresését vonzóvá tette.

A margitszigeti hőforrás vizesését és mesterséges sziklafalát teljesen bevonó sajátságos növényzetét, melyet főleg *Schizophyta*, azaz hasadó gombák (*Schizomycetes*) és kék moszatok (*Cyanophyceae*) teszik és a vizesést már messziről a dunaparttól szembezőkö csodálatos szinpompában tüntetik fel, már régebben írásban és képből tüzetesen ismertette dr. ISTVÁNFY Gy. I. tag. (A margitszigeti vizesés növényzete. Magyar Növénytani Lapok XV. Kolozsvár, 1892.) A másik két thermális helynek és jóval gazdagabb és változatosabb vegetációjának összefoglaló, tüzetes

ismertetése mindeddig nem talált még szakértői leírójára, noha a hazai régibb és újabb kutatók egész sora merített itt anyagot és közölt egyes érdekesebb leleteket. A következőkben is csak néhány ritkább, érdekesebb algának megemlítése mellett, főleg az eddig itt megfigyelt *Chara-félék* elősorolására és egynéhány újnak bizonyult *Chara*-alak rövid leírására szoritkozom, annak igazolására, hogy algológiai tekintetben is e helyek milyen gazdag és nevezetes termőhelyek voltak hajdan, de még ma a teljesen megváltozott helyi viszonyok mellett is még mindig érdekesek újabb és újabb kutatásokra.

Az ide plántált, kitűnően tenyésző és nyaranta gyönyörű szép nagy halványrózsaszínű virágaival pompázó *Castalia thermalis* (DC.) SIMK. (*Nymphaea thermalis* DC.)-ról nevezetessé vált császár-lukácsfürdői tómedencéből származó első, legrégebbi charológiai adatot KITAIBEL P.-nek köszönhetjük; ez a Magyar Nemz. Múzeumi növényosztályban őrzött KITAIBEL-féle herbarium XL. fasc. 5. és 6. szám alatt «Chara ex aqua calida ad thermes Caesareas Budae» jelzéssel ellátott Chara-féle növényke *Chara coronata* ZIZ.-nak bizonyult. Későbbben gyűjtötte itt e szép, ritkább növénykét SADLER J. is, aki ezt *Chara pulchella* WALLR.-nak határozta (M. = Magy. Nemzeti Múzeumi növénytári gyűjteményben). 1891. IX. 16. ugyane helyen magam is gyűjtöttem szép termő állapotban nagyobb számban; közelebbi meghatározása a f. *brevibracteata* ABR.-t eredményezte (FILARSZKY Chara-félék 1893. p. 54. és 121. M. és E. = Bpesti egyetemi növ. intézet gyűjteményében). Ez és a *Ch. coronata* más formái Magyarország egyéb hőforrásos vizeiben is megfigyeltetek újabb időben.

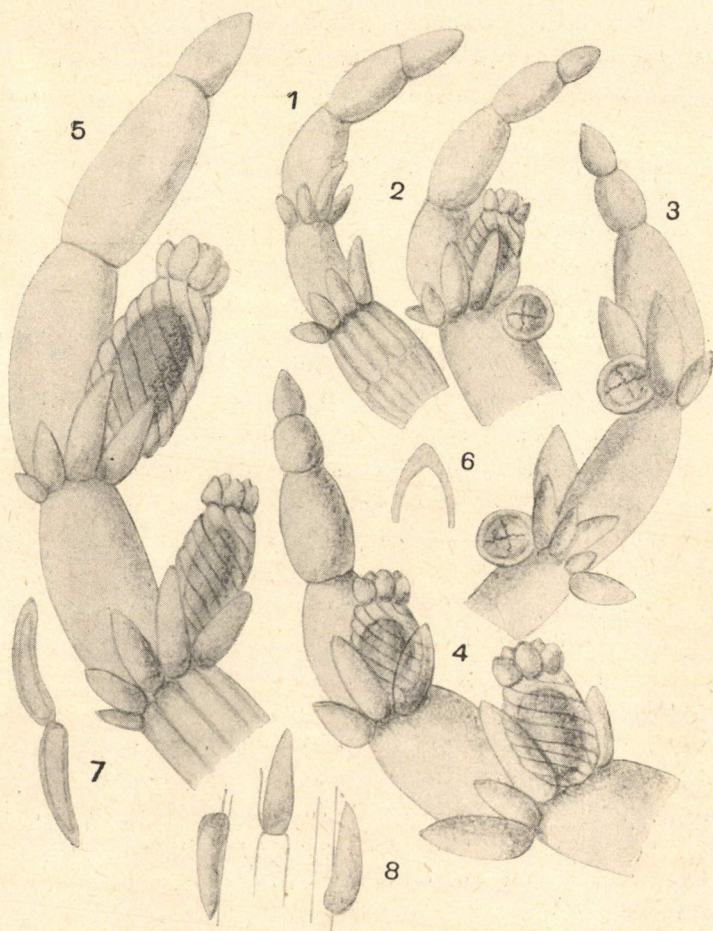
A császár-lukácsfürdői tóban («in aquis calidis thermarum Caesareanum Budae») «an *Chara foetida*» jelzésű (E.) és «*Chara glomerata* Desv.» jelzésű, SÁNDOR gyűjtötte növényké (E. a műegyetemi növ. intézeti gyűjt.-ben is), melyeket BORBÁS I. 1875. p. 796 és II. 1879. p. 36. A. BRAUN határozása alapján *Chara foetida* f. *longissime bracteata paragymnophylla* néven sorol elő, továbbá a «Budai Császárfürdői bazin-ban 1861 Pünkösdi hó 28» HAYNALD gyűjtötte és *Chara vulgaris*-nak határozott még fiatal növényké, melyek az ugyancsak e helyen HAYNALD-tól

gyűjtött, de *Chara fragilis* néven a kolozsvári egyet. növ. intézeti herbariumban fekvő növényekkel (l. F. 1893. p. 71. és 129.) valószínűleg azonosak, mind behatóbb pontos vizsgálataim alapján a *Chara intermedia* ABR. f. *thermalis* F. körébe tartozóknak bizonyultak. Ezen régi gyűjtésekkel teljesen egyező növénykéket gyűjtöttek ugyancsak a császárs- és lukácsfürdői tóban SIMONKAI L. 1891. IX. 2. (M.), azután SCHILBERSZKY K. 1891. IX. 3. (M.) és magam is 1891. IX. 16. a tó szélén és partja közelében (l. F. I. 1893. p. 60. és 124. *Chara intermedia* ABR. f. *Agardhiana* és f. *thermalis* határozással (M. E.). Legújabbán 1926. VII. 23. BOROS A. is megtalálta még a régi termőhelyén (M.). Ezen szép zöld (*Chara*-formának eddig nem közölt rövid leírása a következő: Körülbelül 50 cm magas 1—2 mm vastag tengelyű, sűrű tömött gyepekben termő, szép sötétzöld, gyengén inkrusztált növényké; gyéribben és normálisan elágazó tengelyeik internódiumai igen hosszúak, míg a középső és alsó internódiumok átlag 15 cm hosszúak, de még hosszabbak is lehetnek, a felső internódiumok is még 5—6 cm hosszúságot érnek el és csak a legfelső 1—2 internódium 1 cm és annál rövidebb. Az internódiumok kérgezése normális, csak alsó részében a tengely gyakran kéregnélküli; tüskézete gyér, a papilla-szerű vagy rövid tojásdad-kupalakú, de néhol hosszabb, feltűnőbb tüskék nagyrészt egyesével erednek, de itt-ott kettesével is állanak a hol erősebben, hol gyengébben kiemelkedő középkéregsejtsorok távolesó nódusain. A melléksugárkoszorúk általában erősen kifejlettek, a felső és alsó sor melléksugarai csaknem egyenlők, keskenyek, mindig hosszabbak a nagyobb tüskénél is. A sugarak a felső örvökben 2—3 cm hosszúak, a lejjebb eső örvökben jóval hosszabbak, a felső örvökben hol egyenesen a tengelyhez simulnak, hol ferde szög alatt egyenesen elállanak tőle, a középső és alsó örvökben a hosszabb sugarak többnyire már ívesen lefelé hajlanak; 3—4 normálisan kérgezett fertilis tagból és 3—4-sejtű végszelvényből állanak, mely utóbbi olyan hosszú, vagy hosszabb a kérgezett sugárrészletnél, a végszelvény utolsó sejtje az alatta levő, hosszú hengeralakú sejtekhez képest igen kicsiny, keskeny, csaknem mucroszerű, néhol azonban hosszabb sejt, mindenkor erősen vastagodott tompa cellulosehegy-

ben végződik. A felső örvök sugarain az oldali sugárkák 2·5-szer hosszabbak az oogoniumoknál, a mellsők félakkorák, a hátsók pedig igen rövidek, a lejjebb eső örvök sugarain az oldalsugárkák közül az egyik 2·5-szer, a másik 3-szor hosszabb az oogoniumnál, sőt még hosszabb is lehet, a mellsők többnyire még egyszer olyan hosszúak, a hátsók mind rövidek. Sajátságosak a legalsó, legidősebb tengelycsomók és sugárörvei, melyek a kéregtől részben vagy már teljesen megfosztott, csupasz internódiumokat határolnak, sejtjeik szintelenek, duzzadtak s tele vannak keményítővel, többnyire a sugárconkokkal egyetemben csaknem gumós küllemet nyernek; ezen illeténmódon erősen átalakult teleprészletek kitartók és belőlük az új vegetáció megkezdésével előtelepek és csupaszlábú ágacsok fejlődnek. Az oogoniumok elliptikusak, koronasejtjeik lekerített csúcsúak, olyan szélesek, mint hosszúak és egymással szorosan összenöve, feltűnő lapostetejű, vaskos koronát alkotnak; az antheridiumok átmérője az oogoniumok szélességével azonos. Az érett oospórák hosszúkás tonnaalakúak.

A császár-lukácsfürdői tónak kétségkívül legérdekesebb, legfeltűnőbb *Chara*-ja a *Chara Hungarica* F., egy eddig le nem irt új *Chara*-faj, melyet még 1891. IX. 2. gyűjtöttem a tó legmélyebb részében és akkoriban a *f. thermalis*-hoz vontam (F. I. 1893. p. 60. és 124. M. E.); újabb behatóbb vizsgálataira egészen új fajnak bizonyult, rövid leírása a következő: 20—60 cm hosszú és még hosszabb, igen vékony, csaknem fonálalakú, gyakran elágazó tengelyű növényké, melyek összekészáltan, sűrű tömegben, mély vízben teremnek. A tengely legfelső internódiumai 1 cm és még rövidebbek, lejjebb fokozatosan hosszabbodnak, 2—4 cm hosszúak, a legalsók még hosszabbak; a felsők kéregzése normális, kérgük csak középkéregsejtsorokból áll, melyeknek csomóin egyes számban jól kifejlett, alapjukon erősen visszahajló, tompahegyű tüskék erednek; az idősebb, hosszabb internódiumok többnyire már hiányosan kéregzettek, amennyiben közepük táján rövidebb-hosszabb darabon teljesen kéregmentesek; ezen csupasz zónában a felső és alsó tengelycsomóból eredő középkéregsejtsorok szabadon végződnek. A kéregsejtsorok hol erősebben, hol kevésbé csavarodnak a centrális sejt

körül, a hiányosan kérgezett internódiumokon többnyire csaknem egyenes lefutásúak. A melléksugárkoszorúk igen erősen kifejtettek, a tüskénél 2—3-szor nagyobb tompahegyű melléksugarak két sorban állanak, felső soruk csaknem teljesen fedi el a sugarak alsó internódiumát. A sugarak minden tengelycsomón feltűnően rövidek, átlag csak 0.5 cm. hosszúak, 8—10 számban jelennek meg egy-egy örvben és erősen a tengely felé ivelve, együttesen tömött sugárörvcsomót képeznek, miért is az egész növényke sajátos, a *Chara jubata*-ra emlékeztető küllemet mutat; a valamivel hosszabb sugárú alakokon a sugarak csaknem egyenesek és a tengelyhez simulva, ugyancsak tömött, csomós örvököt alkotnak, moniliformis kinézésűek; a sugarak általában 2—3-tagúak, a középső és alsó örvökben az alsó tagjuk normálisan kérgezett, a második tagjuk hiányosan kérgezett és a harmadik már kéregtelen; a felső örvökben pedig a többnyire csak kéttagú sugarakon mind a két tag, tehát az egész sugár kéregtelen: csupasz 3—4-sejtű végszelvényük csaknem olyan hosszú és olyan vastag, mint a sugarak tagolt része, a végszelvény utolsó, tompahegyű csúcssejtje sem sokkal keskenyebb az alatta lévő sejteknél, csak jóval rövidebb; a különböző örvök sugarainak a szerkezete különben igen változó; hasonlólag a sugarak fertilitása is nagyon változatos, a felső örvökben a kéttagú sugarakon csak az alsó sugárcsomó fertilis, mégpedig csak antheridiumos, a középső örvök sugarain valamennyi csomó fertilis, a sugarak mind jól kifejlett oogoniumot és antheridiumot viselnek, a lejjebb eső és alsó örvök sugarainak csomóin azonban már csak oogoniumokat, illetőleg éró vagy érett oospórákat lehet találni. A sugárkák a sugárnódusokon köröskörül jól kifejtettek, a mellsők valamivel hosszabbak és az oldali sugárkák kb. kétszer olyan hosszúak, mint a hátsó sugárkák, utóbbiak hossza csak félakkora, mint az oogoniumoké, néhol épp ilyen hosszúak; valamennyi úgy, mint a tüskék, melléksugarak és a végszelvény csúcssejtje vastagfalú, tompahegyű. Az oogoniumok 625—750 μ hosszúak és 400—438 μ szélesek, a koronasejték tojásdadalakúak, tompacsúcsúak, 87—112 μ hosszúak, legnagyobb szélességük ugyanannyi; az antheridiumok 350 μ átmérőjűek; az oospórák hossza 537—587 μ , szélességük 312—337 μ . Külső



Chara Hungarica F. n. sp.

1. Sterilis sugár kéregzett alsó taggal.
2. Kéregtelen fertilis sugár antheridiummal és oogoniummal.
3. Kéregtelen antheridiumos sugár.
4. Kéregtelen oogoniumos sugár.
5. A. f. *robustior*-nak kéregtelen, oogoniumos sugara.
6. A végszelvény csúcssejtjének erősen vastagodott cellulose falu tompa hegye.
7. Melléksugár pár.
8. Tüskék az internódium alsó és felső feléről.

habitusukra nézve, de szerkezetük tekintetében is kiváló, egyetlenegy más *Chara*-fajt sem igen megközelítő növénykéék.

A törzsfajjal együttesen terem egy erőteljesebb telepű alak is, a f. *crassior* F.; a vastgabb fonálalakú tengely internódiumai teljesen bekérgeztettek, tüskézetük gyérebb; a sugarak csak a legfelső örvökben csomósan behajlók, a lejjebb eső nódusokon ellenben egyenesen sűrűn egymás mellett simulnak a tengelyhez, vagy kismértékben elállanak tőle; 0·6—0·8 cm hosszúak, van 3 kérgezett tagjuk és 3-sejtű, a kérgezett sugár részletnél valamivel rövidebb végszelvényük, vagy a sugarak kérgezett, fertilis tagjainak a száma 2, de ez esetben a csupasz végszelvény 4-sejtű és hosszabb a sugár bekérgezett részénél. Vannak teljesen kéregtelen sugarak is, többnyire 2 fertilis taggal. A köröskörül fejlődő sugárkák általában vastagok, az oldaliak olyan hosszúak, mint az oogoniumok, a mellsők valamivel rövidebbek és a hátsók az utóbbiaknak kb. a harmadát teszik. Az oogoniumok és antheridiumok ugyanolyan szerkezetűek, mint a törzsalakon, előbbieknél koronáját itt is szétterpeszkedő, vastagfalú, lekerekített hegyű koronasejtek alkotják. SIMONKAI L. is gyűjtötte 1891. IX. 2. (M.) a *Ch. intermedia* ABR. f. *thermalis* F.-val együttesen.

A lukácsfürdői tó szélén, két különhöző helyen, sekély vízben 1891. IX. 16. begyűjtött és most behatóan átvizsgált anyag között a *Chara foetida* ABR. f. *paragymnophylla* (ABR.) F.-nak néhány szép gyepes példánya is került elő (l. F. I. 1893. p. 64. és 126. M.). Ezek már külső habitusuk tekintetében teljesen eltérnek a velük együttesen termett *Ch. intermedia* ABR. f. *thermalis* E.-telepeitől.

A császár-lukácsfürdői tómedence e század elején a lukácsfürdői szálloda felépítése folytán lényeges változást szenvedett, a tónak több mint felerésze beboltozva az új szállodaépület alá került s így mai növényzete távolról sem az, ami volt még a múlt század végén. Az akkor itt megfigyelt és begyűjtött sok szép thermális moszatnak ma már alig akad hirmondója.

Az óbudai régi puskaporos-malom melletti hóforrásos vízmedence és környéke az utolsó évtizedekben még nagyobb változásokon ment keresztül, csak a tónak két zügös kifolyása ma-

rad a régi, de már a régi, egészen a hajdani Krempel-malomig terjedő, hosszú, széles levezetőcsatorna duzzasztott, lassan folyó vizével teljesen eltűnt a sok, benne kitűnően tenyésző és felszaporodó, érdekes vizinövényével (*Vallisneria*, *Ceratophyllum*, *Myriophyllum*, *Utricularia*, *Potamogeton*, *Chara-félék* stb.) és a közöttük vígan ide-oda iramodó temérdek aranyhalacskaival együtt; helyette épült legutóbb egy keskeny betoncsatorna, melyben a tó két kifolyásának összes vize egyesítve, minden duzzasztás nélkül egyenesen lefut a Duna felé kanyarodó régi vízárókba, amelybe a régi Krempel-malom alatt a régi csatorna folytatódott és amely itt már a csillaghegyi hidegforrás vizét is befogadja.

A régi puszkaporos-malmot virágdús rétek övezték köröskörül; ezeket a réteket pedig keresztül-kasul keskeny, mélyebb-sekélyebb vizű árkok szelték át, amelyeket nagyobbára a tómedencéből és levezető csatornájából átszivárgó langyos víz töltötte meg. Ezekben a réti árkokban is buján termett a sok különböző vizinövény, közöttük nem egy ritkaság is, mint pl. az *Utricularia Bremii*, a Zöldmoszatok köréből *Vaucheria-Stigeoclonium-Chaetophora*-fajok, *Conjugatae* stb.; dús növényzet szegélyezte különösen a tómedence és a levezető csatornájához közelebb fekvő árkokat, ugyancsak érdekesebb, ritkább növényfajokkal, mint pl. *Samolus*, *Ophioglossum*, *Athyrium* *Telipteris* stb., míg az árkok közötti vizes rétrészeket a legszebb mocsári növényzet lepte el. Ma mindezen, a botanikus szemét és lelkét gyönyörködtető növényi gazdagságnak vége, a lecsapolt rétegeknek egy részét bolgár kertészet foglalta le, más részét teljesen kiszáritva parcellázták, épületeket, lakóházakat emeltek rajta, és még más részét szántófölddé alakították át. Csak a tómedence és kifolyásának közvetlen közelében maradt még néhány kisebb vizesárok, amelyekben itt-ott még hírmondója is akad a régi gazdag vízi növényzetnek, sőt még új, mindeddig e vidékről még ismeretlen növényt is lehet találni, amint ez az alábbiakból is kitűnik.

A nagy tómedencét régebben főleg Kék- és Zöldmoszatok (*Conjugatae*: *Spyrogyra*, *Zygnema*-fajok és *Confervoideae*) lepték el, itt-ott *Chara-félék* is jelentek meg; mióta fürdő-uszodává

átalakult, a gazdag moszatvegetációnak vége szakad, csak a tó kifolyását szabályozó két kis zúgót határoló és keretelő deszkafalakat még ma is vonják be sűrűn Kék- és Kovamoszatoknak nyálkás, zöldes-kék, illetőleg sárgás-barna telepei és itt tenyészik még ma is mindezek társaságában helyenként elég bőven a ritkább *Chantransia chalybaea* (ROTH) FRIES nevű apró kis piros moszat, szép, jellegzetes telepekben (l. Flora Hungarica exsiccata I. 23). Egy másik érdekes, szép, nagyobbtelepű piros moszat a *Batrachospermum moniliforme* ROTH régiebb időben (1890. IV. 20), csak a levezetőcsatornának már a Krempel-malom alatti szakaszában és még egy másik *Batr.*-faj, a *Batrachospermum helminthosum* (BORY) SIRODOT e termőhely közelében, a csillaghegyi forrás hideg vizét levezető kis ároknak itteni legalsó végében, vízalatti köveken nagy mennyiségben tenyészett (l. Flora Hungarica exsiccata II. 124.), újabban itt mind a kettőnek teljesen nyoma veszett. Ellenben bőven terem most a nagy tómedence egyik kifolyásának mélyebb medrében a sebesen rohanó langyosvizmosta meredek, betonos parton és vízalatti köveken a *Batrachospermum moniliforme* ROTH (M.) és ugyane helyen az elmúlt évben egy harmadik, még ritkább piros moszat is került elő, nevezetesen a *Thorea ramosissima* BORY (M.), amely mindeddig csak egy magyarországi termőhelyről volt ismeretes: Szarvasról a Kőrösi-fürdőből, ahol KÖREN ISTVÁN gyűjtötte 1878. (M.) és belőle TITIUS-nak is küldött egy, utóbbtól «nyomorék»-nak jelzett, kis példánytöredéket (M.). Szlavóniában Zimony mellett gyűjtötte szép példányokban BORNMÜLLER J. («Hungaria australis. Ad trabes inundatas in Danubio prope Semlin. Bornmüller»-jelzéssel a Flora exsiccata Austro-Hungarica 1989. sz. a. M.). Valószínűleg ez az adat «Belgrad» és nem «Semlin» lelőhellyel került az irodalomba (P. MAGNUS *Thorea ramosissima* Bory bei Belgrad in Serbien etc. in Hedwigia 1889. p. 113.), bizonyára a C. BAENITZ Herb. Europaeum-ban «Serbia borealis: ad trabes inundatas in Danubio prope Belgrad 1888. VIII. 25.» jelzéssel és a «Flora exs. Austro-Hung. No. 1989.» idézettel kiosztott példányok nyomán (M.), melyeket BORNMÜLLER Belgrádból «Plantae Serbiae» kollekciójában No. 200. alatt publikálásra küldött BAENITZ-nek. Ezekből arra lehetne

következtetni, hogy BORNMÜLLER a *Thorea*-t Belgrádban és Zimonyban is gyűjtötte, de még inkább arra, hogy Zimony (Semlin) a helyes termőhely és Belgrád lelőhely csak BAENITZ felületessége folytán került exsiccatajának cédulájára. 1918. V. 27. Vouk V. találta e ritka szép növénykét Horvátországban: «In rivulo Toplica ad Sv. Jana prope Jaska» kiosztva a *Kryptogamae exsiccatae* 2431. sz. a. (M.).

Minthogy a *Thorea* ivaros szaporodása mindeddig ismeretlen, rendszertani állása kétes, a *Bangiaceae*-hez közelálló külön családot: *Thoreaceae*, állítottak fel számára. Felette érdekes ezen édesvizi Piros moszat anatómiai szerkezete, mellyel már többen igen behatóan foglalkoztak (pl. PFEIFFER VON WELLHEIM. Oesterr. Bot. Zeitschr. 1896. p. 315, SCHMIDLE Hedwigia 1896. p. 1. és mások). Ezek alapján a *Thorea*-t a *Batrachospermum*- és *Chantransia*-val hozzák genetikus kapcsolatba: *Chantransia*-párnácskákból bizonyos körülmények között, vagy egy *Chantransia*-telepekből összetevődő conglomeratum, a *Thorea*-telep állana elő, amelynek sűrű szőrözetét csakugyan *Chantransia*-ra emlékeztető sejtfonálnyalábocskák alkotják és tengelyi részét is ilyen, gazdagon elágazó sejtfonálkák sűrű szövődéke képezi, vagy egy *Batrachospermum*-telep, melynek sejtjei a *Thorea* szőrözetének sejtjeitől nem igen mutatnak lényeges eltérést. A Római-fürdő mellett gyűjtött *Thorea* szerkezete teljesen megegyezik az ismert leírásokkal, csak a sűrű mezét képező szörképletek nem olyan hosszúak, 1 mm-nél jóval rövidebbek és nagyobb részt csak mikroszkóppal jól megfigyelhetők, egyes sejtjei 2–3-szor hosszabbak, mint szélesek. A Római-fürdő tómedencéje már egyesült kifolyásának thermalis vizében, egy és ugyanazon helyen közösen termő *Batrachospermum*- és *Thorea*-, valamint az ezen helyhez elég közel eső *Chantransia* termőhely mindenesetre felette érdekes és nevezetes jelenség, mely legalább is e három növényke közeli rokonságára enged következtetni, de közös származásuk-, kialakulásukra vonatkozó még kérdéses, eddig meg nem erősített vélekedések mérlegelésére is utal, sőt csábít.

Az ezen vidéken előforduló kovamoszatok tanulmányozásával foglalkozott régebben QUINT J., kutatásainak eredményét közölte «Adatok a Budapest melletti Római-fürdő Bacillaria-flórájára»

hoz» címen (Növénytani Közlemények VI. 1905. és «Pótló adatok» u. o. 1906.).

A Chara-félék száma az utóbbi időben itt az annyira megváltozott helyi viszonyok folytán feltűnően megcsappant, de tanúságot tesz hajdani gazdagságáról a következő regisztráló elősorolás a már régebben más helyen¹ közölt adatok bevonásával.

1. *Nitella mucronata* ABR.

f. *Budensis* F. A Római-fürdő hőforrásos tómedence alatti rét szélesebb árkában, csaknem állóvízben 1929. V. 10. (M.) Eddig le nem irt új alak. A középmagasságú, gazdagon elágazó, szétterjedő gyepekben termő, nem inkrusztált, szép, tiszta zöldszínű növénykéek a törzsalaktól főleg abban különböznek, hogy a sugárkák utolsó rövid kis sejtje nem oly szembetűnően vékony, hanem csak arányosan vékonyodó hegyes, kis kúpalakú sejt. A sugarak hosszúak, vékonyak, a sugárörvökben többnyire 6-számban fejlődnek; az elsőrendű sugárkák jóval rövidebbek, többnyire 3-számban jelennek meg, a másodrendű sugárkák pedig már csak 1–2-számban fejlődnek, még rövidebbek és mindig 2-sejtűek. Ivarszervek a sugarak és sugárkák csomóin is fejlődnek; az oogoniumok gyakran 2-számban.

2. *Nitella tenuissima* (DESV.) COSS. et GERM.

Tipikus alakja. Óbuda, a Krempel-malom körüli réten kis árokban 1886. V. 13. gyűjt. KLEIN Gy. (F. I. p. 52. és 120. M.) A Krempel-malom közelében kis réti árokban 1895. V. 4. és a nagy levezető melegvizű csatornában, bőven 1905. IV. 11. és V. 8. (Kiosztva BECK-ZAHLBRUCKNER Kryptogamae exsiccatae-ban 347b. sz. a. M.)

¹ BORBÁS V. Symbolae ad pteridographiam et Characeas Hungariae praecipuae Banatus. (Verhandl. d. zool. bot. Ges. Wien 1875. Bd. XXV.) = Borb. I.; BORBÁS V. Budapestnek és környékének növényzete (Magy. orvosok és természetvizsgálók XX. nagygyűlése. Budapest 1879.) = Borb. II.; FILARSZKY N. A Chara-félék (Characeae L. Cl. Richard) Budapest 1893. = F. I. — Ahol az elősorolásban a gyűjtő neve nincsen feltüntetve, az saját gyűjtésem.

3. *Chara contraria* ABR.

Óbuda, lőpormalom 1872. IV. 19. gyűjt. SIMONKAI L., határozta A. BRAUN (F. I. p. 60. és 124. M.) és Óbuda 1877. III. 24. törmelék *Ch. fragilis* néven gyűjt. DIETZ S., valószínűleg *f. thermalis* F. (M.)

4. *Chara crassicaulis* SCHLEICH.

f. brachyphylla (ABR.) F. Óbuda, a puszkaporos-malom közelében árokban. 1891. IX. 21. (F. I. p. 66. és 127. M. E.)

f. subinermis MIG. Óbuda a Krempel-malom közelében réti árokban. 1892. V. 13. (F. I. p. 66. és 127. M.)

5. *Chara foetida* ABR.

Legrégibb adat.: Óbudán kívül folydogáló vízben 1825. gyűjt. SÁNDOR (E.) és dátumnélküli gyűjtés u. o. *Chara vulgaris* néven (E.). — Óbudán a puszkaporos-malomnál 1878. VIII. 8. és X. 20. gyűjt. STEINITZ W. (M.). A puszkaporos malomról (talán az előbbi adatok alapján) említi BORBÁS V. II. p. 36. — A «Formae subhispidae»-csoportból valamelyik szintén közelebről már meg nem határozható formát gyűjt. a lőpormalom közelében 1884. IX. 13. SZÉPLIGETI R. (M.) és ismeretlen gyűjtőtől *Ch. vulgaris* néven Pest-Buda körül (műgyet. növ. int. gy.).

f. brevibracteata (WAHLST.) MIG. Római-fürdő, Békásmegyér felé 1873. VI. 12. gyűjt. SIMKOVICS L., határozta A. BRAUN (M.) F. I. 1893. p. 65. és 126.

f. brevispina VILHELM Óbuda, Római-fürdő 1894. VI. 19. (M.)

f. clausa ABR. Árokban, a puszkaporos-malom közelében 1891. IX. 21. (I. F. I. p. 65. és 126. M. E.)

f. crassa MIG. A Római-fürdő környékén 1922. III. 4. gyűjt. BOROS A. (M.)

f. crassifolia MIG. Római-fürdő 1909. IX. 13. gyűjt. Kocsis (Herb. DEGEN).

f. crassior F. A Római-fürdő közelében kis árokban 1915. IX. 21. n. f. (M.) Középmagasságú, erőteljesebb, erősen inkrusz-

tált növénykék 2—3 cm hosszú középső és alsó és arányosan rövidülő felső internódiumokkal. Az 1·5 cm hosszú sugaraknak van 4 hosszú, vastag tonnaalakú, kérgezett fertilis tagjuk és normális 4-sejtű csupasz végszelvényük, amely kb. olyan hosszú, mint a sugarak bekérgezett része, de gyakran valamivel rövidebb; alsó sejtje leghosszabb és csaknem olyan vastag, mint a vele határos utolsó kérgezett sugártag, a többi fokozatosan rövidül és jóval keskenyebb, csúcssejtje hol igen rövid, hol hosszabb. A mellső és oldali sugárkák, de különösen az utóbbiak, sokszorta hosszabbak az oogoniumoknál, vékonyak, tompacsúcsúak, a hátsók alig kivethető szemölcsök alakjában tűnnek fel egy-némely sugárcsomón.

f. cuspidata MIG. Buda körül gyűjt. SÁNDOR. (*Chara fragilis* DESV. néven. E.)

f. divergens (KOCH et ZIZ) F. Árokban a puszkaporos-malom közelében 1891. IX. 21. (L. F. I. p. 64. és 126. M. E.)

f. flagellifolia F. Óbuda, Római-fürdő, a hőforrástó levezető csatornájának közepe táján 1925. V. 25. n. f. (M.) Alacsony, csak 8—10 cm magas, igen gazdagon elágazó, mérsékeltén inkruztált növénykék, rövid, kb. 1 cm hosszú vagy kevéssel hosszabb, 0·8—1 mm vastag középső internódiumokkal. Legjellemzőbbek a formára az 1—1·5 cm hosszú, ostorszerűleg kialakuló sugarak, melyeknek 2—3, de többnyire 3 kérgezett tagjuk és 3—4-sejtű hosszú végszelvényük van; a legelső kérgezett tag a legvastagabb, feltűnően vékonyabb a 2. és 3. kérgezett tag és ilyképpen vékonyodnak arányosan a végszelvények hosszú sejtjei is; utóbbinak csúcssejtje rendszerint csak kis rövid, lekerekített tompahegyű, mucroszerű sejt. A sugárkák mind igen hosszúak, jóval hosszabbak a sugárinternódiumoknál, mind tompahegyű; az utolsó sugárnódusból eredő oldali sugárkák egynémely sugáron csaknem olyan hosszúak, mint a végszelvény.

f. heteroverticillata F. Óbuda, Aquincum a Krempel-malom közelében mocsárban 1892. V. 13. (M.) Körülbelül 6—10 cm magas, kis bokrocskákban termő növénykék, vékony tengelyük mérsékeltén elágazó; míg középső és alsó internódiumai 2—2·5 cm hosszúak, a felsők már csak 0·5—1 cm hosszúságot érnek el és a felsők még rövidebbek, úgyhogy a tengely csúcsa felé

a sugárörvök már egymást fedik. A legfelső sugárörvökben a sugarak mind 3 kérgezett, fertilis taggal és 3-sejtű végszelvényvel bírnak, amely kb. olyan hosszú, mint a sugarak kérgezett része; az alatta következő örvökben a sugaraknak már csak 2 kérgezett fertilis tagjuk, de 4-sejtű, a sugarak kérgezett részénél hosszabb végszelvényük van; a középső örvökben a sugaraknak csak egy kérgezett fertilis tagjuk és 5-sejtű, igen hosszú végszelvényük van; a legalsó sugárörvöknek a sugarai pedig mind kéregtelenek, többnyire csomótlanak is, csak egyszerű sejtfonalak, melyek többnyire 6 hosszú sejtből állanak; ezek a csupasz sugarak leghosszabbak, 1.5 cm hosszúak, míg a feljebb eső örvökben a sugarak csak 1 cm hosszúak és a legfelső örvökben még rövidebbek; mind vékony. A sugárkák különböző fejlettségűek, a mellsők és oldaliak kb. mégegyszer olyan hosszúak, mint az oogoniumok, de egy közülök mégegyszer olyan hosszú, mint a többi, a hátsók csak mint alig kiemelkedő papillák jelennek meg.

f. *incurvata* F. Óbuda, az amphiteatrum mögötti cisternaszerű mélyedésben 1896. IX. 18. gyűjt. BERNÁTSKY n. f. (M.) Körülbelül 30 cm magas és 1—1.5 mm vastag, normálisan elágazó, erősen inkrusztált, sűrű, tömött gyepekben termő növénykék. Az alsó részében sárgásbarna színű tengelynek még középső internódiumai is 3—4 cm hosszúak, de felfelé mindinkább rövidülnek, a tengely csúcsa alatt 1 cm-nél is rövidebbek és itt a mindjobban összetömörülő sugárörvöktől teljesen elfedettek. Tüskék csak ezeken a felső rövid internódiumokon megfigyelhetők, igen rövidek, ívesen lefelé, illetőleg felfelé hajlók, tompacsúcsúak, az alsóbb internódiumokon már teljesen hiányzanak. A mellék-sugarak kevéssel rövidebbek a tüskéknél, csaknem tojásdadalakúak. A sugarak az összes örvökben ívesen a tengely felé hajlanak, körülbelül 1 cm hosszúak, az idősebb örvökben valamivel hosszabbak, van 3 bekérgezett, fertilis tagjuk és többnyire 3-sejtű csupasz végszelvényük, amely kb. olyan hosszú, mint a sugarak bekérgezett része és erősen befelé ívelő; alsó, leghosszabb sejtje olyan vastag, mint a vele szomszédos internódium, harmadik vagy csúcssejtje igen rövid, tompahegyű, kúpidomú. Csak mellső és oldali sugárkák jutnak kifejlődésre, olyan hosz-

szúak vagy csak kevéssel rövidebbek a rövid elliptikus, széles koronával tetőzött oogoniumoknál, melyekre ívesen, szorosan ráborulnak; az oospórás nódusokon ez az erős ívelés még feltűnőbb, különösen a mellső sugárcákon.

f. *longibracteata* (KtZ.) ABR. Kis árokban a puszkaporos-malom közelében 1890. IV. 4. (l. F. I. p. 64. és 125. M. E.); Óbuda, a «Mocsáros» árkainak vizében 1918. IV. 27. gyűjt. BOROS A. (M.)

f. *normalis* MIG. keverve *Ch. fragilis* DESV. f. *normalis* MIG.-val. Aquincum, álló vizekben és árkokban 1897. V. 18. (Kiosztva MIGULA, SYDOW és WAHLSTEDT Charac. exs.-ban 114. sz. a.)

f. *pseudopygmaea* F. Óbuda, Aquincum az esztergomi vasúti töltés alatti sekélyvizű mocsarakban 1897. VI. 18. (Kiosztva MIGULA, SYDOW és WAHLSTEDT Charac. exs.-ban 115. sz. a.) n. f. Egyszerű vagy igen gyéren elágazó tengelyű, erősen inkrusztált, szürkészöld, 4–8 cm magas, sűrű gyepekben, sekély vízben termő növénykéek gyér, fejletlen tüskézettel. Sugárörveik többnyire kétféle sugarakból állanak: teljesen kéregtelen sterilis és 1–3 kérgezett tagból álló fertilis sugarakból, utóbbiak 3–5-sejtű csupasz végszelvényben végződnek.

f. *reflexa* MIG. Buda körül *Ch. fragilis* néven gyűjt. SÁNDOR (E.)

f. *subhispida* ABR. Óbuda, a puszkaporos-malom melletti réti mocsarakban 1874. VII. 19. gyűjt. BORBÁS V., ABR. határozása szerint f. *subhispida*, *brachyphylla*, *brevibracteata*. (BORB. I. p. 796. és BORB. II. p. 36.)

f. *vulgaris* MIG. A Római-fürdőhöz vezető út melletti réti kis árokban. 1890. IV. 20. (l. F. I. p. 65. és 126. M.)

6. *Chara fragilis* DESV.

Óbuda, Békásmegyér felé 1873. VI. 12. SIMKOVICS L. (ABR. hat. F. I. 1893. p. 71. és 129. M.); mocsarakban Óbuda vidékén 1876. VIII. 3. PORUTIU (*Ch. tenuis* néven M.) és ugyancsak óbudai mocsarakban 1876. VIII. 10. és 1877. VIII. 15. gyűjt. SZÉPLIGETI R. (M.)

f. *elongata* MIG. Óbuda, a mocsárosi kis pataokban, a hidon aluli részében 1916. V. 30. gyűjt. BOROS A. (M.)

f. *filiformis* MIG. Óbuda, puszkaporos-malom m. 1878. X. 20. gyűjt. STEINITZ *Chara foetida* néven (*Chara mucronata* F.-vel keverten M.).

f. *normalis* MIG. Óbuda, Aquincum az esztergomi vasúti töltés alatti mocsarakban. Keverve *Ch. foetida* ABR. f. *normalis* MIG.-val 1897. V. 18. (M.)

f. *stricta* MIG. Ismeretlen régi gyűjtés a puszkaporos-malom környékén «*Chara fragilis, brevibracteata, brevifolia, stricta*» jelzéssel (M.) és puszkaporos-malom 1883. VI. 5. gyűjt. DIETZ ugyanilyen jelzéssel (M.).

7. *Chara hispida* L.

