

50639



10 8 7 944

MATEMATIKAI és TERMÉSZETTUDOMÁNYI ÉRTESITŐ

A M. TUD. AKADÉMIA III. OSZTÁLYÁNAK FOLYÓIRATA

SZERKESZTI MAURITZ BÉLA OSZTÁLYELNÖK

LXII. KÖTET. — ELSŐ RÉSZ.



MATHEMATISCHER UND NATURWISSENSCHAFTLICHER ANZEIGER

DER UNGARISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

REDIGIERT VON B. MAURITZ KLASSENSEKRETÄR

BAND LXII. — ERSTER THEIL

BUDAPEST

KIADJA A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA.

1943.



TARTALOMJEGYZÉK.

	Lap
ABODY (ANDERLIK) ELŐD: Egyenletes turbulencia, gyorsított és lassított folyadékáramlásban	154—171
ABODY (ANDERLIK) ELŐD és PETÉR ALAJOS: Az oszlopok kihűlésének egy kérdéséről	175—184
BÉKÉSY MIKLÓS: Vizsgálatok magyarországi anyarozsfélésegek alkaloidairól	137—152
V. BOTVAY KÁROLY: Egyszerűsített eljárás a talajok mechanikai elemzésére VENDEL M. szedimentációs mérlegével	324—333
FEJES LÁSZLÓ: Az ellipszis izoperimetrikus és az ellipszoid izepifanikus tulajdonságairól	88—92
ISSEKUTZ BÉLA: Szövetdarabok légzése magas oxgyénnnyomás mellett	214
ifj. ISSEKUTZ BÉLA: A hőszabályozás idegi szervezése	216
KONEK FRIGYES és SZÁSZ KÁROLY: Új helyi érzéstelenítő hatású vegyületek (kokainpótlók) szintézise oxy-, illetve halogénketonsavaktól	109—125
LIPKA ISTVÁN: A Newton—Sylvester-féle tételről	80—85
OLGYAY MIKLÓS: A fekete-rozsda pycnidiumának és aecidiumának fejlődési kapcsolatai	245—246
PETÉR ALAJOS I. ABODY (ANDERLIK) ELŐD. RÉDEI LÁSZLÓ: Másodfokú számtestek gyűrűosztálycsoportjának páros részéről, a Pell-féle és az $rx^2 + sy^2 = z^{2n}$ Diophantosi egyenletről. I.	13—33
RÉDEI LÁSZLÓ: Másodfokú számtestek gyűrűosztálycsoportjának páros részéről, a Pell-féle és az $rx^2 + sy^2 = z^{2n}$ Diophantosi egyenletről. II.	35—46
RÉDEI LÁSZLÓ: Másodfokú számtestek gyűrűosztálycsoportjának páros részéről, a Pell-féle és az $rx^3 + sy^2 = z^{2n}$ Diophantosi egyenletről. III.	48—61
ROMWALTER ALFRÉD: Adatok a légzés geokémiájához	127—135
RÓZSA PÁL I. SCHULEK ELEMÉR. SCHULEK ELEMÉR és RÓZSA PÁL: Néhány 2-methyl-1, 4-naphthochinon-, illetve methylnaphthohydrochincszármazék quantitativ meghatározásáról	95—107
ifj. SZABÓ ZOLTÁN: A plankton-lények méreteinek meghatározása	232—242
SZÁSZ KÁROLY I. KONEK FRIGYES. SZŐKEFALVI NAGY BÉLA: Perturbációk a Hilbert-féle térben. II.	63—78
SZŐKEFALVI NAGY GYULA: Polinomok értékészlete bizonyos tartományokban	1—10
SZTRÓKAY KÁLMÁN: A nagybányai Kereszthegy ércásványai	291—321
VENDEL MIKLÓS: A kőzetek üvegtartalmának kvantitatív méréseiről	249—267
VITÁLIS ISTVÁN: Karbonkorszakú kőszén a Zempléni Sziget-hegységben	269—289
WELLMANN OSZKÁR: A szervezet anyagcseréjének áthangolása tej- (hús-), vegyes és növényi táplálkozás esetén	186—196
ZIMMERMANN ÁGOSTON: A Thymus reticuluma	201—122

POLINOMOK ÉRTÉKKÉSZLETE BIZONYOS TARTOMÁNYOKBAN.

SZÓKEFALVI NAGY GYULA I. tagtól.

1. Bevezetés.

A polinomoknak bizonyos tartományokban fölvevett értékeire vonatkozó tételek közül a főbbek a következők:

Ha K_1 és K_2 az n -edfokú ($n \geq 2$) $f(z)$ polinom deriváltjának egy z_0 zérushelyén egymást kívülről érintő olyan körpár, amelyek közül K_2 sugara K_1 sugaránál $(n-1)$ -szer nagyobb, akkor az $f(z)$ polinom a K_1 körlapon fölvevett bármely értékét a K_2 körlapon is fölveszi. Ha egy ilyen A értéket $f(z)$ nem vesz föl K_2 belsejében, akkor pontosan $(n-1)$ -szer veszi fel a K_2 körön és egyszer a K_1 körön.¹

Ha az $f(z)$ n -edfokú polinomra vonatkozólag $f(a) = A \neq f(b) = B$ és ha a C pontból az \overline{AB} szakasz φ szögben látszik ($0 < \varphi \leq \pi$), akkor az $f(z)$ polinomnak van legalább egy C -helye abban a $K(a, b; \frac{\varphi}{n})$ körkétszögben, amelynek pontjaiból az ab szakasz legalább $\frac{\varphi}{n}$ szögben látszik. Ha pedig $t = \left| \frac{C-A}{C-B} \right| \neq 0, 1, \infty$, akkor a $\left| \frac{z-a}{z-b} \right| = t^n$ egyenlettel bíró kör a komplex síkon elválasztja az $f(z)$ polinom zérushelyeit.²

¹ SZ. NAGY Gy.: Über geometrische Relationen zwischen den Wurzeln einer algebraischen Gleichung und ihrer Derivierten, Jahresbericht der Deutschen Mathematiker-Vereinigung 27. kötet (1918), 44—48. lap.

² FEKETE M.: Über die Nullstellenverteilung bei Polynomen, deren Werte an zwei Stellen gegeben sind, Jahresbericht d. Deutschen Math.-Vereinigung 34. kötet (1925), 220—233. lap.