BORBÁS V. említi, mint A. BRAUN határozását, a puszkaporos-malom melletti mocsaras rétről (Borb. I. p. 796.). A Római-fürdőnél gyűjt. BERNÁTSKY J. 1896. X. 13. (*Ch. vulgaris* néven. M.) Óbudán Békásmegyer felé 1873. VI. 12. gyűjt. SIMKOVICS L. («ex parte-*spinosa* RUPR.» jelzéssel. M.); azután itt STEINITZ is 1877. VIII. (*Chara crinita* L. néven. M.).

f. *brachyphylla* MIG. Óbuda, a Római-fürdőhöz vezető út mellett kisárokban 1895. VI. 28. (M.)

f. *breviradiata* F. Óbuda, Római-fürdő 1894. VI. 19. n. f. (M.) Körülbelül 30 cm magas, 1.5—2 mm vastag, erőteljes, normálisan elágazó tengelyű, gyengén inkrusztált, de alsó részeikben vasoxydtól vereses-barnára festett növénykéek, melyek szegényes laza bokrocskákban vagy magányosan teremnek; a középső és alsó tengelyinternódiumok 3—5 cm. hosszúak, a felsők rövidebbek, de egészen a tengely csúcsáig hosszabbak, mint a megfelelő sugarak. A tengely felső internódiumai sűrűn megvannak rakva hosszú vékony tüskékkel, melyek nagyobbrészt egyesével és csak itt-ott kettesével erednek, de így is a legfelsőbb internódiumokat teljesen beborítják; másfélszer vagy kétszer hosszabbak a tengely átmérőjénél. A mellésugárkoszorú tagjai csaknem olyan hosszúak, mint a tüskék. Legjellemzőbbek e szép karcú formára az aránylag rövid sugarak, melyeknek hossza 1—2 cm, hegyesszög alatt eredve és erősen a tengely felé ívelve, mindenhol zárt sugárörvöket formálnak; van 4—5

kérgezett tagjuk, melyek közül 3—4, néhol valamennyi fertilis, és 2—3-sejtű végszelvényük, amely hol kevésse hosszabb, hol rövidebb az utolsó kérgezett tagnál: egynémely sugáron a végszelvény csak 1-sejtű és akkor ez a vele csaknem egyenlő hosszú, az utolsó sugárcsomóból eredő sugárkákkal együtt szép koronát alkot a sugár végén. A mellső és oldali sugárkák kb. kétszer hosszabbak az oogoniumoknál, a hátsók jóval rövidebbek. sőt itt-ott csak mint hegyes szemölcsök jelennek meg. Az összes sugárkák, úgymint a melléksugarak és tüskék, aránylag vékonyak, de erősen vastagodott falú, tompahegyű csúcsban végződnek. Az ivarszervek normálisan fejlettek.

f. *crassa* MŪG. Óbuda, a Krempel-malom m. 1892. V. 13. (l. F. I. p. 67. és 127. f. *micracantha macrophylla* néven. M.).

f. *elongata* F. Óbuda, a puszkaporos-malomnál 1883. V. 6. gyűjt. DIETZ (E.) n. f. Normálisan elágazó és kérgezett, kb. 30—40 cm magas, 2 mm vastag tengelyű növényké; középső és alsó, már tüskementes internódiumai 8—10 cm hosszúak, felfelé arányosan rövidülnek, a legfelsők, melyeket a sugárörvök már teljesen beborítanak, csak 1 cm hosszúak és még rövidebbek. A többnyire kettesével álló, tompahegyű tüskék rövidek, csak a felső internódiumokon és itt is gyéren jelennek meg. Rövidek a tüskékhez hasonló melléksugarak is. A középső örvökben a tengelytől elivelő, a felső örvökben a tengelyhez egyenesen, mereven hozzásimuló sugarak 3—5 cm hosszúak, aránylag vastagok, van 3—4 hosszúra nyúlt, kérgezett, többnyire fertilis tagjuk és 4-sejtű, csupasz végszelvényük, amely olyan hosszú, vagy hosszabb, mint az utolsó kérgezett internódium, alsó leg-hosszabb sejtje olyan vastag, mint a sugár kérgezett része, a többi sejtje fokozatosan rövidül és keskenyül, az utolsó leg-rövidebb, tompahegyű, valamennyi feltűnően vastagfalú. A mellső sugárkák olyan hosszúak, az oldaliak kétszerolyan hosszúak, mint az oogoniumok, a többi mind igen rövid; a sterilis sugárnódusokon a sugárkák többnyire csak apró szemölcsök alakjában jelennek meg. Az ivarszervek normális fejlettségűek.

f. *equisetina* (Krtz.) MŪG. Óbuda, a Római-fürdőn túl eső réten kis árokban, folyóvízben. 1896. X. (M.) Római-fürdő, árkokban, 1920. II. 23. gyűjt. BOROS A. (M.).

f. *heteroteles* F. Óbuda, a Római-fürdő. m. 1890. VI. 19. (M.) n. f. Erőteljes, laza bokrocskákban termő 40—50 cm magas, 2--3 mm vastag, normálisan elágazó tengelyű növényké. Az internódiumok a tengely középső részében 6--8 cm, a felsők a tengely csúcsa alatt csak 2 cm hosszúak és rövidebbek, az alsók 8 cm-nél is hosszabbak, normálisan kergezettek, a kéregsejt-sorok mindenütt erősen balról jobbfelé csavarodottak, de a tengelytől el nem válnak. Az aránylag vékony tüskék nagyobb részét kettésével erednek, csaknem egyenlő hosszúak, kb. olyan hosszúak, mint a tenyely átmérője, a fiatalabb internódiumokon hosszabbak, az idősebb internódiumok már tüskénélküliek. A melléksugarak alig térnek el a tüskéktől, csak a hegyük valamivel tompább, de úgy, mint a tüskéké, erősen vastagodott sejt-falú. A tengelytől hegyesszög alatt mereven elálló sugarak a középső örvökben 4—5 cm hosszúak, a felső örvökben is még 3 cm-nél hosszabbak; van többnyire 4 hosszú, normálisan kergezett tagjuk és 2-sejtű végszelvényük, amely félszer rövidebb az utolsó kergezett sugárinternódiumnál, hosszú alsó sejtje csaknem ugyanolyan vastag, mint utóbbi, csúcssejtje ellenben jóval keskenyebb és rövidebb, némely sugáron ez csak mint igen rövid mucroszerű hegyes sejtecske jelenik meg, míg másokon valamivel hosszabb, feltűnően apró, ahol az alsó sejt tonnaszerűleg felfúvódott, általában a végszelvény alsó sejtje nagyon különböző fejlettségű, hol hosszabb, hol rövidebb és e szerint egy és ugyanazon sugárörvben gyakran makroteles- és mikroteleses sugarak is megfigyelhetők. A sugárnódusokon köröskörül álló sugárkák feltűnően rövidek, egyenlőtlenek, leghosszabb a két oldali sugárka; a feljebb eső sugárnódusokon arányosan rövidülnek és az utolsón már csak a két oldali sugárka tűnik fel, a többi már csak mint kis papilla, vagy egyáltalában nem jut kifejlődésre.

f. *incrassata* ABR. Óbuda, a puszkaporos-malom mellől említi BORBÁS V. «f. *valde incrassata*» A. BRAUN határozása után (BORB. I. p. 796. idézi F. I. p. 67. és 127. is) és mocsaras réteken a puszkaporos-malomnál ugyancsak BORBÁS V. «f. *perincrassata*» néven (BORBÁS II. p. 36.).

f. *longifolia* ABR. Ismeretlen gyűjtőtől Budáról «*Chara co-*

ronata similis *Ch. scopariae*» jelzéssel a műegyet. növ. intézeti gyűjt.-ben. — Óbuda, Római-fürdő, a nagy csatornával párhuzamos kis árok majdnem álló vizében. 1916. V. 30. gyűjt. Bo-ros A.

f. *stricta* F. Óbuda, kis árokban a puszkaporos-malom előtt 1890. IV. 20. (l. F. I. p. 66. és 127. tévesen *Ch. horrida* Nordst.-nek határozva. M.) n. f. Kb. 40—60 cm magas, 2 mm vastag, gyéren elágazó, normálisan kérgezett tengelyű, erősen inkrusztált, sűrű gyepekben termő növénykék, 8—10 cm hosszú és még hosszabb alsó- és középinternódiumokkal, melyeken a kéregsejtsorok erősen körülsavarodnak és míg a középsők csaknem síma felületűek, az alsók többé-kevésbé barázdáltak; a felső, fiatal, rövidebb internódiumok igen sűrűn tüskézettek, a a többnyire kettesével eredő tüskék jóval hosszabbak a tengely átmérőjénél, egyenesek, hegyesek és vékonyabbak a sugárkák-nál, a felső, idősebb, még 3—4 cm hosszú internódiumokon jóval rövidebbek és már gyéribben állanak. A melléksugarak a tüskékhez hasonló fejlettségűek. A sugarak a középső és alsó örvökben 6 cm hosszúságot is érnek el és a felső örvökben is még 3—4 cm hosszúak; a tengelyhez simulnak, mintegy zárt örvöket képeznek, hosszú internódiumaiknak a száma 5—6, vég-szelvényük többször 2-sejtű, mint 3-sejtű; alsó sejtje leghosszabb és többnyire oly erősen felfűjt, hogy kétszer olyan vastagnak tűnik fel, mint a sugár utolsó kérgezett tagja, a rövid csúcs-sejt igen hegyes, vastagfalú csúcsban végződik. Az alsó sugár-csomón köröskörül jól kifejlett sugárkák a leghosszabbak, a többi sugárcsomókon fokozatosan rövidülnek, de még az utolsó sugárcsomón is erősen fejlettek; mindenhol az oldali és mellső sugárkák a leghosszabbak.

f. *subinermis* (ABR.) MIG. Óbuda, a puszkaporos-malom m. Békásmegyér felé, langyos vízben gyűjt. SÁNDOR (E. és a mű-egyet. növ. intézeti gyűjt.-ben is *Chara Nolteana* ABR. téves határozás alatt). Bizonyára ugyane helyen gyűjt. SIMONKAI L. 1873. III. 24. A. BRAUN határozása (l. F. I. p. 67. és 127. is. M.).

f. *tenuifolia* MIG. Óbuda, a Krempel-malom közelében, árokban 1891. IX. 21. (F. I. p. 67. és 127. f. *macrophylla* né-ven. M.)

f. *typica* MŪG. Bp. Óbuda 1894. (M.)

f. *vulgaris* MŪG. Óbuda, Római-fürdő 1894. VI. 19. (M.) és a Római-fürdőn túl eső rét árkaiban 1896. X. (M.) és Óbuda, Aquincum (Krempel-malom) közelében 1892. V. 13. (M.).

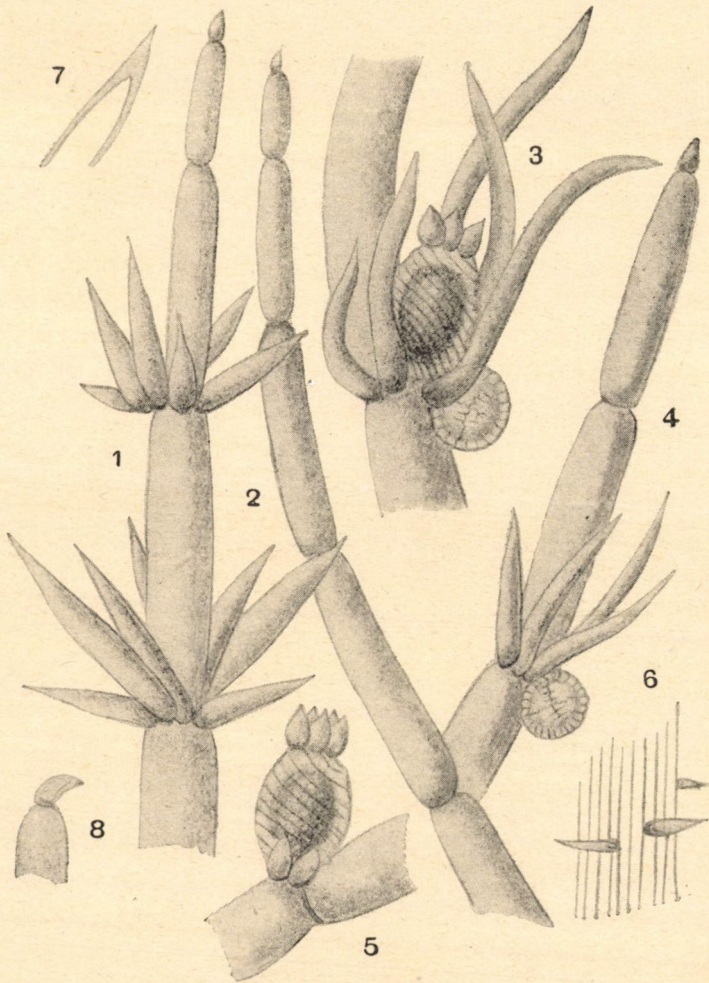
8. *Chara intermedia* ABR.

f. *thermalis* F. Óbuda, a puskaaporos-malom melletti tómedence alatt, kis réti forrásban és lefolyásában 1890. IV. 20. (l. F. I. p. 64. és 126. *Ch. foetida* ABR. f. *caespitosa* néven M. E.) és ugyane helyen 1915. VIII. 26. és IX. 21. is három alakban: igen hosszú, hosszú, és rövid sugarakkal. (M.)

9. *Chara mucronata* F.

Óbuda, Aquincum, a melegvizű csatornában 1905. V. 8. (M.) és a tómedence kifolyásának legfelső részében, sebesen folyó vízben 1926. V. 18. (M.); de gyűjtötte már STEINERTZ is a puskaaporos-malom. m. 1878. X. 20. a *Chara fragilis* DESV. f. *filiformis* MŪG.-val keverten (M.). Eddig le nem irt új *Chara*-faj: Mérsékeltlen elágazó 6—10—15 cm magas, élénkzöld kis bokrocskákban termő növénykék. A bokrocskák állanak főtengelyből, amely a leghosszabb és annak tövéből eredő, már jóval rövidebb, 2—7 cm hosszú, látszólagos melléktengelyekből és ezeknek hosszabb-rövidebb oldalágaiból. Az alsó internódiumok 2—2.5 cm, a középsők 1—1.5 cm hosszúak, a legfelsők tetemesen és hirtelen megrövidülnek, úgy hogy a sugárörvök utóbb összetömörülve egymásra borulnak és bojtszerűleg a tengely csúcsát határolják. A tengelyek triplostich kérgézése kitűnően megállapítható a tüskék eredése és állásából is; a kéregsejtsorok egyenlő fejlettségűek, a felső, rövidebb internódiumokon egyenes, az alsó, hosszabb internódiumokon csavaros lefutásúak, némely internódiumon a háromsoros kérgézés nem szabályos, amennyiben helyenként csak kétsoros, egy kéregsejtsor sem emelkedik a többi fölé. A szórtan álló tüskék igen különböző nagyságúak, egy és ugyanazon internódiumon látni lehet igen rövid és hosszabb, de a tengely félátmérőjét meg nem haladó

tüskéket, mind vékony, egyenes és a sugárkákhoz hasonlóan igen hegyes csúcsú. A melléksugarak igen fejletlenek, csak papillaszerűek, 2–3-soros melléksugárkoszorút látszanak alkotni, de a harmadik nem mindenhol tisztán kivehető és hézagosnak is tetszik. A sugarak az összes örvökben, de különösen a középső örvökben különböző nagyságúak és szerkezetűek; míg a középső örvök sugarai 1–2 cm, sőt egyesek 3 cm hosszúak, addig az alsó örvökben 1 cm-t sem érnek el; többnyire a sugarak első és második tagja, vagy csak az első, alsó tagja kéregzett és a harmadik, vagy második és harmadik tagja kéregtelen, vagy csak a második tagja kéregzett, az első és harmadik tagja kéregtelen; többnyire csak az alsó tag, vagy csak a második, vagy az első és második tag fertilis, ritkábban mind a három termő; a kéregzett tagra következő kéregtelen tag, akár fertilis, akár sterilis, csaknem mindig feltűnően vastagabb és ugyanolyan vastag a 3-sejtű végszelvénynek alsó, leghosszabb sejtje, a második, ugyancsak még igen hosszú sejt arányosan vékonyabb és a harmadik vagy csúcssejt mindig mint legrövidebb, feltűnően keskeny hegyes csúcsú sejt, vagy csak mint apró igen hegyes csúcsú mucro a csupasz végszelvényt mintegy betetőzi; a végszelvény különben mindig hosszabb a sugarak tagolt részénél. Némely örvökben, főleg ágak örveiben, teljesen kéregtelen sugarak is, vagy csakis ilyenek találhatóak 1–2 fertilis és 1 sterilis taggal és valamivel rövidebb, 2 sejtből és kis mucróból álló végszelvényvel; egyes 4–5 hosszú sejtből álló, egyszerű sejtfonalas, tagozatlan sugarak csak egyenként jelennek meg egyes sugárörvökben és mindig feltűnően hosszúak; a legfelső sugárörvöket rendszerint csak kéregtelen, 1–2-tagú sugarak alkotják és ezen összehajló sugaraknak többnyire mindkét tagja fertilis, de még csak antheridiumok fejlődnek ki rajtuk, az oogoniumoknak még nyomát sem látni; az alsó sugárörvök is legtöbbnyire csak egészen csupasz sugarakból állanak, 1–2 fertilis taggal, oogonium- és antheridiummal, vagy már csak megtermékenyített oogoniummal. Még változatosabbakká teszik a sugarakat a rajtuk különböző alakban, nagyságban és számban fejlődő sugárkák, melyek feltűnően elállva, köröskörül jelennek meg a sugárnódusokon, a hátsók rövidek, a mellsők és



Chara mucronata F. n. sp.

1. Kétsomós, kéregtelen sterilis sugár.
2. Csomótlan, hatsejtű, egyszerű sejtfonalas sugár.
3. Kéregtelen sugárnak fertilis csomója, antheridium- és oogoniummal.
4. Antheridiumos sugárrészlet háromsejtű végszelvényel.
5. Oogoniumos sugárcsomó csak két kis szemölcszerű sugárkából álló, hiányos sugárkaörvvel.
6. Triplostich tengelyrészlet apró tüskékkel.
7. Sugárka vastag cellulose falu hegyben végződő csúcsi részlete.
8. Sugár csúcsi részlete rendellenesen behajló kis mucróval.

oldaliak kétszer hosszabbak az oogoniumoknál és még hosszabbak, erősen kihegyezett cellulosecsúcsban végződnek; a meddő csomókon rövidebbek. Érdekes, hogy némely kéregtelen sugáron az utolsó fertilis csomón a mellső és oldali sugárkák csak papillaszerűleg fejlődnek, a hátsók pedig egészen hiányzanak, az ilyen sugaraknak a végszelvénye csak egyetlenegy hosszú sejt-ből és az apró hegyes mucróból áll. Oogoniumok és antheridiumok egyesével fejlődnek a fertilis csomókon, az antheridiumok kicsinyek, az oogoniumok normális fejlettségűek, rövid tojásdad-, csaknem gömbalakúak, az antheridiumoknál háromszor nagyobbak. A szerkezetük tekintetében általában igen variabilis növénykének kis, bokros telepei élénken alacsonyabb növésű *Ch. foetida*-formákra emlékeztetnek.

Míg a császár-lukácsfürdői tóban annakidején az elősorolásom szerint 4 *Chara*-fajhoz tartozó 5 különböző alak termett, melyek közül újabban már csak egy alak, a *Ch. intermedia* A.Br. f. *thermalis* F. figyeltetett meg, addig a rómaifürdői (puskaporos-malom melletti) hőforrásos tó kifolyásában és közvetlen környékében 8 *Chara*-fajhoz tartozó 40 alak gyűjtetett be az utolsó négy évtizedben. Az előbbi és az utóbbi helyről is egy-egy új faj került elő, amely különösen szerkezetét tekintve, az eddig ismert európai *Chara*-fajoktól teljesen eltérő, sőt az egyik már külső habitusa tekintetében is feltűnően különbözik minden más *Chara*-fajtól. Kutatásaimnak további eredménye 1 új forma mind a két helyről és 11 új forma a Római-fürdő környékéről.

DIE CHARACEEN UND EINIGE ANDERE SELTENERE ALGEN DER OFENER THERMALGEWÄSSER.

Von N. FILARSZKY. k. M. der Akadémie.

Verf. gedenkt in Kürze der einstigen und jetzigen Orts- und Vegetationsverhältnisse dreier Thermalorte Budapest's: des schon von Gy. ISTVÁNYFY beschriebenen künstlichen Thermalwasserfalles auf der Margaretheninsel, des Thermalteiches des Kaiserbades und der Thermalquellen bei der alten Pulverstampfe — heute Római-fürdő — in Altofen, dessen einstigen und gegenwärtigen Ausflussgrabens, wie der übrigen stehenden und fließenden Gewässer in nächster Umgebung der Pulvertstampfe und der früheren Kreppelmühle nächst Aquincum. Alle diese Orte haben in den letzten vier Jahrzehnten wesentliche Umänderungen erfahren und infolge dessen von ihrer einstigen, hochinteressanten Vegetation vieles verloren. Nichtsdestoweniger lassen sich aber auch heute noch manch' interessante, sogar neuere Funde verzeichnen, die bisher an diesen Orten nicht beobachtet wurden. So das Vorkommen der *Thorea ramosissima* BORY in Gesellschaft des *Batrachospermum moniliforme* ROTH im Ausflusse des Thermalquellenteiches in nächster Nähe des altbekannten Standortes der *Chantransia chalybaea* (ROTH) FRIES, die auch heute noch dort vortrefflich gedeiht. Drei seltenere, hochinteressante Süßwasser-Rothalgen, über deren Organisation, Ursprung und Entwicklung schon so vieles geschrieben wurde, aber die Frage ihrer genetischen Zusammengehörigkeit noch immer unerforscht, einer endgültigen Lösung wartet.

In der Enumeration der von diesen Orten schon langeher bekannten und zum Teile nun revidierten, sowie der in den

letzten Jahrzehnten hier eingesammelten *Characeen* werden aus dem Thermalteiche des Lukasbades 5 verschiedene Formen von vier *Chara*-Arten angeführt, aus dem Gebiete der Altöfener Thermalquellen und der übrigen Gewässer aber 40 Formen aufgezählt, die 8 verschiedenen Arten angehören. Es werden 2 neue Arten und 12 neue Formen näher beschrieben, aus dem Thermalteiche des Kaiserbades *Chara Hungarica* als neue Art und *Chara intermedia* ABR. f. *thermalis* als neue Form; aus den Gewässern nächst der alten Pulverstampfe und der früheren Krempelmühle *Chara mucronata* als neue Art, und als neue Formen: *Nitella mucronata* ABR. f. *Budensis*, *Chara foetida* ABR. f. *crassior*, f. *flagellifolia*, f. *heterovorticillata*, f. *incurvata* u. f. *pseudopygmaea*, *Chara hispida* L. f. *breviradiata*, f. *elongata*, f. *heteroteles*, u. f. *stricta*; *Chara intermedia* ABR. f. *thermalis* wurde wiederholt auch in einer kleineren Thermalquelle nächst der alten Pulverstampfe in drei verschiedener Ausbildung eingesammelt.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 19. Mai 1930.)

AZ ÜLEDÉKES KÖZETEK STRUKTURÁJÁRÓL.

SZÁDECZKY—KARDOSS ELEMÉR-től. (Sopron.)

Alábbi vizsgálatok az erdélyi eocénen végzett szediment-petrográfiai tanulmányom azon megállapításából indultak ki, hogy az úgynevezett mechanikai komponensek mennyisége és a kémiai komponenseknek, nevezetesen a karbonátoknak szem-nagysága közt szabályszerű összefüggés van.¹ Ha ugyanis valamely kőzetben a mechanikai komponensek nagy mennyiségben fordulnak elő, akkor a (kismennyiségű) karbonát nagy szemeket képez («Porenfülle»); ha ellenben a mechanikai komponens kevés, akkor a karbonát egyenletes, apró (1—50 μ átmérőjű) szemeként jelenik meg.

Eme kapcsolat felismerése alapján oly általános összefüggésre lehetett következtetni, amely az üledékes kőzetek legfontosabb szerkezeti sajátosságait éppen úgy meghatározza, mint ahogy például a megmerevedési viszonyokból a magmatikus kőzetek struktúrája levezethető.

A mechanikai komponensek mennyisége és a karbonátok szem-nagysága közt az említettél szorosabb kapcsolat nem volt kimutatható. A további mikroszkópos vizsgálat eredménye azonban arra utalt, hogy a kapcsolat szorosabb megfogalmazásához nem elégséges a karbonátok szem-nagyságát és a mechanikai komponensek mennyiségét tekintetbe venni, hanem a mechanikai komponensek szem-nagyságával is számolni kell. Elméleti megfontolások is arra mutattak, hogy egy ilyen összefüggésben a mechanikai komponensek felülete szerepel.

¹ Az erdélyi eocén petrogenézise (Első rész). Földtani Közlöny. LVI, 1926. 115. l.

A mechanikai komponensek detritikus eredetét ugyanis csak abban az esetben lehet felismerni, ha a szedimentáció óta a komponensek nem változtak lényegesen. A karbonátokon viszont diagenetikus változás ismerhető fel: a $CaCO_3$ héjtöredékek eredeti szerkezetüket például többé-kevésbé elvesztik és a «karbonát-cement»-re jellemző strukturát veszik fel. Ha a szerkezetében változatlan mechanikai komponens a karbonátok szem-nagyságának meghatározásában szerepet játszik, úgy e hatást a változatlan komponens valószínűleg csak a felületével gyakorolja.

Valamely komponens felülete a mikroszkopos vizsgálati mód-szerekkel közvetlenül nem mérhető. Közelítőleg számítható azonban, ha ismeretes az illető komponens közepes szem-nagysága és térfogatszázalékos mennyisége — két mikroszkopos vizsgálattal is mérhető érték.

Legyen valamely rendszerben a kérdéses komponens térfogatszázalékos mennyisége p %, a komponens közepes szem-nagysága (átlagos átmérője) d . A rendszer v^3 ösztérfogatában a komponens térfogata természetesen: $\frac{pv^3}{100}$. E térfogat egyenlő a komponens szemeinek (a v^3 ösztérfogatban jelenlevő) számából: N , valamint egy szem térfogatából alkotott szorzattal (egyenletes szem-nagyságot feltételezve). Gömbalakú szemek esetén tehát:

$$\frac{pv^3}{100} = N \cdot \frac{d^3\pi}{6},$$

amiből:

$$N = 0.06 \frac{pv^3}{d^3\pi}.$$

E komponens összfelülete: F a rendszer v^3 térfogatában tehát:

$$F = 0.06 \frac{pv^3}{d^3\pi} \cdot d^2\pi = 0.06 \frac{pv^3}{d},$$

vagy a rendszernek egységnyi ösztérfogata ($v=1$) esetén:

$$F = 0.06 \frac{p}{d}.$$

Az ily módon számított F érték természetesen minimum, mert a közetelegyrészek szemei, és speciálisan a mechanikai komponensek csak ritkán közelítik meg a gömbalakot.

A felület közvetlenül leolvasható az 1. diagramm alapján.

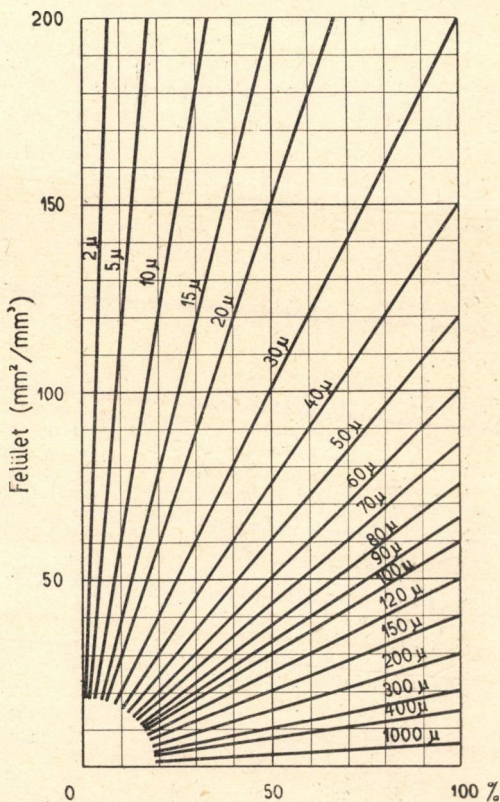
Ilymódon meghatároztam a vizsgálati anyagul szolgáló erdélyi eocén-üledékek mechanikai komponenseinek térfogategységenkénti felületét. Az

1926. évi méréseim a mechanikai komponensekre, valamint a karbonátokra vonatkozóan megadták a minimális és maximális szem-nagyságot. A mechanikai komponenseket és karbonátokat újból átmérettem az átlagos átmérorok megállapítása végett. Azon esetekben, amelyekben az anyag már nem állott rendelkezésemre, az átlagos átmérorok a minimális és maximális szem-nagyság alapján becsültem meg. A vonatkozó adatokat a táblázat tartalmazza. (A becsült értékek zárójelben vannak.)

Az így nyert értékekből meglepően szoros összefüggés világlik ki, amelynek alapján a mechanikai komponensek és a karbonátok közt feltételezett viszony közelebbről is meghatározható. E szerint: a mechanikai komponensek felületének növekedésével ugyanazon közet karbonátjainak szem-nagysága nő (egyébként azonos körülmények közt).

1 Diagramm

A felület, szem-nagyság (közepes átméror) és mennyiség viszonya gombalaku, egyenletes szem-nagyságú komponensnél



1. ábra.

A megvizsgált kőzetek táblázata.

680

Rövidítések.

A karbonátok mennyisége rovatban:
u = uralkodó *k* = kevés
ss = nagyon sok *kk* = nagyon kevés.
s = sok

A karbonátok összetétele rovatban:
k = kalcit
d = dolomit.

A becsült adatok zárójelben () vannak. — A még le nem írt kőzeteket, valamint a helyesbített adatokat * jelzi.

A kőzet száma	A kőzet faja és lelőhelye	Invariábilis mechanikai komponensek				Karbonátok				Pyrit-gömbök
		Minimális és maximális szemmagyság	Közepes	Mennyiség %	Felület mm ² /mm ³	Minimális és maximális szemmagyság	Közepes	Mennyiség	Összetétel	
242-3	Az alsó tarka sorozat» veres homokos és agyagos üledékei (danien-lutetien; kontinentális)	Széplak	90—2500	300	84	17	100—700	200	<i>s</i>	<i>k-d</i>
241-1		Zsibó	10—300	80	60	44	20—500	70	<i>kk</i>	?
7259		Kucsó	20—150	60	26	25	4—30	9	<i>k</i>	<i>k</i>
89-1		Meregyó	40—2000	(250)	94	23	15—30 és nagy	(300)	<i>s</i>	?
7434-e		Kiskalota	800—3000	(1000)	40	2·5	20—100	(50)	<i>ss</i>	<i>d-k</i>
7434-c		Kiskalota	20—3000	(250)	6	1·5	15—30	(22)	<i>s</i>	<i>k</i>
7415-6		Egerbegy	30—1500	(300)	14	2·5	15—50	(30)	<i>s</i>	<i>d</i>
7415-5		Egerbegy	50—4000	120	90	44·5	—	(400?)	<i>kk</i>	<i>k</i>
7415-4		Egerbegy	30—1500	(200)	8	2·4	15—30	23	<i>u</i>	<i>d</i>
7455-a		Magyarlóna	20—150*	60	5	5	10—50	40	<i>s</i>	<i>d-k</i>
137-1	Secel	12—180	(50)	18	21	2—6 és nagy	(200)	<i>k</i>	<i>-d</i>	

SZÁDECSKY-KARDOSS ELEMÉR.

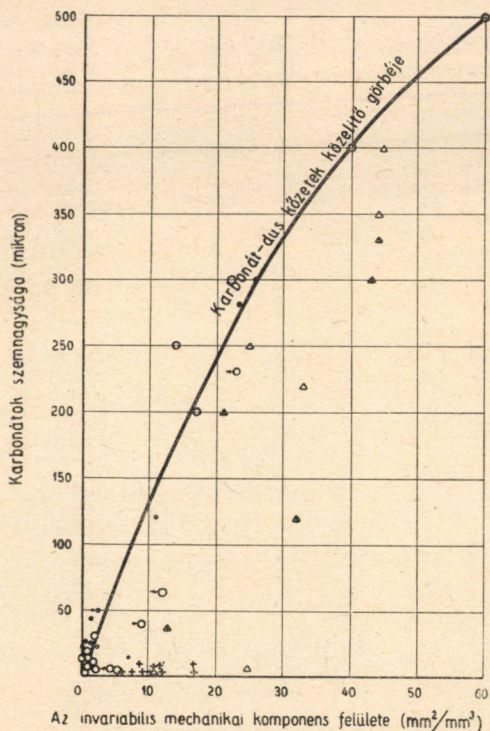
241-3	Az alsó tarka sorozat* zöld üledékei (daniens- lutetien)	Zsibó_ _ _ _ _	20—400	80	80	60	1—5 és nagy	500	s	k
7019		Bócs_ _ _ _ _	20—2000	300	74	14	100—700	250	s	k
7434-g		Kiskalota_ _ _ _	40—400	(100)	74	43	2—15 és nagy	(300)	kk	k
7434-d		Kiskalota_ _ _ _	40—2000	(400)	90	13	20—45	(35)	kk	k
7414-e		Egerbegy_ _ _ _	60—2500	(300)	40	7	1—4	3	k	k-d
7414-c		Egerbegy_ _ _ _	20—400	100	55*	33	130—400	(230)	s-k	k
7394	Nagykapus_ _ _	?—700*	130	86	40	—	400	s	k	
8429	Oolitos édes- vizi dolomitok (lutetien)	Szászlóna_ _ _ _	50—150	(100)	4	2·3	20—45	(30)	u	d
101		Szászlóna_ _ _ _	—	—	0	0	10—25*	22	u	d
7414-f		Egerbegy_ _ _ _	100—2500	(300)	2	0·4	10—40	(25)	u	d
7398		Nagykapus_ _ _ _	50—100	(70)	2	1·7	15—60	(45)	u	d
241-19	Édesvizi (közön- séges) dolomitok (lutetien és bartonien)	Róna_ _ _ _ _	150	150	1	0·4	1—8	2	u	d-k
235		Stina_ _ _ _ _	10—80	50	1	1·1	2	2	u	d-k
7434-i		Kiskalota_ _ _ _	—	—	0	0	6—20	13	u	d
7434-h		Kiskalota_ _ _ _	—	—	0	0	2—8	5	u	d
12-1		M.-Gyerővásárhely	40—300	65	2	1·8	8—40	20	u	d-k
24	Édesvizi dolomitok (lutetien és bartonien)	Farnas_ _ _ _ _	40—80	50	1	1·1	4—10	4	u	d-k
8286-b		Tóttelke_ _ _ _	30—100	50	2	2·3	8—10	8	u	d
7-d		Inaktelke_ _ _ _	80—140	100	2	1·1	6—30	15	u	d-k
7450-g		Andrásháza_ _ _	?	?	(2)	kicsi	1—4	3	u	d
7445-7		Szászlóna_ _ _ _	—	—	0	0	2—20	10	u	d
12-65		Alsójára_ _ _ _	50—700	100	2	1·2	6—50	25	u	d

A kőzet száma	A kőzet faja és lelőhelye	Invariábilis mehanikai komponensek				K a r b o n á t o k				Pyrit-gömbök	
		Minimális és maximális szem nagyság	Közepes	Mennyiség %	Felület mm ² /mm ³	Minimális és maximális szem nagyság	Közepes	Mennyiség	Összetétel		
241-10	Tengeri zöld üledékek (Ostrea-tályag stb.) (Iuteian)	Turbuca	—	—	0	0	1-6	2	ss	k	+
231-5		Mojgrád	2-80	50	14	17	1-20	2	ss	k (d)	+
231-4		Mojgrád	20-500	200	24	6.5	1-3	1	ss	k	
221-8		Gurzófalva	20-500	230	38	9	6-30	9	ss	k	+
221-4		Gurzófalva	20-100	50	20	23	5-8 és nagy	6	ss	k	+
83-1		Kiskalota	20-200	40	8*	11	2-8	5	u	k	+
7434-j		Kiskalota	?	?	2	kicsi	4-25	10	u	k	
7398-a		Nagykapus	?	?	2	kicsi	4-10	7	u	k	
7455-e		Magyarlóna	20-70	(50)	10	(11)	2-16	8	u	k	+
100-3		Oláhléta	10-80	20	2	7	2-35	6	s	k	+
180-3	Alsójára	20-2500	100	11	6	3-18 és nagy	—	s	k		
74-1*	Meregyó	20-400	120	66	33	100-700	220	k	k		
256-6	Durva mészkövek (tengeri) (Iuteian és bartonian)	Gaura	20-30	25	1	2.4	1-15 és nagy	6 és 30	u	k	
245-2		Váralja	—	—	0	0	1-50	4	u	k	+
260-2		Sósmező	40-100	(70)	1	0.7	1-15 és nagy	5	u	k	
199-1		Vármező	20-190	80	26	20	1-100	3	s	k	+
8563		Sajgó	10-350	90	18	12	1-80	9 és 65	ss	k	
6679		Marótlaka	10-1500	130	10	4.6	5-10	7	u	k	+
84-6		Bócs	10-100	50	1	1.2	5-80	5	u	k	
87	Meregyó	30-300	150	2	0.8	2-200	5	u	k		

7447	Durva mészkövek, Nummulites intermedialis és bryozoás márgák (lufetien, bartontien ; marin)	Magyarnádas	15—150	60	2	1·9	15—150	(30)	u	k	
7450-s		Andrásháza	40—180	(70)	4	3·4	2 és nagy	(50)	u	k	
7450-r		Andrásháza	50	50	1	1·1	1—8 és nagy	4	u	d-k	
7047		Szászfenes	40—200	100	2	1·2	2—200	3	u	k	
7051		Szászfenes	30—200	50	4	5	1—4	1	u	k	+
26-1*		Lövete	—	—	0	0	1—10 (200)	6	u	k	
7061*		Bács	20—150	70	8	6·8	2—30	4	u	k	+
7038*		Magyarnádas	15—120	40	8	12	1—4	1	s	?	+
262*		Rodna	20—2500	65	2	1·8	2—130	15	u	k	
72-1		A «felső tarka sorozat» veres üledékei (auversien, lakusztis?)	Bócs	15—750	(100)	2	1·1	2—10 és nagy	5	s	k
8282	Inaktelke		20—60	(40)	2	2·8	2—3	3	s	k	
15-1	Mákó		30	30	2	4	2—8	5	s	k-d	
7450-m	Andrásháza		20—100	50	2	2·3	5—10 (500)	7	k	k-d	
7450-i	Andrásháza		40—100	50	2	2·3	2—8	3	s	k-d	
7450-g	Andrásháza		30—150	50	4	4·7	2—6	3	kk	d	
7450-d	Andrásháza		40—180	(120)	4	2	3—10	7	k	k-d	
7450-e	Andrásháza	60	60	1	1	2—14	5	s	k-d		
260-7	A «felső tarka sorozat» zöld, főleg homokos üledékei (auversien)	Sósmező	20—500	45	8	11	—	2	kk	?	
197-2		Vármező	—	—	0	0	4—30	15	ss	d	
7450-o		Andrásháza	20—200	(100)	40	23·5	nagy	(280)	s	k-d	
7450-l		Andrásháza	30—200	(100)	74	44	10—500	(330)	k	k-d	
7450-j		Andrásháza	20—400	130	68	3·2	3—120	(4 és 120)	k*	?	
7450-f		Andrásháza	40—500	120	50	25	2—500	(250)	k-s	k (d)	
7450-c		Andrásháza	15—200	(150)	20	(7)	8—15	13	s	k-d	
7450-a	Andrásháza	20—200	(100)	18	11	nagy	(120)	s	k		

2 Diagramm

Az invariabilis mechanikai komponensek felülete és a karbonátok szemnagysága közti viszony



- Karbonát-dús kőzetek (CaCO_3 cca > 5%); mért értékek
- " " " " " " " részben becsült értékek
- △ " szegény " " " " " mért értékek
- ▲ " " " " " " " részben becsült értékek
- Mikroszkopikus pirit gombókat tartalmazó kőzet

2. ábra.

(A 44,350 koordinátájú adat 44,70 koordinátára helyesbítendő.)

Az összefüggést grafikusán a 2. diagramm fejezi ki, amely a karbonátok közepes szemnagyságát ugyanazon kőzet mechanikai komponenseinek függvényeként tünteti fel. A görbe ábrázolja az összefüggést sok karbonát jelenléte esetében.

A megadott görbe bizonyos mértékig hozzávetőleges. Az értékek ugyanis szóródnak, mert: 1. a karbonátok szemnagyságára a mechanikai komponensek felületén kívül — mint alább következik — más faktorok is hatnak; 2. az értékek egy része becsült adatokon alapul (ezeket a megvizsgált kőzetek teljes felsorolása céljából tüntettem fel); 3. a mért adatok megállapításához használt módszerek részben közelítőek: ingadozó ugyanis a «közepes átmérő» meghatározása.

A mechanikai komponensek koptatottsága esetén a kőzet helye a grafikonban relatíve, a többé-kevésbé szögletes szemek adataival szemben, jobbra tolódott el. (Ez adatokat balra mutató nyíllal ábrázoltam.) A való-

ságban az általában szögletes szemű kőzeteket ábrázoló pontok vannak balra eltolódva s a koptatott (gömbyszerű) szemek adatai vannak a helyükön.

Ami a görbének a vizsgált területen kívül eső további lefutását illeti, lehetséges, hogy az meredekségéből mindinkább vesztene és a karbonátszem-nagyság-tengely felé jobbra lehajlana. A mechanikai komponensek felületének további növekedésével ugyanis a karbonátok számára fenmaradó hézagok mindinkább kisebbednek s így a karbonátok teljes szemnagyságukat már nem érhetik el. Gyakori ilyenkor a poikilites struktúra.

A karbonátok szem-nagyságát tehát elsősorban a mechanikai komponensek felülete határozza meg. Független ez azonban más tényezőktől is, amelyek sorában elsőnek a karbonátok mennyisége említendő. A karbonátok mennyiségével csökken a közepes szemnagyság. Minden karbonátmennyiségnek tehát más görbe felel meg, és pedig a 2. diagrammban csökkenő karbonátmennyiségekkel a görbék jobbra tolódnának el.

A szem-nagyság és a százalékos mennyiség azonban meghatározzák a területet. A karbonátok és mechanikai komponensek közti viszony tehát végeredményben a két komponens felületeinek összefüggéseként mutatkozik. Ily módon a négy érték, nevezetesen a mechanikai komponensek szemnagysága, a mechanikai komponensek mennyisége, a karbonátok szem-nagysága és a karbonátok mennyisége közt — bizonyos egyensúlyi állapotnak megfelelő — egyszerű viszony van: a mechanikai komponensek és karbonátok felületeinek arányossági viszonya.

Az eddigiek alapján e viszony grafikus kifejezéseként a felületek hozzávetőleges görbéje könnyen megszerkeszthető. Mivel a karbonátok mennyiségére vonatkozóan még nincs elegendő pontos mérés, a felületek viszonyának közelebbi meghatározásával itt nem foglalkozom.

A recens üledékekben a mechanikai komponensek és a karbonátok közti összefüggés még nem mutatható ki. A karbonátok összefüggés szerinti szem-nagysága a diagenezis folyamán, a kőzetben levő egyensúlyi állapotnak megfelelően alakul ki.

A karbonátok szem-nagysága tehát a diagenezis mértékétől, előrehaladottságától is függ. Az üledékek eredeti karbonát szem-

nagysága rendszeren kisebb, mint az egyensúlynak megfelelő karbonátszem-nagyság a (fossilis) üledékes kőzetekben. E szem-nagyság tehát általában kisebb lenne a kismértékben diagenizált üledékekben — rendszeren a fiatal lerakódásokban — mint a már egyensúlyban levő kőzetekben. L. CAYEUX professzor szerint a diagenetikus folyamatok nagyrésze, s így bizonyára a karbonát itt kimutatott egyensúlyi szem-nagyságának kialakulása már az emerzió előtt végbemegy (szóbeli közlés). Ennek alapján valószínű, hogy a fiatal üledékes kőzetekben is nagyrészt már az egyensúlyi szem-nagyság szerepel.

A karbonát-szem-nagyság az eddig vizsgált esetekben csak kis mértékben függ magának a karbonátnak kémiai összetételétől. A dolomit közepes átmérője nagyobb a kalciténál, egyébként azonos körülmények közt (lásd táblázat).

Jelentékenyebb a kémiai vagy organikus eredetű társkomponensek egynemelyikének hatása. Például egyes tengeri üledékekben kolloid FeS -ből keletkezett mikroszkopos pyrit-gömböcskék fordulnak elő. E pyrit-gömbök jelenléte esetén a karbonátok szem-nagysága nem éri el a mechanikai komponensek felületének megfelelő átmérőt, hanem attól független marad. A karbonátok közepes szem-nagysága e kőzetekben $1-10 \mu$ közt mozog (lásd: táblázat és 2. diagr.)

CAYEUX kimutatta, hogy a karbonátos héjtöredékek diagenetikus szétrombolását — vagyis fentiek szerint az egyensúlyi szem-nagyság felvételét — bizonyos szekundér-ásványok jelenléte megakadályozza: ilyen hatással vannak szerinte bizonyos agyagos komponensek, a foszfátok és az eredetileg kolloid SiO_2 módosulatok.¹

E faktorok hatásának kvantitatív vizsgálatát, valamint az egyensúlyi szerkezet tanulmányozását speciális esetekre (például mészkonkréciók, gipszkristályok jelenlétére) vonatkozóan is megkezdtem. Az üledékes kőzetek ismeretének fejlődésével bizonyára további ilyen faktorokról is tudni fogunk. Az eddigiek alapján azonban megállapítható, hogy a karbonátok szem-nagyságát a

¹ L. CAYEUX: Contribution à l'étude micrographique des terrains sédimentaires, Lille, 1897., 477. lap.

vizsgált kőzetekben elsősorban és legáltalánosabban a mechanikai komponensek felülete határozza meg.

Az üledékes kőzetek karbonátjainak alakjával sok szerző foglalkozott.

A karbonátok alakja elsősorban magának a karbonátnak kémiai összetételétől (illetőleg kristályosodási erejétől) függ. Ismeretes, hogy a dolomit, valamint az ankerit és sziderit rendszeren éles alapromboedereket képez az üledékes kőzetben; a kalcitnak ellenben ily éles automorf kristályformája leggyakrabban nincs. A kristályformára való tendencia azonban a kalcit cementű üledékes kőzetek egyrészénél is világosan felismerhető: A kalcit «cement» ugyanis gyakran orsóalakú, egyenes kioltású, negatív megnyúlási karakterű szemekből, tehát a főtengely szerint megnyúlt tökéletlen kristályokból áll.

A mechanikai komponensekben dús kőzetek nagy kalcit szemei leggyakrabban xenomorfok.

Minél szabálytalanabb a karbonát alakja, annál kevésbé egységes a szem-nagysága is.

Vizsgálataim az üledékes kőzeteknek eredet, valamint összetétel szerint csaknem valamennyi főcsoportjára kiterjedtek. Eredet szerint képviselve vannak a kontinentális («Gekrieche», torrenciális, etc.), lakusztis, brakkvízi, tengeri lerakódások; összetétel szerint a karbonátos kőzetek (dolomit, mészkő, oolitos etc. alcsoportok); homokkövek és agyagos kőzetek. E vizsgálatok eredményei az irodalmi adatokkal is összhangzásban állnak és azokat általános összefüggés keretébe illesztik.

Az üledékes kőzetek szerkezetére vonatkozó általános képek alapján következőkben foglalható össze.

Ismeretes, hogy az üledékek elegyrészeit eredetük szerint mechanikai (detritikus), kémiai és organikus komponensekre szokás osztani. Ha ezt az osztályozást a (fosszilis) üledékes kőzetekre akarjuk alkalmazni, úgy az elegyrészek hovátartozása bizonyos mértékig hipotetikus lesz. Az organikus, kémiai vagy mechanikai eredet nem minden komponensre dönthető el határozottsággal.

A szedimentpetrografiai vizsgálat alapján ugyanis kétség nélkül következő két csoportra lehet elkülöníteni az üledékes

közetek komponenseit (— a még felismerhető organikus eredetű héj — és a többi maradványokon kívül):

1. Egyik csoportot alkotják azok a komponensek, amelyeknek detritikus eredete a klasztikus jellemvonások alapján minden esetben evidens. Ezek az «ellenálló», nehezen oldható elegyrészek a diagenézis folyamán nem változtak meg. (Mikor a fentiekben a «mechanikai komponensek» felületéről beszéltünk, természetesen csak az ilyen mechanikai komponensekre gondolhattunk.) Ezeknek az invariábilis mechanikai komponenseknek strukturális sajátosságait a mállás és transzport már a szedimentáció előtt meghatározta.

2. A többi komponens ezzel szemben diagenetikusan megváltozhatik.¹ E komponenseket az exogén zónákban (gyakorlatilag) oldható ásványok alkotják. E variábilis komponenseknek organikus, kémiai, vagy detritikus eredete többé-kevésbé kétséges. Strukturális sajátágaik nagyrészt diagenetikus eredetűek. A diagenézis folyamán a különböző eredetű, de ugyanolyan összetételű variábilis komponensek az egyensúlyi állapotnak megfelelő, rendszeren azonban csak többé-kevésbé megközelített egységes struktúrát öltenek. Az egységes struktúra ugyanis olyan ideális állapot, melynek teljes elérését több körülmény — például a szomszédos elegyrészek térfoglalása — akadályozza.

A diagenetikus átalakulásoknak egyik klasszikus példáját CAYEUX adta, részletesen leírván a foraminifera héjtöredékeknek a «szedimentáció után, oldási folyamatok által történő szétrombolását.» «A szétrombolt héjtöredék helyét most elfoglaló mészkarbonát semmiben sem különbözik a körülvevő cementtől.» Egyes esetekben az új karbonát azonnal az egyensúlynak megfelelő nagyobb szem-nagyságot vesz fel.²

A mechanikai eredetű komponensek közt (gyakorlatilag) oldható ásványok is előfordulnak, például a mészkő-konglomerát, detritikus kalcit. E komponensek a kőzetben természetesen úgy

¹ Diagenézis alatt mindazokat a folyamatokat értem, melyek az üledékeket üledékes közetté alakítják.

² L. CAYEUX: l. c.

viselkednek, mint az organikus eredetű hasonló karbonátok, s diagenetikusan átalakulhatnak. Ilymódon elvesztik eredeti klasztikus jellemvonásaikat, s az igazi kémiai komponensektől éppúgy nem különböztethetők meg, mint az előbb említett organikus eredetű karbonátok.

Az organikus, valamint a mechanikai eredetű komponensek átalakulásának eme példáiból kiviláglik, hogy az eredet szerinti osztályozás az üledékes kőzetekben nem vihető keresztül.

Ellenben a variábilis és invariábilis komponensekre való osztályozásnak alapját a diagenézis szerinti viselkedés képezi és így az üledékes kőzetekre alkalmazható.¹ Fentiekből látható, hogy amikor (ROSENBUSCH után) eredet szerint vélünk osztályozni, akkor is gyakran a diagenézis szerint osztályoztunk.

Az üledékes kőzeteknél egységes strukturáról csak a variábilis komponensek tekintetében beszélhetünk. Az invariábilis mechanikai komponensek strukturális sajátosságait — szem-nagyságát és alakját — a lehordási viszonyok, tehát ugyanazon üledékekre vonatkozóan is változatos mállási és transzport-körülmények határozzák meg. E folyamatok kiválasztják azokat az ásványokat, amelyek az exogén-viszonyok közt is egyensúlyban vannak (1.), a többi ásványt pedig az egyensúlyi viszonyoknak megfelelően átalakítják (2.), vagy feloldják (3.). Az első csoport (1.) alkotja a mechanikai komponenseket; (2.) az átalakult elegyrészek legnagyobbrészt a kőzet cementjében feltalálható úgynevezett klasztikus detrituszt képezik (e komponenseket rendszeren a tágabb értelemben vett mechanikai komponensekhez, néha pedig a kémiai komponensekhez szokás csatolni); (3.) a szedimentáló oldatból pedig a kémiai komponensek válnak ki; idesorolhatók az organizmusok által kiválasztott héj, etc. töredékek is.

A mechanikai komponensek tehát már a szedimentáció idején az exogén viszonyok közt is stabilis állapotban vannak — minél érettebb az üledék — annál nagyobb mértékben. Tehát

¹ Ez az osztályozás rokon a «primér» és a «szekundér» csoportokra való felosztással. Emaz utóbbi megnevezések azonban hipotetikus elemet tartalmaznak.

nagyrészüket a diagenézis hatására sem változik. A mechanikai komponensek e nem változó csoportját neveztük invariábilis mechanikai komponenseknek. Az invariábilis komponensek strukturája: alakja és nagysága változatos marad a diagenézis után is, így ezek tekintetében egységes struktúráról beszélni nem lehet.

A kémiai, organikus és oldható mechanikai komponensek viszont megváltozhatnak a diagenézis folyamán; ezért együttesen variábilis komponensek néven foglalhatók össze. Ezeket az elegyrészeket ugyanis legnagyobb részben az exogén viszonyok közt oldható ásványok képezik. Továbbá a szedimentációkor képződő módosulat még nem is a legstabilisabb (v. ö. OSTWALD: Stufen-gesetz). Láttuk, hogy a variábilis komponensek legfontosabbikának, a karbonátnak minden egyensúlyban levő kőzetben egyetlen, határozott, elsősorban valószínűleg az invariábilis komponensek felületétől függő szem-nagyság felel meg. Ily módon öltenek a variábilis komponensek a diagenézis folyamán eredetüktől független, többé-kevésbé egységes struktúrát.

Bizonyos esetekben az új egyensúlynak megfelelő karbonát-szemnagyság keletkezése is megfigyelhető. Az eredeti kis karbonát-szemek mellett egyidejűen már az egyensúlynak többé-kevésbé megfelelő nagyobb szemek is megjelennek (például 7450/f, 1. táblázat).

Elméletileg a variábilis és invariábilis komponensek közt átmenet lehetséges. Az átmenetet valószínűleg a «finom klasztikus detritusz» (szericites, agyagos, etc. cement) képviseli.

A főbb eredmények következőkben foglalhatók össze.

1. Az üledékes kőzetekben csak a variábilis komponensek tekintetében beszélhetünk egységes struktúráról.

2. Az üledékes kőzetek e strukturája a diagenézis folyamán keletkezik, a kőzetben levő új egyensúlyi állapotnak megfelelően.

3. Az egyensúlyi állapotra elsőrendű hatása van az invariábilis komponenseknek. Az üledékes kőzetek leggyakoribb elegyrészenek, a karbonátoknak szemnagyságát elsősorban az invariábilis mechanikai komponensek felülete (?) határozza meg.

4. A szem-nagyságra ható más faktorok közül említendő a

kérdésem komponens kémiai összetétele és bizonyos variábilis társkomponensek jelenléte.

5. Az egyensúlyban levő kőzetben ugyanazon variábilis komponensnek egyetlen határozott szem-nagyság és alak felel meg. Ennek az egységes szövetnek ideális kifejlődését azonban több körülmény megakadályozza.

Készült: Sopronban, a Bánya- és Erdőmérnöki Főiskola Ásvány-Földtani Tanszékén. (Professzor: Dr. Vendl Miklós.)

(A. M. T. Akadémia III. osztályának 1930. június 2-án tartott üléséből.)

ÜBER DIE STRUKTUR DER ABLAGERUNGSGESTEINE.

Von E. v. SZÁDECZKY-KARDOSS (Sopron).

Die sedimentpetrographische Untersuchung des siebenbürgischen Eozäns zeigte, dass zwischen den Karbonatkorn-grössen und den mechanischen Komponenten ein Zusammenhang existiert. Die Menge der mechanischen Komponenten ist unzweifelhaft ein Hauptfaktor in diesem Verhältnisse. Daneben übt aber die mittlere Korngrösse dieser Komponenten wahrscheinlich auch eine Wirkung aus. Der genaueste Ausdruck des Zusammenhanges scheint für die untersuchten Fälle der folgende zu sein: Die mittlere Korngrösse der Karbonaten wächst mit der — durch die Menge und mittlere Korngrösse bestimmten — Oberfläche der mechanischen Komponenten. Die Korngrösse der Karbonaten hängt aber auch von anderen Faktoren ab, z. B. von der Menge der Karbonaten selbst: die Karbonatkorngrösse sinkt mit der Abnahme der prozentualen Menge der Karbonaten. In den untersuchten Fällen hängt diese Korngrösse nur in geringem Maasse von der chemischen Zusammensetzung der Karbonaten ab: die Dolomitkörner sind unter den selben Verhältnissen kleiner, als die Kalzitkörner. Das Vorhandensein gewisser Komponenten vermindert die Karbonatkorngrösse.

Nur die diagenetisch veränderten «variablen» Komponenten können eine einheitliche, echte Struktur aufweisen. Diese Struktur entsteht als Strebung nach dem Gleichgewicht durch Diagenese. Das Gleichgewicht ist besonders durch die — während der Diagenese invariablen — mechanischen Komponenten beeinflusst.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften, den 2. Juni 1930.)

ÉRINTŐSZINGULARITÁSNÉLKÜLI VÉGESBEN FEKVŐ SÍKGÖRBÉKRŐL.

Sz. NAGY GYULA.

1. Bevezetés.

Síkgörbén a következőkben olyan folytonos és az érintésponttal folytonosan változó érintővel bíró egy menetből álló zárt görbét fogunk érteni, amelynek nincs egyenes darabja és nincs szögpontja és amely véges számú konvex ívre bontható. Az ilyen görbék közül G_c -vel olyan végesben fekvő síkgörbét fogunk érteni, amelynek nincsenek érintőszingularitásai és amelynek c elsőfajú csúcspontja van. A görbe kettőspontjainak számát d -vel, rendszámát n -nel, osztályszámát m -mel fogjuk jelölni.

A G_c görbék között lényeges különbség van a szerint, amint c páratlan ill. páros. A G_c görbét páratlan c esetén G'_c -vel, páros c esetén G''_c -vel fogjuk jelölni.

A G_c görbékre vonatkozólag — tudomásunk szerint — eddig a következő eredmények voltak ismeretesek:

Ha $c = 0$ és $d \geq 0$, akkor $d = 0$ és $m = n = 2$. A Moebius-Kneser-féle tétel¹ szerint az olyan síkgörbének ugyanis, amelynek kettőspontokon kívül más szingularitása nincs, kettőspontjai sincsenek és a görbe végesbe projiciálható ovális.

Ha $d = 0$ és $c \neq 0$, akkor $c = 3$, $m = 3$, $n = 4$. (Van olyan

¹ Lásd A. KNESER: «Einige allgemeine Sätze über die einfachsten Gestalten ebener Curven», Math. Ann. 41. köt. (1893), 349—376. old., különösen 13. §., 365. old.

egymenetű görbe is, amelyre $d = 0$, $c = 3$, $m = 3$ és $n = 6$, de ez végesbe nem projiciálható).²

A $c = 0$, $d = 0$ és $c = 3$, $d = 0$ két esetet leszámítva a G_c görbéknek vannak csúcs- és kettőspontszingularitásaik.

H. BRUNN³ analitikus előállításuk alapján vizsgált olyan síkgörbéket, amelyekhez a sík bármely egyenesével csak egy párhuzamos érintő húzható. Az ilyen görbék G'_c görbék. H. BRUNN meghatározta a kettőspontok maximumát és minimumát a csúcok c számával kifejezve és megállapította az ilyen görbék néhány tulajdonságát.

Ki fogjuk mutatni, hogy bármely G'_c görbének megvan az a tulajdonsága, hogy bármilyen egyenessel csak egy párhuzamos érintője van. A H. BRUNN-tól is megállapított tételleket lényegesen egyszerűbb módon, geometriai úton fogjuk igazolni és kibővíteni. A G''_c görbékre vonatkozó eredményeink — tudomásunk szerint — teljesen újak.

Vizsgálni fogjuk a G_c görbék főíveinek tulajdonságait, amelyekre a görbéket csúcspontjaik felbontják, a görbék rendszámának, osztályszámának, kettőspontjaik számának összefüggését a csúcspontok számával, a G_c görbék folytonos deformációit és a görbék előállíthatóságát.

A sok probléma közül, amelyekkel a G_c görbék kapcsolatba hozhatók, csak egyet akarunk említeni. Ha T egy egyszeresen összefüggő végesben fekvő tartomány, akkor azoknak az e egyeneseknek beburkolója, amelyek a T tartományt felezik, általánosságban egy G'_c görbe.⁴ Ha pedig e_1 és e_2 olyan párhuzamos egyenespár, hogy a T tartománynak a két egyenes közé eső te-

² SZ. NAGY GYULA: «Olyan síkgörbékről, melyeknek elsőfajú csúcspontokon kívül más szingularitásuk nincs, Mat. és Természettud. Ért. 44. köt. (1927), 420—433. old.

³ H. BRUNN: «Über Kurven ohne Wendepunkte», München, 1889., 16—29. old.

⁴ K. ZINDLER: «Über konvexe Gebilde», II. Teil. Monatshefte für Math. u. Phys., 31. köt. (1921), 37. old. G_c görbék lépnek fel JORDAN K. és FIEDLER R. «Zárt konvex görbékkel kapcsolatos görbékről» c. dolgozatában, Math. és Phys. Lapok 24. k. (1915), 207—228. old. és ott idézett több dolgozatában. Vizsgálataik és szép eredményeik azonban más irányúak, mint a mieink.

rülete akkora, mint két egyenesen kívül az egyik, ill. másik irányban eső területe, vagyis, ha az e_1 és e_2 párhuzamos egyenespár a T tartományt megharmadolja, akkor az e_1, e_2 párhuzamos egyenespárok beburkolója általánosságban G_c'' görbe.

2. A G_c görbék kétféle fajtája.

A G_c görbék rendszáma páros, mert végesben fekszenek, vagy mert inflexióspontjuk nincs. A G_c görbe a síkot bizonyos számú tartományra bontja, amelyek közül akármelyiknek bármely pontjából ugyanannyi érintő húzható a görbéhez.

Ha ugyanis egy tartományban egy P pont mozog, akkor a P -ből a G_c görbéhez húzható érintők száma nem változhatik, mert a P pont mozgása közben nem lépi át a görbét és nem lépheti át a görbének inflexió érintőjét sem, minthogy ilyen nincs.

Ebből következik, hogy abban a T tartományban, amely a G_c görbén kívül végtelen távol nyúlik, minden ponton keresztül ugyanannyi érintő megy a G_c görbéhez, és pedig páros, ill. páratlan számú a szerint, amint c páros, illetőleg páratlan. Egy G_c görbének osztályszáma u. i. páros, ill. páratlan a szerint, amint c páros, ill. páratlan.⁵

Kimutatjuk a következő tételt:

I. *Egy G_c görbének bármely egyenessel egy, illetőleg két párhuzamos érintője van a szerint, amint c páratlan, illetőleg páros.*

Ennek a tételnek kimutatása végett csak azt kell bebizonyítanunk, hogy G_c görbének nem lehet kettőnél több ugyanolyan irányú párhuzamos érintője.

Tegyük fel, hogy a tétel nem igaz és hogy e_1, e_2, \dots, e_q ($q \geq 3$) a G_c görbének egymástól különböző párhuzamos érintői. Föltehetjük, hogy az érintők sorrendje ugyanaz, mint az indexek sorrendje, úgy, hogy e_1 és e_q a *külső*, e_2, e_3, \dots, e_{q-1} a *belső* érintők. Jelölje az e_i érintőnek a G_c görbével való érintéspont-

⁵ C. JUEL: «Einleitung in die Theorie der ebenen Elementarkurven dritter u. vierter Ordnung», Danske Vidensk. Selks. Skrifter, 7. Raekke Naturvidensk. og. Math. Afd. XI. 2, 1914.

ját P_i ($i = 1, 2, \dots, q$). Azalatt, amíg egy P pont a P_1 ponttól kiindulva az egy menetből álló G_c görbén P_2 -ig halad, a P ponthoz tartozó e érintő e_1 -ből kiindulva e_2 -be megy át, vagyis egy külső érintő egy belsőbe megy át. Ez azonban lehetetlen anélkül, hogy közben két érintő össze ne essék, mert a P pont mozgása alatt a pont és e érintője végesben marad. A G_c görbének azonban nincs kettős- és inflexióserintője, ennél fogva q nem lehet kettőnél nagyobb.

Ha c páratlan, akkor a görbe osztályszáma és így q is páratlan lévén, $q = 1$, ha pedig c páros, akkor hasonló okból $q = 2$.

3. A G_c görbék főívei és totális görbületük.

Mint hogy a G_c görbék végesben fekszenek és nincs inflexiós érintőjük, azért az I. tételből következik a következő tétel:

II. *Mialatt egy pont egy G'_c illetőleg G''_c görbén végigfut, azalatt érintője állandóan ugyanolyan értelemben π , illetőleg 2π szöggel fordul el.*

Egy görbeiv totális görbületén azt a szöget értjük, amelylyel a görbeiv érintője elfordul, mialatt egy P pont a görbeívet ugyanazon értelemben leírja. A totális görbülettel a II. tétel következőkép fejezhető ki:

Egy G_c görbe totális görbülete π vagy 2π a szerint, amint csúcspontjainak száma, c páratlan ill. páros.

Egy G_c görbét ($c > 0$) c számú csúcspontja c ívre bontja fel. Ezeket az íveket a görbe *főíveinek* fogjuk nevezni.

Az I. tételből a főívek totális görbületére a következő tételek következnek:

III. *Egy G_c görbe főívei totális görbületeinek számtani középarányosa $\frac{\pi}{c}$, vagy $\frac{2\pi}{c}$ a szerint, amint c páratlan, illetőleg páros (és $c > 0$).*

IV. *Egy G'_c görbének nincs π -nél nagyobb totális görbülettel bíró főíve, egy G''_c görbének pedig legfeljebb csak egy lehet.*

Konvex íven olyan folytonos és az érintésponttal folytonos

érintővel bíró nyitott görbét értünk, amely a végpontjait összekötő egyenes vonalдарabbal együtt egy konvex tartomány határát alkotja.

A konvex ívnek ezen fogalma alapján a IV. tételből a következő hozható le:

V. *Egy G'_c görbének valamennyi főíve konvex ív, egy G''_c görbének legfeljebb egy kivételével valamennyi főíve konvex ív.*

Ennek a tételnek kimutatására felhasználjuk a konvexíveknek azt a jellemző tulajdonságát, hogy azokat a sík akármelyik egyenesével legfeljebb két pontban találhatja.

Tegyük föl, hogy a G_c görbének γ főívét egy e egyenes kettőnél több pontban metszi. Ha ezek a metszéspontok és sorrendjük a γ főív egyik végpontjából kiindulva A, B, C, \dots , akkor a γ főív \widehat{AB} és \widehat{BC} íveinek az e egyenessel van legalább egy-egy párhuzamos érintőjük. Ha ugyanis az f egyenest e -ből kiindulva vele párhuzamosan mindkét irányban eltoljuk, akkor az utolsó f egyenes, amely az \widehat{AB} vagy \widehat{CD} ívet találja, azt érinteni fogja (Rolle tétele).

Ebből következik, hogy γ főívnek az e egyenessel legalább két párhuzamos érintője van és így totális görbülete π -nél nagyobb. Ezzel az V. tétel be van bizonyítva, mert egy G_c görbének a IV. tétel alapján legfeljebb egy olyan főíve lehet, amely π -nél nagyobb totális görbülettel bír.

4. A G_c görbék főíveinek metszéspontjai a sík egyenesével és egymással.

Az V. tétel bizonyításából következik, hogy egy γ főívnek egy olyan e egyenessel, amely azt 2, 3, 4, ... pontban metszi, van legalább 1, 2, 3, ... párhuzamos érintője.

Az I. tétel alapján kimondhatjuk tehát a következő tételket:

VI. *Adott e egyenessel párhuzamos egyenesek a G'_c görbének egy főívét legfeljebb két, a többi $c-1$ főívét pedig legfeljebb egy-egy pontban találhatják.*

VII. *Adott e egyenessel párhuzamos egyenesek a G''_c görbének vagy egy főívét legfeljebb három és a többi $c-1$ főívét legfeljebb egy-egy pontban találják, vagy pedig két főívét leg-*

feljebb két-két, a többi $c-2$ főívét legfeljebb egy-egy pontban találják.

VIII. Egy G'_c görbe két szomszédos főíve nem metszheti, két nem szomszédos főíve pedig legfeljebb egy pontban metszi egymást.

Ha ugyanis két szomszédos, vagyis a G'_c görbén egymásután következő főív A -ban csúcspontot alkotna és B -ben metszené egymást, vagy két nem szomszédos főív A -ban és B -ben metszené egymást, akkor az AB egyenes a két főívet legalább két-két pontban találná.

IX. Egy G''_c görbének legfeljebb egy főíve metszheti egymást, de az is csak egy pontban. A görbén két szomszédos főív nem metszheti egymást, ha egyiknek sincs kettőspontja. Ha a G''_c görbének van kettősponttal bíró főíve, az sem metszheti egynél több pontban a szomszédos ívek egyikét sem. Két nem szomszédos főív legfeljebb két pontban metszheti egymást.

Ha ugyanis a G''_c görbének nem konvex γ főíve önmagát A és B pontokban metszené, akkor az AB egyenes a γ főívet legalább 4 pontban találná és így a γ főívnek az AB egyenessel legalább 3 párhuzamos érintője volna, ami pedig az I. tétel szerint lehetetlen.

Ha pedig a $\gamma_1 \equiv \overline{AB}$ és a $\gamma_2 \equiv \overline{AC}$ szomszédos főívek egy D pontban metszik egymást, akkor az AD egyenes nem lehet csúcserintő, mivel a γ_1 és γ_2 főíveknek van az AD egyenessel legalább még egy-egy párhuzamos érintőjük. Az A pont csúcserintője tehát szöget alkot az AD egyenessel és a γ_1 és γ_2 főívek a csúcserintőnek ellenkező oldalán indulnak meg. Ha γ_2 az a főív, amely a csúcserintőnek a D ponttal ellenkező oldalán indul meg, akkor a γ_2 főív, hogy D -n keresztülmenjen, köteles a csúcserintőt átlépni. A γ_2 főív és annak az A és D pontok közé eső $\delta \equiv \overline{AD}$ íve tehát nem lehet konvex ív. Ha azonban a γ_2 főívnek nincs kettőspontja, akkor a szingularitás nélküli δ ívnek, mert nem konvex ív, van az A és D pontokon kívül is közös pontja az AD egyenessel. Ekkor azonban az AD egyenesnek négynél több közös pontja volna a γ_1 és γ_2 főívekkel, ami pedig a VII. tétel szerint lehetetlen. Ha a γ_2 főívnek van kettőspontja, Q és ha a γ_1 főívvel való metszéspontjai a γ_1 -en A -tól kezdve

sorrendben D, E, \dots , akkor az AD egyenes nem találhatja még egy pontban a γ_2 -t sem (az ellenkező esetben ugyanis a γ_1 és γ_2 főíveket négynél több pontban találná). A γ_2 főívnek Q -ban hurokkal bíró $\gamma_2' \equiv \overline{AD}$ darabja tehát az AD egyenesnek ellenkező oldalára esik, mint a $\gamma_2'' \equiv \overline{DC}$ másik darabja. Ez azonban lehetetlen, mert ekkor a γ_2', γ_2'' és γ_1 ívnek volna a DE egyenessel legalább egy-egy, a G_c'' görbének tehát legalább három párhuzamos érintője. Ezzel a tételnek második és harmadik része is ki van mutatva.

Ha pedig γ_1 és γ_2 két nem szomszédos főívet jelent, akkor ezeknek sem lehet kettőnél több közös pontjuk. Föltételezzük, hogy a γ_1 konvex főívet a γ_2 főív kettőnél több pontban metszi, és a metszéspontok sorrendje a γ_1 főíven: A, B, C, \dots . A γ_1 ill. γ_2 főívnek az A és C pontok közé eső darabját δ_1 illetőleg δ_2 -vel jelölve, a δ_2 ív is konvex ív, vagy van egy kettőspontja. A δ_2 szinguláris érintő és csúspont nélküli ívet ugyanis nem metszheti a végpontjait összekötő AC egyenes (VII. tétel). Ha tehát nincs δ_2 -nek kettőspontja, akkor konvex ív.

Ha a δ_1 és δ_2 íveknek B közös pontjuk, akkor az AC egyenesnek ugyanazon oldalán fekszenek, mert az AC egyenes egyiket sem találhatja még egy további pontban.

Ha δ_1 és δ_2 konvex ívek, akkor az A (vagy C) pontból nem húzható hozzájuk olyan érintő, amely A -n (C -n) kívül érintené valamelyiket. Azalatt tehát, amíg egy P pont a δ_1 és δ_2 közül az egyiket leírja, a P pont p érintőjén a másik ívvel való metszéspontok száma (az A és C pontokat leszámítva) csak akkor változhatik, ha a p érintő a másik konvex ívnek egy érintőjén keresztülhalad.

Ha a δ_1 konvex ívnek az AC egyenessel párhuzamos érintője az AC egyenestől távolabb van, mint a δ_2 -nek AC -vel párhuzamos érintője, akkor δ_1 -nek ez az érintője nem találja δ_2 -t. Minthogy δ_1 metszi a δ_2 -t, azért van olyan érintője is, amely metszi a δ_2 -t. Kell tehát olyan érintőnek is lennie, amely nemcsak δ_1 -et, hanem δ_2 -t is érinti. Ez azonban lehetetlen, mivel nincs kettősérintője a G_c'' görbének.

Hátra van még az az eset, amikor a δ_2 ívnek van egy Q kettőspontja. A Q kettőspont a δ_2 ívet A és Q illetőleg C és Q

végpontokkal bíró δ'_2 illetőleg δ''_2 nyitott görbére és a Q pontban szögponttal bíró zárt konvex δ''_2 görbére bontja. A δ''_2 totális görbülete π -nél nagyobb lévén, a δ'_2 és δ''_2 konvex ívek, mert totális görbületük π -nél kisebb.

A B pont nem feküdhetik a δ''_2 -n, mert, ha ott feküdnek, akkor az AB egyenesnek volna még egy közös pontja a δ''_2 -vel és így a δ_1 és δ_2 ívekkel együttvéve legalább 5 közös pontja volna. Föltehetjük tehát, hogy a B pont a δ'_2 íven fekszik.

A δ''_2 zárt görbének egy pontja sem feküdhetik az AC egyeneshez közelebb, mint a Q pont. Az ellenkező esetben ugyanis a δ''_2 görbének egy az AC egyeneshez Q -nál közelebbfekvő pontján át lehetne az AC egyenessel olyan párhuzamost húzni, amely a δ'_2 és δ''_2 íveket is metszené és így a γ_2 főívet legalább négy pontban találná. Ebből most már következik, hogy az AB egyenes a Q pontot elválasztja a C ponttól, s így metszi a δ''_2 ívet. Ekkor azonban az AB egyenesek legalább 5 közös pontja volna a γ , és γ_2 főívekkel.

Ha pedig B nincs δ_2 -n, akkor könnyű belátni, hogy a γ_2 főívnek vagy van legalább két párhuzamos érintője az AC egyenessel, vagy van γ_1 -gyel közös érintője, amik pedig lehetetlenek. Ezzel a IX. tételt teljesen bebizonyítottuk.

5. A G_c görbék rendszáma és osztályszáma.

A G_c görbéknek nem lévén inflexióspontjuk, rendszámuk páros.

Ha n jelöli egy G_c görbe rendszámát és m a görbe osztályszámát, akkor a VI. és VII. tételek alapján kimondható a következő tétel:

X. Egy G_c görbe n rendszáma eleget tesz az

$$n \leq c + 1, \text{ illetőleg } n \leq c + 2$$

egyenlőtlenségnek a szerint, amint a csúcsok száma, c páratlan, illetőleg páros, tehát a szerint, amint G_c görbe G'_c illetőleg G''_c görbe.

A G_c görbék osztályszámára pedig kimutatható a következő tétel:

XI. Egy n -edrendű G_c görbe m osztályszámára fennáll az

$$m \leq n - 1 \leq \text{illetőleg } m \leq n \leq c + 2$$

egyenlőtlenség a szerint, amint a csúcspontok c száma páratlan illetőleg páros.

A G_c görbe a síkot bizonyos számú tartományra bontja. Az a T_0 tartomány, amelynek pontjaiból a görbéhez maximális számú érintő, m érintő húzható, olyan, hogy belső pontjaiból a határoló konvex íveknek mind a konvex oldala érhető el.

Ha ugyanis egy határiv konkáv oldala volna elérhető, akkor a T_0 -ból ezen határiveren a szomszédos tartományba átlépve az érintők száma kettővel növekednék, az osztályszám tehát m -nél nagyobb volna.

Ha P a T_0 tartomány határának egy közönséges pontja és p ebben a pontban a G_c görbe érintője, akkor a p egyenes a G_c görbét a P ponton kívül legfeljebb $n - 2$ pontban metszi.

Ha P_1 és P_2 a p érintőnek olyan két pontja, hogy p egyenes a G_c görbét csak a P_1 és P_2 pontokon belül találja, akkor a P_1 és P_2 pontokból a görbéhez 1 illetőleg 2 érintő húzható, a szerint, amint c páratlan ill. páros.

Ha egy mozgó Q pont a P_1 -ből kiindulva a $\overline{P_1P_2}$ véges vonaldarabot leírja, akkor a Q -ból a görbéhez húzható érintők száma kettővel nő vagy fogy a szerint, amint a Q pont a görbét egy ívdarabjának konkáv oldaláról a konvex oldalára lépi át, illetőleg megfordítva. Ebből következik, hogy az érintők száma Q -nak mozgása alatt annyiszor változik, ahányszor a p érintő metszi a G_c görbét, tehát legfeljebb $n - 2$ -szer.

Minthogy P_1 -ből ugyanannyi érintő húzható a G_c görbéhez, mint a P_2 -ből, azért Q -nak mozgása alatt az érintők száma ugyanannyiszor nő és ugyanannyiszor fogy 2-2-vel.

Ebből most már következik, hogy

$$m \leq 1 + \frac{n-2}{2} \cdot 2 = n - 1, \text{ ha } c \text{ páratlan és}$$

$$m \leq 2 + \frac{n-2}{2} \cdot 2 = n, \text{ ha } c \text{ páros.}$$

Ezzel a XI. tétel be van bizonyítva.

A bizonyításból egyszersmind azt is láthatjuk, hogy adott n rendszám esetén az m osztályszám akkor éri el maximális ér-

tékét, ha a p érintő éppen $n - 2$ szer metszi a G_c görbét és ha P_1 -ből kiindulva a Q pont az első $\frac{n-2}{2}$ metszéspontban mind konkáv oldalról konvex oldal felé lépi át a görbét.

**6. A G_c görbék kettőspontjai számának maximuma.
Megfelelő pontok egy G_c'' görbén.**

Kimutatjuk a következő tételt.⁶

XII. Egy G_c' görbének legfeljebb $\frac{c(c-3)}{2}$ kettőspontja van. Minden $c \geq 3$ páratlan csúcspontszámhoz vannak olyan G_c' görbék, amelyeknek $\frac{c(c-3)}{2}$ kettőspontjuk van.

A tétel első része következik a VIII. tételből, a tétel második részének megfelelő G_c' görbék előállíthatók hipocikloisokkal.

Ha ugyanis egy fix R sugarú körön belül egy $r = \frac{c-1}{2c} R$ sugarú kör gördül végig, akkor a gördülő kör kerületének egy fix pontja gördülés közben egy olyan G_c' görbét ír le, melynek $\frac{c(c-3)}{2}$ számú kettőspontja van, amiről könnyű meggyőződni.

Egy G_c'' görbe kettőspontjainak d számára a IX. tételből következik a

$$d \leq c(c-3) + 3$$

egyenlőtlenség, mert a görbének egy főive csak nem szomszédos főivet metszhet egynél több pontban, szomszédos két főiv egymást csak akkor metszheti, ha az egyik főiv kettősponttal bír.

Ez az egyenlőtlenség azonban nem pontos. Ennek kimutatására szükségünk van egy új fogalomra.

Két olyan pontot egy G_c'' görbén, amelyeknek érintőik párhuzamosak, *megfelelő pontoknak* nevezünk. Ebből az értelmezésből nyilvánvaló, hogy, ha P és Q egy G_c'' görbén megfelelő pontok, akkor az a két nyitott görbe, amelyre P és Q pontok a görbét felbontják, π totális görbülettel bír. Továbbá nyilvánvaló, hogy a G_c'' görbének egy olyan darabján, amelynek totális

⁶ L. H. BRUNN, id. h.

görcbulete π -nél nagyobb, mindig van megfelelő pontpár, de nincs egy π -nél kisebb totális görcbületű darabján.

Ennek alapján kimutatható a következő tétel:

XIII. *Egy G_c'' görcbének csak olyan két főíve metszheti egymást egynél több pontban, amelyeken vannak megfelelő pontpárok, melyeknek egyik pontja az egyik, a másik pontja a másik főíven van.*

Legyen ugyanis γ_1 és γ_2 két olyan főív, amelyek egymást A és B pontokban metszik, akkor a két főívnek van egy-egy olyan érintője, amely az AB egyenessel párhuzamos. Ha ennek a két érintőnek C_1 és C_2 az érintéspontja a γ_1 illetőleg γ_2 főíven, akkor a két érintéspont megfelelő pont lévén, a tétel be van bizonyítva.

A XIII. tételből következnek a következő tételek:

XIV. *Ha G_1 és G_2 jelöli azt a két nyitott görcbét, amelyre egy G_c'' görcbét egy megfelelő pontpárja felbontja, akkor a G_1 -en (és hasonlóképp a G_2 -n) levő főívek között nincs olyan kettő, amelyek két pontban metszenék egymást.*

XV. *Egy olyan G_c'' görcbén, melynek van egy π -nél nem kisebb totális görcbülségű főíve, legfeljebb $\frac{c(c-1)}{2}$ kettőspont van.*

A XIV. tétel nyilvánvaló. A XV. tétel bebizonyítása véget jelölje a π -nél nem kisebb totális görcbületű főívet γ_0 , a két szomszédosat γ_1, γ_2 , a többi főívet $\gamma'_1, \gamma'_2, \dots, \gamma'_{c-3}$, akkor nyilvánvaló, hogy a IX. tétel miatt a $\gamma_1, \gamma_2, \gamma'_1, \dots, \gamma'_{c-3}$ főívek közül a G_c'' görcbén szomszédosak nem metszhetik, nem szomszédosak pedig legfeljebb egy-egy pontban metszhetik egymást.

A $\gamma_1, \gamma_2, \gamma'_1, \dots, \gamma'_{c-3}$ főívek tehát legfeljebb $\frac{(c-1)(c-4)}{2} + 1$ pontban metszhetik egymást.

A γ_0 főív a γ_1, γ_2 főíveket legfeljebb egy-egy, a $\gamma'_1, \gamma'_2, \dots, \gamma'_{c-3}$ görcbéket legfeljebb 2-2, önmagát pedig legfeljebb egy pontban metszhetvén, a G_c'' görcbe kettőspontjainak száma legfeljebb

$$\frac{(c-1)(c-4)}{2} + 1 + 2 + 2(c-3) + 1 = \frac{c(c-1)}{2}.$$

Olyan G_c'' görcbét, amely a XV. tétel követelményeinek megfelelően maximális számú kettősponttal bír, előállíthatunk egy

olyan G'_c görbe segítségével, amelynek $\frac{c(c-3)}{2}$ kettőspontja van.

Ha ennek a G'_c görbének A egy csúcspontja és B és C az A -ban csúcspontot alkotó két főívnek A -hoz elég közel fekvő egy-egy pontja, akkor az \widehat{AB} és \widehat{AC} igen kicsiny konvex íveket lehet egy B -ben kezdődő és C -ben végződő folytonos érintővel bíró olyan elég kicsiny γ nyitott görbével helyettesíteni, amelynek nincs érintőszingularitása, pontszingularitása azonban van, de csak egy kettőspont az A pont közelében. Ilyen átalakítással, amelyet csúcspontnak kettősponttá való átalakításnak fogunk nevezni, a G'_c görbe átvihető egy G''_{c_1} görbébe, amelynek $c_1 = c - 1$ csúcspontja és $d + 1 = \frac{1}{2}c_1(c_1 - 1)$ kettőspontja van, ha d volt a G'_c görbe kettőspontjainak száma.

Hogy az így kapott görbe valóban G''_c görbe, könnyen belátható, mert az A csúcspont érintőjével két párhuzamos érintő húzható a görbéhez, amelyek a γ görbeív hurokrészén érintik a görbét. Ennek a huroknak a görbe többi részével nincs közös érintője, mert az A pont közelében fekvő pontoknak a G'_c görbével csak olyan érintőik vannak, melyeknek érintéspontjai A -hoz közel fekszenek. Így belátható, hogy a kapott görbének nincs kettősérintője, s ezzel a XV. tétel be van bizonyítva.

7. A G'_c görbék kettőspontjainak minimális száma.

Kimutatjuk a következő tételt:⁷

XVI. Egy G'_c görbének legalább $\frac{c-3}{2}$ számú kettőspontja van.

A tétel bebizonyítása végett jelöljük a G'_c görbe csúcspontjait A_1, A_2, \dots, A_c -vel, az A_c csúcspont érintőjét e_c -vel, az A_1, A_2, \dots, A_{c-1} pontokon az e_c -vel párhuzamos egyeneseket e_1, e_2, \dots, e_{c-1} -gyel, két olyan e_c -vel párhuzamos egyenest, amelyek közé esik a G'_c görbe, a -val és b -vel és végül e -vel az e_c -vel párhuzamosan a -tól b -ig mindig ugyanazon irányban mozgó egyenest. Az e egyenes egy fix helyzetében a G'_c görbe egy pontjáról azt mondhatjuk, hogy az az e egyenes fölött illetőleg

⁷ L. H. BRUNN, id. h.

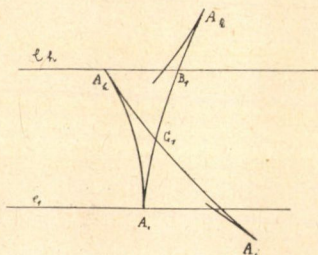
alatt van a szerint, amint az a pont az a és e , illetőleg az e és b egyenesek közé esik.

Az e egyenes kezdeti és véghelyzetében (a és b) nem találja a G'_c görbét, az e egyenes mozgása közben tehát ugyanannyiszor nő, mint ahányszor fogy a metszéspontok száma. Ez a szám ugyanis csak az $e_1, e_2, \dots, e_{c-1}, e_c$ egyeneseken való áthaladáskor változik, és pedig mindannyiszor kettővel nő vagy fogy. Az e_c egyenest számításon kívül hagyhatjuk, mert a vele szomszédos e egyenesek ugyanannyi pontban találják a görbét. Azoknak az e_i egyeneseknek a száma tehát, amelyeken az e egyenes áthaladása a G'_c görbével való metszéspontok számát csökkenti, $r = \frac{c-1}{2}$.

A csúcspontok indexezését úgy választjuk meg, hogy ezeknek az e_i egyeneseknek sorrendje a -tól b felé haladó irányban e_1, e_2, \dots, e_r ($r = \frac{c-1}{2}$) legyen.

Ezek mellett a jelölések mellett az A_i ($i=1, 2, \dots, r$) csúcspontból kiinduló két főív teljesen az e_i egyenes fölött van, mert e két főívet egy e egyenes sem találhatja egyenél több pontban.

Az e egyenes mozgása közben először az A_1 csúcspontot hagyja el. Ha A_h és A_k annak a két főívnek második végpontja, amelyeknek első végpontja A_1 , és ha az A_h és A_k pontok közül az A_k pont fekszik



1. ábra.

az e_1 fölött magasabbra vagy legalább is nem alacsonyabbra, akkor az e_h egyenes az $\widehat{A_1 A_k}$ főívet egy B_1 pontban találja.

Az $\widehat{A_1 A_h}$ főív teljesen az e_h egyenes alatt van és így az alatt kell lennie az A_h -ből kiinduló $\widehat{A_h A_i}$ másik főívnek is. Az $\widehat{A_h A_i}$ főív az $\widehat{A_1 A_h}$ főívvel az A_h pontban elsőfajú csúcspontot alkot, ennél fogva az $\widehat{A_1 A_h}$, $\widehat{A_1 B_1}$ konvexívek és az $\overline{A_h B_1}$ egyenes vonaldarab által határolt tartományban indul meg. Az A_i nem lehet az e_1 fölött, mert, ha ott volna, akkor nem e_1 , hanem e_i volna az első e egyenes, amely egy csúcspontot elhagy. Ebből

következik, hogy az $\widehat{A_h A_i}$ főív köteles kilépni az előbb jellemzett tartományból, tehát metszenie kell az $\widehat{A_1 A_k}$ főívet, minthogy nem metszheti az $\widehat{A_1 A_h}$ főívet és az $\overline{A_h B_1}$ egyenesdarabot.

Ha C_1 jelöli az $\widehat{A_h A_i}$ és az $\widehat{A_1 A_k}$ főíveknek metszéspontját, akkor C_1 a G'_c görbének egy kettőspontja. Ha kihagyjuk a G'_c görbéből az $\widehat{A_1 A_h}$, $\widehat{A_1 C_1}$ és $\widehat{A_h C_1}$ konvex ívekből álló hurkot, akkor olyan G_1 zárt görbét kapunk, melynek a C_1 pontban szögpontja van ugyan, de az $\widehat{A_k C_1}$ és $\widehat{C_1 A_i}$ konvex ívekből álló, C_1 -ben megtört ívét bármely e egyenes legfeljebb egy pontban találja. (A C_1 szögpontot le lehet úgy tompítani, hogy az $\widehat{A_h A_i}$ ív konvex ív legyen, mert az $\widehat{A_1 A_h}$, $\widehat{A_1 C_1}$, és $\widehat{A_h C_1}$ konvex ívek által bezárt tartomány pontjaiból a határolóíveknek konvex oldala érhető el, s így a C_1 pont lekerekítése után nem kapunk inflexiós pontot.)

A G_1 görbére vonatkozólag az $\widehat{A_k A_i}$ ívet főívnek tekintjük és hasonlóképp azt a két főívet, amelyeknek A_c közös pontjuk úgy, miként a G'_c görbénél is, együttvéve kell egy főívnek tekinteni ezeknél a vizsgálatoknál, minthogy egy e egyenes ezeket a két konvex ívből álló íveket nem találhatja két különböző pontban.

A G_1 görbére nézve e_2 az az első e egyenes, amelyen való áthaladáskor a görbével való metszésponatok száma kettővel csökken. Az előbbi eljárás ismétlésével azt találjuk, hogy az e_2 egyenes fölött van a G_1 görbének legalább egy C_2 kettőspontja, ha csak van a G_1 görbének az e_2 alatt, vagy az e_2 -n A_2 -től különböző csúcspontja, vagyis ha $e_2 \neq e_r$, azaz $2 \leq r-1 = \frac{c-3}{2}$.

A G_1 görbéből a C_2 kettőspontban csatlakozó hurok leválasztásával olyan G_2 zárt görbét kapunk, amelynek négyvel kevesebb csúcspontja és kettővel kevesebb kettőspontja van, mint a G'_c görbének és eggyel több szögpontja van, mint a G_1 görbének. Ha a G_1 görbének ebben a szögpontban összeérő két főívet (a főív előbb mondott értelmezésében), vagyis helyesebben: két főív-darabját egyesítjük és az így kapott ívet a G_2 görbe egy főívnek nevezzük, akkor a G_2 görbére is ismételhetjük az eljárást.