Ha az $f(z) = z^n + c_1 z^{n-1} + \dots + c_n$ polinom bármely zérushelye a z_0 középponttal és r sugárral bíró K körlapon van, akkor az az n -számú K_h körlap ($h=1, 2, \dots, n$), amelynek r a sugara és

$$\zeta_h = z_0 + \sqrt[n]{A} e^{\frac{2\pi i}{n} h} \quad (h=1, 2, \dots, n)$$

a középpontja, együttvéve az $f(z)$ polinom bármely zérushelyét magában foglalja. Ha e közül az n körlap közül nincs olyan kettő, amelynek közös pontja van, akkor mindegyik körlap az $f(z)$ polinomnak pontosan egy A -helyét tartalmazza.³

Ha $f(z) = (z-z_1)(z-z_2)\dots(z-z_n)$, ha továbbá $\rho_1, \rho_2, \dots, \rho_n$ olyan pozitív szám, hogy $\rho_1 \cdot \rho_2 \cdot \dots \cdot \rho_n = A = \rho^n$, és ha végül K_h jelöli a $|z-z_h| = \rho_h$ kört ($h=1, 2, \dots, n$), akkor az $f(z)$ polinomnak egy olyan A -helye sincs, amely valamennyi K_h körön kívül, vagy valamennyi K_h körön belül van. Egy A -hely csak akkor nem esik egy K_h körön kívül sem, vagy egy K_h körön belül sem, ha az az A -hely az n körvonalnak közös pontja.

A $|z-z_h| \leq \rho_h$ ($h=1, 2, \dots, n$) egyenlettel előállított K_1, K_2, \dots, K_n körlap együttvéve az $f(z)$ polinom összes zérushelyét magában foglalja és egyúttal bármely olyan B -helyét is, amelyre vonatkozólag $|B| \leq |A|$.

Ha a K_1, K_2, \dots, K_n körlap közül p -számú egy olyan (összefüggő, vagy össze nem függő) T tartományt alkot, amelynek a többi $n-p$ körlap közül egyikkel sincs közös pontja, akkor a T tartományban az $f(z)$ polinomnak pontosan p -számú A -helye van és egyúttal pontosan p -számú olyan B -helye is, amelyre vonatkozólag $|B| \leq |A|$.

Ha a K_1, K_2, \dots, K_n körlapnak van közös tartományrésze, akkor ennek belsejében az $f(z)$ polinomnak egy A -helye sincs.⁴

Ebben a dolgozatban az n -edfokú $f(z)$ polinom zérushelyei-

³ WALSH J. L.: On the location of the roots of certain types of polynomials, Transactions of the American Mathematical Society 24. kötet (1922) 163—180. lap.

⁴ Sz. NAGY Gy.: Összefüggések a polinomok zérushelyei és A -helyei között és alkalmazásuk algebrai egyenletek gyökeinek vizsgálatára. Múzeumi Füzetek, Kolozsvár 1. kötet (1943), 132—152. lap; lásd még: Polinomok lineáris sorának zérushelyei, Mat. és Term.-tud. Értesítő, 61. k. (1942), 786—808. lap.

nek és egy A -helyének segítségével olyan tartományokat határozzunk meg, amelyekben az $f(z)$ polinom a $B (\neq A)$ értéket nem veszi fel, és olyanokat, amelyekben fölveszi.

2. Szögre vonatkozó tételek.

Kimutatjuk a következő tételt:

I. Ha $f(z) = a_0(z-z_1)(z-z_2)\dots(z-z_n)$, $a_0 \neq 0$, ha B tetszőleges komplex szám és $\gamma_1, \gamma_2, \dots, \gamma_n$ olyan pozitív szám, hogy

$$\left| \operatorname{arc} \frac{B}{f(a)} \right| = \gamma = \gamma_1 + \gamma_2 + \dots + \gamma_n \quad (0 < \gamma \leq \pi), \quad (1)$$

ha továbbá S_k jelöli azt a z_k csúcsú és $2\gamma_k$ nyílású szögteret, amelynek belső szögfelezője a z_k pontból kiinduló és az a ponton átmenő félegyenes, és ha végül T jelöli az S_1, S_2, \dots, S_n szögter közös részét, akkor a T tartomány belsejében $f(z)$ nem veheti fel a B értéket.

Ha T_1, T_2, \dots az (1)-es jelzésű egyenlet különböző megoldásaihoz, vagy ugyanazon megoldás számainak különböző sorrendjéhez tartozó T tartomány, akkor a T_1, T_2, \dots tartományt magában foglaló legkisebb T^* tartomány belsejében sincs B -helye a polinomnak.

Az a föltevés ugyanis, hogy a tétellel ellentétben b az $f(z)$ polinomnak a T tartomány belsejében fekvő B -helye, ellentmondáshoz vezet. Ekkor ugyanis

$$\left| \operatorname{arc} \frac{b-z_k}{a-z_k} \right| < \gamma_k \quad (k=1, 2, \dots, n)$$

és így

$$\left| \operatorname{arc} \frac{B}{f(a)} \right| = \left| \operatorname{arc} \frac{f(b)}{f(a)} \right| = \left| \sum_{k=1}^n \operatorname{arc} \frac{b-z_k}{a-z_k} \right| \leq \sum_{k=1}^n \left| \operatorname{arc} \frac{b-z_k}{a-z_k} \right| < \sum_{k=1}^n \gamma_k = \gamma$$

volna. Ez pedig a $\gamma = \left| \operatorname{arc} \frac{B}{f(a)} \right|$ egyenletnek ellentmond.

Ezzel az I. tételt bebizonyítottuk. Ebből következik az alábbi tétel:

II. Ha az n -edfokú $f(z)$ polinomra vonatkozólag

$$0 < \left| \operatorname{arc} \frac{B}{f(a)} \right| = \gamma \leq \pi$$

és ha az a pont körül R sugárral leírt körön belül $f(z)$ nem tűnik el, akkor az $f(z)$ polinomnak a

$$z - a = R \sin \frac{\gamma}{n}$$

kör belsejében nincs B -helye.

Ha ugyanis az I. tételben $\gamma_1 = \gamma_2 = \dots = \gamma_n = \frac{\gamma}{n}$ tesszük, akkor az S_k szögtér ($k=1, 2, \dots, n$ szárainak az a ponttól való távolsága

$$|a - z_k| \sin \gamma_k \leq R \sin \frac{\gamma}{n} \quad (k=1, 2, \dots, n)$$

és emiatt a $z - a = R \sin \frac{\gamma}{n}$ körlap a T tartományba esik.

Az I. és II. tételt kiegészíti a következő:

III. Az I. és II. tétel általánosságban nem pontosítható.

Az I. és II. tétel szerint az $f(z) = z^n$ polinom a $|z - 1| = \sin \frac{\pi}{2n}$ kör belsejében nem vesz fel tiszta képzetes értéket, mert ha B tiszta képzetes szám, akkor

$$\left| \operatorname{arc} \frac{B}{f(1)} \right| = |\operatorname{arc} i| = \gamma = \frac{\pi}{2}.$$

Ezen a körön rajta van a $z=0$ pont, az $f(z)$ polinom zérus-helye és rajta van a

$$z_0 = \cos \frac{\pi}{2n} \left(\cos \frac{\pi}{2n} + i \sin \frac{\pi}{2n} \right)$$

pont is, mivel $|z_0 - 1| = \sin \frac{\pi}{2n}$. Ebben a z_0 pontban az $f(z) = z$ polinom pedig tiszta képzetes értéket, mégpedig a

$$\left(\cos \frac{\pi}{2n} \right)^n \left(\cos \frac{\pi}{2n} + i \sin \frac{\pi}{2n} \right)^n = i \left(\cos \frac{\pi}{2n} \right)^n$$

értéket vesz fel.