Az eljárás folytatásával végül azt találjuk, hogy a G'_c gör-

bének az e_{r-1} egyenes fölött van legalább $r-1 = \frac{c-3}{2}$ kettőspontja. Ezzel a XVI. tétel be van bizonyítva.

A bizonyításból következik a következő tétel:

XVII. *Egy G'_c görbét $\frac{c-3}{2}$ számú alkalmas kettőspontjában fel lehet vágni $\frac{c-1}{2}$ zárt görbére, amelyek közül egyn három csúcspont, a többin pedig két-két csúcspont és az összesen együttvéve $c-3$ szögpont van.*

8. A G''_c görbék kettőspontjainak alsó határa.

Kimutatjuk a következő tételt:

XVIII. *Egy olyan G''_c görbének, amelynek van kettősponttal bíró főve, legalább $\frac{c}{2}$ kettőspontja van.*

Ha ugyanis A ez a kettőspont és P a fővnek zárt görbe hurokrészén egy pont, akkor a huroknak az AP egyenessel két párhuzamos érintője van. A huroknak a G''_c görbéről való leválasztása után olyan G_1 zárt görbét kapunk, amelynek A -ban szögpontja van és amelynek nincs az AP egyenessel párhuzamos érintője.

A G_1 görbét c csúcsa c ívre bontja. A kettőspontok minimális számának meghatározása végett ezeket az íveket főveknek tekinthetjük az AP egyenessel párhuzamos e egyenesekre nézve, mivel ezek mindegyik ilyen ívet legfeljebb egy-egy pontban találunk.

A G_1 görbére azt az eljárást alkalmazva, mint amelyet az előző paragrafusban a G'_c görbére alkalmaztunk, azt találjuk, hogy a G_1 görbének legalább $\frac{c}{2} - 1 = \frac{c-2}{2}$ kettőspontja van, s így a G''_c görbének legalább $\frac{c}{2}$ kettőspontja van. Ezzel a XVIII. tétel be van bizonyítva.

Ugyanilyen eljárással ki lehet mutatni, hogy bármely G''_c görbének van legalább $\frac{c}{2} - 2$ kettőspontja. Hogy azonban van-e olyan G''_c görbe, amelynek éppen ennyi kettőspontja van, arra nézve választ nem tudunk adni.

9. A G'_c görbék folytonos deformációi.

Ha egy G'_c görbét úgy deformálunk, hogy egy konvex ívét ugyanazon végpontokkal és ezekben ugyanazokkal az érintőkkel bíró más konvex ívvel helyettesítjük, akkor a kapott görbe ismét egy G'_c görbe. Ha ugyanis a helyettesített konvex ívnek nincs egy e egyenessel párhuzamos érintője, akkor nem lehet a helyettesítő konvex ívnek sem. Az új görbének tehát ugyanaz az e -vel párhuzamos érintője, mint a réginek, vagyis csak egy olyan érintője van, amely e -vel párhuzamos. Ezzel állításunk be is van igazolva, minthogy az új görbének sincs inflexiós vagy kettősérintője.

Ha a G'_c görbe \widehat{AB} és \widehat{AC} konvex ívei A -ban elsőfajú csúcspontot alkotnak és e két ívet B és C végpontjuknak és azok érintőinek megtartásával olyan $\widehat{BA'}$ és $\widehat{CA'}$ konvex ívekbe viszzük át, amelyek A' új közös pontjukban ismét elsőfajú csúcspontot alkotnak, akkor ezzel az átalakítással a G'_c görbe ismét egy G'_c görbébe megy át. Ez alatt az átalakítás alatt ugyanis nem változik meg a görbe adott irányú érintőinek száma. Változhat azonban a görbe rendszáma, osztályszáma és kettőspontjainak száma.

Ezzel a második átalakítással el lehet tolni a csúcspontot a csücsérintőn, el lehet hajlítani a csücsérintőt elég kis szög alatt, korlátlanul meg lehet nyújtani egy csücspontot alkotó két konvex ívet a csücspontra a csücsérintőn abban az irányban való eltolásával, amely irányban a csücs mutat. A csücsoknak ily módon történő megnyújtását röviden a csücsok megnyújtásának fogjuk nevezni.

A csücsok megnyújtása csak akkor nem növeli a kettőspontoknak a számát, ha a csücsérintőnek a csücs hegyével mutatott félsugara, amelyből a csücsot alkotó konvex íveknek a konkáv oldala érhető el, nem metszi a görbét.

Ebből következik a következő tétel:

XIX. *Egy maximális számú kettősponttal bíró G'_c görbe csücsérintőinek azok a félsugarai, amelyek felé a csücsok hegye mutat, nem metszhetik sem egymást, sem pedig a görbét.*

Ha ugyanis két ilyen félsugar metszené egymást egy P pontban, akkor a megfelelő két csúcspontnak a csúcserintőkön való megnyújtása által át lehetne vinni a G'_c görbét olyan új G'_c görbére, amelynek P szomszédságában is volna kettőspontja, azonkívül pedig ugyanazok volnának a kettőspontjai, mint az eredeti G'_c görbének.

Kimutatjuk még a következő tételt:

XX. *A csúcspontnak elég hosszúra való megnyújtásával bármely G'_c görbe olyan új G'_c görbébe vihető át, amelynek maximális számú kettőspontja van.*

A csúcspontnak elég hosszúra való megnyújtásával nyilvánképpen elérhetjük, hogy a csúcspontok egy konvex poligonnak legyenek csúcspontjai, amelyen teljesen belül fekszik a kapott új G'_c görbe.

Kimutatjuk, hogy, ha \widehat{AB} és \widehat{CD} az új G'_c görbének két nem szomszédos főíve, akkor ezek alkalmas deformáció után metszeni kötelesek egymást. Föltehetjük, hogy az \widehat{AB} és \widehat{CD} egyenesdarabok nem metszik egymást, mert, ha metszenék, akkor az \widehat{AB} és \widehat{CD} konvex íveknek az \overline{AB} és \overline{CD} vonalдарabokhoz elég közeli folytonos deformációjával mindig elérhetjük, hogy az új \widehat{AB} és \widehat{CD} ívek is messék egymást.

Ha pedig az AB és CD egyenesek csak a G'_c görbét tartalmazó konvex poligonon kívül metszenék egymást, akkor P metszéspontjukból mindkét konvex ívhez, \widehat{AB} -hez' és \widehat{CD} -hez lehetne érintőt húzni, s így a sík végtelen távoli pontjaiból is egyénél több érintőt lehetne húzni a G'_c görbéhez.

Ezzel ki van mutatva, hogy a csúcspont alkalmas megnyújtása és a kapott új konvex íveknek a végpontjaikat összekötő egyenesdarabokhoz elég közeli deformációja után az új G'_c görbe bármely két nem szomszédos főíve metszi egymást, a görbe kettőspontjainak száma tehát legalább $\frac{c(c-3)}{2}$, ennél azonban a XII. tétel szerint nem lehet nagyobb.

Ezzel a XX. tételt bebizonyítottuk.

Az alatt a deformáció alatt, amíg egy G'_c görbe maximális számú kettősponttal bíró új G'_c görbébe megy át, a kettőspont-

tok száma csak akkor változik, amikor egy megnyújtott csúcs átdöfi a görbét, vagy amikor egy deformált konvex ív áthalad egy csúcsponton. A változás mindannyiszor páros szám. Ebből következik, hogy egy G'_c görbe kettőspontjainak száma páros vagy páratlan a szerint, amint $\frac{c(c-3)}{2}$ páros vagy páratlan, tehát a szerint, amint $\frac{c-3}{2}$ páros vagy páratlan. Ezzel bebizonyítottuk a következő tételt:

XXI. *Egy G'_c görbe kettőspontjainak d száma a*

$$d = \frac{c-3}{2} + 2k \text{ egyenletnek tesz eleget, ahol } k \text{ olyan}$$

nem negatív egész szám, amelyre fennáll a

$$0 \leq k \leq \frac{(c-1)(c-3)}{4} \text{ egyenlőtlenség.}$$

A k -ra e tételben adott egyenlőtlenség a XII. és XVI. tételek alapján hozható le.

10. A G''_c görbék folytonos deformációja.

Azok a folytonos deformációk, amelyeket az előző paragrafusban G'_c görbékre alkalmaztunk, G''_c görbékre is alkalmazhatók és alkalmazásuk után olyan G görbét kapunk, amelynek minden egyenessel két különböző vagy összeeső párhuzamos érintője van. A G görbe nem mindig G''_c görbe, mert lehetnek a G görbének kettősérintői is.

Minthogy a G''_c görbe párhuzamos érintői egymástól véges távolságra fekszenek, azért egy G''_c görbe az ismertetett folytonos deformációkkal egy új G''_c görbébe vihető át, ha a deformációk elég kicsinyek.

Ha azonban a deformációk nem kicsinyek, akkor a G''_c görbe kettősérintőkkel görbébe mehet át. Az átmenet alkalmával egy kétszeresen számított kettősérintő lép fel oly módon, hogy a görbe önmagát érinti, s a közös érintő a kettősérintő. További folytonos deformáció alatt a két kettősérintő szétválak.

Ebből következik, hogy, ha G''_c görbének olyan folytonos deformáció alatt, amely konvex íveket konvex ívekbe, csúcs-

pontokat csúcspontokba visz át, egyszer kettősérintő lép fel, akkor a görbe önmagát érinti, és pedig úgy, hogy az érintett két elég kicsiny konvex ív a közös érintőnek különböző, illetőleg ugyanazon oldalán fekszik a szerint, amint az érintés úgy következik be, hogy két metsző, illetőleg két nem metsző konvex ív megy át érintőbe.

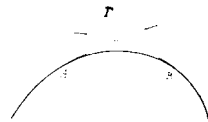
Mint hogy egy G_c'' görbe folytonos deformációi alatt is a kettőspontok száma páros számmal változik, azért kimondható a következő tétel:

XXII. *Ha egy G_c'' folytonos deformációval egy más G_c'' görbébe megy át, akkor kettőspontjaiknak száma egymástól csak páros számban különbözhetik.*

Itt folytonos deformációkon olyanokat kell értenünk, mint az előző paragrafusban, de a tétel bizonyos általánosabb deformációkra is belátható.

11. G_c görbék előállítása.

G_c görbéknek bizonyos egyszerű görbékéből való előállítása végett értelmezünk bizonyos átalakítást, amelynek, hogy könnyebben hivatkozhatunk rá, nevet is adunk. U átalakításnak fogjuk nevezni egy görbének olyan átalakítását, amely a görbe egy \widehat{AB} konvex ívének olyan, két csúcsponttal és egy kettősponttal bíró érintőszingularitás nélküli I' nyitott görbével való helyettesítésében áll, amely az A és B végpontokban épp úgy csatlakozik a görbe többi részéhez, mint az \widehat{AB} konvex ív. A I' görbének tehát ugyanazok az érintői az A és B pontokban, mint az \widehat{AB} ívnek, s az A és B épp olyan (közönséges vagy csúcs) pontjai az átalakítás után kapott görbének, mint az az eredeti görbének voltak. A I' nyitott görbének és az \widehat{AB} konvex ívnek totális görbülete ugyanakkora.



2. ábra.

Az \widehat{AB} konvex ív és a I' nyitott görbe totális görbületének egyezéséből következik, hogy egy U átalakítás egy G_c' görbét egy G_{c+2}' görbébe visz át. Ha pedig a helyettesített konvex ív és

a helyettesítő I nyitott görbe elég kicsinyek, akkor egy G_c'' görbe a megfelelő U átalakítással egy G_{c+2}'' görbébe vihető át.

Ha egy háromcsúcsú hipocikloisra, amely G_3' görbe, úgy alkalmazzuk k -szor egymásután az U átalakításokat, hogy az alkalmazott I görbék ne messék sem a helyettesítéskor megmaradt görbedarabot, sem egymást, akkor olyan $c=2k+3$ csúcsponttal bíró G_c' görbét kapunk, amelynek $k = \frac{c-3}{2}$ kettőspontja van.

Ha pedig egy oválisra úgy alkalmazzuk k -szor egymásután a U átalakításokat, hogy az azok után kapott $c=2k$ csúcsponttal bíró görbének a c számú U átalakításkor kapott c kettőspontján kívül ne legyen más kettőspontja és hogy ennek a görbének ne legyen kettősérintője (ami mindig elérhető, ha a használt I görbék elég kicsinyek és egymástól véges távolságra vannak), akkor az oválisból olyan $c=2k$ csúcsponttal bíró G_c'' görbét kapunk, amelynek $k = \frac{c}{2}$ kettőspontja van. Kimondhatjuk tehát a következő tételt, amely kiegészíti a XII., XVI. és XXI. tételt:

XXIII. *Minden c páratlan számra, amely legalább három, van olyan G_c' görbe, amelynek $\frac{c-3}{2}$ kettőspontja van. Minden c páros számra van olyan G_c'' görbe, amelynek $\frac{c}{2}$ kettőspontja van.*

12. Maximális rendszámú és maximális osztályszámú G_c görbék előállítás.

Egy G_c' görbe rendszáma a X. és XI. tételek szerint legfeljebb $c+1$, osztályszáma legfeljebb c lehet, míg egy G_c'' görbére nézve $n \leq c+2$, $m \leq n \leq c+2$ ugyanazon tételek értelmében.

Egy olyan G_c' görbe, amelyent a 6. paragrafusban hipociklois alakjában előállítottunk nyilvánképpen maximális $c+1$ -ed rendű, mert van olyan egyenes, amely a görbének valamennyi főívét metszi, az ilyen egyenes a párosrendű G_c' görbét $c+1$ pontban találja. Ez a görbe azonban csak 5-öd osztályú ($c > 3$).

c osztályú G_c' görbét kapunk, ha egy G_3' görbének egy konvex ívét egy U átalakítással egy hurkot tartalmazó I_1 nyitott görbével pótoljuk. Ennek a I_1 görbének a két csúcspontját összekötő konvex ív egy középtűt fekvő konvex darabját egy második

U átalakítással olyan I'_2 görbével helyettesítjük, amely teljesen benne van a I'_1 görbe hurokjának belsejében. Az eljárás $\frac{c-3}{2}$ számú alkalmazása után olyan G'_c görbéhez jutunk, amelynek rendszáma $c+1$, osztályszáma pedig c .

Ennek belátása végett először azt kell belátnunk, hogy egy I' görbe hurokrészének belsejéből a határoló konvex íveknek konvex oldala érhető el. Ha egy ilyen huroktól bezárt területre a I' görbe kettőspontján át haladunk, akkor a görbéhez húzható érintők száma 2×2 -vel, azaz 4-gyel nő.

A görbe szerkesztése miatt az első hurok belsejébe a sík végtelen távoli pontjaiból egy kettősponton át jutunk, a többi $\frac{c-3}{2} - 1$ huroknak a belsejébe egy konvex ívek konkáv oldaláról konvex felé való átlépéssel juthatunk a megelőző hurok belsejéből. A legutolsó hurok belsejéből tehát

$$1 + 4 + 2 \left(\frac{c-3}{2} - 1 \right) = c \text{ érintő húzható a } G'_c \text{ görbéhez.}$$

A görbe osztályszáma és az $m \leq n - 1 \leq c$ egyenlőtlenség miatt a görbe rendszáma is maximális, ez utóbbi $c+1$.

Ugyanílyen módon lehet eljárni maximális osztályú és azzal együtt maximális rendszámú G''_c görbék előállítására végett.

Egy oválisnak egy konvex ívét helyettesítjük egy I'_1 görbével. A I'_1 hurokjának belsejéből tehát 4 érintő húzható a kapott G''_2 görbéhez. A I'_1 hurokjának egy konvex ívét helyettesítjük a I'_1 hurokjának belsejében fekvő I'_2 görbével. Az így kapott G''_4 görbéhez a I'_2 hurokjának belsejéből 6 érintő húzható. Az eljárás folytatásával végül olyan G''_c görbét kapunk, amelynek osztályszáma és a XI. tétel értelmében a rendszáma is $c+2$.

Kimondhatjuk tehát a következő tételt:

XXIV. Minden páratlan $c (\geq 3)$ számra vannak olyan G'_c görbék, amelyeknek rendszáma $c+1$, osztályszáma c . Minden páros számra vannak olyan G''_c görbék, melyeknek rendszáma és osztályszáma $c+2$.

ÜBER IM ENDLICHEN LIEGENDE EBENE KURVEN OHNE TANGENTENSINGULARITÄT.

Von JULIUS v. SZ. NAGY.

Unter einer Kurve verstehen wir eine ebene Elementarkurve, d. h. eine geschlossene ebene Kurve, die aus endlichvielen Elementarbögen, konvexen Bögen besteht und keine Ecke und keine gerade Strecke hat.

Eine Kurve G_c wird eine im Endlichen liegende Elementarkurve ohne Tangentensingularität bedeuten, die c Spitzen erster Art hat. Die Kurve G_c wird auch mit G'_c bzw. G''_c bezeichnet werden, je nachdem c eine ungerade bzw. gerade Zahl ist. Die c Bögen, in welche die Kurve G_c von den c Spitzen geteilt wird, werden Fundamentalbögen der Kurve genannt.

Die Anzahl der Doppelpunkte, die Ordnung bzw. die Klasse der Kurve G_c wird mit d , n bzw. m bezeichnet werden.

Unter anderen gelten die folgenden Sätze:

Eine Kurve G'_c bzw. G''_c hat mit einer beliebigen Geraden ihrer Ebene eine parallele Tangente bzw. zwei parallele Tangenten.

Die Fundamentalbögen einer Kurve G''_c sind alle Elementarbögen. Eine Kurve G''_c kann höchstens einen von Elementarbögen abweichenden Fundamentalbogen haben.

Für die Ordnung und die Klasse einer Kurve G'_c bzw. G''_c besteht die Ungleichung

$$m \leq n - 1 \leq c \text{ bzw. } m \leq n \leq c + 2.$$

Für die Anzahl der Doppelpunkte einer Kurve G'_c bestehen die Relationen

$$0 \leq \frac{c-3}{2} \leq d \leq \frac{c(c-3)}{2} \text{ und } d \equiv \frac{c-3}{2} \pmod{2}$$

Ist ein Fundamentalbogen einer Kurve G'_c kein Elementarbogen, so besteht die Ungleichung

$$0 \leq \frac{c}{2} \leq d \leq \frac{c(c-1)}{2}.$$

Diese Ungleichungen sind genau, d. h. es gibt Kurven G'_c bzw. G''_c , für welche die Ungleichungen mit dem Gleichungszeichen bestehen.



(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 2 Juni 1930.)

VIZSGÁLATOK AZ ALEFSOROZATRÓL.

PATAI LASZLÓ-tól.

Az általános CANTOR-féle sejtés szerint minden x -re nézve

$$2^{\aleph_x} = \aleph_{x+1}.$$

Ha már most β limesz-szám és $\alpha \geq \beta$, akkor, ezen sejtés érvényességét feltételezve, az

$$\aleph_\alpha^{\aleph_0}, \aleph_\alpha^{\aleph_1}, \dots, \aleph_\alpha^{\aleph_\mu}, \dots \quad (\mu < \beta)$$

sorozat bármelyik tagja vagy \aleph_α -val vagy pedig $\aleph_{\alpha+1}$ -el egyenlő. A sorozat tehát csak kétféle különböző tagot tartalmazhat.

Jelen dolgozatban a CANTOR-féle sejtéstől függetlenül kimutatom, hogy ha β limesz-szám és α elegendő nagy, akkor fenti sorozat csak véges számú különböző tagot tartalmazhat; tehát a sorozat tagjai egy bizonyos tagtól kezdve egyenlők egymással.

Kimutatom még, hogy a legkisebb ily tulajdonságú \aleph_α -ra nézve

$$\aleph_\alpha < 2^{\aleph_\beta}.$$

Ez annyiban érdekes, mert a CANTOR-féle sejtést feltételezve 2^{\aleph_β} a *második legkisebb* ily tulajdonságú alef.

Azok a tételek, melyek az alefsorozat ezen általános tulajdonságához vezetnek, önmagukban véve sem érdektelenek, mert általuk az alefprobléma mélységeibe is bepillantást nyerhetünk.

Felesleges ismétlések elkerülése céljából a következőkben növekvőnek nevezek minden oly

$$a_1 \leq a_2 \leq \dots \leq a_\mu \dots \quad (\mu < \alpha)$$

sorozatot, melynek nincs legnagyobb eleme, vagyis amelyben bármely a_μ -höz lehet találni e sorozatban egy nagyobbbat.

A jólrendezhetőség tételének (Wohlordnungssatz) érvényességét az egész dolgozatban feltételezem.

1. §.

I. tétel. *Ha a limesz-szám és az*

$$\aleph_0^{\aleph_\beta}, \aleph_1^{\aleph_\beta}, \dots, \aleph_\mu^{\aleph_\beta}, \dots \quad (\mu < a)$$

sorozat növekvő sorozat, akkor

a) *Bármely $\xi < a$ -ra nézve*

$$\aleph_\xi^{\aleph_\beta} < \aleph_a.$$

b) $\aleph_a^{\aleph_\beta} = \aleph_a$, ha $\beta < cf(a)$.¹

c) $\aleph_a^{\aleph_\beta} = \aleph_a^{cf(\omega)}$, ha $\beta \geq cf(a)$.

Ad a) Az ellenkező esetben létezne oly ξ , melyre nézve

$$\aleph_\xi^{\aleph_\beta} \geq \aleph_a.$$

Innen

$$\aleph_\xi^{\aleph_\beta} \geq \aleph_a^{\aleph_\beta},$$

vagyis

$$\aleph_\xi^{\aleph_\beta} = \aleph_a^{\aleph_\beta}$$

és újból alkalmazva az æquivalencia-tételt

$$\aleph_\xi^{\aleph_\beta} = \aleph_{\xi+1}^{\aleph_\beta} = \dots = \aleph_\mu^{\aleph_\beta} = \dots \quad (\mu < a)$$

következne, ellentétben azzal a feltevással, hogy sorozatunk növekvő.

Ad b) Ha az

$$\aleph_a^{\aleph_\beta} = \sum_{\xi < a} \aleph_\xi^{\aleph_\beta}. \tag{1}$$

¹ $cf(a)$ -val jelölöm (TARSKI-val) azon legkisebb kezdőszám indexét, mellyel a konfnál. Pl. $cf(\omega) = cf(\Omega_\omega) = 0$; $cf(\Omega_1) = 1$; $cf(\Omega_{\omega+1}) = \omega + 1$.

egyenlőségben ¹ minden $\aleph_\alpha^{\aleph_\beta}$ helyébe a nála nagyobbak bizonyult \aleph_α -t tesszük, akkor ez adódik:

$$\aleph_\alpha^{\aleph_\beta} = \sum_{\xi < \alpha} \aleph_\xi^{\aleph_\beta} \leq \sum_{\xi < \alpha} \aleph_\alpha \leq \aleph_\alpha^2 = \aleph_\alpha.$$

Másfelől

$$\aleph_\alpha^{\aleph_\beta} \geq \aleph_\alpha,$$

tehát az æquivalencia tételénél fogva

$$\aleph_\alpha^{\aleph_\beta} = \aleph_\alpha.$$

Ad c) Legyen

$$\lim_{\mu < \Omega_{cf}(\alpha)} x_\mu = \alpha$$

és tekintsük az

$$\{\aleph_{x_\mu}^{\aleph_\beta}\} \quad (x_\mu < \alpha);$$

sorozatot. Az előzők szerint bármely x_μ -re nézve:

$$\aleph_{x_\mu}^{\aleph_\beta} < \aleph_\alpha,$$

tehát

$$\prod_{\mu < \Omega_{cf}(\alpha)} \aleph_{x_\mu}^{\aleph_\beta} \leq \aleph_\alpha^{\Omega_{cf}(\alpha)}. \quad (2)$$

A JOURDAIN által általánosított KÖNIG-féle tétel ² szerint

$$\aleph_\alpha < \prod_{\mu < \Omega_{cf}(\alpha)} \aleph_{x_\mu}$$

és innen

$$\aleph_\alpha^{\aleph_\beta} \leq \prod_{\mu < \Omega_{cf}(\alpha)} \aleph_{x_\mu}^{\aleph_\beta}. \quad (3)$$

(2) és (3)-ból következik, hogy

$$\aleph_\alpha^{\aleph_\beta} \leq \aleph_\alpha^{\Omega_{cf}(\alpha)},$$

és így az æquivalencia-tételnél fogva

$$\aleph_\alpha^{\aleph_\beta} = \aleph_\alpha^{\Omega_{cf}(\alpha)}.$$

¹ Lásd A TARSKI: «Quelques théorèmes sur les alephs», Fund. Math. 7. k. 1. l., valamint: «A végtelen kardinális számok sorozatáról», Math. és Term. Értesítő XLIII. k. 5. l. című dolgozatomat.

² Lásd például A. SCHOENFLIES: Entwicklung der Mengenlehre, Leipzig u. Berlin 1913, 66. l.

2. §.

II. tétel.¹ Ha a limesz-szám és $cf(a) > \beta$, akkor létezik oly $\xi < a$, melyre nézve

$$\aleph_a^{\aleph_\beta} = \aleph_\xi^{\aleph_\beta} \cdot \aleph_a. \quad (4)$$

Ha ugyanis az

$$\aleph_0^{\aleph_\beta}, \aleph_1^{\aleph_\beta}, \dots, \aleph_\mu^{\aleph_\beta}, \dots, \quad (\mu < a)$$

sorozat növekvő, akkor az I. tétel szerint bármely $\xi < a$ -nál

$$\aleph_a^{\aleph_\beta} = \aleph_a \cdot \aleph_\xi^{\aleph_\beta} \cdot \aleph_a;$$

ha pedig a sorozat tagjai egy bizonyos $\aleph_\xi^{\aleph_\beta}$ -től kezdve állandók, azaz ha

$$\aleph_\xi^{\aleph_\beta} = \aleph_{\xi+1}^{\aleph_\beta} = \dots = \aleph_\mu^{\aleph_\beta}, \dots, \quad (\xi < \mu < a)$$

akkor, $\aleph_\xi^{\aleph_\beta}$ -t \aleph_x -el jelölve ($x \geq \xi$), $\aleph_\xi^{\aleph_\beta} < \aleph_{x+1} \leq \aleph_{x+1}^{\aleph_\beta}$ s így x nem lehet a -nál kisebb, azaz

$$\aleph_\xi^{\aleph_\beta} \geq \aleph_a,$$

ahonnan

$$\aleph_\xi^{\aleph_\beta} = \aleph_a^{\aleph_\beta},$$

és végül

$$\aleph_a^{\aleph_\beta} = \aleph_\xi^{\aleph_\beta} \cdot \aleph_a.$$

III. tétel. Az a legkisebb ξ rendszám, mely az

$$\aleph_a^{\aleph_\beta} = \aleph_\xi^{\aleph_\beta} \cdot \aleph_a \quad (4)$$

egyenletet kielégíti, vagy 0 vagy pedig oly limesz-szám, melyre nézve

$$cf(\xi) \leq \beta.$$

¹ $a = \Omega_1$ és $\beta = 0$ esetében a tételt: «A végtelen kardinális számok sorozatáról» c. dolgozatomban, Math. és Természettud. Értesítő XLIII. k. 5. l. már bebizonyítottam. Megjegyzem, hogy a II. valamint a IV. tétel ezen korábbi dolgozatom megírásakor már birtokomban voltak. Fenti bizonyítás különben az ott közöltnek csaknem szó szerinti ismétlése. Mindkét tételt tőlem függetlenül A. TARSKI úr szintén felfedezte és nemrégiben bizonyítás nélkül közölte is. Lásd A. LINDENBAUM és A. TARSKI: «Communication sur les recherches de la Théorie des Ensembles», Comptes rendus de séances de la Société des Sciences et de lettres de Varsovie XIX. 1926. Classe III. 315. l.

A BERNSTEIN—HAUSDORFF tételnél¹ fogva

$$\aleph_{\mu+1}^{\aleph_\beta} \cdot \aleph_\alpha = \aleph_\mu^{\aleph_\beta} \cdot \aleph_{\mu+1} \cdot \aleph_\alpha = \aleph_\mu^{\aleph_\beta} \cdot \aleph_\alpha, \quad \text{ha } \mu < \alpha,$$

tehát a legkisebb ξ nem lehet $\mu+1$ alakú. Ha pedig $cf(\xi) > \beta$, akkor a II. tétel szerint

$$\aleph_\xi^{\aleph_\beta} = \aleph_\mu^{\aleph_\beta} \cdot \aleph_\xi, \quad \text{ahol } \mu < \xi,$$

enélfogva

$$\aleph_\alpha^{\aleph_\beta} = \aleph_\xi^{\aleph_\beta} \cdot \aleph_\alpha = \aleph_\mu^{\aleph_\beta} \cdot \aleph_\xi \cdot \aleph_\alpha = \aleph_\mu^{\aleph_\beta} \cdot \aleph_\alpha.$$

A legkisebb ξ -re nézve tehát tényleg $cf(\xi) \leq \beta$.

3. §.

IV. tétel. Ha α limesz-szám, továbbá $cf(\alpha) \leq \beta$, akkor étezik oly $\xi < \alpha$, melyre nézve

$$\aleph_\alpha^{\aleph_\beta} = \aleph_\xi^{\aleph_\beta} \cdot \aleph_\alpha^{cf(\alpha)}. \quad (5)$$

Ha ugyanis az

$$\aleph_0^{\aleph_\beta}, \aleph_1^{\aleph_\beta}, \dots, \aleph_\mu^{\aleph_\beta}, \dots \quad (\mu < \beta)$$

sorozat növekvő, akkor az I. tétel szerint bármely $\xi < \alpha$ -nál

$$\aleph_\alpha^{\aleph_\beta} = \aleph_\alpha^{cf(\alpha)} = \aleph_\xi^{\aleph_\beta} \cdot \aleph_\alpha^{cf(\alpha)};$$

ha pedig a sorozat tagjai egy bizonyos $\aleph_\xi^{\aleph_\beta}$ -tól kezdve állandók, akkor

$$\aleph_\xi^{\aleph_\beta} = \aleph_\alpha^{\aleph_\beta}$$

és ez esetben

$$\aleph_\xi^{\aleph_\beta} = \aleph_\xi^{\aleph_\beta} \cdot \aleph_\alpha^{cf(\alpha)},$$

tehát

$$\aleph_\alpha^{\aleph_\beta} = \aleph_\xi^{\aleph_\beta} \cdot \aleph_\alpha^{cf(\alpha)}.$$

Tételünkéből adódik az (1)-el analog formula:

$$\aleph_\alpha^{\aleph_\beta} = \aleph_\alpha^{cf(\alpha)} \sum_{\xi < \alpha} \aleph_\xi^{\aleph_\beta}. \quad (6)$$

¹ Lásd F. BERNSTEIN: «Untersuchungen aus der Mengenlehre», Math. Ann. 61. k. 150. l. és F. HAUSDORFF: Jahresbericht der deutschen Math. Ver. 13. k. 570. l.

V. tétel. Az a legkisebb ξ rendszám, mely az

$$\aleph_\alpha^{\aleph_\beta} = \aleph_\xi^{\aleph_\beta} \cdot \aleph_\alpha^{\aleph_{cf(\alpha)}}$$

egyenletet kielégíti, vagy 0, vagy pedig oly limesz-szám, melyre nézve

$$cf(\alpha) \leq cf(\xi) \leq \beta. \tag{7}$$

A BERNSTEIN—HAUSDORFF tételnél fogva ugyanis

$$\aleph_{\mu+1}^{\aleph_\beta} \cdot \aleph_\alpha^{\aleph_{cf(\alpha)}} = \aleph_\mu^{\aleph_\beta} \cdot \aleph_{\mu+1} \cdot \aleph_\alpha^{\aleph_{cf(\alpha)}} = \aleph_\mu^{\aleph_\beta} \cdot \aleph_\alpha^{\aleph_{cf(\alpha)}}, \text{ ha } \mu < a,$$

tehát a legkisebb ξ nem lehet $\mu + 1$ alakú.

Ha már most $cf(\xi) > \beta$, akkor a II. tétel szerint

$$\aleph_\alpha^{\aleph_\beta} = \aleph_\xi^{\aleph_\beta} \cdot \aleph_\alpha^{\aleph_{cf(\alpha)}} = \aleph_\mu^{\aleph_\beta} \cdot \aleph_\xi \cdot \aleph_\alpha^{\aleph_{cf(\alpha)}} = \aleph_\mu^{\aleph_\beta} \cdot \aleph_\alpha^{\aleph_{cf(\alpha)}}; (\mu < \xi < a);$$

ha pedig $cf(\xi) < cf(\alpha)$ és $\xi \neq 0$, akkor a IV. tétel szerint

$$\aleph_\alpha^{\aleph_\beta} = \aleph_\xi^{\aleph_\beta} \cdot \aleph_\alpha^{\aleph_{cf(\alpha)}} = \aleph_\mu^{\aleph_\beta} \cdot \aleph_\xi^{\aleph_{cf(\xi)}} \cdot \aleph_\alpha^{\aleph_{cf(\alpha)}} = \aleph_\mu^{\aleph_\beta} \cdot \aleph_\alpha^{\aleph_{cf(\alpha)}}, \text{ ahol } \mu < \xi.$$

Ha tehát a legkisebb ξ nem 0, akkor tényleg

$$cf(\alpha) \leq cf(\xi) \leq \beta. \tag{7}$$

Ezen tétel szerint a legkisebb ξ értéke 0 azon speciális esetben, midőn nem létezik oly $\xi < a$ rendszám, amely a (7) relációt kielégíti.¹ Ezen eredmény különben következik TARSKI úr egy szép tételéből² is, amely szerint, ha $\bar{a} \leq \aleph_\beta$ akkor

$$\aleph_\alpha^{\aleph_\beta} = \aleph_\beta^{\aleph_\beta} \cdot \aleph_\alpha^{\bar{a}}.$$

¹ Pl. $\aleph_\omega^{\aleph_\beta} = \aleph_\omega^{\aleph_\beta} \cdot \aleph_\omega^{\aleph_0}$, ha β tetszésszerinti rendszám. Hasonlóképpen $\aleph_{2_1}^{\aleph_\beta} = \aleph_{2_1}^{\aleph_\beta} \cdot \aleph_{2_1}^{\aleph_1}$, ha $\beta \geq 1$.

² Ezen tétel viszont speciális esete TARSKI úr általános tételének, mely szerint $\bar{\gamma} < \aleph_\beta$ -ből $\aleph_{\alpha+\gamma}^{\aleph_\beta} = \aleph_\alpha^{\aleph_\beta} \cdot \aleph_{\alpha+\gamma}^{\bar{\gamma}}$ következik. TARSKI úr e tételt a jólrendezhetőség tételének feltételezése nélkül transzfinit indukcióval bizonyítja. Lásd A. TARSKI: «Quelques théorèmes sur les alephs». Fund. Math. 7. k. 1. l.

4. §.

VI. tétel. Ha a tetszőszerinti, β pedig limesz-szám, akkor létezik oly $\xi < \beta$, melynél valamennyi $\mu \geq \xi$ -re nézve

$$\aleph_a^{\aleph_\mu} = \aleph_a^{\aleph_\xi} \cdot \aleph^{\aleph_\mu}. \quad (8)$$

A tétel bizonyításánál elegendő arra az esetre szorítkozni, midőn a limesz-szám, mert a BERNSTEIN—HAUSDORFF-féle tétel alkalmazásával fenti egyenlőségből

$$\aleph_{a+1}^{\aleph_\mu} = \aleph_a^{\aleph_\mu} \cdot \aleph_{a+1} = \aleph_{a+1} \cdot \aleph_a^{\aleph_\xi} \cdot \aleph^{\aleph_\mu} = \aleph_{a+1}^{\aleph_\xi} \cdot \aleph^{\aleph_\mu}$$

következik.

A bizonyításnál két esetet különböztetünk meg:

$$1. \text{ cf}(a) = \gamma < \beta \quad \text{és} \quad 2. \quad \gamma \geq \beta.$$

Első eset: $\text{cf}(a) = \gamma < \beta$.

A IV. tétel szerint, ha $\mu \geq \gamma$, akkor

$$\aleph_a^{\aleph_\mu} = \aleph_{\xi_\mu}^{\aleph_\mu} \cdot \aleph_a^{\aleph_\gamma}, \quad (\xi_\mu < a)$$

ahol ξ_μ jelentse az ezen egyenletet kielégítő legkisebb rendszámot. Tekintsük már most a

$$\xi_\gamma, \xi_{\gamma+1}, \dots, \xi_\mu, \dots \quad (\mu < \beta)$$

sorozatot. Ha a sorozat valamennyi tagja 0, akkor állításunk máris be van bizonyítva. Tegyük fel tehát, hogy a sorozatnak vannak 0-tól különböző tagjai és legyen ezek között ξ_μ a legkisebb indexű. Mivel ez esetben az

$$\{ \aleph_\nu^{\aleph_\mu} \} \quad (\xi_\mu \leq \nu < a)$$

sorozat állandó, tehát

$$\xi_\mu \geq \xi_{\mu+1} \geq \xi_{\mu+2} \geq \dots$$

A $\xi_\mu, \xi_{\mu+1}, \dots$ sorozat tagjai tehát, mivel rendszámok végtelen csökkenő sorozata nem létezik, egy bizonyos ξ_m tagtól kezdve egyenlők egymással. Ezen esetben tehát van oly ξ rendszám, melynél valamennyi $\mu \geq \xi$ -re nézve

$$\aleph_a^{\aleph_\mu} = \aleph_{\xi_m}^{\aleph_\mu} \cdot \aleph_a^{\aleph_\gamma}.$$

Ha $\xi_m = 0$, akkor állításunk máris érvényes. Ha pedig $\xi_m \neq 0$, akkor, tekintve, hogy ξ_m a legkisebb rendszám, mely ezen egyenleteket kielégíti, az

$$\{ \aleph_x^{\aleph_\mu} \} \quad (\alpha < \xi_m)$$

sorozatokat valamennyi $\mu \geq \xi$ -re (sőt valamennyi $\mu < \beta$ -ra) nézve növekvő sorozatok és így valamennyi $\mu \geq \xi$ -re (sőt már $\mu \geq \gamma$ -nál is)

$$\aleph_{\xi_m}^{\aleph_\mu} = \aleph_{\xi_m}^{\aleph_{cf(\xi_m)}},$$

tehát ez esetben

$$\aleph_\alpha^{\aleph_\mu} = \aleph_{\xi_m}^{\aleph_\mu} \cdot \aleph_\alpha^{\aleph_\gamma} = \aleph_{\xi_m}^{\aleph_{cf(m)}} \cdot \aleph_\alpha^{\aleph_\gamma}, \quad (\mu \geq \xi)$$

vagyis

$$\aleph_\alpha^{\aleph_\xi} = \aleph_\alpha^{\aleph_{\xi+1}} \dots = \aleph_\alpha^{\aleph_\mu} = \dots \quad (\mu < \beta)$$

és így

$$\aleph_\alpha^{\aleph_\mu} = \aleph_\alpha^{\aleph_\xi} = \aleph_\alpha^{\aleph_\xi} \cdot \aleph_\alpha^{\aleph_\mu}.$$

Második eset: $cf(\alpha) = \gamma \geq \beta$:

A II. tétel szerint, ha $\mu < \beta$, akkor

$$\aleph_\alpha^{\aleph_\mu} = \aleph_\mu^{\aleph_\mu} \cdot \aleph_\alpha, \quad (\xi_\mu < \alpha)$$

ahol ξ_μ jelentse az ezen egyenletet kielégítő legkisebb rendszámot.

Ha a

$$\xi_0, \xi_1, \dots, \xi_\mu, \dots \quad (\mu < \beta)$$

sorozat valamennyi tagja 0, akkor állításunk érvényes. Tegyük fel tehát, hogy a sorozatnak vannak 0-tól különböző tagjai és legyen ezek között ξ_μ a legkisebb indexű. Mivel ez esetben az

$$\{ \aleph_\nu^{\aleph_\mu} \} \quad (\xi_\mu \leq \nu < \alpha)$$

sorozat állandó, tehát

$$\xi_\mu \geq \xi_{\mu+1} \geq \xi_{\mu+2} \geq \dots$$

A $\xi_\mu, \xi_{\mu+1}, \dots$ sorozat tagjai tehát, mivel rendszámok végtelen sorozata nem létezik, egy bizonyos ξ_m tagtól kezdve egyenlők egymással. Ez esetben tehát van oly ξ rendszám, melynél valamennyi $\mu \geq \xi$ -re nézve

$$\aleph_\alpha^{\aleph_\mu} = \aleph_{\xi_m}^{\aleph_\mu} \cdot \aleph_\alpha.$$

Ha $\xi_m = 0$, akkor állításunk máris érvényes. Ha pedig $\xi_m \neq 0$, akkor, tekintve, hogy ξ_m a legkisebb rendszám, mely ezen egyenleteket kielégíti, az

$$\{ \aleph_x^{\aleph \mu} \} \quad (x < \xi_m)$$

sorozatok valamennyi $\mu \geq \xi$ -re (sőt valamennyi $\mu < \beta$ -ra) nézve növekvő sorozatok és így valamennyi $\mu \geq \xi$ -nél az I. tétel szerint

$$\aleph_{\xi_m}^{\aleph \mu} = \aleph_{\xi_m}^{\aleph cf(\xi_m)},$$

tehát ez esetben

$$\aleph_a^{\aleph \mu} = \aleph_{\xi_m}^{\aleph cf(\xi_m)} \cdot \aleph_a, \quad (\mu \geq \xi)$$

vagyis

$$\aleph_a^{\aleph \xi} = \aleph_a^{\aleph \xi+1} = \dots = \aleph_a^{\aleph \mu} = \dots \quad (\mu < \beta)$$

és így

$$\aleph_a^{\aleph \mu} = \aleph_a^{\aleph \xi} = \aleph_a^{\aleph \xi} \cdot 2^{\aleph \mu}, \text{ q. e. d.}$$

Összegezés által adódik a következő

VII. tétel. *Ha a tetszőszerinti, β pedig limesz-szám, akkor létezik oly $\xi < \beta$, melyre nézve*

$$\sum_{\mu < \beta} \aleph_a^{\aleph \mu} = \aleph_a^{\aleph \xi} \cdot \sum_{\mu < \beta} 2^{\aleph \mu}. \quad (9)$$

5. §.

VIII. tétel. *Ha β limesz-szám és $\aleph_a \geq \sum_{\mu < \beta} 2^{\aleph \mu}$, akkor az*

$$\aleph_a^{\aleph 0}, \aleph_a^{\aleph 1}, \dots, \aleph_a^{\aleph \mu}, \dots \quad (\mu < \beta)$$

sorozat tagjai egy bizonyos tagtól kezdve egyenlők egymással.¹

Ezen tétel a VII. tétel közvetlen következménye. Az ellenkező esetben ugyanis bármely $\xi < \beta$ -ra nézve

$$\sum_{\mu < \beta} \aleph_a^{\aleph \mu} > \aleph_a^{\aleph \xi}.$$

A VII. tétel szerint azonban ezen egyenlőséggel ellentétben

$$\sum_{\mu < \beta} \aleph_a^{\aleph \mu} = \aleph_a^{\aleph \xi} \cdot \sum_{\mu < \beta} 2^{\aleph \mu} = \aleph_a^{\aleph \xi} \quad (\xi < \beta)$$

¹ A sorozat tehát egy $\aleph_a^{\aleph \mu_1} < \aleph_a^{\aleph \mu_2} < \dots$ (ω -típusú) növekvő részsorozatot nem tartalmazhat, mert különben a VIII. tétel $\lim_{\mu_n \leq \beta}$ -ra nem volna érvényes.

következik. Ha tehát α -t elegendő nagynak választjuk, akkor a fenti sorozat tényleg nem lehet növekvő.