Ha az I. tételben $\operatorname{arc} \frac{B}{f(a)}$ előjelét is tekintetbe vesszük, akkor az I. tétel helyett a következőt mondhatjuk ki:

IV. Ha z_1, z_2, \dots, z_n jelöli az n -edfokú $f(z)$ polinom zérushelyeit, ha továbbá B tetszőleges komplex szám,

$$0 < \operatorname{arc} \frac{B}{f(a)} \leq \pi, \text{ vagy } 0 > \operatorname{arc} \frac{B}{f(a)} \geq -\pi, \quad (2)$$

és mindkét esetben $\gamma_1, \gamma_2, \dots, \gamma_n, \omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n$ olyan pozitív szám, hogy

$$\gamma_1 + \gamma_2 + \dots + \gamma_n = \gamma, \quad \omega_1 + \omega_2 + \dots + \omega_n = 2\pi \quad \text{és} \quad \gamma_k < \omega_k \quad (3)$$

($k=1, 2, \dots, n$),

és ha végül S_k olyan szögteret jelent, amelynek szögpontja z_k és amelynek két szára a $\overline{z_k a}$ félegyenessel az első esetben γ_k és γ_k ω_k , a második esetben pedig $-\gamma_k$ és ω_k γ_k szöget alkot, akkor az S_1, S_2, \dots, S_n szögtér közös T' tartományrészének belsejében nincs B -helye az $f(z)$ polinomnak. Ha T'_1, T'_2, \dots a (3)-as jelzésű egyenlet különböző megoldásaihoz tartozó T' tartomány, akkor az ezeket magában foglaló legkisebb T'' tartomány belsejében sincs B -helye az $f(z)$ polinomnak.

Ezt a tételt először arra az esetre bizonyítjuk be, amikor $\gamma = \operatorname{arc} \frac{B}{f(a)}$ pozitív és feltételezzük, hogy b a T' tartománynak és így az S'_1, S'_2, \dots, S'_n szögtérnek belsejében fekszik. Ekkor

$$\gamma_k \quad \omega_k < \operatorname{arc} \frac{b-z}{a-z} < \gamma_k \quad (k=1, 2, \dots, n)$$

és így

$$\gamma = 2\pi - \sum_{k=1}^n \gamma_k - \sum_{k=1}^n \omega_k < \operatorname{arc} \frac{f(b)}{f(a)} \quad \operatorname{arc} \frac{B}{f(a)} < \gamma.$$

Ez az egyenlőtlenség γ értelmezésének ellentmond. Hasonló ellentmondáshoz jutunk a másik esetben, mivel ekkor

$$\omega_k - \gamma_k > \operatorname{arc} \frac{b-z_k}{a-z_k} > -\gamma_k \quad (k=1, 2, \dots, n)$$

és így

$$-\gamma + 2\pi > \sum_{k=1}^n (\omega_k - \gamma_k) > \arccos \frac{f(b)}{f(a)} = \arccos \frac{B}{f(a)} > -\gamma.$$

Ezzel a IV. tételt is bebizonyítottuk.

Ebben a tételben a T' tartomány általánosságban nagyobb, mint az I. tételben a T tartomány, mivel az első, illetőleg negyedik tételben szereplő szögterek nyílásainak összege 2γ , illetőleg 2π és ezek között a $2\gamma \leq 2\pi$ egyenlőtlenség érvényes.

3. Abszolút értékre vonatkozó tételek.

Kimutatjuk a következő tételt:

V. Ha z_1, z_2, \dots, z_n jelöli az n -edfokú $f(z)$ polinom zérushelyeit, ha tovább a és B olyan, általában komplex, u_1, u_2, \dots, u_n pedig olyan pozitív számot jelent, hogy

$$|a - z_k| = r_k \neq 0, \quad 0 < \left| \frac{B}{f(a)} \right| = u_1 u_2 \dots u_n, \quad u_k > 0 \quad (k=1, 2, \dots, n) \quad (4)$$

és ha K_k jelöli a

$$|z - z_k| = u_k r_k \quad (k=1, 2, \dots, n)$$

kört, akkor az $f(z)$ polinomnak akármelyjül: B helye a K_1, K_2, \dots, K_n kör közül legalább egyikben belül és legalább egyikben kívül esik, feltéve, hogy az n körvonalnak nem közös pontja.

Ha ugyanis b az $f(z)$ polinomnak olyan B -helye volna, amely a K_1, K_2, \dots, K_n kör közül egyikben sem volna kívül, de legalább egyben belül volna, akkor fennállanának a

$$|b - z_k| \leq u_k r_k = u_k |a - z_k| \quad (k=1, 2, \dots, n)$$

egyenlőtlenségek és ezek közül legalább az egyikben az egyenlőtlenség jele volna érvényes. Ezekből az egyenlőtlenségekből pedig következne, hogy

$$\left| \frac{(b - z_1)(b - z_2) \dots (b - z_n)}{(a - z_1)(a - z_2) \dots (a - z_n)} \right| = \left| \frac{f(b)}{f(a)} \right| = \left| \frac{B}{f(a)} \right| < u_1 u_2 \dots u_n.$$

Ez az egyenlőtlenség ellentmond a (4)-es jelzésű második egyenletnek. Hasonlóképp ezzel az egyenlőtlenséggel ellenkező egyenlőtlenséghez jutnánk akkor, ha feltételeznők azt, hogy b

a K_1, K_2, \dots, K_n kör közül egyiken sínes belül, de legalább egyiken kívül van.

Az V. tételből lehozható a következő:

VI. Ha z_1, z_2, \dots, z_n az n -edfokú $f(z)$ polinom zérushelye, ha továbbá a, B olyan általában komplex, r_k és u_k ($k=1, 2, \dots, n$) olyan pozitív szám, hogy

$$\left| \frac{B}{f(a)} \right| = u_1 u_2 \dots u_n, \quad |a - z_k| = r_k \quad (f(a) \neq 0, r_k > 0, u_k > 0), \quad (5)$$

és ha végül K_h jelöli a

$$z - z_h \leq u_h r_h \quad (h=1, 2, \dots, n)$$

körlapot és T a K_1, K_2, \dots, K_n körlap pontjaiból álló pont-halmazt, akkor a T pont-halmaz az $f(z)$ polinomok valamennyi B -helyét tartalmazza.

Ha a K_1, K_2, \dots, K_k körlap közül p -számú ($1 \leq p \leq n-1$) olyan (összefüggő vagy össze nem függő) G tartományt alkot, amelynek a többi $n-p$ körlap közül egyikkel sincs közös pontja, akkor a G tartományban az $f(z)$ polinom pontosan p -szer veszi fel a B értéket és egyúttal ugyanennyiszor bármely olyan C értéket, amelyre vonatkozólag a $|C| \leq |B|$ egyenlőtlenség érvényes.

Ha a K_1, K_2, \dots, K_n körlapnak van közös tartományrésze, akkor ez a közös S tartományrész konvex tartomány és ennek belsejében $f(z)$ nem veszi fel sem a B értéket, sem egyetlen olyan D értéket sem, amelyre vonatkozólag a $|D| \geq |B|$ egyenlőtlenség érvényes.

Ha T_1, T_2, \dots jelöli az (5)-ös jelzésű egyenlet különböző u_1, u_2, \dots, u_n megoldásaihoz, vagy ugyanazon megoldás számainak különböző sorrendjéhez tartozó T tartományokat, akkor a T_1, T_2, \dots pont-halmaz legnagyobb közös T^* halmaza is tartalmazza az $f(z)$ polinomnak mindazokat a C -helyeit, amelyre vonatkozólag $|C| \leq |B|$. Ha T^* több, egymással össze nem függő tartományból áll, akkor ezek közül akármelyikben az $f(z)$ polinomnak ugyanannyi B -helye, C -helye ($|C| \leq |B|$) van, mint ahány zérushelye.

Ha S_1, S_2, \dots jelöli T_1, T_2, \dots n körlapjának közös tartományrészét és ha S^* az S_1, S_2, \dots tartományt magában foglaló

legkisebb tartomány, akkor az $f(z)$ polinomnak az S tartományban nincs egy B -helye és egyetlen olyan D -helye sem, amelyre vonatkozólag $|D| \geq |B|$.

A VI. tétel első bekezdése az V. tétel közvetlen következménye. A második bekezdést következőképpen láthatjuk be:

Ha $|C| \leq |B|$, akkor $C = t^n e^{i\varphi} B$ alakban írható, ahol $0 < t \leq 1$. Az (5)-ös jelzésű egyenlet miatt ekkor

$$\left| \frac{C}{f(a)} \right| = t^n \left| \frac{B}{f(a)} \right| = (tu_1)(tu_2)\dots(tu_n).$$

Az az n -számú és a K_1, K_2, \dots, K_n körlappal egyközepű $K_1(t), K_2(t), \dots, K_n(t)$ körlap, amelynek egyenlete

$$|z - z_1| \leq tu_1 r_1, \quad |z - z_2| \leq tu_2 r_2, \dots, \quad |z - z_n| = tu_n r_n,$$

az $f(z)$ polinom valamennyi C -helyét tartalmazza. Még inkább állítható ez a K_1, K_2, \dots, K_n körlapra, mivel a $K_h(t)$ körlap része a K_h körlapnak ($h = 1, 2, \dots, n$).

Ha a VI. tétel második bekezdésében G -vel jelölt tartomány a K_1, K_2, \dots, K_p körlapból áll, akkor a $K_1(t), K_2(t), \dots, K_p(t)$ körlapból álló $G(t)$ tartomány része a G tartománynak.

Mialatt C abszolút értéke $|B|$ -ből kiindulva folytonos és monoton módon zérus felé tart, az $f(z)$ polinom C -helyei folytonosan mozognak. C -nek ez alatt a változása alatt az $f(z)$ polinomnak egy C -helye sem lépheti át a $G(t)$ tartománynak $\left(t = \frac{|C|}{|B|} \right)$ és még kevésbé a G tartománynak határát. Az ellenkező esetben ugyanis — az V. tétellel ellentétben — az $f(z)$ polinomnak volna olyan C -helye $\left(\left| \frac{C}{B} \right| = t \leq 1 \right)$, amely valamennyi $K_h(t)$ körlapon kívül van.

Ebből következik, hogy a G tartományban az $f(z)$ polinomnak ugyanannyi B -helye van, mint C -helye. Ez a szám p -vel egyenlő, mivel a G tartományban $f(z)$ -nek p -számú zérushelye van: z_1, z_2, \dots, z_p .

Ezzel a VI. tétel második bekezdését bebizonyítottuk. A harmadik bekezdés igazsága lényegében az V. tételből következik.

Ha az S tartomány létezik, akkor S mint n konvex tartománynak, a K_1, K_2, \dots, K_n körlapnak közös része szintén konvex

tartomány. Ha az $f(z)$ polinomnak az S tartomány belsejében volna B -helye, akkor ez a B -hely — az V. tétellel ellentétben — a K_1, K_2, \dots, K_n körlap közül bármelyiknek belsejébe esnék. Ugyancsak emiatt nem lehet az $f(z)$ polinomnak D -helye ($D: \geq |B|$) az S tartomány belsejében. Ha ugyanis $\left| \frac{D}{B} \right| = t'$ tesszük, akkor $t' \geq 1$ és a

$$z - z_h \leq t' u_h r_h \quad (h=1, 2, \dots, n)$$

egyenlőtlenséggel előállított $K_h(t')$ körlap a K_h körlapot magában foglalja. Az S tartomány tehát része a $K_1(t'), K_2(t'), \dots, K_n(t')$ körlap közös $S(t')$ tartományrészének. Mivel $f(z)$ -nek nincs D -helye az $S(t')$ tartományban, azért az S tartományban sincs.

Ezzel a VI. tétel harmadik bekezdését és ezzel együtt a VI. tételt teljesen bebizonyítottuk, mivel a tétel negyedik és ötödik bekezdése az előzőknek nyilvánvaló következménye.

Ha $B \neq f(a)$, akkor a VI. tétel segítségével az a pont körül meghatározható olyan tartomány, amelyben az $f(z)$ polinomnak nincs B -helye.

Ha ugyanis $B < |f(a)|$, akkor az (5)-ös jelzésű egyenletben az u_1, u_2, \dots, u_n szám közül mindegyik egységelnél kisebbnek választható és ekkor az a pont és környezete bármelyik K_h kör-lapon kívül esik ($h = 1, 2, \dots, n$).

Ha pedig $B > f(a)$, akkor u_1, u_2, \dots, u_n mind egynél nagyobbak vehető fel és így az a pont és környezete az n kör-lapnak közös pontja és emiatt az S tartománynak pontja.

A VI. tétellel nemesak az látható be, hogy az $|f(a)| \neq |B|$ esetben létezik olyan tartomány, amely az a pontot magában foglalja és amelynek bármely z pontjában $f(z) \neq B$, hanem egy-üttal ilyen tartomány elő is állítható.