IX. tétel. Azon legkisebb \aleph_α -ra nézve, melynél fix β limeszszám mellett az

$$\aleph_\alpha^{\aleph_0}, \aleph_\alpha^{\aleph_1}, \dots, \aleph_\alpha^{\aleph_\mu}, \dots \quad (\mu < \beta)$$

sorozat nem növekvő, érvényes a következő egyenlőtlenség:

$$\aleph_\alpha < \aleph^{\aleph\beta}.$$

Tekintve, hogy $\aleph_\beta < \aleph^{\aleph\beta}$, a tétel érvényes az esetben, ha az

$$\aleph_\beta^{\aleph_0}, \aleph_\beta^{\aleph_1}, \dots, \aleph_\beta^{\aleph_\mu}, \dots \quad (\mu < \beta)$$

sorozat nem növekvő. Ha pedig e sorozat növekvő, akkor legyen

$$\sum_{\mu < \beta} \aleph_\beta^{\aleph_\mu} =: \aleph_\alpha.$$

A KÖNIG—JOURDAIN-féle tétel szerint ez esetben

$$\aleph_\alpha = \sum_{\mu < \beta} \aleph_\beta^{\aleph_\mu} < \prod_{\mu < \beta} \aleph_\beta^{\aleph_\mu} = \aleph^{\aleph\beta}.$$

Másfelől az I. tétel szerint

$$\aleph_\alpha^{\aleph_\mu} = \aleph_\alpha, \quad \text{ha } cf(a) > \mu$$

és

$$\aleph_\alpha^{\aleph_\mu} = \aleph_\alpha^{cf(a)}, \quad \text{ha } cf(a) \leq \mu$$

s így az

$$\aleph_\alpha^{\aleph_0}, \aleph_\alpha^{\aleph_1}, \dots, \aleph_\alpha^{\aleph_\mu}, \dots \quad (\mu < \beta)$$

nem lehet növekvő sorozat.

Hasonló megfontolás vezet a következő tételhez:

X. tétel. Ha β limeszszám és $cf(\beta) < \beta$, akkor

$$\aleph^{\aleph\beta} = \aleph_\xi^{\aleph_\xi},$$

ahol $\xi < \beta$ és $\aleph_\xi < \aleph^{\aleph\beta}$.

6. §.

Míg az V. tétel alapján az

$$\aleph_\alpha^{\aleph\beta} = \aleph^{\aleph\beta} \cdot \aleph_\alpha^{cf(\alpha)} \quad (cf(\alpha) \leq \beta) \quad (10)$$

(TARSKI-féle) sejtés speciális esetekben érvényesnek bizonyul, addig az

$$\aleph_\alpha^{\aleph_\beta} = 2^{\aleph_\beta} \cdot \aleph_\alpha \quad (\text{cf } (\alpha) > \beta) \quad (11)$$

tétel az eddigi módszerekkel egyetlen speciális esetben sem mutatható ki. Én ezen két tételben a *halmazelmélet fundamentális problémáit* látom, tekintve, hogy belőlük az alefproblémára vonatkozó messzemenő következtetések vonhatók.

(9) szerint ugyanis, ha csak $\aleph_{\alpha+\omega_1} \geq 2^{\aleph_\alpha}$,

$$\aleph_{\alpha+\omega_1}^{\aleph_0} = \aleph_{\alpha+\omega_1}; \quad (12)$$

ha pedig $\aleph_{\alpha+\omega_1} > 2^{\aleph_\beta}$, ahol $\beta \geq 1$, akkor (10) és (11) szerint

$$\aleph_\alpha^{\aleph_\beta} \leq \aleph_{\alpha+\omega}^{\aleph_\beta} = 2^{\aleph_\beta} \cdot \aleph_{\alpha+\omega}^{\aleph_0} \leq \aleph_{\alpha+\omega}^{\aleph_0} = \aleph_{\alpha+\omega_1}. \quad (13)$$

(13)-ból, mivel a KÖNIG—JOURDAIN-tétel szerint $\aleph_\alpha^{\aleph_1} \neq \aleph_{\alpha+\omega_1}$, következik, hogy

$$\aleph_\alpha^{\aleph_\beta} < \aleph_{\alpha+\omega_1}. \quad (14)$$

Ezen reláció a két hypothesis alapján tehát minden oly \aleph_α -ra érvényes, melyre nézve $\aleph_{\alpha+\omega_1} > 2^{\aleph_\beta}$.¹ Tekintve, hogy mindig található oly α , melynél $\aleph_\alpha^{\aleph_0} = 2^{\aleph_\alpha}$,² a két hypothesis alapján azt is mondhatjuk, hogy mindig található oly \aleph_α , melyre nézve

$$2^{\aleph_\alpha} < \aleph_{\alpha+\omega_1}. \quad (15)$$

Megjegyzem, hogy az (1) és (6) formulák alapján mindkét hypothesis a következő közös formában fejezhető ki:

Ha β tetszőszerinti, a pedig limesz-szám, akkor

$$\sum_{\xi < \alpha} \aleph_\xi^{\aleph_\beta} = 2^{\aleph_\beta} \cdot \aleph_\alpha. \quad (16)$$

¹ Ha tehát $\aleph_\alpha \geq 2^{\aleph_\beta}$, akkor (14) eo ipso érvényes.

² Ha pl. $2^{\aleph_{\alpha_0}} = \aleph_{\alpha_1}$; $2^{\aleph_{\alpha_1}} = \aleph_{\alpha_2}$; ... $2^{\aleph_{\alpha_n}} = \aleph_{\alpha_{n+1}}$; és $\lim_{\mu < \omega} \alpha_n = \alpha$, akkor az I. tétel alapján $\aleph_\alpha^{\aleph_0} = 2^{\aleph_\alpha}$.

7. §.

A (10) sejtést rendkívül valószínűsíti a következő tétel:

XI. tétel. *Ha a limesz-szám és $cf(a) < a$, akkor létezik oly $\xi < a$, melynél valamennyi $x \geq \xi$ -re nézve*

$$\aleph_a^{\aleph_x} = \aleph_x^{\aleph_x} \cdot \aleph_a^{\aleph_{cf(a)}}.$$

Az ellenkező esetben ugyanis van egy legkisebb $x = \beta \geq cf(a)$, melyre nézve

$$\aleph_a^{\aleph_\beta} \neq \aleph_\beta^{\aleph_\beta} \cdot \aleph_a^{\aleph_{cf(a)}}.$$

A IV. tétel szerint

$$\aleph_a^{\aleph_\beta} = \aleph_\xi^{\aleph_\beta} \cdot \aleph_a^{\aleph_{cf(a)}} \quad (\xi < \alpha)$$

és ez esetben az

$$\aleph_\xi^{\aleph_\beta}, \aleph_{\xi+1}^{\aleph_\beta}, \dots, \aleph_\mu^{\aleph_\beta}, \dots \quad (\mu < \alpha)$$

sorozat és ezzel együtt az

$$\aleph_\xi^{\aleph_x}, \aleph_{\xi+1}^{\aleph_x}, \dots, \aleph_\mu^{\aleph_x}, \dots \quad (\mu < \alpha)$$

sorozat összes tagjai egyenlők, hacsak $x \geq \beta$ és így

$$\aleph_a^{\aleph_x} = \aleph_\xi^{\aleph_x} = \aleph_\xi^{\aleph_x} \cdot \aleph_a^{\aleph_{cf(a)}}. \quad (17)$$

Ha már most x -et oly nagyra választjuk, hogy $\aleph_\xi^{\aleph_x} = \aleph_x^{\aleph_x}$ legyen, akkor a (17) egyenlőség kimondott tételünket fejezi ki.

A XI. tételből adódik a következő formula:

$$\sum_{x < a} \aleph_a^{\aleph_x} = \aleph_a^{\aleph_{cf(a)}} \cdot \sum_{x < a} \aleph_x^{\aleph_x}, \quad (18)$$

ha a oly limesz-szám, melyre nézve $cf(a) < a$.

XII. tétel. *Ha a limesz-szám és $cf(a) = a$, akkor (feltéve, hogy ilyen a van) létezik oly $\xi < a$, melynél valamennyi $x \geq \xi$ -re nézve*

$$\aleph_a^{\aleph_x} = \aleph_x^{\aleph_x} \cdot \aleph_a.$$

Az ellenkező esetben ugyanis van egy legkisebb $x = \beta$, melyre nézve

$$\aleph_a^{\aleph_\beta} \neq \aleph_\beta^{\aleph_\beta} \cdot \aleph_a.$$

A II. tétel szerint

$$\mathfrak{N}_\alpha^{\mathfrak{N}_\beta} = \mathfrak{N}_\xi^{\mathfrak{N}_\beta} \cdot \mathfrak{N}_\alpha;$$

és ez esetben az

$$\mathfrak{N}_\xi^{\mathfrak{N}_\beta}, \mathfrak{N}_{\xi+1}^{\mathfrak{N}_\beta}, \dots, \mathfrak{N}_\mu^{\mathfrak{N}_\beta}, \dots \quad (\mu < \alpha)$$

sorozat és ezzel együtt az

$$\mathfrak{N}_\xi^{\mathfrak{N}_x}, \mathfrak{N}_{\xi+1}^{\mathfrak{N}_x}, \dots, \mathfrak{N}_\mu^{\mathfrak{N}_x}, \dots \quad (\mu < \alpha)$$

sorozat összes tagjai egyenlők, hacsak $x \geq \beta$ és így

$$\mathfrak{N}_\alpha^{\mathfrak{N}_x} = \mathfrak{N}_\xi^{\mathfrak{N}_x} = \mathfrak{N}_\xi^{\mathfrak{N}_x} \cdot \mathfrak{N}_\alpha. \quad (19)$$

Ha x -et megint oly nagynak választjuk, hogy $\mathfrak{N}_\xi^{\mathfrak{N}_x} = 2^{\mathfrak{N}_x}$ legyen, akkor a (19) egyenlőség tételünket fejezi ki.

A XII. tételből adódik a következő formula:

$$\sum_{x < \alpha} \mathfrak{N}_\alpha^{\mathfrak{N}_x} = \sum_{x < \alpha} 2^{\mathfrak{N}_x},$$

ha a oly limesz-szám, melyre nézve $cf(a) = a$.

8. §.

A (11) sejtésre vonatkozik a következő tétel:

XIII. tétel. *Ha a limesz-szám és $cf(a) > 0$, akkor létezik oly $\xi < a$, melynél*

$$\mathfrak{N}_\alpha^{\mathfrak{N}_\xi} = 2^{\mathfrak{N}_\xi} \cdot \mathfrak{N}_\alpha. \quad (21)$$

Ha ξ_k a legkisebb gyöke az egyenletnek, akkor a

$$\xi_k + \mu \quad (\mu < cf(a))$$

rendszámok az egyenletnek szintén gyökei.

Legyen ugyanis β oly rendszám, melyre nézve $cf(a) \leq \beta < a^1$ és tekintsük az

$$\mathfrak{N}_0^{\mathfrak{N}_\beta}, \mathfrak{N}_1^{\mathfrak{N}_\beta}, \dots, \mathfrak{N}_\mu^{\mathfrak{N}_\beta}, \dots \quad (\mu < \alpha)$$

¹ Ha $cf(a) = a$, akkor ily β nem létezik. A XII. tétel szerint azonban állításunk ez esetben is érvényes.

sorozatot. Ha a sorozat növekvő, akkor az I. tétel szerint

$$\aleph_\alpha^{\aleph_\xi} \dots \aleph_\alpha = \aleph_\xi^{\aleph_\alpha} \cdot \aleph_\alpha$$

valamennyi $\xi < cf(a)$ -ra nézve. Állításunk tehát ez esetben érvényes.

Ha pedig a sorozat tagjai egy bizonyos $\aleph_\xi^{\aleph_\beta}$ -tól kezdve állandók, azaz ha

$$\aleph_\xi^{\aleph_\beta} = \aleph_{\xi+1}^{\aleph_\beta} = \dots = \aleph_\mu^{\aleph_\beta} = \dots, \quad (\mu \leq a)$$

akkor valamennyi $x \geq \beta$ -ra nézve

$$\aleph_\alpha^{\aleph_x} = \aleph_\xi^{\aleph_x} \dots \aleph_\mu^{\aleph_x} \cdot \aleph_\alpha \quad (22)$$

Ha már most x -et oly nagyra választjuk, hogy $\aleph_\xi^{\aleph_x} = 2^{\aleph_x}$ legyen, akkor a (22) egyenlőség kimondott tételünket fejezi ki.

9. §.

A (10) és (11) tételeket egyelőre nem tudjuk bizonyítani, bármennyire valószínűsítve is vannak a XI. és XIII. tételek által. E két sejtés alapján azonban még mindig nem következtethetünk oly x létezésére, melyre nézve

$$2^{\aleph_x} < \aleph_{x+\omega}.$$

A következő tétel ellenben könnyen bizonyítható:

XIV. tétel. *Ha létezik egy a állandó rendszám, melynél bármely x -re nézve*

$$2^{\aleph_x} = \aleph_{x+a}, \quad (23)$$

akkor ezen a csak véges szám lehet ($a < \omega$).

Ha ugyanis a nem véges, akkor $\xi + n$ alakú, ahol ξ limesz- és n véges szám (vagy 0).

Ez azonban ellentmondáshoz vezet, mert (23) szerint minden $\mu < \xi$ -re nézve

$$2^{\mathfrak{N}_{\xi} + \mu} = 2^{\mathfrak{N}_{\xi}} = \mathfrak{N}_{\xi, 2+n}^1$$

és

$$2^{\mathfrak{N}_{\xi, 2}} = \mathfrak{N}_{\xi, 3+n}$$

tehát

$$2^{\mathfrak{N}_{\xi}} < 2^{\mathfrak{N}_{\xi, 2}}.$$

Másfelől azonban

$$2^{\mathfrak{N}_{\xi, 2}} = \prod_{\mu < \xi} 2^{\mathfrak{N}_{\xi} + \mu} = \prod_{\mu < \xi} 2^{\mathfrak{N}_{\xi}} = (2^{\mathfrak{N}_{\xi}})^{\xi} = 2^{\mathfrak{N}_{\xi}},$$

 α tehát csakis véges szám lehet, q. e. d.²

Budapest, 1928 szeptember 20-án.

¹ Az ellenkező esetben ugyanis létezne egy legkisebb $\mu = \beta < \xi$, melyre nézve $2^{\mathfrak{N}_{\xi} + \beta} > 2^{\mathfrak{N}_{\xi}}$. Ez azonban

$$2^{\mathfrak{N}_{\xi} + \beta} = \prod_{\mu < \beta} 2^{\mathfrak{N}_{\xi} + \mu} = \prod_{\mu < \beta} 2^{\mathfrak{N}_{\xi}} = (2^{\mathfrak{N}_{\xi}})^{\beta} = 2^{\mathfrak{N}_{\xi}}$$

miatt ellentmondáshoz vezet.

² A tétel könnyen általánosítható például a következőképpen:*Ha két oly állandó α és β rendszám létezik, melyeknél minden x -re nézve*

$$2^{\mathfrak{N}_x} = \mathfrak{N}_{x, \beta + \alpha},$$

akkor α véges-, β pedig nem lehet limesz-szám. Ugyanez érvényes az esetben is, ha $2^{\mathfrak{N}_x} = \mathfrak{N}_{x, \beta + \alpha}$.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1930 június 2.-án tartott üléséből.)

UNTERSUCHUNGEN ÜBER DIE ALEFREIHE.

Von LADISLAUS PATAI.

In vorliegender Arbeit beweise ich, dass falls β eine Limeszahl und α hinreichend gross ist, die Reihe

$$\aleph_a^{\aleph_0}, \aleph_a^{\aleph_1}, \dots, \aleph_a^{\aleph_\mu}, \dots \quad (\mu < \beta)$$

nur endlich viele verschiedene Glieder enthalten kann, d. h. die Glieder der Reihe sind von einer gewissen Stelle an gleich.

Diejenigen Sätze, welche zu dieser allgemeinen Eigenschaft der Alefreihe führen, sind auch an sich nicht ohne Interesse, da durch dieselben wir in die Tiefe des Alefproblems einen Einblick erhalten.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften, den 2. Juni 1930.)

PERMANGÁNSAV KÖZVETLEN ELEKTROCHEMIAI ELŐÁLLÍTÁSA MANGANOSÓ-OLDATBÓL.

PUTNOKY LÁSZLÓ-tól.

Irodalmi ellentmondások.

A manganosók savanyú közegben történő anódikus oxidációjával több kutató foglalkozott. Az irodalomban ismertetett különböző kísérletek eredményei s a belőlük levont következtetések azonban annyira nem fedik egymást, — sőt egyes esetekben egymásnak ellentmondóak is! — hogy azok alapján a folyamatok valódi lejátszódásáról alig kaphatunk tiszta képet.

Általános jelenségként — főleg a legtöbbet tanulmányozott kénsavas közegben — az volt tapasztalható, hogy anódtermékeként *oldható* (mangani sulfát, permangánsav) és *oldhatatlan* (mangándioxidhidrát) vegyületek lépnek fel. Adatokat találunk arravonatkozólag is, hogy kis savtartalom az oldhatatlan termékek leválásának kedvez. Nagy savtartalom az oldható termékek keletkezését segíti elő. A nagy savtartalom ugyanis a hidrolízist, mely az oldhatatlan dioxidhidrát leválását eredményezi, visszaszorítja. Kis mangán- és nagy savtöménység mellett permangánsav keletkezik, nagy mangán- és nagy savtöménység mellett mangani-, illetőleg mangándisulfát. Más, jól disszociálódó savak mellett az oldható anódtermék permangánsav, rosszul disszociálódó vagy komplexképző savak mellett pedig a háromértékű mangánnak a sói. E jelenségek mellett nem volt egyértelműleg tisztázva az oxidáció vegyi folyamatának kérdése sem.

Eldöntésre várt ugyanis, hogy az említett közbülső oxidációs termékek (Mn^{III} vagy Mn^{IV}) az elektrolitos oxidáció primär anódtermékeinek tekinthetők-e, vagy esetleg nem úgy játszódnak-e

le a folyamat, hogy olyan esetben, mikor az erélyes oxidációra a kívánt előfeltételek megvannak, primár a legmagasabb oxidációs fokú vegyület, a permangánsav keletkezik, melynek a még jelenlevő mangánsókra való vegyhatása által jön létre azután az észlelt közbülső oxidációs termék.

Ilyen rendkívül erős oxidációs anódhatásra van kilátás abban az esetben, ha a manganosók oldatát hidrogénfluoridos közegben oxidáljuk. Ekkor tudvalevőleg fluor keletkezik, mint anódtermék, mely az oldat vizét menten elbontja. E folyamat által a fluorból egyrészt ismét hidrogénfluorid képződik, másrészt a fluor vízbontása által felszabaduló oxigén, melyről tudjuk, hogy erősen ózontartalmú, a legerélyesebb oxidáló hatásokra képes.

A hidrogénfluoridos közeg alkalmazása ezenkívül azért is látszott különösen eredményt ígérőnek, mert az elektrolyzissal kalmával várhatóan fellépő manganisók közül éppen a *manganifluorid* az, mely a háromértékű mangán összes sói közül oldatban a *legállandóbb*.¹

Hidrogénfluorid *hiányában* ugyanis permanganátok és manganosók egymással képezett reakciója rendszeresen mangándioxidhidrátot eredményez.²

E reakciónál is minden bizonnyal primár manganisónak kell keletkeznie.

A kevéssé disszociáló vagy komplex manganifluorid tehát *feltűnő állandóságával* tűnik ki. *Hidrogénfluoridmentes közeg* ellenben a manganivegyületet, mint ilyet konzerválni általában nem képes, úgyhogy az esetlegesen keletkezett manganivegyület legtöbbször még további oxidálhatósága előtt, mint mangándioxidhidrát csapadék kiválik. Természetes, hogy e csapadék kiválásának a meggátolása engedhet csak kellő bepillantást az elektrolyzissal kalmával lejátszódó tényleges vegyfolyamatra.

A manganosók hidrogénfluorid jelenlétében történő elektrolytos oxidációfolyamatai azonban különösen tisztázatlanok! LEVI és AGENO³ manganosulfát hidrogénfluoridos oldatát anódikusan

¹ EPHRAIM: Anorganische Chemie, 1929. IV. kiad. 238. 1.

² V. ö. az általánosan ismert mangánnmeghatározást VOLHARD—WOLFF szerint.

³ LEVI és AGENO: Atti d. R. Acad. d. Lincei 15. II. 1906. 549. és 615

oxidálták és minőségileg bőséges permangánsav képződést tapasztaltak. A permangánsav mennyiségét azonban az általuk használt optikai módszerrel meghatározni nem sikerült. Észlelték azonban, hogy előbb egy barna oldat keletkezik és hogy a permangánsav piros színe csak később lép fel.

MÜLLER és KOPPE¹ hasonló, javarészt minőségi kísérleteket végeztek, de csak a barna oldatot kapták meg. Permangánsavat kimutatniok nem sikerült. Megjegyzik azonban, hogy a vizsgált oldatban manganosó még volt jelen.

SKIRROW² szintén észleli a barna oldat fellépését; ezt követőleg említést tesz a permangánsav fellépéséről is. A barna oldatban a mangántetrafluorid létezését tételezi fel s az oldatból tömény káliumfluoridoldattal leválasztható kettős sónak is a négyértékű mangánnak megfelelő összetételt és képletet tulajdonít $((KF)_2 MnF_4 = K_2 MnF_6)$. Ennek a sónak vegyi összetételét azonban kísérletileg nem igazolja. Szerinte tehát az elektrolízis által keletkezett barna oldat négyértékű mangánt tartalmaz.

FÖRSTER³ összefoglaló tankönyvében szintén foglalkozik a manganosók e nemű oxidációjával s éppen MÜLLER és KOPPE nyomán azt a következtetést vonja le, hogy a hidrogénfluorid jelenlétében manganosók anódikus oxidációjánál permangánsav *nem is keletkezhetik*, mert a hidrogénfluorid a keletkezett mangani-ionokat komplex alakjában leköti és a további oxidációtól megóvjá. FÖRSTER tehát a barna oldat lényegét a manganivegyületekben látja és a permangánsavnak *még a képződését is tagadja!*

Íme, lényegben egymásnak teljesen ellentmondó állítások! Ezek késztettek arra, hogy intézetemben a manganosók anódikus oxidációjának ténykörylményeit hidrogénfluoridos közegben több munkatársammal tüzetes vizsgálat alá vegyük. Az elméleti kérdések eldöntésével és a hidrogénfluoridálló diafragma kérdésének megoldásával kapcsolatban a permanganátoknak egy új és általános előállítására is lehetővé vált.⁴

¹ MÜLLER és KOPPE: Zf. f. anorg. Chemie. 68. 1910. 160.

² SKIRROW: Zf. f. anorg. Chemie. 33. 1902. 25.

³ FÖRSTER: Elektrochemie wäss. Lösungen. IV. kiad. 1923. 824. old.

⁴ V. ö. a következő cikk: «Permanganátok új előállítására» tartalmát.

I. Előkísérletsorozatok eredményei.¹

A tájékoztató kísérletekhez használt kísérleti berendezés a következő volt:

Edény: paraffinnal vastagon bevont 700 cm³ ürtartalmú Griffin-pohár. Anód: 74, illetőleg 95 cm² felületű, felületén elektrolyzis által PbO₂ réteggel bevont, lyuggatott ólomlemez a diafragmát körülvevő hengerré formálva. Katód: Ólomlemez. A keletkezett permangánsav katódikus redukciójának elkerülése céljából *diafragmát voltunk kénytelenek alkalmazni*. Diafragma-ként használhatók voltak a jóminőségű, nem homokos agyag-diafragmák, melyek a hidrogénfluorid behatását elég jól tűrik s így hosszabb (60–80 óra) kísérleti használatra is alkalmasak, bár a hidrogénfluorid a diafragma anyagát természetesen a kovasavtartalom folytonos oldása folytán lassan tönkreteszi.

Anódfolyadék: kénsav és hidrogénfluorid tartalmú mangano-sulfátoldat. A kísérleti körülmények sorozatos változtatásánál a következő koncentráció-kombinációk vizsgáltak:

MnSO₄ : 2, 2.4, 5, 5.4, 6.8 %.

HF : 6, 7, 8, 9, 10 %.

H₂SO₄ : 10, 18, 20 %.

Anódikus áramsűrűség: 1, 2, 3, 4, illetőleg 5, 6, 7, 8, 9 Amp./dm².

Anolyth hőfoka: 16–20° C. (E célból Griffin-poharunk berendezése kívülről állandóan áramló vízzel hűttetett.)

Anódfolyadék térfogata: 400–500 cm³.

Katódfolyadék: 20 %-os kénsav.

Az oxidáció előrehaladása úgy ellenőriztetett, hogy az anódfolyadékból 5 cm³-t pipettával kivéve, annak oxidálóképessége *n/10* Mohrsó-oldattal megtitrálattott.

Ezeknek a tisztára tájékoztató kísérleteknek mennyiségi adatait helyszűke miatt nem közlöm, csak a kísérletsorozatok eredményeinek felsorolására szorítkozom.

¹ A különböző, eddig nyomtatásban meg nem jelent munkák számos kísérleti adatainak ez *összefoglaló* értekezés számára való kiértékelésében adjunktusom, BOBEST BÉLA segédkezett.

A tájékoztató kísérletek¹ általában megállapították, hogy a fent közölt körülmények mellett végezve az oxidációt, először egy barna oldat keletkezik. Permangánsav nem lép fel azonnal, hanem csak bizonyos idő múlva, de azután annak mennyisége az oxidáció előrehaladtával fokozatosan nő. Megállapítást nyert továbbá, hogy a permangánsav keletkezett mennyiségére vonatkoztatva a 2—3 Amp./dm² áramsűrűség a legmegfelelőbb. Magasabb áramsűrűség rosszabb áramkihasználást eredményez. Végül a későbbi vizsgálatokra vonatkozóan érdekes volt a kísérletsorozatnak az a megállapítása, hogy a keletkező permangánsavmennyiségre az anódfolyadék kénsavmennyiségének változtatása nincs számottevő befolyással, miért is a következőkben a vizsgált és bevált *legalacsonyabb* (10 %) kénsavmennyiséggel folytak tovább a kísérletek.

E kísérletek alapján vizsgálta tovább MAHACSEK TIVADAR a permangánsav keletkezésének körülményeit oly oldatokban, melyek a manganosókon kívül szintén egyidejűleg kénsavat és hidrogénfluoridot is tartalmaznak, mégpedig oly körülmények mellett, melyeknél *a manganosó töménység lehetőleg nagy*, a kénsav és hidrogénfluorid töménység lehetőleg csekély volt, tehát a következő összetétel-kombinációkban: 10 % kénsav, 8 % hidrogénfluorid, mangánsulfát 6—8 % között változó. Az elektrolyzis-cella kívülről történő *erélyesebb* hűtése apróra tört jéggel történt. Az alkalmazott áramsűrűség 2—3 Amp./dm² közé esett. A koncentráltabb elektrolyt következtében a titrálásnál egy cm³ anódfolyadék oxidációs képessége határozott meg. E kísérletek már az *oxidációs folyamat lejátszódásának tanulmányozását célozták*.

Megállapították, hogy a permangánsav fellépése az oldatnak egy, a mangánsulfátkoncentrációtól függő, meghatározott oxidációs fokához van kötve. Ha ugyanis a kiinduló oxidálandó oldat mangántartalmát *teljesen permangánsavvá* átalakulnak számítjuk s e «teljes oxidálhatóságot» $n/10$ cm³-ben fejezzük ki, úgy a permangánsav színe akkor válik észlelhetővé, amikor az

¹ Ebben az I. fejezetben tárgyalt kísérletek kivételénél SÜRÜ JÁNOS, TOMASCHÉK ENDRE és HARASZTI JÓZSEF segítettek.

oldat oxidációs foka (titrálással meghatározva) a «teljes oxidálhatóság» elméleti (kiszámított) értékének $\frac{1}{5}$ -ét éri el. E pillanatban tényleg rendkívül nehéz a permangánsav-szín fellépésének meghatározása, mert az erősen barna oldatban a kezdetben gyenge árnyalatban fellépő permangánsav piros színe alig észlelhető.

Úgy jártunk el tehát, hogy közvetlen az előbb említett $\frac{1}{5}$ oxidációs fok fellépése *előtt* és *utána* vizsgáltuk az anódoldat színét. Három, egymástól kevéssé különböző koncentrációjú oldatban a következő értékek léptek fel.

1.	2.	3.	4.
Maximális fogyasztás	Max. fogy. $\frac{1}{5}$ -e	$HMnO_4$ még nem észlelhető titr. cm^3	$HMnO_4$ már titr. cm^3
27·07	5·41	4·44	6·58
28·20	5·60	4·67	7·15
30·79	6·16	4·81	7·07

A táblázat első rovata mutatja, hogy a vizsgált oldat 1 cm^3 -ének mangántartalma hány cm^3 $n/10$ permangánsavnak felel meg; a második rovat az előző értéknek számított $\frac{1}{5}$ -e. A harmadik rovat az időnkint kivett és megtitrált próbák közül azt mutatja, melynél a permangánsav-szín szemmel még nem volt észlelhető, a negyedik rovat adatai ellenben azt a cm^3 mennyiséget tüntetik fel, amelyeknél a permangánsav piros színe már határozottan észlelhető volt. Látjuk mindhárom kísérletnél, hogy a 3. és 4. rovat értékei közé esik a 2. rovatban feltüntetett $\frac{1}{5}$ határ.¹

Ebből következik, hogy a permangánsav állandó fellépését egy másik, alacsonyabb oxidációs termék keletkezése *előzi* meg. A permangánsav tehát *nem ezzel egyidejűleg* lép fel, hanem az oldat mangántartalmából előbb ennek a permangánsavnál alacsonyabb, de a kétértékű manganoionnál magasabb oxidációs fokú vegyületnek kell keletkeznie. Kutatni kellett tehát, hogy e közbülső mangán-oxidációs fok, melynek oldata a kísérletek szerint *barna* színű, milyen vegyületnek felel meg?

¹ A főkísérletek alkalmával e két érték (3. és 4. rovat) a színészlelési nehézségek dacára lényegesen szűkebb határok közé volt szorítható.

SKIRROW, mint már a bevezetésben említettük, az oxidáció kezdetén fellépő oldatot mangántetrafluorid oldatának tartotta, de véleményét kísérletileg nem igazolta. Az oldatból tömény káliumfluorid-oldattal leválasztható kettős sónak is a négyértékű mangánnak megfelelő $(KF)_2MnF_4$ képletet tulajdonított.

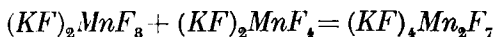
Kísérleteink folyamán szintén leválasztottuk tömény káliumfluorid-oldattal a SKIRROW által is rózsaszínűnek leírt kettős sót. A felhasznált anódoldat oxidációs foka a fentemlített $\frac{1}{5}$ -öt meghaladta és oxidációs foka a «teljes oxidálhatóság» 0·2—0·3-e között állott. Ebből következik, hogy e vizsgált rendszerünkben permangánsav *már volt jelen*, s ha a négyértékű mangán egyáltalán fellép, úgy annak ez oldatban is feltétlenül jelen kellett volna lennie, mert *savanyú* oldatban a permangánsavnál alacsonyabb, de még elvileg felléphető legmagasabb mangánoxidációs fokozat a négyértékű.

A keletkezett rózsaszínű kettős só összetétele azonban csak *háromértékű mangán* jelenlétére mutatott! Ennek kétségtelen megállapítása a következők alapján történt: A háromértékű mangán vegyületei erélyes oxidáló tulajdonságúak és oxidálás közben *manganosóvá* redukálódnak. Így a mangánfluorid is, akár mint MnF_3 , akár komplexül kötött alakban, például K_2MnF_5 , van jelen, redukáló anyaggal, így hidrogénjodiddal szemben is egy töltést, egy «F»-t lead s ezzel aequivalens jódot szabadít fel, mely tehát thiosulfáttal megtitrálható. A harmadik «F» tehát *aktív fluornak* tekinthető. Ennek alapján egyszerűen eldönthető, hogy a csapadékban a mangán csak mint Mn^{III} van-e jelen, vagy tartalmaz-e Mn^{III} mellett alacsonyabb (Mn^{II}) vagy magasabb (Mn^{IV}) értékű mangánt? A csapadék mangántartalmát gravimetrikus úton meghatározzuk s ebből kiszámítjuk, hogy az mennyi MnF_3 tartalomnak felel meg. Ezután jodometrikusan meghatározzuk a csapadék aktív fluortartalmát s az

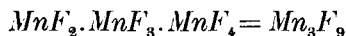
$$1F = 1J = 1MnF_3$$

egyenértékűség alapján kiszámítjuk ismét a MnF_3 -tartalmat. Ha a két adat egyezik, úgy kétségtelen, hogy a mangán a csapadékban csak háromértékű alakban volt jelen.

Ha ugyanis a csapadékban például négyértékű mangán is lenne jelen, például a



arányban, mely összetétel 3 aktív fluort tartalmaz, akkor az aktív fluor meghatározásból számítva $3Mn$ -nek megfelelő mennyiségű $3MnF_3$ -t kapnánk. A gravimetrikus analízis viszont csak a tényleg jelenlevő két mangánt indikálná, sőt a só mangánfluorkomplexumára az eredetnél még kisebb értékeket kapnánk, mert az ezúton számított mennyiség csak Mn_2F_6 volna, nem pedig a tényleg jelenlevő: Mn_2F_7 . Fordítva állana e viszony, ha a csapadék a háromértékű mellett még kétértékű mangánt is tartalmazna. Egyezés különböző mangán-oxidációs fokozatok együttes jelenlétében csakis abban a kivételes és különleges esetben állhatna elő, ha a csapadékban szereplő különböző értékű mangánfluoridok aránya



volna; ez pedig, mint alább látni fogjuk, lehetetlen.

A csapadék mangántartalma 17.79 % volt, az ebből számított MnF_3 tartalom 36.24 %. A csapadék aktív fluortartalma 6.15 % volt; az ebből számított MnF_3 tartalom pedig 36.21 %. A két adat egyezése mutatja, hogy a mangán a csapadékban csak mint Mn^{III} volt jelen.

A káliumfluoridos reakcióval kapcsolatban négyértékű vegyületnek sem kimutatása, sem leválasztása nem sikerült. Vizsgált rendszereinkben négyértékű vegyület fellépését több ok teszi teljesen valószínűtlenné. MÜLLER és KOPPE¹ kísérleti adatai, másrészt saját későbbi kísérleteink is igazolták, hogy éppen hidrogénfluoridos közegben a két- és négyértékű mangánvegyületek között vegyértékiegyenlítődés megy végbe: két háromértékű mangán képződése mellett, még akkor is, ha az egyik mangánvegyület, például mangándioxid hidrogénfluoridban oldhatatlan alakban van jelen.²

¹ MÜLLER és KOPPE: l. c.

² V. ö. «Permanganátok új előállítása» ugyane folyóiratban megjelent cikk II. fejezetét.

Tehát az elektrolyzis kezdetén négyértékű mangánvegyület nem léphet fel. Felléphetne elméletileg akkor, ha már az összes mangán háromértékűvé alakult; ekkor azonban már rögtön permangánsavképződést tapasztaltunk. Felléphetne tovább esetleg permangánsavval egyidejűleg, ott viszont nem találjuk vizsgálatainknál nyomát. A tömény káliumfluorid-oldattal kicsapott csapadékba mint kettős só sem került, mert akkor több aktív fluort kellett volna a csapadékban találnunk, mint amennyit tényleg kimutatnunk sikerült. Hidrolizált terméke ($MnO_2 \cdot xH_2O$) sincs e csapadékban, mert ez barnásfekete színével a rózsaszínű csapadékban könnyen észlelhető lett volna. Ugyancsak nincs a csapadék felett levő tiszta oldatban sem, mert színe zavarná a permangánsav színét; a három- és négyértékű mangánvegyületek ugyanis barna színárnyalatúak. Végül — talán legmeggyőzőbben — ellentmond a mangántetrafluorid anódoldatunkban való fellépésének az a körülmény, hogy ezideig a négyértékű mangánnak, mint kationnak, sótermészetű vegyületeit csak igen magas savkoncentráció mellett sikerült előállítani,¹⁻² mert a négyértékű mangánvegyületek még könnyebben hidrolizálódnak, mint a háromértékű vegyületek. Ez az igen nagy savkoncentráció pedig vizsgált oldatainkban nem volt meg.

Mindebből az a következtetés vonható le, hogy elektrochemiai rendszerünkben a permangánsavat megelőző oxidációs fokozat egyedül a mangánfluorid. Ezzé alakul át tehát előbb az összes manganosó s a permangánsav csak ezt követőleg lép fel!

Kísérletek végeztek továbbá arravatkozólag is, hogy az oldat mangántartalma lehetőleg teljesen átalakítható-e permangánsavvá? A kísérletek eredményei azt mutatták, hogy 100 %-os átalakítást elérni nehéz, mert az áramkihasználás a folyamat vége felé igen erősen csökken. A 85 %-os átalakulás táján az egyes titrálási szakaszok között (körülbelül félóránként) az áramkihasználás már csak 5--2 % között ingadozik. Ezzel természetesen az elektro-oxidáció vége felé az egész folyamat

¹ D. R. P. 163813. B. A. S. F. Mangándisulfát előállítása.

² WEINLAND és LAUENSTEIN: Zf. f. anorg. Chemie 20. 1899. 41.

összáramkihasználása is igen erősen leromlik. A mangántartalom 85 %-a azonban 35—40 %-os átlagos áramkihasználással átalakítható permangánsavvá.

II. Főkísérletek.

a) *Az elektro-oxidáció folyamata.*

Az előkísérletek eredményei tényleg bőséges permangánsav képződésről tanuskodtak. Maga az elektro-oxidáció alkalmából lejátszódó elektrokémiai vegyfolyamat azonban e kísérletsorozatok által kielégítően felderítve még nem bontakozhatott ki.

Ezeknek az elméleti kérdéseknek a tisztázása volt BOBEST BÉLA további vizsgálatainak célja.¹

A felderítettek bizonyítására szükségessé vált a képződött permangánsavnak az anódfolyadékból való *mennyiségi* kikészítése. Az elektro-oxidáció által nyert anódfolyadék alkatrészeinek szétválasztása a már előzőekben megkísérelt kifagyasztási módszer által nem sikerült. A szabad permangánsav valamilyen sója alakjában való kikészítése látszott a legcélravezetőbb útnak.

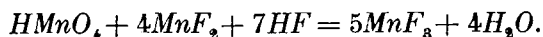
Az eddigi kísérletek kiinduló anódfolyadékai a különböző manganosulfát és hidrogénfluorid-koncentráció mellett még 10 % kénsavat is tartalmaztak, mely utóbbinak mennyisége még az oxidációfolyamat által is nőtt, mert e folyamat által az alkalmazott mangánsulfát sulfátjából is kénsav keletkezik. A keletkező permangánsavhoz viszonyítottan nagymennyiségű kénsav azonban a permangánsav vegyületeinek későbbi kikészítését megnehezíti. Miután újabb kísérletek azt mutatták, hogy a kénsav elhagyása a reakciók lejátszódására nincs befolyással, *a szabad kénsav a további anódfolyadék-összetételekben mellőztetett.* A kísérleti berendezés az előkísérleteknél ismertettekhez hasonló volt azzal a különbséggel, hogy a koncentráltabb elektrolytoknál az «anólithérfogat: anódfelület» viszony kisebbítettett. Egyes kísérleteknél elektromotorral hajtott keverőszerkezet is nyert

¹ *Vizsgálataink részleteit lásd: BOBEST BÉLA: Adatok a permangánsav és vegyületeinek előállításához — Zrinyi nyomdavállalat. Zalaegerszeg, 1930. — című doktori értekezésében.*

alkalmazást, mely lehetővé tette az anódfolyadék *átlagos* töménységének a kísérlet folyamata alatti meghatározását. Az oxidációs képesség jodometrikus úton határozottatott meg.

Hogy az anódon mi a primär termék, azt a mikroszkóp segítségével sikerült eldönteni. Egy kis, 1·85 cm³ ürtartalmú mikrocellában az anódként használt ólomlemezke felületét a mikroszkóp optikai tengelyével párhuzamosan beállítva, az áram bekapcsolása után *már pár másodperc múlva* közvetlenül az anód mellett megjelent a permangánsav jellemző színe. Az anódtól eldiffundáló permangánsav reakcióba lépett a még jelenlevő manganosóval: a reakció folyamán képződő mangánifluorid jellemző barna színének fellépése szintén jól volt megfigyelhető. Az oldat lassanként megbarnult, de az anódon állandóan permangánsav keletkezett, s az oldat idővel a permangánsav színét vette fel. Ez a megállapítás egyúttal választ adott arra a kérdésre is, hogy a mindenkor észlelt mangánifluorid primär termék-e, mely a mangánifluoridból töltésfelvétel útján közvetlen keletkezik, vagy pedig az esetleg primär keletkezett permangánsav és a még jelenlevő manganoionok reakcióterméke-e? Ez utóbbi eset a kísérletek által igazolt ténynek tekinthető.

Az említett elektrolytos folyamat ugyanis úgy kell hogy lejátsszódjék, hogy az anódon permangánsav keletkezik mint *primär* termék, mely a manganosóval a következő reakció szerint reagál:



Permangánsav tehát mindaddig nem léphet fel maradandóan, szabad állapotban, míg rendszerünkben manganosó van jelen. A manganovegyület teljes eltűnése éppen a kiinduló mangánmennyiség «teljes oxidálhatósága» $\frac{1}{5}$ -ének felel meg. Ez oxidációs fok után már csak manganisó és permangánsav van az anódtérben és az elektrolyzis további folytatása a manganisó csökkenésével mind nagyobb permangánsav-mennyiségek képződését segíti elő. Az elektrolyzis vegyi lefolyása az anódtérben ezzel teljesen tisztázódott.

b) *Az elektro-oxidáció által keletkezett permangánsav mennyiségének meghatározása.*

LEVI és AGENO optikai úton, a permangánsav absorpciós spektruma segélyével kísérelték meg a hasonlóan előállított permangánsav mennyiségét meghatározni, de kísérleteik nem vezettek eredményre. A fentiek által tisztázott reakciók ismerete alapján azonban a permangánsav mennyisége az elektrolyzis bármely pillanatában titrálási műveleten alapuló egyszerű számítással meghatározható. E számítás gondolatmenete a következő:

Ismert a kísérleti anódoldat térfogata és 1 cm^3 -ének mangántartalma. Ebből kiszámítható a maximális redukálószer fogyasztás $n/10 \text{ cm}^3$ -ekben (= a «teljes oxidálhatóság») (például 25 cm^3). Az összes mangántartalmat képzeljük el öt egységből állónak. Egy egység Mn^{II} permangánsavvá alakulva példánknál tehát 5 cm^3 -t fogyaszt, Mn^{III} -á alakulva 1 cm^3 -t; -- öt egység Mn^{II} $5Mn^{III}$ -á alakulva tehát $5 \times 1 = 5 \text{ cm}^3$ -t. 5 cm^3 összfogyasztásig tehát az oldat permangánsavtartalma = 0. Ekkor eltűnt rendszerünk összes manganosója; ezt követőleg léphet csak fel a permangánsav. Ha $1Mn^{II}$ teljesen $HMnO_4$ -é alakult, akkor a többi $4Mn^{II}$ -nek már ezt megelőzőleg Mn^{III} -á kellett alakulnia, tehát az összfogyasztás

$$4 \times 1 + 1 \times 5 \text{ cm}^3 = 9 \text{ cm}^3.$$

Ebből a permangánsavra esik 5 cm^3 , vagyis az összfogyasztás $\frac{5}{9}$ -ed része. Az oxidációs fok alanti számításokban az elérhető maximális fogyasztásnak hányadrésze %-okban

$$= \left(\frac{\text{jelenlegi fogyasztás}}{\text{maximális fogyasztás}} \right)$$

jelen pillanatban = $\frac{9}{25} = 0.36$.