A VI. tételből is le lehet hozni, de közvetlenül is könnyű bizonyítani a következő tételt:

VII. Ha az n -edfokú $f(z)$ polinomnak nincs zérushelye a $|z - a| = r$ kör belsejében és ha $0 < t \leq 1$, akkor a $|z - a| = t r$ kör-lap, bármely z pontjában

$$(1 - t)^n f(a) \leq |f(z)| \leq (1 + t)^n |f(a)|.$$

Az egyenlőség jele itt akkor és csak akkor állhat, ha



$f(z) = a_0(z - z_0)^n$ alakú, ahol $a_0 \neq 0$ és $|a - z_0| = r$, és ha $z = a + t(z_0 - a)$, vagy $z = a - t(z_0 - a)$.

Ha ugyanis

$$f(z) = a_0(z - z_1)(z - z_2) \dots (z - z_n) \quad (a_0 \neq 0),$$

akkor a tétel föltevésai szerint $|a - z_k| \geq r$, ($k = 1, 2, \dots, n$). A $|z - a| \leq r$ körlap bármely z pontjában nyilvánképpen

$$1 - t \leq \left| \frac{z - z_k}{a - z_k} \right| \leq 1 + t \quad (k = 1, 2, \dots, n)$$

és itt az egyenlőség jele akkor és csak akkor állhat fenn, ha a z pont a $|z - a| = rt$ körnek $a + t(z_k - a)$, vagy $a - t(z_k - a)$ pontjával összeesik.

Ebből következik, hogy a $|z - a| \leq r$ körlap bármely z pontjában

$$(1 - t)^n \leq \left| \frac{a_0(z - z_1)(z - z_2) \dots (z - z_n)}{a_0(a - z_1)(a - z_2) \dots (a - z_n)} \right| = \left| \frac{f(z)}{f(a)} \right| \leq (1 + t)^n.$$

Ezzel a VII. tételt és kiegészítését teljesen bebizonyítottuk.

Hasonlóképp lehet kimutatni a következő tételt:

VIII. *Ha az n -edfokú $f(z)$ polinomnak zérushelyei mind rajta vannak a $|z - a| \leq r$ körlapon, ha továbbá a polinom legmagasabb hatványának együtthatója az egységgel egyenlő és ha végül $t' \geq 1$, akkor a $|z - a| \leq rt'$ körtartomány bármely z pontjában érvényes a*

$$(t' - 1)^n |z - a|^n \leq |f(z)| \leq (t' + 1)^n |z - a|^n$$

egyenlőtlenség.

Itt az egyenlőség jele csak akkor érvényes, ha $f(z) = (z - z_0)^n$ alakú, ahol $|a - z_0| = r$, és ha a z pont a $|z - a| = rt'$ körnek vagy az $a + t'(z_0 - a)$, vagy az $a - t'(z_0 - a)$ pontjával egybeesik.

Ennek a tételnek igazolása a $|z - a| \leq rt$ körtartomány bármely z pontjára nyilvánképpen érvényes

$$t' - 1 \leq \left| \frac{z - z_k}{z - a_k} \right| \leq t' + 1 \quad (k = 1, 2, \dots, n)$$

egyenlőtlenség segítségével történik. A bizonyítás a VII. tétel bizonyításához hasonló.

DER WERTVORRAT VON POLYNOMEN IN GEWISSEN BEREICHEN.

Von GYULA v. SZŐKEFALVI NAGY.

Es werden unter anderem die folgenden Sätze bewiesen:

Es sei

$$f(z) = a_0(z-z_1)(z-z_2)\dots(z-z_n) \quad (a_0 \neq 0) \quad (1)$$

und es sei a und B je eine komplexe Zahl, so dass

$$0 < \left| \operatorname{arc} \frac{B}{f(a)} \right| = \gamma \leq \pi \quad (2)$$

ist. Bedeuten nun $\gamma_1, \gamma_2, \dots, \gamma_n$ solche positive Zahlen, für welche

$$\gamma_1 + \gamma_2 + \dots + \gamma_n = \gamma$$

gilt, und bezeichnet W_h den Winkelraum mit dem Scheitel z_h und der Öffnung $2\gamma_h$, dessen winkelhalbierende Halbgerade durch den Punkt a geht, so nimmt das Polynom $f(z)$ den Wert B in keinem der Punkte an, die im Innern sämtlicher Winkelräume W_1, W_2, \dots, W_n liegen.

Bedeuten u_1, u_2, \dots, u_n solche positive Zahlen, für welche die Relationen

$$\left| \frac{B}{f(a)} \right| = u_1 u_2 \dots u_n, \quad u_h > 0 \quad (h=1, 2, \dots, n) \quad (3)$$

bestehen, und bezeichnet K_h den Kreis

$$|z - z_h| = u_h |a - z_h| = u_h r_h \quad (h=1, 2, \dots, n). \quad (4)$$

so hat das Polynom $f(z)$ keine solche B -Stelle, die entweder innerhalb, oder äusserhalb sämtlicher Kreise K_1, K_2, \dots, K_n liegt.

Bezeichnet T die von den Kreisflächen K_1, K_2, \dots, K_n gebildete Punktmenge und zerfällt T in die p (miteinander nicht zusammenhängenden) Bereiche T_1, T_2, \dots, T_p , unter denen T_h aus m_h Kreisflächen von K_1, K_2, \dots, K_n ($m_1 + m_2 + \dots + m_p = n$) besteht, so nimmt das Polynom $f(z)$ in T_h jeden solchen Wert C , für welchen $|C| \leq |B|$ gilt, genau m_h -mal an.

Bezeichnet S die gemeinsame Punktmenge der n Kreisflächen K_1, K_2, \dots, K_n , und ist $D \supseteq B$, so liegt keine D -Stelle von $f(z)$ im Innern des Bereiches S .

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 22. Nov. 1943.)

MÁSODFOKÚ SZÁMTESTEK GYÜRŰÖSZTÁLY-
CSOPORTJÁNAK PÁROS RÉSZÉRŐL,
A PELL-FÉLE ÉS AZ $rx^2 + sy^2 = z^n$
DIOPHANTOSI EGYENLETRŐL. I.

RÉDEI LÁSZLÓ-tól, Szeged.