Ha ezt a számítást a további oxidációs fokokra is kiterjesztjük, akkor a következő képet kapjuk:

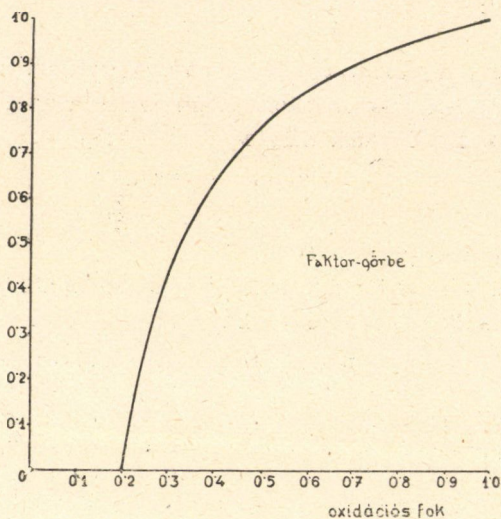
$5Mn^{II}$	fogy. = 0	cm^3 ox. f. = 0	= 0
$5Mn^{III}$	" = 5	" " = $\frac{5}{25}$	= 0.20
$4Mn^{III} + 1HMnO_4$	" = 4 + 5	" " = $\frac{9}{25}$	= 0.36
$3Mn^{III} + 2HMnO_4$	" = 3 + 10	" " = $\frac{13}{25}$	= 0.52
$2Mn^{III} + 3HMnO_4$	" = 2 + 15	" " = $\frac{17}{25}$	= 0.68
$1Mn^{III} + 4HMnO_4$	" = 1 + 20	" " = $\frac{21}{25}$	= 0.84
$5HMnO_4$	" = 0 + 25	" " = $\frac{25}{25}$	= 1.00

A táblázatból látható, hogy az egyes oxidációs fokokon az össz-fogyasztás milyen komponensekből tevődik össze ($Mn^{III} + HMnO_4$). Ebből viszont kiszámítható, hogy a fenti oxidációs fokokhoz tartozó fogyasztás-értékekből mennyi esik a permangánsav terhére:

ox. fok	fogyasztás «a»	ebből $HMnO_4$ «b»	$HMnO_4$ -re eső fogyasztás «b/a»	Összfogyasztás $HMnO_4$ %-a «b/a»
0·00	0 cm ³	0 cm ³	0	0
0·20	5 «	0 »	0	0
0·36	9 «	5 «	$\frac{5}{9}$	0·555
0·52	13 «	10 «	$\frac{10}{13}$	0·769
0·68	17 «	15 «	$\frac{15}{17}$	0·883
0·84	24 «	20 «	$\frac{20}{24}$	0·952
1·000	25 «	25 «	$\frac{25}{25}$	1·000

Ha például az oxidációs fok 0·68, akkor az összes fogyasztásnak 0·883-ad része esik a permangánsav terhére, vagyis, ha például a fogyasztás-titrálási adat 17 cm³=0·68 o. f., akkor $17 \times 0·883 = 15$ cm³-t fogyaszt a permangánsav és 2 cm³-t a mangánifluorid.

Ha a nyert értékeket grafikonban feltüntetjük s az oxidációs fokokat az abszcissára, a nyert faktorokat az ordinátóra visszük fel, a következő görbét kapjuk:



1. ábra.

A fenti görbét pontosan megszerkesztve annak alapján bármely manganosulfát-töménységű oxidált oldat permangánsav-tartalma a zelektro-oxidáció bármely pillanatában *egy egyetlen oxidimetricus titrálás* és rövid számítás segítségével meghatározható. Például:

Az oldat térfogata: 250 cm³. 1 cm³ oldat tartalmaz 0.0325 gr mangánt. Ez megfelel 29.53 cm³ n/10 HMnO₄ = 29.53 cm³ n/10 Na₂S₂O₃-nak. Adott időpontban 1 cm³ oxidált oldat fogyaszt 21.3 cm³ n/10 thiosulfátot (titrálási adat).

$$\text{Oxidációs fok} = \frac{21.30}{29.53} = 0.721$$

0.721 o. f.-nak megfelelő faktor a grafikonból = 0.906.

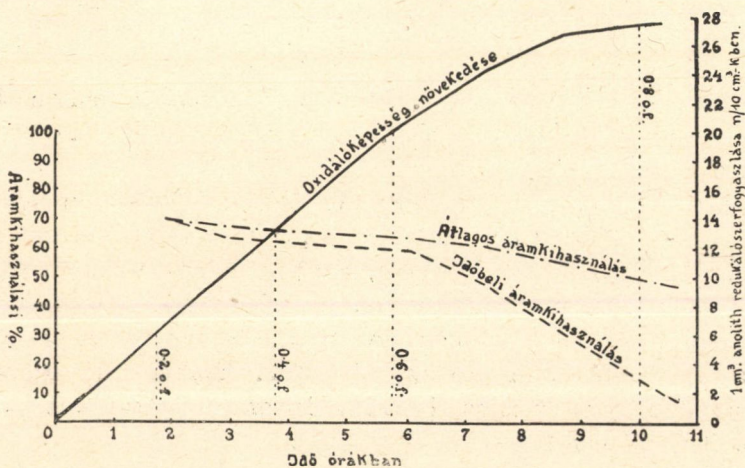
A titrált időpontig keletkezett permangánsav mennyisége tehát:

$$250 \times 21.3 \times 0.906 \times 0.00278 = 13.39 \text{ gr}$$

(0.00278 a permangánsav aequivalens-faktora).

Példaképpen egy kísérlet eredményeinek grafikonban való összeállítását közlöm.

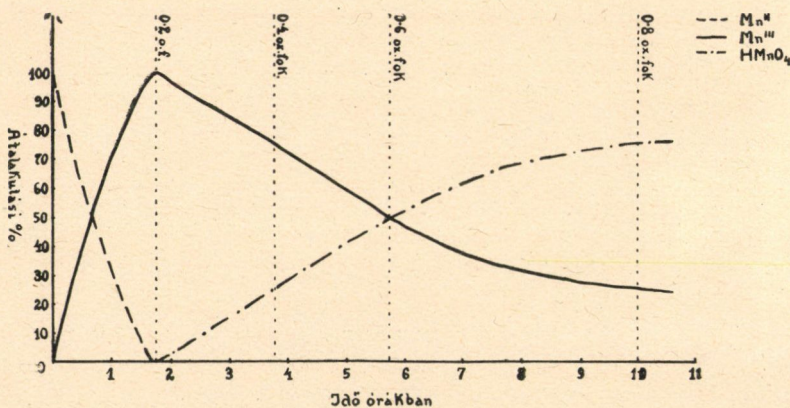
Az egész elektro-oxidációs folyamat össz-áramkihasználásának, az egyes titrálási szakaszok közötti, úgynevezett időbeli áramkihasználásnak, valamint 1 cm³ anódfolyadék oxidálóképességének növekedését szemléltetően mutatja a 2. ábra.



2. ábra.

Az ábrának megfelelő kísérletben a kísérleti körülmények a következők voltak: Anolith összetétele: 10 % $MnSO_4$, 5 % HF . Áramsűrűség 2.75 Amp./dm², Anolyth térfogata 430 cm³. Maximális oxidálhatóság 33.2 cm³.

A különböző oxidációs fokú mangánvegyületek mennyiségének változását az elektrolyzsis folyamán tünteti fel a 3. ábra a 2. ábrán feltüntetett kísérlet adatai alapján. Az oxidációs fok értéke az egyes pillanatokban titrált redukálószerfogyasztás és a maximálisan elérhető elméleti fogyasztás cm³ értékeinek hányadosából adódott. Látható, hogy a 0.2 = 1/5 oxidációs fokon túl



3. ábra.

lép fel csak a permangánsav. Ezen az 1/5 oxidációs ponton elméletileg csak Mn^{III} van jelen, Mn^{II} már, $HMnO_4$ pedig még nincs jelen.

14 hasonló, egymástól független és különböző körülmények (mangán- és hidrogénfluoridtöménység, áramsűrűség változtatása) mellett végzett kísérletben a nyert permangánsav mennyiségi kikészítése által meggyőződés volt szerezhető, hogy a jelen fejezet elején közölt, egyszerűen egy titrálás és kevés számítás útján kapott értékek tényleg megbízhatóak. Ezáltal kísérleti bebizonyítást nyert az egész elektrokémiai anódfolyamat felfogásának helyessége is!

c) *Az irodalmi ellentmondások tisztázása.*

E bizonyítás után lehetségessé vált a bevezetésben említett irodalmi ellentmondások teljes tisztázása, melyet a legrövidebben a következőkben foglalhatunk össze.

KOPFE és MÜLLER megállapítása helyes, mert míg manganosó van jelen, addig permangánsav maradandóan nem léphet fel. FÖRSTER állítása azonban teljesen téves, mert a való tényeknek éppen az ellenkezőjét állítja. Nemhogy hidrogénfluorid mellett nem keletkezik permangánsav, hanem *éppen* a hidrogénfluorid az a sav, melynek jelenlétében a manganosók igen messzemenőleg átalakíthatók elektrooxidáció segítségével permangánsavvá. A SKIRROW által mangántetrafluoridnak feltételezett oldat pedig vizsgálataink eredménye által manganifluorid oldatának bizonyult.

Jelen munka a Természettudományi Alap támogatásával a Kir. József Műegyetem anorganikus kémiai laboratóriumában készült.

Eredmények összefoglalása.

I. Az előkísérletek megállapították, hogy ha manganosulfát-oldatot kénsav és hidrogénfluorid együttes jelenlétében diafragma alkalmazásával anódikusan oxidálunk, úgy az oxidáció kezdetén egy barna oldat keletkezik. Permangánsav *maradandóan* csak ezt követőleg lép fel. A barna oldat oldott anyaga a vizsgálatok szerint mangánifluoridnak bizonyult.

II. A főkísérletek megállapították, hogy az anódon a *primär* termék permangánsav. Az elektrooxidáció alkalmával kezdetben fellépő mangánifluorid a permangánsav és manganosó reakciójának terméke.

III. A reakciók ismerete alapján a kidolgozott analitikai eljárással az elektrooxidáció bármely pillanatában a keletkezett permangánsav mennyisége egyszeri titráláson alapuló számítással meghatározható.

IV. Az elektrooxidáció által keletkezett permangánsav mennyiségi vizsgálat eredményeiből kitűnt, hogy permangánsav *maradandóan* csak akkor lép fel, ha az anódon primär keletkezett permangánsav már az összes manganosót manganisóvá oxi-

dálta. Eme oxidációs fok elérése után, az elektro-oxidációt továbbfolytatva: a keletkezett permangánsav-mennyiség egyre növekedőnek találtatott: a permangánsavnak tehát a manganifluorid további elektro-oxidációja által kell keletkeznie. Ezt megerősíti az a tény, hogy a manganifluorid mennyisége e továbbfolytatott elektrolízis alatt megfelelően csökken.

V. A mangán négyértékű fluoridja az elektrolízis alkalmával egyáltalában nem mutatható ki, keletkezése teljesen valószínűtlen is: a manganifluorid az említett feltételek mellett tehát *közvetlenül* permangánsavvá oxidálódik.

VI. Az elektro-oxidációs folyamat teljesen felderített ismerete lehetővé tette a felsorolt irodalmi ellentmondások végleges tisztázását.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1930. május 19.-én tartott üléséből.)

DIREKTE ELEKTROCHEMISCHE DARSTELLUNG DER PERMANGANSÄURE AUS MANGANOSALZ- LÖSUNGEN.

Von LADISLAUS von PUTNOKY.

Zusammenfassung der Ergebnisse.

I. Die Vorversuche zeigten, dass bei der anodischen Oxidation von Manganosalzlösungen — bei der gleichzeitigen Gegenwart von Schwefelsäure und Fluorwasserstoffsäure, bei der Anwendung eines Diafragmas — am Anfange des Prozesses eine braune Lösung entsteht. Permangansäure tritt *bleibend* nur nach dem Entstehen dieser braunen Lösung auf. Die gelöste Substanz dieser braunen Lösung wurde als Manganifluorid erkannt.

II. Die Hauptversuche ergaben, dass sich an der Anode *primär* Permangansäure bildet. Das bei der Elektro-oxidation am Anfange sich bildende Manganifluorid wurde als Reaktionsprodukt der sich primär bildenden Permangansäure mit dem ursprünglichen Manganosalz erkannt.

III. An der Hand der gekennzeichneten Reaktionen konnte ein analytisches Verfahren ausgearbeitet werden, welche es ermöglicht, vermittels einer einzigen Titration in jedem Momente der Elektro-oxidation die gebildete Permangansäure-Menge zu bestimmen.

IV. Diese Permangansäure-Mengen-Bestimmungen zeigten, dass die Permangansäure *bleibend* nur dann auftreten kann, nachdem die ganze ursprünglich vorhandene Manganosalz-Menge sich zu Manganisalz oxidiert hatte.

Nach der Erreichung dieses Oxidationspunktes, die Elektro-

oxidation weiter fortgesetzt: stieg die gewonnene Permangansäure-Menge beständig. Nun entsteht also die Permangansäure als Oxidationsprodukt des Manganifluorids. Damit im Einklange wurde bei der erwähnten Fortsetzung der Elektro-oxidation die entsprechende fortwährend-stetige Abnahme des Manganifluoridgehaltes festgestellt.

V. Vierwertiges Manganfluorid konnte bei der Elektrolyse überhaupt nicht nachgewiesen werden. Ihre Entstehung ist auch ganz unwahrscheinlich! Bei den geschilderten Versuchsbedingungen wird also das Manganifluorid *direkt* zu Permangansäure oxidiert.

VI. Somit war der ganze Verlauf des gekennzeichneten elektrochemischen Prozesses an der Anode aufgedeckt: Dies erlaubte die aufgezählten, einander widersprechenden Literaturdaten endgültig zu klären.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 19. Mai 1930.)

PERMANGANÁTOK ÚJ ELŐÁLLÍTÁSA.

PUTNOKY LASZLÓ és BOBEST BÉLÁ-tól.

Az előbbi értekezés¹ felderítette ama körülményeket, melyek mellett manganosó elektrochemiailag egy folyamatban, tehát *közvetlenül* permangánsavvá oxidálható.

Az anódfolyadék az elektrooxidáció befejezése után a szabad permangánsavon és manganifluoridon kívül szabad kénsavat és hidrogénfluoridot tartalmazott. További vizsgálatok folytattattak abból a célból, hogy ebből az anódfolyadékból a bomlékony szabad permangánsav oly módon különíttessék el, hogy a szabad savnál lényegesen állandóbb sók, a különböző permanganátok legyenek lehetőleg gazdaságos módon kikészíthetők.

E gyakorlatilag is fontos célkitűzéssel párhuzamosan egy másnemű, szintén gyakorlatilag fontos probléma is felmerült, jelesen az elválasztott anód- és katódtér módszerével dolgozó elektrolyzisznel mindig olyan fontos *diafragma* kérdése.

Az előző értekezés eredményei megmutatták, hogy éppen a hidrogénfluoridos közeg képes a permangánsav elektrooxidáció alkalmával történő képződését a *legkímélőbb* előmozdítani. De éppen ez a sav az, amely bármilyen anyagcelláknak diafragmaaként való használatánál a legkárosabban: a diafragma anyagára pusztítólag és oldólag hat. Bár 60—80 órai elektrolyzist a jó agyagcellák kibírtak, gyakorlati alkalmazásnál ez az idő felette kis időtartam!

Felmerült tehát a szükségessége annak, hogy hidrogénfluoridállós diafragma készítésének az eljárása dolgoztassék ki.

¹ Dr. PUTNOKY LÁSZLÓ: Permangánsav közvetlen elektrochemiai előállítása manganosulfátból.

A diafragma főanyagául a kalciumfluoridot (fluorit) szemeltük ki, de már az előkísérletek eldöntötték, — mint az várható is volt — hogy ez anyag egymaga használható diafragmát nem fog szolgáltatni. Hogy a kiégetés alkalmával kellő mechanikai tulajdonságú s egyidejűleg a kívánt vegyi ellentállóképességű diafragmák legyenek készíthetők, szükségessé vált a fluoritport (természetesen lehetőleg kevés) kryolithporral keverni. Az elérendő szükséges porozitás miatt keményítő is adatott a fluoritporkeverékhez. A keményítő a lemezek kiégetésekor gázalakú termékekké vált, egyszersmind égetés előtt a porpaszta *plaszticitását* is elősegítette. Porozitásnövelőleg hatottak a plasztikuskeverékhez adott alkalisók is, melyek áztatás útján — az égetés után — kilúgozhatók.

A keményítő mennyiségét, az alkalisó minőségét, valamint alkalmazandó — lehetőleg kis — mennyiségét, a plasztikus massa keverési, szárítási és égetési körülményeit (hőfok és idő) rendszeres kísérletsorozatoknak kellett kideríteniök. E kísérletsorozatok az intézet laboratóriumában NERÁTH VILMOS úr végezte.

A kísérletekhez ötféle fluorit használtatott fel. Összetételük a következő volt:

	1.	2.	3.	4.	5.
CaF_2	89·83	87·34	99·51	96·83	
SiO_2	3·54	7·55	0·35	2·45	
Fe_2O_3, Al_2O_3	3·70	0·57	—	0·12	
CaO	0·65	1·39	—	0·37	Tiszta
BaO	nyom	0·10	—	—	mesterséges
MgO	0·24	0·37	—	nyom	fluorit
CO_2	0·30	0·28	—	0·30	
SO_3	0·41	1·52	—	—	
Nedv.	0·07	0·10	0·11	—	

Az 1.—2. számú fluorit ismeretlen eredetű örölt kereskedelmi áru volt. A 3. sz. MERCK-féle kristálygyűjteményből származó válogatott kristályokból golyós malomban aprítottatott. A 4. számú németországi darabos fluorittelér aprításából származott.

A diafragmák készítési módja a következő volt: Desztillált vízben feloldatott a megfelelő mennyiségű keményítő és alkalisó s

az oldat oly sűrűsége pároltatott be, hogy a hozzáadott fluorit-kryolitheleggyel egy jól formálható képlékeny tömeget adjon. Ez alapos átgyúrás után nedves selyempapírral borított üveglapon 2—3 mm vastag, 13—14 cm² felületű lemezzé formáltatott ki. 24 órai levegőn való száradás után 4 óráig 120 fokon száradtak a lemezek, majd tokos gázkemencében kiégettettek.

Legmegfelelőbb égetési körülménynek bizonyult a 700—750° C hőmérséklet. Égetés ideje, a felhevítést és lehűtést nem számítva, 1—3 óra volt. Felhevítés és hűtés gyorsasága 20—30 percenkint 100° C. Magasabb hőfok erős zsugorodást és porozitáscsökkenést idéz elő. Az így jól kiégetett lemezek szilárdak, csengő hangúak s bár szabad szemmel vizsgálva homogénnek látszanak, mégis porózusak.

Vizsgálat alá került a lemezek vegyi ellenállóképessége különböző töménységű kénsav és hidrogénfluorid oldatokkal szemben, áram alatt és a nélkül. Meghatározatott továbbá a diafragmák porozitása és fajlagos villamos ellenállása.

Megállapítandó volt az egyes komponensek legmegfelelőbb keverési aránya. Vizsgáltatott továbbá a fluorit összetétele és a diafragmák minősége közötti összefüggés.

1. A diafragmák összetétele.

Fluorit: kryolith = 1:1 arányból kiindulva a fluorittartalommal növekedett a diafragmák használhatósága. Bár a minőség a felhasznált fluorit összetételétől is függött, az optimum minden esetben a fluorit: kryolith = 90:5 arányánál mutatkozott. Már 90:3, illetőleg 90:10 arányú összetétel jelentékenyen gyengébb minőségű diafragmát adott.

A nyers tömeg plasztikussá tételére hozzáadott, de kiegészése folytán egyúttal porozitásnövelő keményítő mennyisége 2—4% -ban volt a legmegfelelőbb.

A porozitás növelésére hozzáadott s a kiégetést követőleg vízzel kilúgzott, alkalisók közül a káliumsulfát felelt meg legjobban és pedig 3% mennyiségben.

Az optimális összetétel tehát 90 rész calciumfluorid, 5 rész kryolith, 3 rész keményítő, 3 rész káliumsulfát.

A kiégetett különböző lemezek minőségének megítélésénél a következő szempontok szerepeltek: a lemez szilárdsága a kiégetés, vízzel való kilúgzás és szárítás után, valamint annak megállapítása, hogy három napi 5% hidrogénfluorid és 10% kénsavtartalmú oldatban való áztatás, mely változást idéz elő a lemezeken.

Fluorit száma	A lemez tulajdonságai	3 napi 10% H_2SO_4 +5% HF ázt. után
1.	csengő hangú, nehezen törhető	változatlan
2.	« « « «	könnyen szétmorzsolható
3.	csengő hangú, legszilárdabb	változatlan
4.	tompá hangú, nem szilárd	szétmorzsolható
5.	igen erősen zsugorodik, nem használható	

A táblázatból látható, hogy a fluorit minősége jelentősen befolyásolja a diafragma tulajdonságait. A 2. sz. fluorit, mely a mikroszkóp alatt is észlelhető, jelentékeny mennyiségű kvarcot tartalmaz, oly diafragmát eredményez, mely a hidrogénfluorid hatására szétmállik. Hogy ennek a viselkedésnek a kvare az okozója, igazolta az a körülmény, hogy ha a nyersanyagból a szilíciumdioxidot hidrogénfluoriddal előzően elfüstöltük, úgy az így kvasavtalanított anyagból kifogástalan diafragma volt készíthető.

Ugyancsak befolyással van a diafragma tulajdonságaira a felhasznált *fluorit szemcsenagysága* is. Ha az aprítás nem elég nagymérvű, így a 4. sz. fluorit esetében, a diafragma szintén nem elég szilárd. A 4. sz. fluoritot golyós malomban egy óráig tovább őrölve: az így kezelt anyagból készült diafragma, szintén jóminőségűvé vált.

2. A diafragmák savállósága.

A kvalitatív kísérletekkel megfelelő tulajdonságúaknak bizonyult diafragmák a továbbiakban fluorhidrogén és kénsav behatásának tétettek ki, hogy savállandóságuk tanulmányozhatóvá váljék.

Az 1. sz. anyagból készült diafragma lemez 25%-os kén-savban 30 napig állva 6·23% súlyvesztéséget szenvedett. A lemez síma felülete kissé érdessé vált, a korrodált felületen két-három hét alatt apró csillogó gipszkristályok váltak ki.

Ha a kénsavoldat naponként megújított, úgy a súlyveszteség még nagyobb volt. Így a 4. sz. diafragma 10 napon keresztül, naponként váltott 20%-os kénsavban állva, 14·04% súlyvesztéséget szenvedett.

1. sz. lemez 30 napig 7·5%-os hidrogénfluoridban állva 2·14% súlyvesztéséget szenvedett. A lemez felületén szemmel látható korrozio nem volt észlelhető. A lemez csengő hangja és szilárdsága is megmaradt!

A kénsav tehát a diafragmát jobban megtámadta, mint a fluorhidrogén. Ez érthető is, mert a kénsav hatására a calcium-fluorid sulfatálódik és a gipsz oldódik.

A további kísérleteknél a lemezek 10% kénsav és 5% hidrogénfluorid elegyével kezeltettek. Ez az összetétel egyrészt nagyjában megfelelt a permangánsav-kísérletek aciditás-viszonyainak, másrészt pedig így várható volt, hogy a hidrogénfluorid jelenléte a sulfatáció mértékét csökkenteni fogja. Alábbi táblázatban közöljük két ilyen kísérlet eredményét:

Idő	Diafr. súlya 7·826 gr		Diafr. súlya 8·393 gr	
	Súly- csökk. %	Össz. súly- veszt. %	Súly- csökk. %	Össz. súly- veszt. %
1 nap múlva	0·74	0·74	0·33	0·33
2 „ „	0·10	0·84	0·11	0·44
3 „ „	0·08	0·92	0·12	0·56
4 „ „	0·42	1·34	0·29	0·85
5 „ „	0·04	1·38	0·13	0·98
6 „ „	2·09	3·47	2·62	3·60
7 „ „	0·31	3·79	0·12	3·72
8 „ „	0·18	3·96	0·07	3·79

Míg az előbbi kísérletnél a lemez ugyanabban az oldatban állt 30 napig, addig a táblázat kísérleteinek esetében az oldat a hatodik napon megújított. A megújításnál az oldódás, ille-

töleg súlyveszteség ugrásszerűen emelkedett. Ennek magyarázata abban lehet, hogy az oldat, ha nem újítjuk meg, lassan telítődik calciumsulfáttal, illetőleg calciumfluoriddal. Friss, tehát még *Ca*-só mentes savoldat az első napon (= a kísérlet hetedik napján) lényegesen többet old, mint a régi oldat a negyedik vagy ötödik napon.

Végül egy általunk égetett lemez, paraffinnal, diafragmaként beépítettett egy pohárba úgy, hogy a poharat két térrészre osztotta. Katholyth 10%-os kénsav, anolyth 5%-os hidrogénfluorid. Naponként 8–10 órai elektrolyzis mellett a lemez súlycsökkenése 20 nap múlva csak 2·51% volt.

A következő kísérletekben az 1., 3. és 4. sz. fluoritból készült diafragmák kerültek vizsgálat alá. Ezeket oly oldattal fedtük el, mely 10% kénsavat és 5% hidrogénfluoridot együttesen tartalmazott. Az oldat naponként megújított.

Idő	1. sz. fluorit súly: 7·522 gr		2. sz. fluorit súly: 7·745 gr		3. sz. fluorit súly: 4·2235 gr	
	Súly- csökk. %	Össz. súly- veszt. %	Súly- csökk. %	Össz. súly- veszt. %	Súly- csökk. %	Össz. súly- veszt. %
1 nap múlva	2·78	2·78	0·06	0·06	—	—
2 „ „	1·86	4·64	—	—	1·22	1·22
3 „ „	0·43	5·07	0·03	0·09	—	—
4 „ „	0·15	5·22	0·09	0·18	1·11	2·33
5 „ „	0·15	5·37	0·10	0·28	—	—
6 „ „	0·14	5·51	0·10	0·38	0·62	2·95
7 „ „	0·12	5·63	0·10	0·48	—	—
8 „ „	0·11	5·74	0·10	0·58	0·57	3·52
9 „ „	0·09	5·83	0·05	0·63	—	—
10 „ „	0·10	5·93	0·05	0·68	0·40	3·92
11 „ „	0·09	6·02	0·06	0·74	0·37	4·29
12 „ „	0·08	6·10	0·09	0·83	—	—
13 „ „	0·08	6·18	0·08	0·91	0·27	4·56

A táblázatból látható, hogy a szennyeződések tartalmazó fluoritból készült diafragmák a szennyeződések kioldódása folytán az első napokban jelentékeny súlyvesztéséget szenvednek. (A hetedik napig pl. 1. sz. 5·63 %, 4. sz. 3·52 %, a 2. sz. pedig csak 0·48 %.) A szennyezések kioldódása után azonban már beáll az egyensúly s az oldódás mindháromnál megközelítőleg egyenletessé válik.

A kísérletek alatt a diafragmák szilárdsága kis mértékben csökkent, de nem oly mértékben, hogy a további felhasználásra alkalmatlanokká váltak volna. Szétmállásra hajlandóságot azonban nem mutattak.

3. A diafragmák ellenállása és porozitása.

A kilúgzott diafragmák vízben áztak, míg porusaik vízzel telítődtek, majd kiemelve, vászondarabkával a felületükre tapadt víz óvatosan letöröltetett. A száraz és átítatott diafragma súlykülönbsége adta a porustérfogatot cm^3 -ekben.

A porustérfogat és a diafragmák látszólagos térfogatának viszonyából = a porozitás térfogat %-ából számítás útján meghatározható az alkalmazott elektrolytban a diafragma felületegységére vonatkoztatott ellenállás.¹

Ez a diafragma vastagságával elosztva a diafragma fajlagos ellenállását adja.

$$w = \frac{2d}{v} \cdot r$$

$w = 1 \text{ cm}^2$ -re vonatkoztatott ellenállás

$r =$ az elektrolyt fajlagos ellenállása

$d =$ a diafragma vastagsága

$v =$ porustérfogat nagysága a diafragma látszólagos térfogatához viszonyítva, tehát

$$= \frac{\text{porustérf. \%}}{100}.$$

¹ I. FÖRSIER: Elektrochemie wässeriger Lösungen. IV. kiad. 1923, 98. old.

A következő táblázat a diafragmák ebbeli adatait mutatja

		1. sz. fluorit					
Diafragma súlya	___	7.299	8.043	8.127	8.180	7.909	7.619
Porustérfogat cm ³ -ben	___	0.626	0.665	0.726	0.813	1.000	0.898
Diafr. látsz. térfogata	___	3.15	3.15	3.15	3.15	3.15	3.15
Porustérfogat %	___	19.9	21.1	23.0	25.8	31.7	28.4
W 1 cm ² -re	___	5.16	4.86	4.44	3.97	3.24	3.59
Fajlagos ellenállás	___	25.8	24.4	22.2	19.9	16.2	17.9
		3. sz. fluorit		4. sz. fluorit			
Diafragma súlya	___	7.662		26.63	42.23	41.13	
Porustérfogat cm ³ -ben	___	0.750		2.86	2.86	3.17	
Diafragma látsz. térfogata	___	2.78		14.47	17.00	15.64	
Porustérfogat %	___	27.1		19.8	16.8	20.3	
W 1 cm ² -re	___	3.75		5.65	8.48	6.28	
Fajlagos ellenállás	___	18.8		25.6	30.3	25.1	

A mutatkozó aránylag nagy különbségek oka a diafragmák különböző vastagságában és tömörségében rejlik. Ez a körülmény viszont a *primitív* kézi készítmód eredménye: teljesen azonos konzisztenciájú lemezek az alkalmazott kezdetleges kézi eljárással nem is készíthetők!

Az átlagos porozitás 25 térfogat %-ra tehető; ezt véve számításba, egy 2 mm vastag diafragma lemez ellenállása 10 %-os kénsavban cm²-kint:

$$w = \frac{1}{0.3915} \cdot \frac{2.0 \cdot 2}{0.25} = 4.09 \text{ Ohm.}$$

(0.3915 a 10 %-os kénsav fajlagos ellenállása.)

Ez az ellenállás a diafragma felületére vonatkoztatott 3 Amp./dm² áramsűrűség mellett

$$\varepsilon = 0.03 \cdot 4.09 = 0.123 \text{ Volt}$$

feszültségtöbbletet idéz elő.

Összehasonlításképp kísérletileg is meghatározott egy 0.2 cm vastag, 27.1 % porozitású diafragma által előidézett feszültségtöbblet.

Két egyenlő nagyságú elektrolitikus cella közül az egyikbe paraffin segélyével beillesztettünk egy diafragmát, a másikba nem. A cellák egyenlő magasságig 10 %-os kénsavval töltettek

meg s az egymással szemben változatlan helyzetű elektródpárral ugyanazon áramsűrűség mellett meghatározott a két cellában a feszültség.

Diafragma porozitása 27·1%.

Elektródfelület 5·5 cm².

D. = 0·109 Amp./cm².

I. = 0·60 Amp.

V diafragma nélkül 3·44 Volt.

V diafragmával 3·93 «

Feszültségkülönbség 0·39 «

Feltételezve, hogy a diafragmának csak az elektródokkal egyenlő nagyságú felülete vesz részt a vezetésben, úgy a fenti képlet szerint

$$w = 3·75 \text{ Ohm.}$$

a számított feszültségtöbblet pedig

$$\varepsilon = 0·41 \text{ Volt.}$$

A megegyezés, tekintve a kísérleti körülményeket, kielégítő.

A gyakorlatban használatos agyagdiafragmák porozítására és ellenállására vonatkozólag összehasonlításképpen a következők említhetők:

FÖRSTER szerint a PUKALL-féle agyagdiafragmák porozitása minőség szerint 22·9—31·4% között váltakozik. Ha tehát szerinte diafragma porozitásnak átlagosan 30%-ot veszünk fel s ez alapon egy 0·25 cm vastag diafragmalemezre 10%-os kénsavban a fenti kísérlethez hasonlóan 0·109 Amp./cm² áramsűrűség mellett a feszültségnövelés mértékét kiszámítjuk, 0·464 Voltot nyerünk. Ez érték megközelítően egyezik a fluoritdiafragma fent leírt kísérleti és számított értékeivel; aminthogy a fluoritdiafragmák átlagos porozitás és ellenállásértékei is megegyeznek az átlagos diafragmák enmű értékszámaival.

Mivel az általunk készített diafragmák e mellett vegyileg (fluorhidrogén és kénsav jelenlétében) sokkal ellentállóbbak, permangánsavat készítő eljárásunknál jó eredménnyel használhatók.

II. Természetes mangánérccek feldolgozása.¹

Az előző fejezetben leírtak bizonyítják, hogy az elektrochemiai eljárásnál használható diafragma kérdése kielégítően volt megoldható.

Ha eljárásunkat a permanganátok gazdaságos előállító módszerévé akarjuk fejleszteni, úgy elsődrendű fontosságú, hogy mi módon tudunk a természetben előforduló mangánérccekből lehetőleg gazdaságosan olyan oldatot előállítani, mely az elektrochemiai eljárásnál anódfolyadékul használható.

A mangánérc feltárására² a *kéndioxid* bizonyult alkalmasnak, jó feltárásképesége és olcsósága folytán. E mellett a feltárás terméke éppen manganosulfát, tehát éppen a kísérleteknél használt mangánsó. A porított érc feltárása kéndioxiddal simán játszódik le; célszerű a porított érc vizes suspenziójába vezetni a kéndioxidot. A fölös kéndioxid elűzése és az oldhatatlan maradék leszűrése után az oldat, megfelelő mennyiségű hidrogénfluorid hozzáadása után elektro-oxidációs kezelésre alkalmas.

Miután a permanganátok előállítására eddig is használt alkalikus olvadákos eljárással szemben a jelen savas feltárásnál az érc négyértékű mangánjának «aktív» oxigéntartalma teljesen elvész: mert az oldás *manganosulfáthoz* vezet, — oly megoldás volt keresendő, melynél az érc aktív oxigéntartalma lehetőleg ne menjen teljesen veszendőbe, hanem legalább részben hasznosítható.

¹ E második és az azt követő harmadik rész részletesebben leírt kísérletei, különösen a kész anódfolyadék bomlékonyságára vonatkozó részletesebb adatok BOBEST BÉLA doktori értekezésében: «Adatok a permangánsav és vegyületeinek előállításához. Zrinyi nyomdaváll. Zalaegerszeg. 1930.» találhatóak.

² A nyers érc feldolgozására intézetünkben SÜRÜ JÁNOS is végzett kísérleteket. Káliumhidroxid-oldatban suspendált, a katódtértől diafragmával elválasztott barnakő suspenzió elektrolyzise negatív eredményt adott.

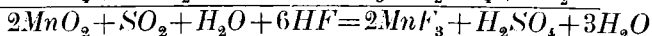
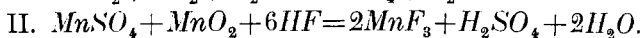
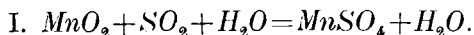
A barnakövet továbbá 1% kénsavés 10% fűrészpor hozzáadása mellett 20 atmoszféra nyomáson két óráig «peptizálta» s az így előállított «aktívabb» mangándioxid-hidrátot hasonlóan kezelte. Az áramkihasználás maximálisan csak 7%-ot ért el, tehát ez a mód sem volt megfelelő.

Éppen az anódfolyadék hidrogénfluorid tartalma szolgált útmutatásul a következő ismert reakciónak alkalmazására:

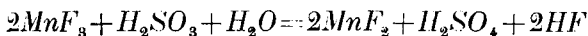


A kéndioxidos feltárás adja a manganovegyületet, a négyértékű vegyület maga a nyers érc: a barnakő. Az eredmény mangani-fluorid lenne, mely a nyers érc aktív oxigénjét tartalmazza s mely, mint a már említett előző munkában láttuk, elektro-oxidációkor közvetlenül permangánsavat szolgáltat.

Az egyszerűbb eljárás, a kéndioxidos és hidrogénfluoridos eljárás *együttes, egyszerre való lejátszatása* oly módon, hogy barnakő hidrogénfluoridos suspenziójába kéndioxidot vezetünk, nem bizonyult megfelelőnek! Az egymás mellett lejátszódó két reakció:



ugyanis mint heterogén reakció nem játszódik le egyenlő sebességgel s a harmadik lejátszódó gyors «homogén» reakció folytán



főlös kéndioxid fogyasztás áll be. A kéndioxid ugyanis az oldatban levő mangani-fluoridot *előbb* redukálja, mint a mangano-sulfát az oldhatatlan szilárd mangándioxidot. Ehhez járul még az a körülmény is, hogy így eljárva a nyers érc összes, néha elég tekintélyes (5–8% SiO_2) kovasavtartalma hidrogénfluoriddal kerül érintkezésbe s miután egy súlyrész SiO_2 két súlyrész hidrogénfluoridot köt meg nehezen regenerálható alakban, az ezúton előálló hidrogénfluorid-veszteség tekintélyes lehet.

A kísérletek azt mutatták, hogy célszerűbb a feldolgozandó érc kétharmadát kéndioxiddal manganosulfáttá feltárni, szűrés és a főlös kéndioxid elűzése után az oldattal és az ércmaradék egyharmadával a II. reakciót lejátszatni. Így eljárva a nyert eredmények szerint az összes feldolgozott érc mangántartalmának 55%-a mint *manganisó* lesz jelen, míg a kovasavtartalomnak csak 40%-a kerül hidrogénfluoriddal érintkezésbe. (A kén-

dioxidos feltárás alkalmával ugyanis az ott feldolgozott érc kovasavtartalmának 90%-a oldhatatlanul a csapadékban marad, ami természetesen a hidrogénfluorid-veszteség csökkenése folytán nagy gazdasági előny.)

A tisztán nyersércből e legutóbb leírt eljárással készített anódfolyadék elektrooxidációja minden zavaró körülmény nélkül játszódott le, a már ismertettekhez hasonló módon és az oxidáció lefolyása után a permangánsav vegyületei is kielégítően voltak kitermelhetők.

III. A permanganátok előállításása.

Az oxidációval nyert oldat (anódfolyadék) permangánsavat, manganifluoridot, hidrogénfluoridot és kénsavat¹ tartalmazott, pl. 10% $MnSO_4$ és 5% HF tartalom mellett 70%-os átalakulás esetén: 5·56% $HMnO_4$ -t, 2·23% MnF_3 -t, 3·75% HF -t és 6·50% H_2SO_4 -t. Kísérletsorozatok eredménye alapján célszerű az anódfolyadéknak lehetőleg azonnali további feldolgozása, mert a szabad permangánsav bomlékony.

Ha az oldatot földfémpermanganáttal közömbösítjük, úgy a keletkező csapadék leszűrése után ($CaCO_3$ esetén kevés gipszet tartalmazó) földfémpermanganát oldatot nyerünk. A közömbösítés alkalmával a manganifluorid is mint $Mn_2O_3 \cdot xH_2O$ lecsapódik. A kénsav és fluorhidrogén oldhatatlan földfém sókat adnak, oldatban egyedül a jól oldható földfémpermanganátok maradnak.

A földfémpermanganátokban az eljárás olyan termékeket állít elő közvetlenül, tehát e legegyszerűbb módon, melyek ezidáig (kivéve RAPIN²) legújabb kísérleteit, ki azonban silicomangán és ferromangán anódokat oxidál elektrolitikusan *alkalikus* oldatban) káliumpermanganátból körülményes kémiai eljárásokkal voltak, csak mint sekundär-termékek előállíthatók.

Az anódfolyadék imént vázolt közvetlen közömbösítésének a módszerével az egyéb fémek permanganátjai is képződhetnek.

¹ Az anódfolyadék kezdetben szabad kénsavat nem tartalmazott. A kénsav az anódtérben használt manganoszulfát szulfátjából keletkezett.

² RAPIN : Comptes rendus 189. 1929. 6. 289.

Természetesen a megfelelő fénoxid vagy fémkarbonáttal kell a közömbösítést végeznünk. Előállítási módszer gyanánt ez az eljárás azonban kevésbé¹ ajánlható, mert az egyéb fémek sulfátjai, fluoridjai és permanganátjai között nincs oly kedvező oldhatóságkülönbség, mint a földfémeknél, mert az egyéb fémek fluoridjai nem oldhatatlanok, sulfátjaik pedig oldódnak s így a keletkezett fémpermanganáttól csak bonyolult kristályosítási műveletek segítségével különíthetők el.

A feldolgozás-lehetőségek közül legtűzetesebben a calciumpermanganát előállítását vizsgáltuk. Az anódfolyadékot calciumcarbonáttal közömbösítettük. Az oldhatatlanul levált calciumsulfát, calciumfluorid és mangánoxid iszaptól szűréssel elválasztottuk a 4—6%-os calciumpermanganát oldatot.

A csapadékba került fluor- és mangánmennyiség nem jelent veszteséget, mert a mangán kéndioxiddal, a fluor pedig kénsavval regenerálható s a folyamatba visszavihető. Mint melléktermék a gazdaságos gyártási körfolyamatot csak gipsz hagyja el.

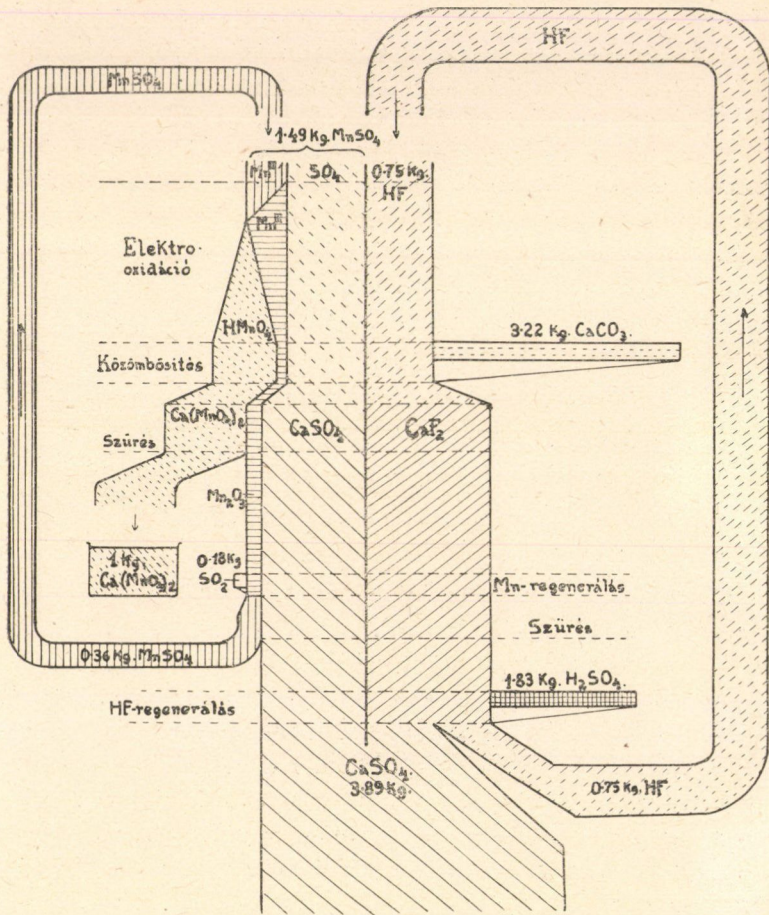
A gyártási módszer alábbi grafikonja a gyártás menetén kívül az egyes termékek kísérleti mennyiségeredményeit is megadja a fejezet elején közölt kísérlet adatai szerint (l. 1. ábrát).