Egy előbbi dolgozatomban¹ — ezt ezután O_1 -gyel idézem — eljárást adtam meg tetszésszerűen k véges fokú algebrai számtestben a legáltalánosabb értelemben vett \mathcal{R} ideálosztálycsoport (röviden osztálycsoport) páros részének, azaz a csoport összes 2^n ($n = 1, 2, \dots$) invariánsainak meghatározására. Egy későbbi dolgozatomban² — ezt ezután O_2 -vel idézem — kiterjesztettem az eljárást az l^n (l bármilyen pozitív törzsszám) invariánsokra vonatkozólag. Amint azt már az O_1 -ben bejelentettem, jelenlevő, I—IV. részben közlendő dolgozatomban alkalmazásként megvizsgálom tetszésszerűen (abszolút) másodfokú számtest bármely gyűrűosztálycsoportjának (l. alább) páros részét, s ezzel szoros összefüggésben bizonyos alább részletezendő egyéb kérdéseket.

Mindvégig jelentse $k = R(\sqrt{d})$ a mondott testek közül az egyiket, ahol R a racionális számok teste, $d (\neq 1)$ tetszésszerűen négyzetmentes racionális egész szám. Legyen továbbá megadva egy tetszésszerűen m természetes szám, jelentse p_∞ az R (egyetlen) végtelen törzshelyét,³ és legyen $m = mp_\infty$. Gyűrű-

¹ RÉDEI LÁSZLÓ, Algebrai számtestek ideálosztálycsoportjának páros részéről. Ez az Értesítő 59 (1940), 829—839. Hibajavítás ehhez a dolgozathoz: A 830. o. szövegrészében alulról a 2. sorban «alcsoport» helyett «abel-csoport» olvasandó.

² L. RÉDEI, Über die Klassengruppen und Klassenkörper algebraischer Zahlkörper. Journ. f. Math. 186 (1944) [nyomás alatt].

³ Dolgozatunk I—IV. részeiben változatlanul az O_3 -nek¹ jegyzetében idézett «Hasse I. Ia, illetve II» munkákhoz alkalmazkodunk.

számon (t. i. mod m) értjük k -nak bármely olyan (egész vagy tört) számát, amely m -hez törzs és racionális számmal kongruens mod m .⁴ A k gyűrűosztálycsoportja (t. i. mod m) azáltal áll elő, hogy az összes ρ gyűrűszámból képezett (ρ) főideálok csoportját vesszük főosztálynak. Jelölje H ezt a főosztályt és \mathcal{K} a gyűrűosztálycsoportot. Természetesen m értelmezési modulus \mathcal{K} számára.

Dolgozatunk fentemlített egyik főcélja \mathcal{K} páros részének meghatározása. E végből megállapodunk abban, hogy az O_2 I. §-ában bevezetett jelöléseket és fogalmakat (az I—IV. részben) mind átvesszük, mindent az itteni $k = (\sqrt{d})$ testre, a \mathcal{K} gyűrűosztálycsoportra és az $l = 2$ törzsszámra vonatkoztatva.⁵ Különösen pedig e_n jelenti most a \mathcal{K} 2^n -nel osztható invariánsainak számosságát, s megfelelően most gyűrűosztálytestekről beszélünk, mégpedig K_n olyan ezek közül, amelyre a K_n/k test 2^n -edfokú ciklikus. K_1 helyett ismét röviden K -t írunk.⁶ B most olyan (gyűrű-)osztály, amelyre $B^2 = H$. A szokáshoz híven nevezük a B -ket ambignak.⁷

⁴ Ez a «mod m » helyettesíthető ezzel: «mod m és normája pozitív». Utóbbi a $d < 0$ esetben minden $\neq 0$ számra teljesül. Természetesen a kongruencia rendszeren multiplikatív értelemben veendő.

⁵ Majdnem minden tekintetben elegendő lenne O_2 helyett O_1 -re támaszkodni, mert az O_2 -nek az $l = 2$ esetet illető része az O_1 -en csak egyetlen pontban megy túl, ez a 7. tételhez függesztett «Zusatz»-ban leírt szerkesztési utasítás. Azonban egyébként is ajánlatos az O_2 -höz kapcsolódni, mert ebben a tételek könnyebben áttekinthető összeállításban szerepelnek. Kis mértékben az O_1 -et is használni fogjuk, ezt azonban csak külön hivatkozással. Figyelmeztetünk arra, hogy H helyébe vehetnénk főosztályul a \mathcal{K} összes páratlan rendű osztályaiban levő ideálok csoportját, ami által az «új» \mathcal{K} rendje 2-nek hatványává válnék (v. ö. az O_2 első bekezdésével). Most mégis kényelmesebb fenti megállapodásunk, s az O_2 -től való ebbeli eltérésünk teljesen lényegtelen.

⁶ Ezzel a rövidítéssel O_1 -ben nem éltünk. Itt jegyezzük meg, hogy most [t. i. $l = 2$ miatt] $(K)_n$ — az összes K_n -ekben foglalt K -k halmaza — csoportot alkot, amint azt O_1 -ben részletesen kifejtettük, valamint, hogy [hasonló okból] « $(K, C)_n \neq 1$ » helyett mindenütt « $(K, C)_n = -1$ » lenne írható úgy, mint O_1 -ben. Utóbbi lényegtelen alakítás, előbbire annakidején még visszatérünk. -

⁷ Megjegyezzük, hogy az O_1 -ben is ezt a kifejezést használtuk, ami azonban az ott tekintett bármilyen k esetében nem volt teljesen helyénvaló.

Tárgyunk közelebbről így vázolható. Az I-ben (t. i. a jelenlevő I. részben) az e_n számok meghatározása felé (O_2 -n túlmenően) csak annyi fog történni, hogy felállítjuk az összes B ambig osztályokat és K (a k fölött másodfokú gyűrű-)osztálytesteket. A B -k meghatározása közben természetesen kapcsolatba kerülünk a k gyűrűegységeivel, értve az olyan egységeket, amelyek egyben gyűrűszámok. Ezen a réven jól használható eljárást fogunk kapni annak a sokat tárgyalt kérdésnek eldöntésére, hogy k -ban van-e 1 normájú gyűrűegység, vagy ami ugyanaz, hogy mely

$$x^2 - \Delta y^2 = 1 \quad (1)$$

PELL-féle egyenletek oldhatók meg, ahol Δ bármilyen nem teljes négyzet pozitív egész szám. Általánosabban, ama kapcsolat folytán megállapítjuk annak feltételét, hogy a DIRICHLET-féle

$$rx^2 + sy^2 = 1, \quad rx^2 + sy^2 = 2 \quad (2, 2')$$

egyenletek milyen r, s viszonylagos törzs racionális egész együtthatókra oldhatók meg x és y racionális egész számmal. [Az (1) a (2)-nek $r = -1, s = \Delta$ esete.] Mindhárom kérdés összefüggésbe jut még az

$$rx^2 + sy^2 = z^{2n}, \quad rx^2 + sy^2 = 2z^{2n} \quad (3, 3')$$

határozatlan egyenletek megoldhatóságának kérdésével, ahol azonban kizárólag olyan x, y, z racionális egész számokból álló megoldásokat engedünk meg, amelyekre $(rx, sy) = 1, 2 \nmid z$.⁸ Mindezekre a további kérdésekre kimerítő választ fognak adni ugyanazok az M_n matrixok, amelyekre az O_2 7. tételében az e_n számok meghatározását visszavezettük.