Az előállított calciumpermanganát-oldatot, mint szennyezés gipsz kíséri, melynek mennyisége a csapadéklepény kimosásához használt vízmennyiségtől is függ. A vizsgált és több különböző kísérlet eredményének összeöntéséből származó 2·15% calciumpermanganát tartalmú átlagos oldat gipsztartalma p. o. 0·149% volt, mely mennyiség a szilárd calciumpermanganát-mennyiségeire vonatkoztatva 6·85%-ot tesz ki. A kísérletek azonban azt mutatták, hogy ez a gipsztartalom az oldat bepárlásával, mikor is a gipsz kis oldhatósága folytán először válik ki, erősen csökken. Így p. o. egy 17·9%-os² calciumpermanganát-oldat calciumpermanganátra vonatkoztatott gipsztartalma már 0·54%-ra szállt le.

¹ Ilyenkor ajánlatosabb a közvetlen előállítás helyett a továbbiakban ismertetett közvetett előállítási mód: földfémpermanganátokon át.

² A calciumpermanganát nagyon jól oldható; 0° C-on 100 gr víz old 2·78 gr káliumpermanganátot, míg káliumpermanganátból 28 gr-ot, tehát tízszer annyit.

Az előbbieken leírt módon nyert földfémpermanganát-oldatok alkalmasak az egyéb fémpermanganátok előállítására is, még pedig oly módon, hogy ezt az oldatot fémsulfát vagy



1. ábra.

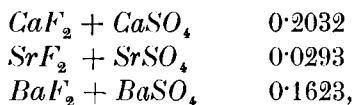
(ammonium vagy ritka alkálifém esetében) fémcarbonát oldatával hozzuk cserébomlásba. A megfelelő fémpermanganát keletkezése mellett a földfémsulfát, illetőleg carbonát leválik.

Sulfátokkal való cserébomlásra a calciumpermanganát ke-

vésbbé alkalmas, mert a cserebomlás által keletkezett gipsz a bárium és strontium sulfátjánál jobban oldódik s a kristályosítandó fémpermanganátot szennyezi, mert egy része azzal együtt válik ki. Az ezúton előállított nikkelpermanganátunkban gipszszennyezést tényleg sikerült kimutatnunk. Ha azonban *fémkarbonáttal* kerül a calciumpermanganát cserebomlásba (például az előállított ammoniumpermanganát esetében ammoniumcarbonáttal), úgy a reakció által keletkezett calciumcarbonát oldhatatlansága folytán a termék *tisztán*, említett esetben szép tüalaku kristályokban válik ki.

A báriumpermanganát azért kevésbé alkalmas más fémpermanganátok előállítására, mert ez esetben a közömbösítés alkalmával keletkező *báriumfluorid oldódik viszonylagosan jól* s így nem alkaliföldfém, de más fémfluorid kerülhet a permanganát-termékbe.

E célra legalkalmasabb a strontiumpermanganát. Ha a három földfém sulfátjainak és fluoridjainak 100 gramm vízben oldható mennyiségeinek összegét összehasonlítjuk



úgy azt látjuk, hogy az összeg a strontiumnál a legkisebb. Tényleg strontiumpermanganát és zinksulfát-oldatból előállított zinkpermanganát előállításakor a strontiumsulfát egész keletkezett mennyisége kiválik s a kikészített zinkpermanganát-terméket nem szennyezi.

*

Jelen munka a Természettudományi Alap támogatásával a Kir. József Műegyetem anorganikus kémiai laboratóriumában készült.

Összefoglalás.

Jelen értekezés célja felderíteni, hogy egy előző cikkben ismertetett hidrogénfluorid-tartalmú anódfolyadék, mely mangánfluoridon kívül szabad kénsavat és permangánsavat is tartalmaz, alkalmas-e különböző permanganátok gazdaságos előállítására?

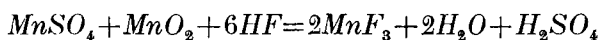
I. Hidrogénfluorid-álló diafragmák előállítására vonatkozó kísérletek megállapították, hogy 90 rész fluoritból és 5 rész kryolithból készült, 750° C-on kiégetett diafragma-lemezek a 10% kénsavat és 5% hidrogénfluoridot tartalmazó oldat behatásának kielégítően állanak ellen. Az esetleges szennyeződések (SiO_2) az első 5—7 napon belül nagyrészt kioldódnak. Az alkalmazott diafragmák átlagos napi súlyvesztése ezután csak 0.1%-ot tesz ki.

Tisztán kénsavat tartalmazó elektrolytban e diafragmák nem használhatók, mert 20%-os kénsav már 10 napi állás után a diafragmából 15%-ot old; a diafragma calciumfluorid-anyaga ugyanis lassan sulfatizálódik. Ez a sulfatáció azonban hidrogénfluorid jelenlétében kisebb mértékű. Ebből adódik az az érdekes körülmény, hogy tisztán az új diafragmák *kisebb megtámadtatása* kedvéért célszerű a katódfolyadékba (kénsav) is egy kevés hidrogénfluoridot tennünk, bár az elektrokémiai folyamatnak erre szüksége nincsen.

Tekintve, hogy a közönséges jóminőségű agyagdiafragmák 10% kénsav és 5% hidrogénfluoridos elegyben legfeljebb 60—80 óráig használhatók, e kísérletek mindenesetre azt mutatják, hogy a fenti módon készített diafragmák még a legjobb minőségű agyagdiafragmák használhatóságát is messzemenőleg felülmúlják.

II. Kísérletek végeztek abban az irányban, hogy nyers mangánérccekből előállíthatók-e a fentemlített elektrooxidációra alkalmas összetételű anódfolyadékok?

A kísérletek azt mutatták, hogy kénessav-oldat segítségével a nyers barnakő, mint manganosulfát célszerűen oldatba vihető. Ha az így nyert manganosulfát-oldatot hidrogénfluoriddal elegyítjük és ismét nyers érccel keverjük, a



reakció alapján mindjárt *manganifluorid*-oldat nyerhető, melynek permangánsavvá való oxidálása természetesen kevesebb áramot fogyaszt, mint a manganosó oxidációja hasonló végtermékké.

E kombinált feltárássra tiszta, csekély SiO_2 tartalmú ércek

alkalmasak, mert az érc kovasavtartalma természetszerűen szintén hidrogénfluoridot köt meg és az így elérhető árammegtakarítást hidrogénfluorid-vesztesség kíséri. Gazdaságosság szempontjából tehát a hidrogénfluorid-vesztesség és az árammegtakarítás közötti egyensúly az irányadó.

III. Az anódfolyadékból permanganátok előállíthatók.

1. A végzett kísérletek azt mutatják, hogy az anódfolyadék bomlékony. Hűtés (-10° C) a bomlást erősen hátráltatja, de teljesen megakadályozni nem tudja. Ha tehát az anódfolyadékból permanganátokat akarunk előállítani, úgy az anódfolyadék lehetőleg azonnal feldolgozandó.

2. Az anódfolyadékból földfém-permanganátokon keresztül *alkalipermanganátok* is előállíthatók. Mivel ezek az eddig divó (alkalikus oxidációs olvadék) eljárással olcsóbban állíthatók elő alkalipermanganátok előállítására az új eljárás gazdaságossági szempontokból alkalmatlan.

3. Földfémpermanganátok azonban közvetlenül és gazdaságosan előállíthatók az anódfolyadékból.

A közönségesen használt káliumpermanganátnál körülbelül tízszer jobban oldódó calciumpermanganát úgy állítható elő, hogy porított calciumcarbonáttal közömbösítjük az anódfolyadékot. Ekkor oldhatatlan calciumfluorid, calciumsulfát és az anódfolyadék manganifluoridjának hydrolyzisz terméke, manganoxid keletkezik, mely csapadék a calciumpermanganát-oldattól szűréssel eltávolítható. E csapadékból a hidrogénfluorid és mangán regenerálható, úgyhogy mint egyedüli melléktermék, csakis gipsz esik el az eljárásnál. A calciumpermanganát-oldatot csak kevés gipsz szennyezi, mely azonban az oldat további bepárlásakor, mint jelentékenyen oldhatatlanabb, először esik ki.

4. Más fémpermanganátok közvetlen előállítására oldható fémszulfátokkal való cserebomlás útján különösen a *strontiumpermanganát* alkalmas, mert a képződő strontiumsulfát a gipsznél oldhatatlanabb.

EINE NEUE DARSTELLUNGSWEISE DER PERMANGANATE.

Zusammenfassung der Ergebnisse.

Von LADISLAUS v. PUTNOKY und BÉLA v. BOBEST.

Zweck vorliegender Arbeit war die nach einer früheren Mitteilung¹ bei der Elektro-oxidation von fluorwasserstoffsäuren Manganosulfatlösungen erhaltliche Anodenflüssigkeit auf verschiedene Permanganate aufzuarbeiten.

I. Systematisch durchgeführte Diafragmenversuche ergaben schliesslich die Möglichkeit der Herstellung von Diafragmen, die bei Gegenwart von freier Schwefelsäure und Fluorwasserstoffsäure entschieden besser standhalten, als die besten Tondiafragmen, welche letztere nach 60—80 Stunden Elektrolyse schon infolge des starken Angriffs der Fluorwasserstoffsäure unbrauchbar werden.

Die entsprechend gefertigten neuen Platten sind aus 90 T. Fluorit 5 T. Kryolithmischung bei 750° C gebrannt. Die eventuellen Verunreinigungen (SiO_2) der Platten werden in den ersten 5—7 Tagen herausgelöst. Danach sind die durchschnittlichen Gewichtsabnahmen der Platten pro Tag der Elektrolyse ca. 0.1 %.

II. Es ist möglich, den Natur-Braunstein so aufzuschliessen, dass die Lösung als Anodenflüssigkeit Verwendung finden kann.

a) Aufschliessung mit schwefliger Säure zu Manganosulfat.

¹ L. v. PUTNOKY: Direkte elektrochemische Darstellung der Permangansäure aus Manganosalz-lösungen.

b) Die nach a) gewonnene Manganosulfatlösung mit Fluorwasserstoffsäure versetzt und mit Roh-Braunstein-Pulver gemischt gibt *Mangani*-Lösungen, deren Elektro-oxidation zu Permangansäure selbstverständlich weniger Strom verbraucht.

III. Die fertige Anodenflüssigkeit, welche neben freier Permangansäure Fluorwasserstoffsäure, Schwefelsäure und Mangansalze enthält, kann vorzugsweise auf das sehr gut lösliche Calciumpermanganat aufgearbeitet werden.

Die näheren Umstände dieser Aufarbeitung wurden eingehend verfolgt. Ausserdem wird die Bereitungsmöglichkeit anderer Erdalkalipermanganate und die der Alkalipermanganate beschrieben.

Das dem Calciumpermanganat ganz ähnlich gewinnbare Strontiumpermanganat ist vorzugsweise geeignet im Wege der chemischen Wechseleinwirkung auf lösliche Metallsulfate zur Darstellung der verschiedensten Metallpermanganate, da das sich somit bildende Strontiumsulfat bedeutend unlöslicher als Gips ist.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften, den 2. Juni 1930.)

ADALÉK AZ IONVEZETÉS MECHANIZMUSÁNAK ISMERETÉHEZ.

GYULAI ZOLTÁN egyetemi magántanártól.

Míg a fémek elektromos vezetésére szigorúan érvényes az OHM törvénye, a szilárd ionvezetőknél eltérések észlelhetők. Az eltérés legtöbbször abban áll, hogy magasabb feszültségnél a vezetőnek kisebb az ellenállása, mint alacsonyabb feszültségnél. Az eltérések egyike mindig fellép és jellemző az ionvezetőkre és abban áll, hogy kb. 0—1 Volt feszültségi intervallumban¹ az ellenállás abnormisan magas, míg hirtelen esik és innen kezdve állandó, vagyis érvényes az OHM törvénye. Ez a jelenség annyira jellemző, hogy fel lehet használni annak eldöntésére, hogy egy vezető ion-, vagy elektron-, vagy vegyesvezető. A másíkféle eltérés tiszta ionvezetőknél is csak bizonyos viszonyok mellett lép fel és általában abban áll, hogy a vezető ellenállása magasabb télerősségeknél kisebb lesz. Ha tehát felvesszük az áramfeszültségi görbét, nem egyeneset kapunk. Ezt a jelenséget részletesebben tanulmányozták magas — 10,000 Volt/cm és magasabb — télerősségek mellett.² Az eredmény az, hogy az észlelt ellenállás R és az alkalmazott télerősség X között a következő összefüggés áll fenn:

$$\log R = D - CX,$$

hol D és C állandók. Ezt az összefüggést elméletileg levezette GÜNTHER—SCHULTZE³ abból a feltevésből, hogy a vezető belsejében

¹ E. FRIEDRICH : Zeitschrift f. Elektrochemie. 32. (1926) 576. oldal.

² H. SCHILLER : Ann. d. Phys. 81. 31. és N. SEMENOFF és A. WALTER : Die Physikalischen Grundlagen der elektrischen Festigkeitslehre. Berlin, Springer, 1928. 71. oldal.

³ GÜNTHER—SCHULZE : Phys. Zeitschrift. 24. 1923. 212. oldal.

a katód oldaláról szabad elektronok lépnek be, melyek a nagy térerősségben ütközési ionizációt hoznak létre, miáltal az áramot közvetítő ionok száma a feszültség növekedésével nő.

Az említett eltérés az OHM törvényétől fellép azonban oly kis térerősségek mellett¹ is — az észlelések szerint 500 Volt/cm-től lefelé, — melyeknél ütközési ionizáció lehetősége (tekintettel a rövid, szabad úthosszakra és rugalmatlan ütközésre) — igen kevésbé valószínű.

Egy sajátos esete az ionvezetésnek, melynél szintén eltérés van az OHM törvényétől, a GUDDEN és POHL által fényelektromos sekundár-áramnak nevezett fényelektromos áramrésznél,² mely például *HgS* esetében a feszültséggel a lineáristól eltérően emelkedik vagy esik, a megvilágítás erőssége szerint. GUDDEN és POHL vizsgálatai szerint a sekundár fényelektromos áramnak a fényhez semmi köze nincs, hanem eredetét a fény által primár módon kiváltott elektronoknak köszöni. Szilárd testben egy ion-áram létrejötte SMEKAL³ szerint bizonyos lazakötésű ionok létezéséhez van kötve. Ezt kísérletileg igazolták GYULAI és HARTLY,⁴ akik egy ionrácstól (*NaCl*) mechanikus deformációnak vetettek alá, miközben egy erős áramot észleltek, mely áram aztán néhány perc múlva megszűnt.⁵ Épp így megszűnik a fényelektromos se-

¹ KÄMPF: *Ann. d. Phys.* 66. 1921. 463. oldal.

² GUDDEN és POHL: *Zeitschr. f. Phys.* 2. 1920. 361. 3. ábr. és B. GUDDEN: *Lichtelektrische Erscheinungen.* Berlin, J. Springer, 1928. 160. oldal.

³ A. SMEKAL: *Phys. Zeitschr.* 26. 1925. 707. és másutt.

⁴ Z. GYULAI u. D. HARTLY: *Zeitschr. f. Phys.* 51. 1928. 378.

⁵ *Megjegyzés a korrekturánál:* A. JOFFÉ egy a *Zeitschr. f. Physik* 62. kötet 11. és 12. számában (abgeschlossen am 3. Juli 1903, 730. old.) megjelent dolgozatban a mi nyomási effektusunkat a laza ion elmélettel szemben a polarizáció eltűnésével magyarázza. E felfogás helyességének eldöntésére szerintem egyelőre bizonyos kísérletekre van szükség. Már most meg lehet jegyezni, hogy a JOFFÉ által proponált magyarázattal nem lehet megmagyarázni az itt közölt eltérést az OHM törvényétől, továbbá az ionok leoldási munkájának csökkenését, mely jelenségről nemsokára a *Zeitschr. f. Physik*ben fogok beszámolni. Meg kell jegyezni még, hogy az elméleti értelmezések sem az itt közölt jelenségnek, sem pedig a HARTLY-val közölt nyomási jelenségnek, mint tapasztalati megállapításnak a jelentőségét nem érinti.

kundár-áram is a megvilágítás megszűnte után.¹ A laza ion-elmélet szerint tehát a fényelektromos sekundár-áram keletkezését úgy értelmezhetjük, hogy a fény által primár módon kiváltott elektronok az elektromos térben elmozdulván, megzavarják a kristály vagy kristallit belsejében az elektromos egyensúlyi állapotot, minek következtében egyes laza elhelyezésű ionok nyugalmi helyzetükből kimozdulnak és résztvesznek az áramban. A fényhatás megszűntével a primár elektronok megszűnnek, a mozgásban levő szabad ionok azonban csak lassanként képesek újra nyugalomba jutni. Az így keletkezett sekundár-áramnak a feszültségtől való függése érthető, ha meggondoljuk, hogy a szabad elektronok is általában kis eltolódásokat szenvednek, mely eltolódások a térerősséggel nőnek. Magasabb térerősségnél tehát egy elektron nagyobb térben zavarja meg az elektromos egyensúlyt és így több iont mozdit ki a helyéből.

Ez utóbbi elgondolást, mint munkahipotézist használva az ionvezetőknel, az OHM törvényétől észlelt eltérést úgy értelmezhetjük, hogy ha csak egyféle ionunk mozgékony, akkor OHM törvénye érvényes. Ha azonban egy ellentétes elektromos részecskénk is van a szilárd vezetőben, melynek elmozdulása az illető térelemben az elektromos egyensúlyt megzavarja, akkor az OHM törvényétől eltérést észlelhetünk.

A megvalósításra alkalmas anyag a többek között $PbCl_2$, mely TUBANDT² szerint tiszta anion-vezető, azaz a negatív Cl -ionok közvetítik csak az áramot és amely anyag azzal a tulajdonsággal bír, hogy ha hozzá 0·1—1%-ban KCl -t adunk, amely anyag tiszta kationvezető, akkor a keverék vezetőképessége az alapanyagénak többszörösére emelkedik, bár ugyancsak a vizsgálatok szerint az adalék KCl mérhető módon nem vesz részt az áramban. A keverék vezetőképességének nagymérvű megnövekedését úgy értelmezhetjük, hogy a KCl -nek mozgékony K -ionjai a környezetükben sok Cl -ionnak megakadályozzák a rácsszerkezetben a szilárd beépülését és így a vezetés számára SMEKAL

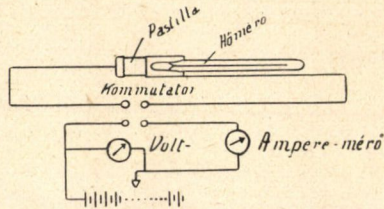
¹ B. GUDDEN: Lichtelektrische Erscheinungen. 162. oldal, 65. ábra.

² C. TUBANT u. H. REINHOLD: Zeitschr. f. Elektrochemie. 29. 1923. 313. oldal és R. KETZER: u. o. 26. 1920.

értelmében több laza ion áll rendelkezésre. Az áramnövekedés tehát a fényelektromos sekundár-áram analógonjaként értelmezhető és ezen gondolatmenet alapján várhatjuk, hogy ha a térerősséget változtatjuk, az OHM törvényétől eltérést kapunk.

A kísérletek az itt vázolt gondolatmenetet teljesen igazolták.

A mérés keresztülvitele a következő: Tiszta $PbCl_2$ -ből¹ 10 mm átmérőjű és 6—10 mm hosszú pasztillákat préseltünk. A préselés egy műhelysütóban történt és így a nyomóerőt, sajnos, nem adhatom meg. A KCl -t a $PbCl_2$ -be előzetesen N_2 atmoszférában beleolvasztottam, az olvadékot porrá törtem és e porból készült a pasztilla. Elektrodotokul SEITH² után a pasztillák végére préselt aranyfüstöt alkalmaztam. A feszültség mérhetése végett SEITH-tól eltérőleg, WHEATSTONE-híd helyett egyszerű feszültségi árammérési mód jött alkalmazásba. A kapcsolást az 1. ábra tünteti fel. A $PbCl_2$ egyenáram hatására azonban polarizálódna, ami az áramértékeket folyton változóvá



1. ábra.

tenné. Ennek elkerülése céljából az 1. ábra szerint az anódtelep áramát egy forgó kommutátoron át váltakozóvá tettem. A forgó kommutátort egy motor elég gyorsan hajtotta arra, hogy a kontrollmérések szerint a pasztillában keletkező polarizációs áramok még erős megterhelés után is kevesebbet tettek ki, mint az áthaladt áram ezredrésze. Ugyancsak kontrollmérések szerint egyenáram esetén már 10 másodpernyi áramhatás a pasztillában tized Voltokra menő polarizációs feszültséget hozott létre. A forgó kommutátornál egy aggályt keltő hibaforrástól lehetett tartani, nevezetesen a keféken fellépő átmeneti ellenállástól. Direkt mérések

¹ A $PbCl_2$ -t KAF KAHLBAUM-tól szállított ólomoxgyból (Zur analyse mit Garantieschein) dr. BRUCKNER Z. tanársegéd állította elő, melyért neki e helyen is köszönetet mondok, ugyancsak egyéb kémiai vonatkozású tanácsokért is.

² W. SEITH: Zeitschr. f. Phys. 56. 1929. 802. oldal.

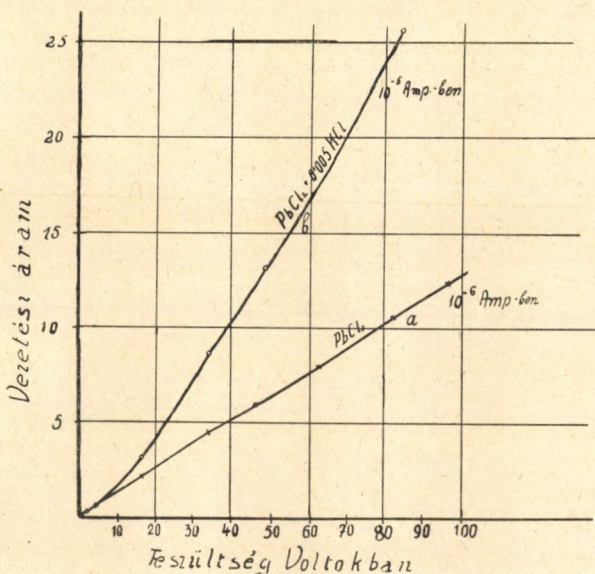
1. táblázat.

<i>PbCl</i> ₂ tiszta, 21·5° C-nál			<i>PbCl</i> ₂ +0·005 <i>KCl</i> , 19·5° C-nál		
feszültség Volt-ban	áram= $i=$ 10 ⁻⁶ Amp.- ben	specifikus áram= $\frac{i}{V}$ 10 ⁻⁶ Amp.- ben	feszültség Volt-ban	áram= $i=$ 10 ⁻⁶ Amp.- ben	specifikus áram= $\frac{i}{V}$ 10 ⁻⁶ Amp.- ben
1	0·150	0·150	1	1·18	1·18
2	0·263	0·130	2	2·50	1·25
4	0·536	0·159	4	5·39	1·34
16·3	2·102	0·129	16·3	31·00	1·90
34·3	4·420	0·129	34·6	86·40	2·49
46·1	5·930	0·128	48·5	131·00	2·70
61·3	7·910	0·129	84·9	255·70	3·01
82·1	10·500	0·128	—	—	—
96·2	12·310	0·128	—	—	—
192·2° C-nál			195·5° C-nál		
	10 ⁻⁴ Amp.	10 ⁻⁴ Amp.		10 ⁻⁴ Amp.	10 ⁻⁴ Amp.
1	0·405	0·405	1	3·63	3·63
2	0·846	0·423	2	8·56	4·28
4	1·720	0·430	3	13·95	4·65
16·2	6·960	0·430	4	19·15	4·79
34·2	14·700	0·430	5	24·68	4·94
62·1	27·280	0·440	6	31·58	5·26

szerint azonban a tiszta *PbCl*₂ pasztillákon 0·5, illetőleg 100 Voltnál mért specifikus vezetőképességek teljesen egyeztek, úgyhogy az átmeneti ellenállások a pasztilla tényleges ellenállása (10⁷...10⁸ Ohm között és 20°—300° C hőmérsékleti intervallumban) mellett nem jöttek számba. A pasztilla egy higanyhőmérővel együtt zárt üvegsőben nitrogén atmoszférában volt. Az üvegső egy kis elektromos kemencében foglalt helyet.

A mérési eredmények a következők: Tiszta *PbCl*₂ pasztillán

1—100 Voltig szigorúan érvényes az OHM törvénye. Ugyanezt a mérést végezve egy $PbCl_2$ pasztillán, melyhez 0.005 súlyrész KCl -t adtunk hozzá, az OHM törvénye nem érvényes. Egy mérési sorozatot tüntet fel az első táblázat egy tiszta és egy keverékpasztillán. A 2. és 5. oszlopok számait a 2. ábra a), illetőleg b) görbéje tünteti fel. Az OHM törvényétől való eltérést sokkal szembeutóbben szemlélteti a 3. ábra a) és b) görbéje. Míg az



2. ábra.

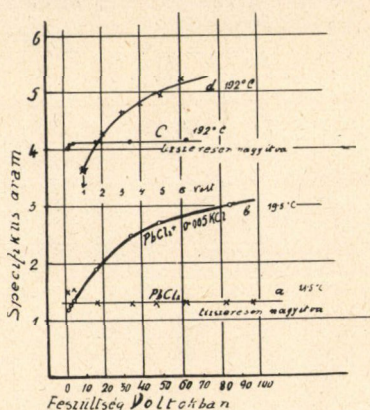
a) görbe praktice egy vízszintes egyenest ad, a b) görbe egy hirtelen emelkedő, majd telítéshez közeledő görbének látszik.

A méréseket különböző hőmérsékleteken végezve a viszony marad, azaz a tiszta $PbCl_2$ -ön bármely hőmérsékleten érvényes az OHM törvénye. A KCl hozzáadásával nyert pasztillán a 2. ábra b) görbe típusát nyerjük. Egy pár mérési sorozatot tüntet fel 195° -on a 3. ábra c), illetőleg d) görbéje. A specifikus áram görbéjének alakja függ a KCl koncentrációtól és valószínűleg a pasztilla előállításánál alkalmazott nyomóerőtől és préselési időtől.

Vizsgáljuk a tiszta $PbCl_2$ specifikus áramait kis feszültségek

mellett, ott is látunk egy kevés szisztematikusknak látszó eltérést. Hogy ebben a kevés eltérésben esetleges szennyeződéseknek a KCl hatásának megfelelő hatása is benne van-e, vagy csak a FRIEDRICH-féle¹ késlekedési jelenség és a kommutator átmeneti ellenállásából eredő hiba, az egyelőre még eldöntetlen. A kétféle görbe típus közötti eltérés azonban kétségen felüli.

Érdekes, hogy a specifikus áram-görbék tendenciát mutatnak vízszintes értékeket felvenni. Ezt úgy lehetne értelmezni, hogy vagy a pozitív K -ionok mozgási tere korlátolt, azaz nem



3. ábra.

képesek már újabb környezetbe lépni, vagy pedig úgy, hogy az egyes K -ionok a saját hatásszférájukból átlépnek a szomszédos K -ion szférájába, mikor is ott a lazítást már az előbbi K -ion elvégezte. Hogy e két felfogás közül melyik a helyes, azt további vizsgálatok dönthetik el.

Felvetődhetne most még a kérdés, hogy az egész hatás csak a pozitív K -ionok rovására írható-e, vagy bármely más ion képes ezt a hatást létrehozni. $BaCl_2$ szintén ionvezető, és pedig benne is alacsonyabb hőmérsékleten a negatív Cl -ionok közvetítik az áramot.²

¹ FRIEDRICH fentebb idézve.

² F. HABER u. TOLLUCZKO: Ann. d. Phys. 26. 1908. 928. oldal.

Ha tehát $PbCl_2$ -be $BaCl_2$ -t viszünk be, akkor idegen ionokat vittünk be az alapanyagba, azonban a mozgékony ionok minősége ugyanaz maradt. A mérések szerint — szintén különböző hőmérsékleteken végezve — sem a vezetőképesség értéke, sem pedig az OHM törvényének helyessége nem változott. Ez a kísérlet tehát egyelőre azt mondja, hogy az OHM törvényétől való eltérést egy oly ion-fajta okozhatja, mely az áramot közvetítő ion-fajta ellentétes töltésénél fogva fellazítani képes.

Végeredmény: Míg tehát a tiszta $PbCl_2$ -n az OHM törvénye érvényes, kis koncentrációban hozzáadott KCl az elektromos vezetés mechanizmusát úgy változtatja meg, hogy azon az OHM törvénye nem érvényes. Hogy ezen tapasztalati megállapítás milyen érvényességi határral bír, azt további kísérletek fogják eldönteni.

A vizsgálatokat a Természettudományi-alap támogatásával beszerzett eszközökkel végeztem.

Szeged, Ferenc József Tudományegyetem kísérleti fizikai intézete, 1930. május hó.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1930. június 2.-án tartott üléséből.)

BEITRAG ZUR KENTNIS DES MECHANISMUS DER IONENLEITUNG.

Von Z. GYULAI.

Es wird festgestellt, dass am $PbCl_2$ mit kleinem (0.005 Gewichtsteilen) KCl Zusatz das Ohmsche Gesetz in einem Feldstärkenbereich von 0—100 Volt/cm nicht gültig ist, wogegen es am reinen Grundmaterial gültig ist. Bei höheren Feldstärken scheint das Ohmsche Gesetz wieder in Gültigkeit zu treten. Die Erscheinung wird folgendermassen erklärt: Die beweglichen K Ionen verursachen durch ihre entgegengesetzte Ladung die bekannte Leitfähigkeits-Erhöhung der Mischung. Im elektrischen Felde erleiden die K Ionen eine kleine Verschiebung und so gelangen sie in neue Umgebung, wo sie auf neue Cl Ionen auflockernd wirken.

Szeged, Physikalisches Institut der Universität. Mai 1930.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften, den 2. Juni 1930.)

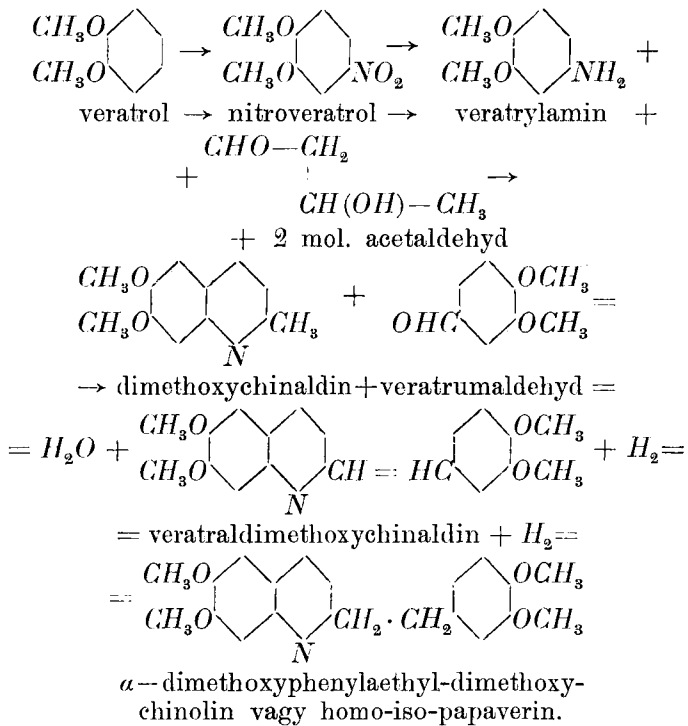
EGY HOMO-ISO-PAPAVERIN (ÉS LAUDANOSIN) SZINTÉZISE ÉS PHARMAKO-DYNAMIKAI HATÁSA. I.

(I. rész, egy diszubsztituált chinaldin,
a **B-2-3**-dimethoxychinaldin szintézise.)

KONEK FRIGYES I. tagtól.

A papaverin ópiumalkaloida szerkezetére és szintézisére vonatkozó tudományos irodalom kimerítő tanulmányozása azt a meggyőződést érlelte meg bennem, hogy egy gyakorlati értékű, azaz technikailag keresztülvihető papaverinszintézis legfőbb akadálya éppen az isochinolin struktúrában keresendő, mert az eddig megismert és alkalmazott laboratóriumi módszerek és eljárások valamennyien abban egyeznek, hogy az ő előírásuk szerint előállított isochinolin vagy isochinolinszármazék mennyiségileg olyan alárendelt, termelési költsége viszont olyan nagy, hogy az a természetes produktummal, ez esetben az ópiumból kitermelt papaverinnel nem versenyezhet. Ezen tény megismerése után nem látszott érdektelennek kísérletileg feleletet adni arra a kérdésre, vajjon azok a szintétikai nehézségek, amelyekkel az isochinolinsorozatban lépten-nyomon találkozunk, megvannak-e a chinolin kémiájában is? Vagy egy speciális isochinolinszármazék esetében — mint amilyen a papaverin is — a kérdés az volna: megkísérelni egy megfelelő chinolinszármazéknak, szóval egy «iso-papaverinnek» a szintézisét; meggyőződni arról, hogy mekkorák itt a technikai nehézségek; főleg pedig bizonyosságot szerezni arranzve, hogy az isochinolingyűrű felcserélése a chinolinével milyen elváltozást okoz a szintétikus alkaloida fiziológiai hatásában? Célul tűztem ki tehát magamnak egy «chinolin-papaverin» szintézisét, amely szerkezetileg csak annyiban különbözik az «isochinolin-papaverintól», vagyis a természetes ópiumalkaloidától, hogy a nitrogénatom és a benzylcsoport helyei benne fel vannak cserélve. Miután meg-

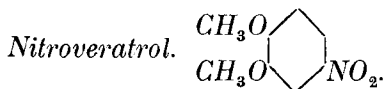
győződtem azonban arról, hogy egy «*α*-dimethoxybenzyl-dimethoxychinolin» molekulának szintézise, ha nem is több, de legalább is annyi kísérleti nehézségbe ütközik, mint a megfelelő isochinolinszármazéké: megváltoztattam eredeti tervemet és könnyebben véltem célhoz jutni egy «homo-isopapaverin» szintézisével, per analogiam következtetve, hogy a homologia nem fogja a fiziológiai hatást lényegesebben befolyásolni. Szintézisem alap gondolata egy dimethoxychinaldin előállítása, és ennek reakcióképes methylcsoportjának veratrumaldehyddel való kondenzációja, majd az így kapott olefintermékeknek, a veratraldimethoxychinaldinnek redukcója, illetve telítése a korrespondáló benzylszármazékká. A szintézis tehát három főfázisra tagozódik; úgymint 1. az új, 2—3-dimethoxychinaldin előállítására; 2. ennek kondenzációjára veratrumaldehyddel és 3. az így kapott telítetlen terméknek hydrogenizációjára. A szintézis menetét a következőképpen gondoltam el megvalósíthatónak: •



De bármily egyszerűnek lássék első pillanatra ez a reakció-folyamat, gyakorlati kivitele annyi előre nem látott nehézséget támasztott (amelyeket máig sem sikerült teljesen kiküszöbölni), hogy mai előadásomban csak a szintézis első fázisáról nyilatkozhatom részletesebben, míg a kondenzációra, a hidrálásra és a végső termékkel végzendő összehasonlító fiziológiai kísérletekre egy későbbi előadásomban fogok még egyszer visszatérni. Előre volt látható, hogy az egész munka legnehezebb, legkényesebb feladata az új substituált chinaldinnek DÖBNER—MILLER nyomán való szintézise lesz, mert teljesen bizonytalan volt, hogy a veratrylamin mikép fog ezzel a különben is felette kényes szintézissel szemben viselkedni. Balsejtelmem nem volt megokolatlan, mert több mint félévi kísérletezésbe került, míg ennek a reakciónak lefolyása minden irányban tisztázódott, úgy hogy lehetséges volt végre a keresett substituált chinaldinbázisnak karakterizálása és jó eredménnyel, nagyobb mennyiségben való előállítás. Átvergődve a szintézis ezen legkényesebb fázisán, remélhetem, hogy a veratrumaldehyddel való kondenzáció és a kondenzációs terméknek egy homo-iso-papaverinné való hidrálása nem fog már leküzdhetetlen kísérleti nehézségekbe ütközni.

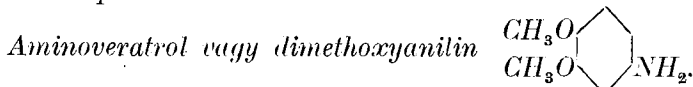
KÍSÉRLETI RÉSZ.

DOKTAY JÁNOS kísérletei nyomán.



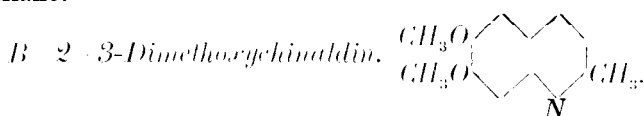
Ezen nitroszármazék előállításához szükséges veratrolt eleinte magunk készítettük pyrocatechin illetve guajakolból dimethylsul-fattal alkalikus közegben. Később a «Chemische Fabrik von Heyden, Radebeul-Dresden» rendelkezésünkre bocsátott vagy 600 gramm tiszta veratrolt, amiért e helyen is köszönetet mondunk neki. 17, különböző körülmények között végrehajtott nitrálási kísérlet után végül a következő eljárásban állapodtunk meg, amely a keresett nitrovegyületet izomérektől mentesen és majdnem quantitativ termeléssel szolgáltatatta. E szerint 5 gramm veratrolt feloldunk 15 cm³ jégcetben s folytonos keverés közben

körülbelül 5%-kal a számított mennyiségnél többet adunk hozzá kis részletekben előzőleg megtitrált 1 az 5-höz hígított salétromsavból. Ilyen hígítás mellett a reakció nem rögtön, hanem csak néhány pere múlva áll be, amit abból is láthatni, hogy a csaknem szintelen oldat halványsárga, majd vörös lesz. Ezt a színeződést, amely a reakció lefolyásával párhuzamosan halad, hol melegítéssel gyorsíthatjuk, hol pedig hűtéssel lassíthatjuk. Ha a nitrálás befejeződött, az oldat rubinvörös és vízihígításra nem választ ki olajcseppeket. Most az oldatot vékony sugárban, keverés közben jeges vízbe öntjük, mire a nitroveratrol apró kanárisárga kristályok alakjában azonnal kiválik és leszűrhető. Termelés quantitativ s a nyers termék minden gyantás anyag vagy egyéb szennyezéstől mentes. Metanol vagy etanolból szépen kifejlett oszlopos vagy lapos kristályokban jegecedik, amelyeknek állandó olvadáspontja 99° ; ami arra mutat, hogy ez eljárás szerint kizárólag csak a keresett meta-paranitrovegyület keletkezik, míg izomérje, az úgynevezett ortho-veratrol még nyomokban sem képződik.



A nitroveratrol redukciónál a megfelelő bázissá a szokott módon, mégpedig úgy végeztük, hogy 8 gramm nitrovegyületet 27 cm^3 conc. sósavban suszpendálva 12 gramm ónnal redukáltunk, vagy pedig előzőleg ecetsavban oldottuk a nitrotestet és úgy adtuk hozzá az ónt és sósavat. A sósav elhasználásával párhuzamosan kiválik az aminoveratrol chlorhydrátja, mivel az a sav kis feleslegében már nem oldódik. A kiválás csaknem quantitativ és a fehér kristályok könnyen leszűrhetők. Metanolból nagy fehér oszlopokban kristályosodik. Ha a só nem egészen tiszta, a levegőn, főleg fényhatásra csakhamar bomlik és idővel meg is feketedik. Vízen is jól oldódik; forrón 3:10 arányban; ebből is kristályosítható. Ha vizes oldatát megalkálizáljuk, a kiváló szabad bázis a levegőn azonnal színeződik; ezt elkerülendő aether vagy benzol alatt végezzük a bontást és a felszabaduló bázist rázással azonnal átvisszük az oldószerbe. Benzol annyival alkalmasabb erre, mint aether, mivel melegebben dol-

gozhatunk vele. Átkristályosításra aethert, alkoholt vagy benzolt is használhatunk. A tiszta bázis fehér, a levegőn csak lassan szürkülő oszlopos kristályokat alkot, amelyek 85°-nál olvadnak. Oldhatósági viszonyaira elég karakterisztikus, hogy 15 cm³ forró víz képes 1 gramm szabad bázist feloldani. Metanolos oldatából pikrinsav sárga pikrátot választ ki, mely a forró oldószerben feloldódik és kihűlve lapos táblás kristályokban újból leválik. Vaschlorid a vizes oldatot vörös-ibolyára festi. Diazonium származéka β -naphtollal erősen vörösbe hajló narancsszín azofestéket létesít. Eltérőleg az anilintól a dimethoxyanilin vízgőzzel nem illanó.



Egy ezen általunk veratrylaminből paraldehyddel DÖBNER—MILLER szerint szintetizált chinaldinszármazékkal izomér «*B*—3-methoxy—*Py*— γ -methoxychinaldint» már CONRAD és LIMPACH is állítottak elő [Ber. 21, 1650 (1888)] oly módon, hogy a paranisidin és acetecetester kondenzációja révén kapott «*B*—3-methoxy—*Py*— γ -oxychinaldinben» a pyridingyűrű hidroxiljét chlorphosphor segítségével chlorral, a halogént pedig natrium-methyláttal helyettesítették a methoxyglyökkal. A különbség a CONRAD—LIMPACH és a mi chinaldinsubstitutio-termékünk között a két methoxyglyök helyzetében rejlik; mert míg az ő esetükben a két methoxyglyök megoszlik benzol és pyridingyűrű között, addig az általunk előállított izomérben a két substituens a benzolgyűrűben van koncentrálván. A rendelkezésünkre álló szakirodalomban a mi dimethoxychinaldinünk nem volt feltalálható; miért is új vegyületnek kell azt tekintenünk. A DÖBNER—MILLER-féle szintézisnek a veratrylaminre való alkalmazása meglehetősen nehéz feladat elé állítja a kísérletezőt. Ha már magának az anilinnak a chinaldinizálása is nem nevezhető egyszerű kémiai műveletnek; úgy természetes, hogy egy dimethoxyanilin esetében — a végtermék jó eredménnyel és tisztán való előállítása szempontjából — még sokkalta több kísérleti nehézséggel kellett megküzdenünk. Sok időt rabló próbálgatás után végül a

következő eljárásban állapotunk meg: 17 gramm finomra porított átkristályosított veratrylamint kis lombikban 25 cm³ füstölő sósavval elegyítünk s a forró tömegre 15 gramm paraldehydet öntünk és az egészet jól összekeverjük. A pépes tömeg azonnal színeződik, zöld, majd barna lesz, erősen lehül s végül granátvörös színű homogén folyadékot kapunk. Célszerűnek bizonyult a lombikot addig, míg ez a színváltozás bekövetkezik, dugóval elzárni. A reakció vége felé az oldat ismét felmelegszik, sőt eléri a 65—75°-ot is.

Hogyha most — a reakciótermék elkülönítése céljából — úgy akarunk tovább eljárni, mint ahogy az a chinaldin esetében szokásos, t. i. megalkalizáljuk a reakcióelegyet és vízgőzzel desztilláljuk, a mi esetünkben még akkor sem érünk célt, ha túlhevített vízgőzt alkalmazunk. A nagy mennyiségben keletkezett melléktermékek viszont illuzórikussá tesznek minden — legkülönbözőbb oldószerekkel — megkísérelt kirázási vagy extrahálási eljárást; egyetlen egy esetben sem sikerült az így kapott kivonatokból a tiszta chinaldinbázist előállítani.

Végül egy egyszerű fogással mégis csak sikerült a keresett reakcióterméket közvetlen a nyers elegyből tiszta chlorhydrátja alakjában elkülöníteni; ha ugyanis a reakcióelegyhez — a kondenzáció befejezte után körülbelül $\frac{1}{4}$ térfogatnyi alkoholt és ugyanannyi aethert adunk s hűtőkeverékben, —10—15°-on állni hagyjuk, bizonyos idő múlva a keresett chinaldinbázis chlorhydrátja szép kristályok alakjában kezd kiválni; mennyiségük meghaladja a 8—8·5 grammot, ami a reakcióba vitt veratrylaminre számítva körülbelül 50%-os hozadéknak felel meg. A kristályokat a szűrőn kevés alkohol-aetherkeverékkel kimossuk és forró etanolból átkristályosítva, hófehér hosszú tűkben kapjuk, amelyek 220—225°-on barnulva elbomlanak és vízben igen jól oldódnak. A sósavval megsavanyított vizes oldat platinchloriddal narancsszínű kristályos chloroplatinat csapadékot ad, amely sósavtartalmú vízből átkristályosítható; 238—240°-on olvad és két molekula kristályvizet tartalmaz, amely a szárítóban, 100—110°-on eltávozik.

Elemzések: 0·2754 gr légszáraz só adott 0·012 gr súlyvesztéséget (vizet); 0·2640 gr állandó súlyig kiszáritott só elhamvasztva adott 0·0622 gr fémplatinát; ebből

Talált $H_2O = 4.14\%$;

Számított $H_2O - \alpha(C_{12}H_{13}O_2N.HCl)_2.PtCl_4 + 2H_2O$ képlet szerint $H_2O = 4.22\%$.

Talált $Pt = 23.56\%$;

Számított $Pt - \alpha(C_{12}H_{13}O_2N.HCl)_2.PtCl_4$ képletből $Pt = 23.89\%$.

Ha a chlorhydrát vizes oldatát natriumbicarbonattal titelítjük, a szabad bázis, mint sűrű fehér olaj kiválik és leülepszik; sokszor azonban oldatban is marad. A konyhasóval telített oldatból aetherrel vagy benzollal kirázható. Ha az aetheres kivonatot $-10-12^\circ$ -ra hűtjük, a chinaldin apró fehér kristályok alakjában kiválik és tömörül. Az aether elpárolása után gyakran szintelen olaj alakjában marad vissza, amely azonban beoltásra — néha pusztá karcolásra is — csakhamar jégszerűen megmerevedik. Állandó olvadáspont 103° . Az új chinaldinbázis alkoholban, benzolban korlátlanul, aetherben igen jól oldódik; sőt hideg víz is oldja, mégpedig elég jelentékenyen; amennyiben 1 gramm bázis már 7—8 cm^3 vízben feloldódik. Míg aetherből szintelen kristályok alakjában tisztán nyerhető, addig benzolból egy molekula kristálybenzollal nagy, halványan színezett oszlopok válnak ki. A kristálybenzol 100° -on eltávozik, de csak lassan és nem teljesen. A methoxyl-meghatározáshoz — mivel az látszott leg-tisztábbnak — a benzolból átkristályosított bázist használtuk.

Elemzések: 1. 0.1509 gr anyag a ZEISEL-féle methoxyl-meghatározásnál adott 0.2571 gr *Agl-t*;

2. 0.0993 gr anyag adott 0.1689 gr *Agl-t*; ebből

Talált $OCH_3 = 22.46\%$ (1);

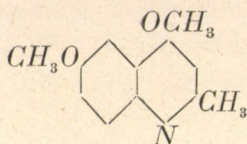
Talált $OCH_3 = 22.43\%$ (2);

Számított OCH_3 — érték a $C_{12}H_{13}O_2N +$

C_6H_6 képletből — $OCH_3 = 22.06\%$.

Az új chinaldinbázis további jellemzésére előállítottuk a pikrátot, amely forró vízből vagy alkoholból sárga kristályok alakjában jegecedik; amelyek 218° -nál bomlás közben olvadnak. A fiziológiai hatást illetőleg egyelőre csak annyit kívánunk megjegyezni, hogy már a szabad bázis is a nyelvre hozva narkotikus ízű és sajátságos égető, zsibbasztó (érezstelenítő) hatást fejt ki.

Végül nem lesz érdektelen, ha az általunk veratrolból szintetizált meta-para-dimethoxychinaldint összehasonlítjuk egyetlen, eddig az irodalomban ismertetett izomérjével, a CONRAD és LIMPACH által — már több mint negyven évvel ezelőtt — más úton (paraanisiden és acetecetesterből) előállított para- γ -dimethoxychinaldinnel; amely összehasonlításból kitűnik, hogy a két «trans-nukleár» izomér eddig észlelt kémiai és fizikai tulajdonságaiban nem sokat különbözik egymástól.



CONRAD—LIMPACH. (1888)

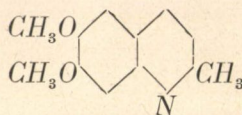
Tű- vagy prizmaalakú kristályok.

Olvadáspont 94°

Könnyen oldódik benzolban; jól aetherben és alkoholban

Vízben oldhatatlan.

Sók.



KONEK—DOKTAY. (1930)

Nagy prizmák vagy tűk.

Olvadáspont 103°

Vízben oldható.

Chlorhydrát, pikrát és chloroplatinát.

Előzetes kísérletekben meggyőződünk arról, hogy a dimethoxychinaldinünk, veratrumaldehyddel, kondenzálható. A kondenzációt eddig háromféleképpen végeztük; 1. a két anyag molekuláris mennyiségeinek puszta összeömlesztése (80°) és $110-150^{\circ}$ -ra való felhevítésével; 2. vízkihasító anyagul chlorzinket alkalmaztunk és 3. feles ecetsavanhydridben — annak forrponjtja körül — kondenzáltunk. A kondenzációs terméknek a melléktermékektől és a változatlan kiindulási anyagoktól mentes és tiszta állapotban való előállítása eddig még teljesen nem sikerült. Erre vonatkozó kísérleteink részletes leírását egy későbbi közlemény számára tartjuk fenn.

ÜBER SYNTHESE & PHARMAKO-DYNAMISCHE
WIRKUNG EINES HOMO-ISO-PAPAVERINS
(UND LAUDANOSINS) I.

I. Synthese eines neuen disubstituierten — des *B*-2-3-
Dimethoxychinaldins.)

Von korr. Mitgl. FRITZ v. KONEK.

(Experimentell bearbeitet von JOHANN v. DOKTAY).

Nachdem sich Vortragender von den Schwierigkeiten einer technisch möglichen Papaverinsynthese überzeugte, stellt er sich die Aufgabe ein isomeres «Chinolin-Papaverin» synthetisch aufzubauen, in der Hoffnung, hier nicht so grossen experimentellen Schwierigkeiten, wie in der Isochinolinreihe zubegegnen. Ausserdem interessieren ihn in erster Reihe die physiologischen Eigenschaften eines solchen Papaverinisomeren. Er will dieses Ziel auf folgendem synthetischen Weg erreichen: Veratrol → Nitroveratrol → Aminoveratrol → meta-para-Dimethoxychinaldin (Kondens. mit Veratrumaldehyd) → Veratral-Dimethoxychinaldin → Dimethoxybenzyl-Dimethoxychinaldin oder α -Dimethoxyphenylaethyl-Dimethoxychinolin oder Homo-Iso-Papaverin. Vorläufig beschränkt er sich auf Beschreibung der Synthese des meta-para-Dimethoxychinaldins, die sehr viel experimentelle Schwierigkeiten bot. Dieses stellt das zweite dimethoxylierte Chinaldin dar; der erste Vertreter dieser Reihe war das von CONRAD & LIMPACH im Jahre 1888 synthetisierte transnuclearisomere *p*- γ -Dimethoxychinaldin. Die Kondensation des neuen Chinaldins mit Veratrumaldehyd & Hydrierung des Kondensproduktes ist Gegenstand einer späteren Mitteilung.

(Aus der Sitzung vom 2. Juni 1930 der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften.)

A PAPAVERIN (ÉS LAUDANOSIN) TECHNIKAI ELŐÁLLÍTÁSÁNAK PROBLÉMÁJA.

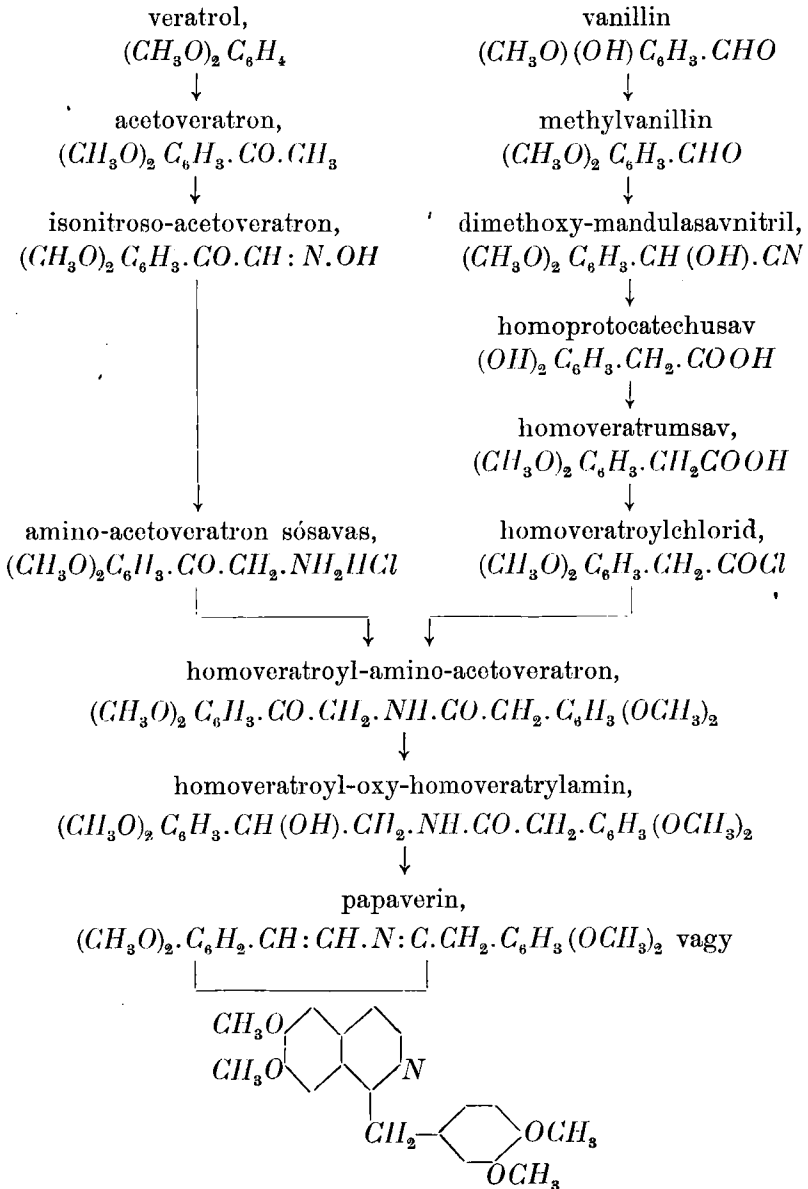
KONEK FRIGYES 1. tagtól.

A papaverin az ópium alkaloidák isochinolin-csoportjának egyik képviselője; GOLDSCHMIDT GUIDO klasszikus — a múlt század nyolcvanas-kilencvenes éveire visszanyúló — kutatásai alapján egy « α -dimethoxybenzyl-dimethoxyisochinolin»; *N*-methyl-tetrahydroszármazéka pedig kísérője a laudanosin. Elismert kitűnő spazmolitikus — görcsoldó — hatásánál fogva a papaverin a modern terápiában előkelő helyet vívott ki és biztosított magának. Innen és abból a körülményből kifolyólag, mely szerint még a legjobb minőségű ópiumban is csak legfeljebb 1 % papaverin foglaltatik: érthető az intenzív kereslet, amely a kínálatot messze fölülmúlván azt eredményezte, hogy az alkaloida világpiaci ára a legutóbbi időben legalább ötszörösére emelkedett.

Ez az árszökkenés újból előtérbe tolta a papaverin technikai szintézisének kérdését, illetve lehetőségét, és körülbelül félévvvel ezelőtt prominens orvosi és gyógyszerési körökből azzal a kéréssel fordultak hozzám, hogy dolgozzak ki egy technikailag is értékelhető papaverinszintézist. Erre a felszólításra — hogy t. i. ez a probléma egyáltalában megvalósítható-e, — csak az idevágó rendkívül gazdag és kiterjedt irodalom teljes megismerése után lehetett érdemleges és határozott választ adni. A papaverin többi ópiumalkaloidtársától főleg abban különbözik előnyösen, hogy kémiai szerkezete minden kétséget kizáróan meg van állapítva és aránylag egyszerűbb, mint például az ópiumcsalád úgynevezett phenantroid-csoportja legismertebb képviselőjének, a morphinnek a szerkezete, amely ma is ingadozik még. A papaverin szerkezeti képletét körülbelül 40—45 évvel ezelőtt GUIDO GOLDSCHMIDT állapította meg, — mint azt már fentebb említettem; — klasszikus ez irányú kutatásai az alkaloid kémia leg-

alaposabb és legszebb fejezetei közé tartoznak. Megállapítást nyert, hogy a papaverin egy dimethoxy-isochinolin, amely alpha helyzetben egy dimethoxybenzylcsoportot tartalmaz. Ezen tényállás kísérleti megismerése és leszögezése után nemsokára megindultak az első szintetikai szárnypróbálgatások is. Az isochinolin és substituált származékainak szintézisére vonatkozó nagyszámú kísérletek felsorolásának és méltatásának elmellőzésével rátérek mindjárt az első teljes papaverinszintézisre, amelyet PICTET, a neves genfi kutató 20 évvel ezelőtt szerencsésen megvalósított és publikált [Ber. 42, 2943 (1909)]. PICTET a papaverin molekulát kétféle kiindulási anyagból építi fel és szintézisének menete a következő: (L. 3. old.)

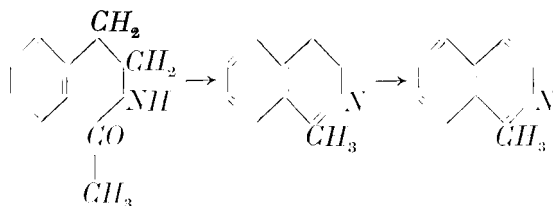
Ezen szintézis legnagyobb kísérleti nehézsége a homoveratroyl-amino-acetoveratron, illetve a megfelelő sekundér-alkoholnak dihydro-, illetve isochinolin gyűrűzáródása, amely P_2O_5 segítségével víz kihatása közben történik és olyan rossz eredményt szolgáltat, hogy technikai kivitele eleve kizártnak látszik lenni. Magának PICTET-nek is mindössze 0·8 gramm ilyen úton szintetizált papaverint sikerült kapnia, amely fontosabb fizikai és kémiai tulajdonságaiban a természetes ópiumalkaloidával teljesen megegyezett. A genfi iskolának — PICTET és munkatársainak — e téren szerzett kísérleti tapasztalatai és elég kívánnivalót hagyó eredményei úgy látszik, egy időre elvették a szintétikusok kedvét attól, hogy továbbra is foglalkozzanak a papaverin problémával; a tudományos szakirodalomban is alig találkozunk számottevőbb munkával. Csak a legújabb korban lendül fel ismét az érdeklődés s az utolsó évek publikációi között neves kutatókkal találkozunk, akik célul tűzték ki maguknak a papaverin technikai előállítását. A dolog természetében rejlik azonban, hogy ezek a munkák sem térnek el lényegesen attól a csapástól, amelyen már PICTET is haladt, s annak gyakorlati eredményeit is csak vajmi kevéssel javíthatták. Említésre méltónak találok ROSENMUND, kielii egyetemi professor fáradozásait, aki [Ber. 60 (1927) 396] annyiban változtatott a PICTET-féle kiindulási sémán, hogy veratrol helyett a dimethoxy-fahéjsavból aránylag könnyen előállítható dimethoxy- ω -nitrostyrolt választotta szintézise egyik komponenséül; amelyből methanol



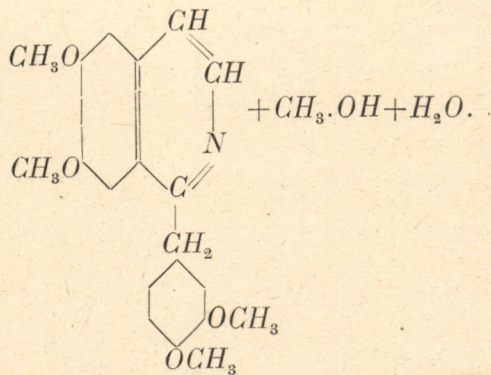
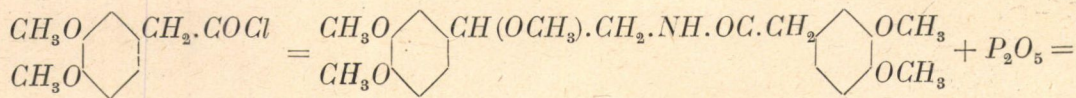
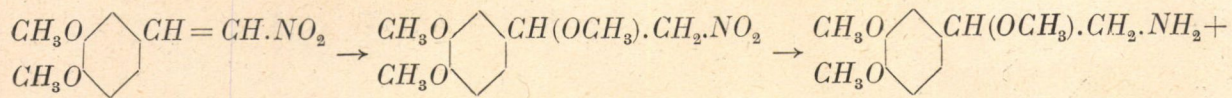
addíció és redukcióval eljutott a megfelelő substituált phenyl-aethylaminhez és ezt a bázist homoveratrum-savchloriddal a megfelelő savamiddé kombinálva eljutott végre egy szintétikus termékhez, amelyben forró toluolban feles mennyiségű P_2O_5 -al bezárva az isochinolingyűrűt, végül egy olyan anyagot kapott, amely hosszas tisztítás után a természetes ópiumpapaverin összes kémiai és fizikai tulajdonságaival bírt, szóval szintétikus papaverin volt. A szintézis menetét mutatják a következő képletek: (L. 5. old.)

Hogy a phosphorpentoxyddal végrehajtott vízkihasítás, illetve isochinolingyűrűzáródás milyen gyatra hozadékot ad: annak illusztrálására idézem a szerzőt, aki maga is beismeri, hogy 2 gramm homoveratroyl-dimethoxy- α -methoxy-phenyl-aethylaminből csak 0.13 gramm szintétikus papaverint, vagyis a theoretikusan várható mennyiségnek alig 5—6%-át sikerült kinyernie.

ROSENMUNDdal egyidőben MANNICH, berlini professzor is célhoz ért; ugyanazon az úton haladt, csak az utolsó kondenzációhoz nem phosphorpentoxydot, hanem oxychloridot használ és így valamivel jobb hozadékot ért el. Hogy mennyire aktuális a papaverin technikai szintézisének problémája, misem bizonyítja jobban, mint az a tény, hogy SPÄTH ERNŐ, a bécsi egyetem nagynevű alkaloidkemikusa is — akinek nevéhez fűződnek a modern alkaloidkutatás és szintézis legszebb eredményei — rászánta magát ezen kérdés újból való kísérleti átdolgozására és eredményeit két nagyobb publikációban közli (Ber. 60, 704 és 63, 134). SPÄTH mindjárt a probléma Achilles-sarkánál a rég ismert BISCHLER—NAPIERALSKY-féle isochinolin szintézisnél [Ber 26 (1893), 1903]:



ragadja meg a kérdést és ennek silány eredményeit igyekszik megjavítani a modern laboratóriumi szintétikus munka minden vívmányának a felhasználásával.



Eltérőleg ROSENMUND-tól, SPÄTH ragaszkodik az eredeti PICTET-féle reakciómenethez, vagyis dihydropapaverint szintetizál oly módon, hogy az isochinolingyűrűzáródást magasabb hőfokon, forró tetralinban — 200—205°-on — phosphor-pentoxiddal hajtja végre és a keletkezett dihydrobázist a reakciócsapadékból pikrát alakjában izolálja és tisztítja. A dihydropapaverinnek papaverinné való oxidációját, ami tudvalevőleg PICTET-nek nem sikerült, SPÄTH úgy valósította meg, hogy a hydrobázist 40%-os palladiumasbesttel körülbelül egy óráig 200°-ra hevíti, mikor is a dehydrogenizáció elég simán végbemegy s végeredményben 70% papaverin keletkezik. Így eljárva a bécsi kutatónak egy ízben sikerült 0.9 gram szintétikus papaverin birtokába jutnia, amelynek a természetes ópiumalkaloidával való teljes azonos voltát sikerült neki az összes kémiai-fizikai tulajdonságok összehasonlításával bebizonyítania.

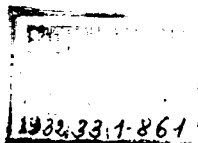
Eddig a tudományos szakirodalom! Ha annak a rengeteg kutató munkának — amit eddig a papaverin-problémára fordítottak — a gyakorlati eredményét nézzük, be kell vallanunk, hogy az — eltekintve a gondolatmenetek genialitásától — mennyiségileg és gyakorlatilag vajmi csekély; mert sem PICTET, sem ROSENMUND, sem PICTET-SPÄTH szerint eljárva, nem szintetizálhatunk papaverint, amelynek előállításának költsége vetekedhetnék az ópiumból kinyert természetes alkaloidáéval. Amíg a tudományos kémia nem képes a növényi laboratóriumban oly sikeresen dolgozó enzimeket teljes valójukban megismerni és ezeket a titokzatos erőket saját céljainak a szolgálatába állítani: addig minden alkaloidszintézis igen szép tudományos eredmény; gyakorlati értéke azonban vajmi csekély! Így a papaverin gyári szintézisének problémája: probléma marad ma is. Mindazoknak pedig, akik megtisztelő bizalmukban azzal a kéréssel fordultak hozzám, hogy dolgozzak ki egy technikailag is keresztülvihető papaverinszintézist, e helyről is csak azt a választ adhatom, hogy a «szintétikus papaverin» helyett keressük ki inkább azt a mákfajtát, amely a hazai éghajlati és talajviszonyoknak legjobban megfelel; termeljünk ópiumot és abból «természetes papaverint».

ÜBER DAS PROBLEM DER TECHNISCHEN DARSTELLUNG VON PAPAVERIN (& LAUDANOSIN).

Von korr. Mitgl. FRITZ v. KONEK.

Der Vortragende beleuchtet an Hand wissenschaftlicher Litteratur die Frage der technischen Darstellung des Opiumalkaloids Papaverin, das heute wegen seiner anerkannt ausgezeichneten spasmolytischen Wirkung ein vielbegehrtes Heilmittel ist. Er kommt zu der Schlussfolgerung, dass die PICTET'sche Synthese & ihre neuesten Variationen nach ROSENMUND, MANNICH & SPÄTH wegen der schlechten Ausbeuten des Isochinolinringschlusses insoferne nicht in die Technik übertragbar sind, als das dieserart synthetisierte Papaverin wahrscheinlich theurer zu stehen käme, als das natürliche aus Opium isolierte Alkaloid & schliesst mit der Betrachtung, dass, bis die wissenschaftliche Chemie nicht in das Wesen der Enzyme eingedrungen sein & sich diese geheimnisvollen Kräfte dienstbar gemacht haben wird: es immer noch lukrativer sein dürfte die Alkaloidsynthese den Pflanzen zu überlassen. So auch im Falle des Papaverins.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungar. Akademie der Wissenschaften vom 2. Juni 1930.)



Helyreigazítás.

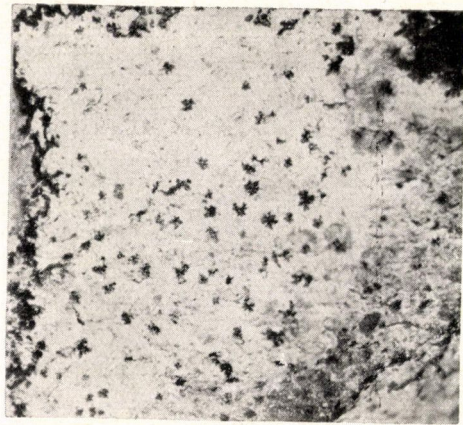
A XLVI. kötetben észrevett sajtóhibák, melyek sem a vonatkozó rajzok kifogástalanságát, sem az általános szabály érvényességét nem befolyásolják, mert utólag csúsztak be.

466. lap	6. ábra szövegének	3. sorában	0·00714	helyett olv.:	0·01005
466. «	6. «	« 3. «	940·028	«	« 99·503
472. «	9. «	« 2. «	0·25	«	« 0·025
480. «	I. táblázat	6. sora 6. oszlopában	0·00714	«	« 0·01005
480. «	I. «	6. « 7. «	940·028	«	« 99·503
480. «	I. «	12. « 6. «	∞	«	« 0·05
480. «	I. «	12. « 7. «	0	«	« 20·0
481. «	II. «	6. « 6. «	0·000223	«	« 0·01005
481. «	II. «	6. « 7. «	940·028	«	« 99·503
481. «	II. «	7. « 6. «	0·00714	«	« 0
481. «	II. «	8. « 6. «	0	«	« 0·0002236
481. «	II. «	11. « 2. «	0·0005	«	« 0·0005
481. «	II. «	11. « 5. «	0·00002	«	« 0·0001
481. «	II. «	12. « 6. «	∞	«	« 0·05
481. «	II. «	12. « 7. «	0	«	« 20·0





2



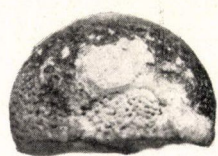
2 a



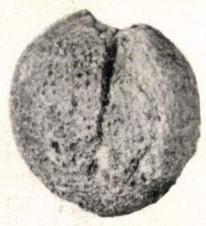
1



3



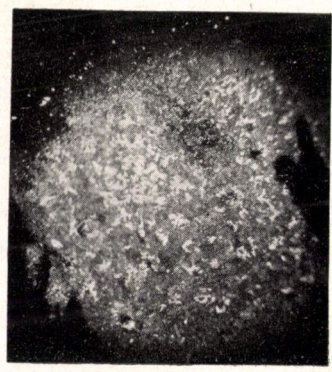
3 a



4



5



7



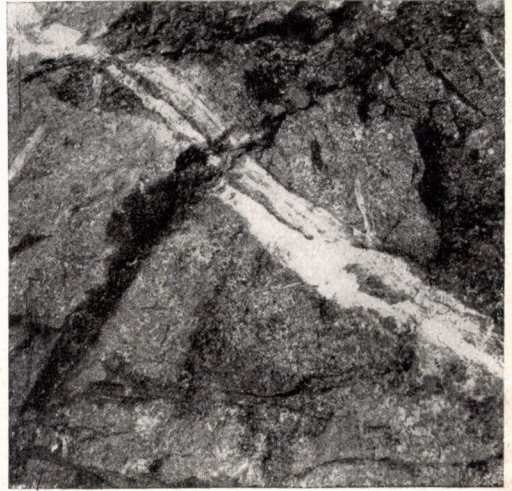
4 a



6



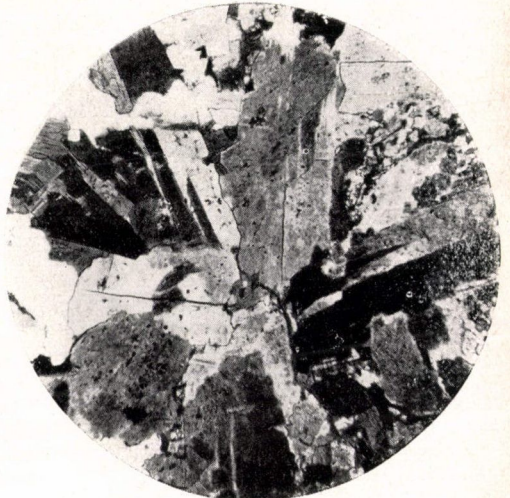
1



2



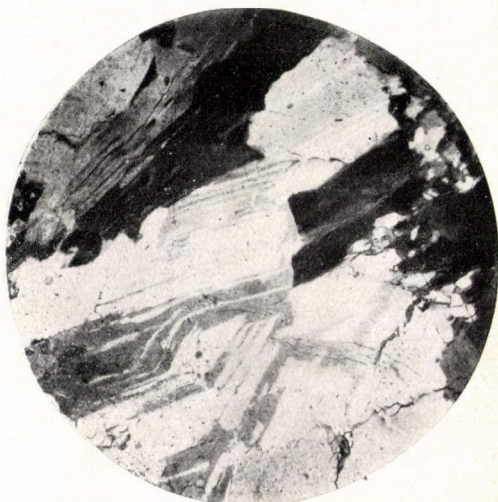
3



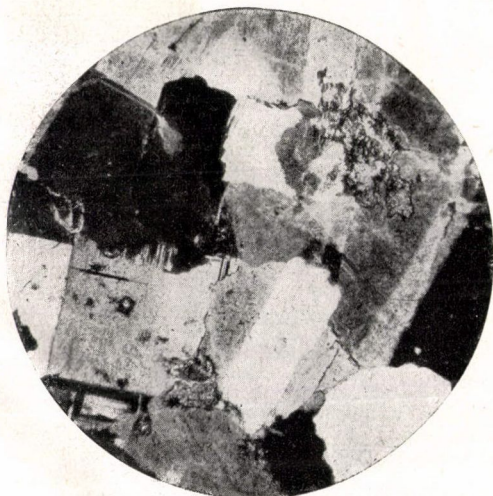
4



1



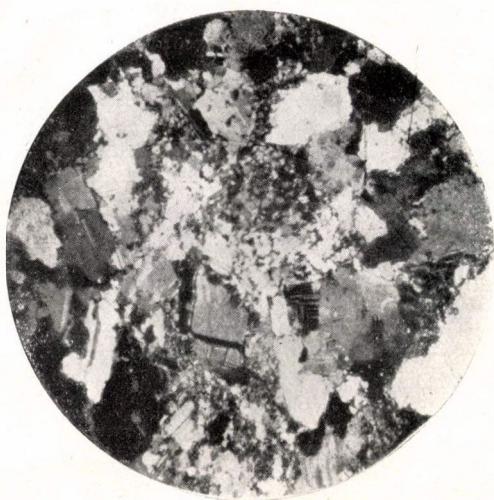
2



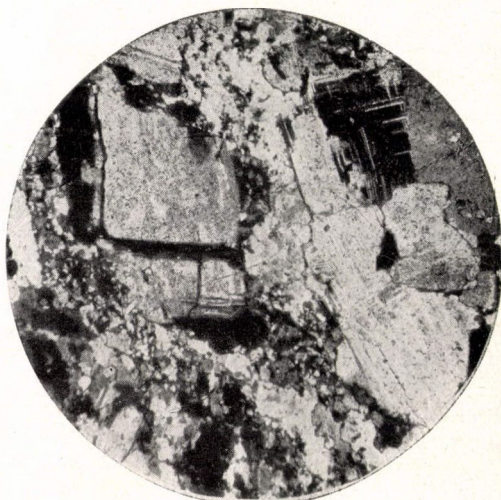
3



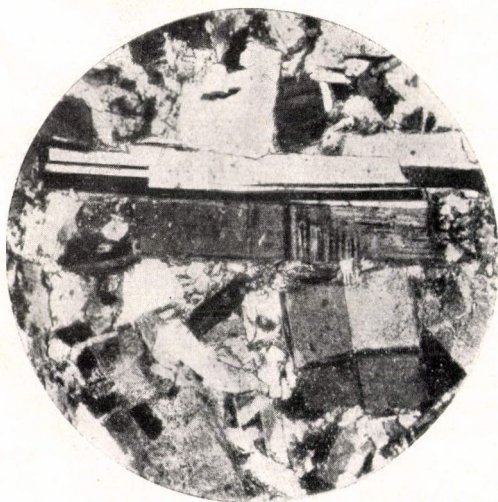
4



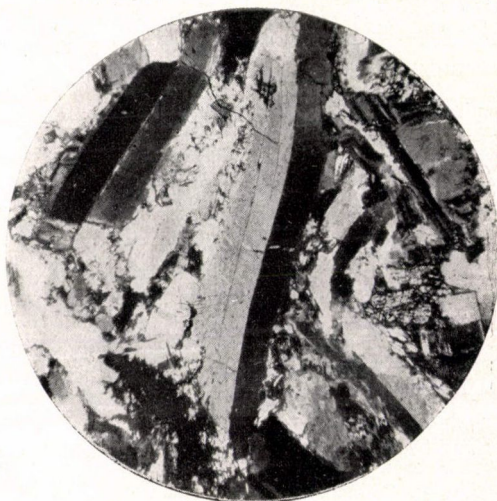
1



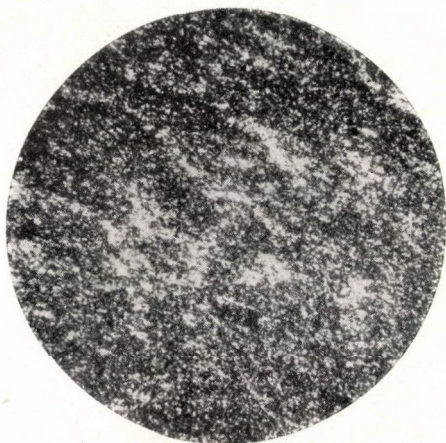
2



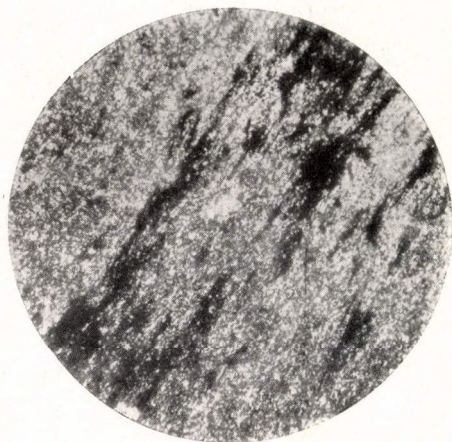
3



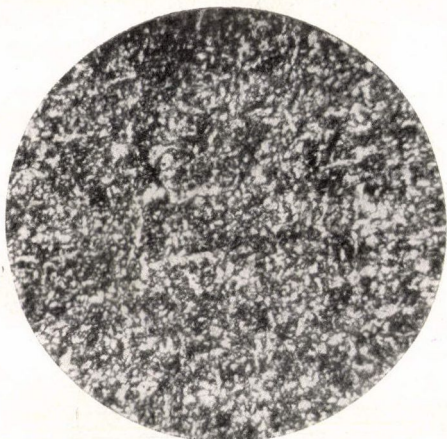
4



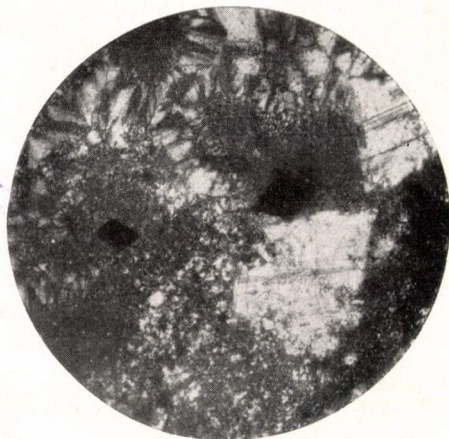
1



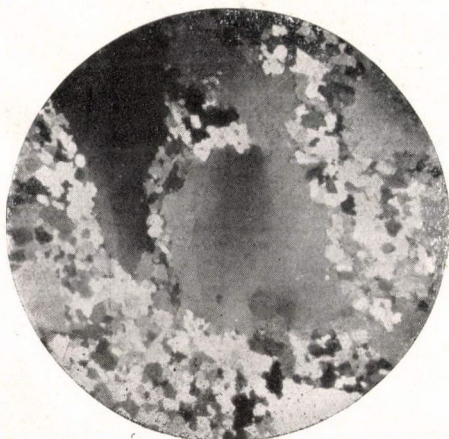
2



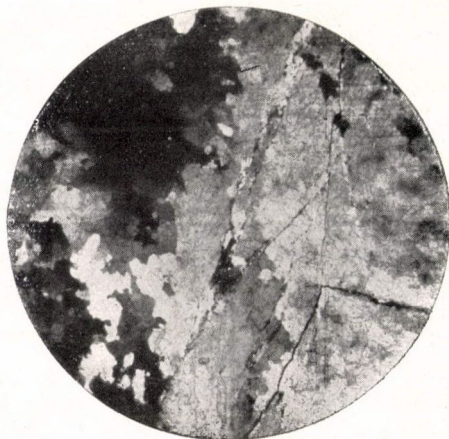
3



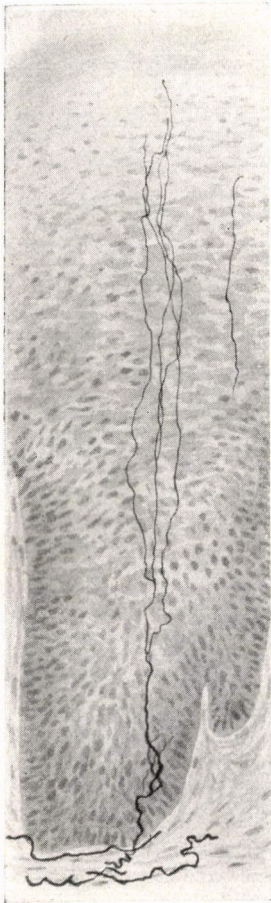
4



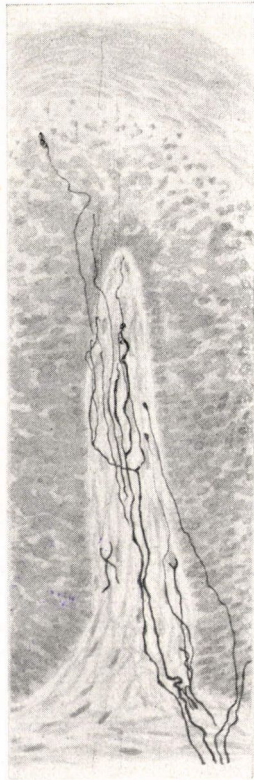
5



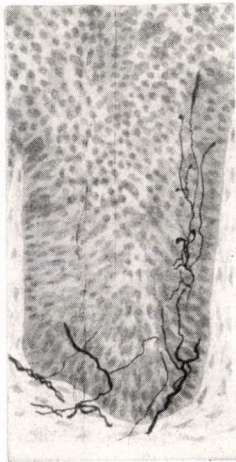
6



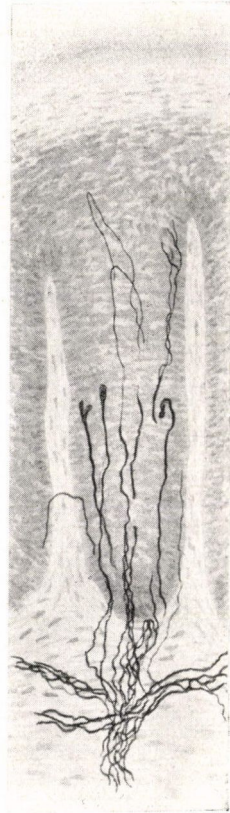
1



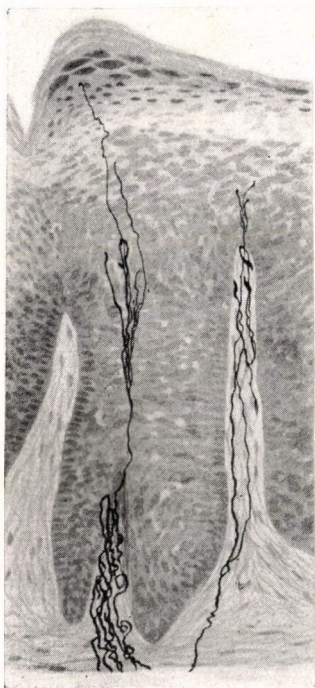
2



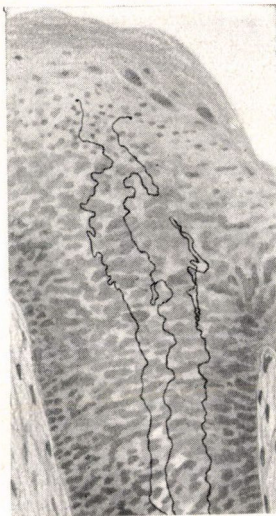
4



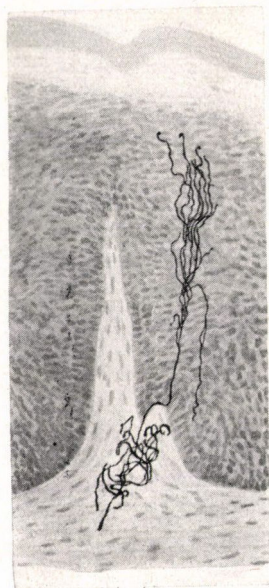
3



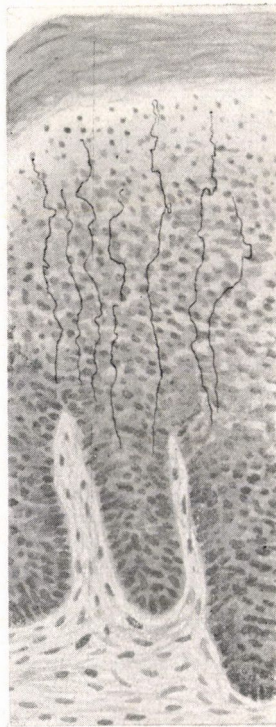
5



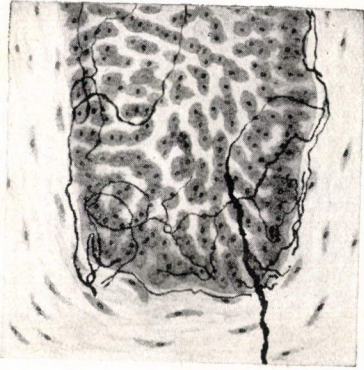
6



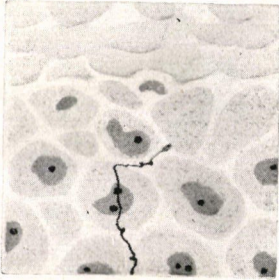
7



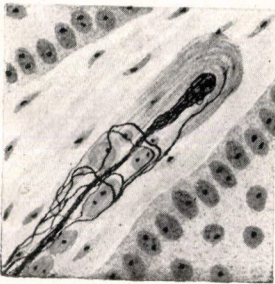
8



9



10



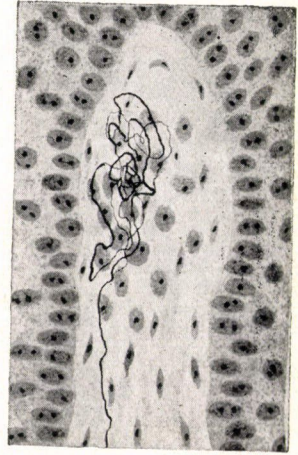
11



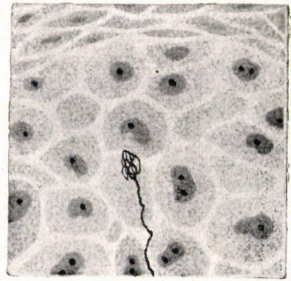
12



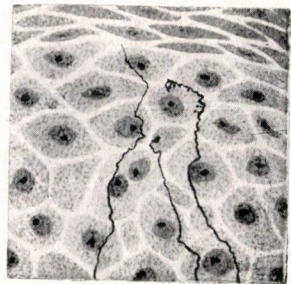
13



14



15



16