A II-ben megvizsgáljuk majd a K_n testek tulajdonságait, s ennek alapján a III-ban egyszerű utasítást adunk eme testek

⁸ Az $(rx, sy) = 1$ kikötés lényeges, mert különben az $n = 1$ esetben való megoldhatóságból hasonló már minden más n esetében is következik. A $2 \nmid z$ megszorítás elejtése bonyodalmakra vezetne. A belső (t. i. algebrai számelméleti) tartalmat tekintve, helyesebb lenne (3')-t törölni, s helyette (3)-ban olyan r, s számokat is megengedni, amelyekben $2r, 2s$ páratlan egészek. (V. ö. a dolgozat címével, s ugyancsak a kérdés alábbi tárgyalásával, ahol ez az «összeolvasztás» meg fog történni.) Hasonló vonatkozik (2')-re is.

megszerkesztésére, ezzel biztosítva az O_3 -beli és I-beli tételeknek konkrét esetekben való alkalmazhatóságát. Azonban — már itt megjegyzem — a II-ben és III-ban páratlan m -ekre fogunk szorítkozni, mert páros m -ek nagymértékű bonyodalmakra vezetnének.⁹ Az ilyen m -ek az I-ben is kellemetlenségeket okoznak, de a tételek egyszerűségét nem befolyásolják.

A IV-ben különböző megjegyzések és példák fognak szerepelni, s ugyanott mutatok rá a már meglevő irodalommal való összefüggésekre, mindaddig csak a legszükségesebb ilyen irányú megjegyzésekre szorítkozom.

Azt már itt megjegyzem, hogy tételeink számos megelőző vizsgálatnak nagymértékű általánosítással való befejezésül tekintendők, amelyek főleg csak az $m = 1$ klasszikus esetet illették, amelyben ugyanis H a k -nak (szűkebb értelemben vett) abszolút osztálycsoportja (megfelelőleg Δ , r , s négyzetmentesek). Elsősorban említendők GAUSS, DIRICHLET, szerző, H. REICHARDT és A. SCHOLZ idevágó munkái.

1. §.

A k -nak egész számai közül az $a + b\sqrt{d}$ (a , b racionális egész) számokat egészkoordinátásnak fogjuk nevezni. [A $d \not\equiv 1 \pmod{4}$ esetben mindkét fogalom egyezik.] Nyilvánvaló, hogy ha a páratlan (azaz 2-höz törzs) egész szám k -ban, akkor a^2 vagy már a egészkoordinátás.

Jelentse D a k diszkriminánsát. Fennáll $D = d[d \equiv 1 \pmod{4}]$ vagy $D = 4d[d \not\equiv 1 \pmod{4}]$. Bebizonyítjuk a következőt:

\mathcal{K} páros része nem változik, ha m -et egy olyan mp (p pozitív törzsszám) szorzattal helyettesítjük, amelyben vagy $p = 2$, $2 \nmid Dm$ vagy $p \neq 2$, $p \mid Dm$. Minthogy e közben \mathcal{K} -t «finomítottuk», azért nyilvánvaló, hogy a K_n testek összessége nem változik.

Élég kimutatni azt, hogy ha ϱ bármely mp -hez törzs egész gyűrűszám mod m , akkor ϱ -nak alkalmas páratlan hatványa

⁹ Ez a korlátozás az (1) egyenletre nézve nem csorbitja az általánosságot.

gyűrűszám mod mp , továbbá fenti megjegyzés miatt szabad e közben csupán egészkoordinátás ρ -kra szorítkozni. Legyen ehhez $\rho = a + b\sqrt{d}$ (a, b racionális egész). A tekintendő esetek elsőjében ρ páratlan és $d \equiv 1 \pmod{4}$, s így $\rho \equiv 1 \pmod{2}$, amiből az állítás máris folyik. A második esetben legyen $p^u \parallel m$.¹⁰ Elegendő azt kimutatni, hogy ρ^p racionális számmal kongruens mod p^{u+1} . Ez pedig tényleg úgy van a

$$\rho^p = a^p + bp \left[a^{p-1} \sqrt{d} + \frac{bd}{p} \sum_{i=2}^p \binom{p}{i} a^{p-i} (b\sqrt{d})^{i-2} \right]$$

kifejtés szerint, mert a föltevés miatt p^u, b azaz $p^{u+1} \mid bp$, továbbá $p \nmid bd$.

2. §.

Az 1. § alapján a jövőben az általánosság megszorítása nélkül csak olyan m -eket tekintünk, amelyekre Dm páratlan törzstényezői különbözők és vagy $2 \nmid Dm$ vagy $4 \mid Dm$. A D és m legyenek ezután szilárdan rögzítve. Bevezetjük egyben a következő mindvégig szóló jelöléseket:

« d_1, d_2 » két olyan racionális szám, amelyekre $d_1 > 0$ és vagy d_1, d_2 egész, $d_1 d_2 = d$ vagy $d \equiv 1 \pmod{4}$, $2 \nmid m$, továbbá $2d_1, 2d_2$ páratlan egész, $d_1 d_2 = \frac{1}{4}d$;¹¹

« m_0 » az a pozitív egész szám, amelyre áll az, hogy $b\sqrt{d}$ (b racionális egész) akkor és csak akkor kongruens racionális számmal mod m , ha $m_0 \mid b$, vagyis tehát m_0 az alábbi táblázat 2-dik rovatában megadott érték, az 1-ső rovatban részletezett a — h . eseteknek¹² megfelelően;

« m_1, m_2 » két olyan pozitív egész szám, amelyekre $(m_1, m_2) = 1$ és még a táblázat 3-dik rovatában kiszabott feltételek teljesülnek:¹³

¹⁰ « $x^a \parallel y$ » ugyanaz mint « $x^a \mid y$ és $x^{a+1} \nmid y$ ».

¹¹ Természetesen d_1 (a d segítségével) már d_2 -t is meghatározza.

¹² Ezek az a — h . nyilván kimerítik a lehetséges összes eseteket.

¹³ Vagyis tehát $m_1 m_2 = m_0$ vagy $\frac{1}{2} m_0$, továbbá a h . esetben teljesülnie kell a zárójelben ott feltüntetett különfeltételnek. A *-gal megjelölt e ., f ., h . esetekben $m_1 m_2$ számára nem csak m_0 , hanem $\frac{1}{2} m_0$ is megengedett. A táblázat 4-ik és 5-ik rovatait később értelmezzük.

		$m_0 =$	$m_1 m_2 =$	$e_1 - (t-1) =$	
a.	$2 \nmid m$	m	m_0	0	—
b.	$2^2 \parallel D$	$2^2 \parallel m$	$\frac{1}{2} m$	0	$k(\sqrt{-1})$
* c.	$2^3 \mid m$	$\frac{1}{2} m$	$m_0, \frac{1}{2} m_0$	1	$k(\sqrt{-1}), k(\sqrt{-2})$
d.	$2 \nmid m$	m	m_0	0	—
e.	$2^2 \parallel D$	$2 \parallel m$	m	0	—
* f.	$2^2 \mid m$	m	$m_0, \frac{1}{2} m_0$	1	$k(\sqrt{-2})$
g.	$2 \nmid m$	m	m_0	0	—
* h.	$2^3 \parallel D$	$2 \mid m$	$m \left\{ \begin{array}{l} m_0, \frac{1}{2} m_0 \\ (2 \nmid d_1 m_1 + d_2 m_2) \end{array} \right\}$	1	$k(\sqrt{-1})$

« x_1, x_2 » olyan racionális egész számok, amelyekre teljesülnek

$$(x_1, m_2) = 1, \quad (x_2, m_1) = 1, \quad (4)$$

$$2 \nmid x_1 x_2 \quad (\text{ha } m_1 m_2 = \frac{1}{2} m_0), \quad (5)$$

$$d_1 m_1^2 x_1^2 - d_2 m_2^2 x_2^2 \begin{cases} > 0, \\ \equiv 1 \pmod{2}; \end{cases} \quad (6)$$

$$\equiv 1 \pmod{2}; \quad (7)$$

« ξ » a következő szám:

$$\xi = m_1 x_1 \sqrt{d_1} + m_2 x_2 \sqrt{d_2}, \quad (8)$$

ahol a négyzetgyökök úgy rögzítendők, hogy $\sqrt{d_1} > 0$ és $\sqrt{d_1} \sqrt{d_2} = \sqrt{d_1 d_2} = \sqrt{d}$ vagy $\frac{1}{2} \sqrt{d}$ legyen;

« S » az

$$S = d_1, d_2, m_1, m_2 \quad (9)$$

számnégyes.

Azt fogjuk mondani, hogy ξ , s ugyancsak az x_1, x_2 szám-pár az S -hez tartozik. Mindjárt kimutatjuk, hogy ez az egymáshoz tartozás visszafelé is egyértelmű, azaz, hogy ξ -vel már S (tehát az x_1, x_2 pár is) meghatározott.

¹⁴ A (7) nyilván azt jelenti, hogy a baloldal páratlan egész. Világos, hogy (4)–(7) teljesíthetők. Mégpedig (4), (5), (7) fennállanak pl. $x_1 = 1, x_2 = 1$ mellett kivéve csupán az a . esetet és a d . esetet, ha utóbbiban d_1 egész: ezekben az esetekben megfelel pl. $x_1 = 1, x_2 = 2$. Végül (6) is teljesül, ha (az eddigi $x_1 = 1$ helyett) $x_1 = 1 + 2m_0 a$, ahol a «elég nagy» pozitív egész szám.

Tegyük föl ugyanis, hogy ξ egy további $\bar{S} = \bar{d}_1, \bar{d}_2, \bar{m}_1, \bar{m}_2$ -höz is tartozik, azaz (8) mellett fennáll még

$$\xi = \bar{m}_1 \bar{x}_1 \sqrt{\bar{d}_1} + \bar{m}_2 \bar{x}_2 \sqrt{\bar{d}_2} \quad (10)$$

úgy, hogy (4)–(7) a «–» vonással ellátott elemekre is teljesül. Biztos, hogy (8) és (10) jobboldala egymástól legfeljebb csak a tagok sorrendjében tér el, azonban (6) miatt még ebben sem lehet eltérés. Akkor máris $\bar{d}_1 = d_1, \bar{d}_2 = d_2$, továbbá

$$\bar{m}_1 \bar{x}_1 = m_1 x_1, \quad \bar{m}_2 \bar{x}_2 = m_2 x_2.$$

Ha pl. $\bar{m}_1 \neq m_1$ lenne (az $\bar{m}_2 \neq m_2$ eset hasonlóan tárgyalható), akkor föltehető, hogy van olyan p páratlan törzsszám, amelyre $p | \bar{m}_1, p \nmid m_1$, vagy $\bar{m}_1 = 2^u m_1$ ($u \geq 1$). Az előbbi esetben $p | x_1$, s így (4) miatt $p \nmid m_2$, azaz $p \nmid m_1 m_2, p | \bar{m}_1 \bar{m}_2$, ami lehetetlen. Az utóbbi esetben $2 | x_1$, s így (5) miatt $m_1 m_2 = m_0$ és (4) miatt $2 \nmid m_2$. Mindenesetre tehát $\bar{m}_1 \bar{m}_2 | m_1 m_2$, holott a baloldal 2-öt magasabb hatványon tartalmazza mint a jobboldal. Ezzel az ellenmondással bebizonyítottuk az állítást.

Az összes \mathcal{S} -ek száma nyilvánvalóan 2-hatvány, amit alább majd pontosan is meghatározunk. Belőlük megalkotjuk az $\bar{\mathcal{S}}$ csoportjukat a következő szorzási szabállyal: ($\mathcal{S}\bar{\mathcal{S}} =$)

$$(d_1, d_2, m_1, m_2)(\bar{d}_1, \bar{d}_2, \bar{m}_1, \bar{m}_2) = \bar{d}_1, \bar{d}_2, \bar{m}_1, \bar{m}_2 \quad (11)$$

úgy, hogy mindenképp

\bar{d}_1 a $d_1 \bar{d}_1$ szorzattól legfeljebb egy négyzetszám (t. i. racionális szám négyzete) tényezőiben különbözzék, amivel már \bar{d}_2 is meghatározott, továbbá az

\bar{m}_1 páratlan része (t. i. a páratlan törzstényezők szorzata) az $m_1 \bar{m}_1$ szorzat páratlan részétől ugyancsak legfeljebb egy négyzetszám tényezőiben különbözzék, amivel ismét már \bar{m}_2 páratlan része is meghatározott, végül

m_1 akkor és csak akkor legyen páratlan, ha mind m_1 , mind \bar{m}_1 páratlan vagy mindkettő páros és akkor és csak akkor legyen $\bar{m}_1 \bar{m}_2 = m_0$, ha $m_1 m_2, m_1 \bar{m}_2$ mindketten m_0 -sal vagy mindketten $\frac{1}{2} m_0$ -sal egyenlők, amivel már az \bar{m}_1, \bar{m}_2 számokban foglalt 2-hatványok is meghatározottak. Természetesen ez a szabály csupán annál fogva értelmes, hogy (11) jobboldala eleve az (\mathcal{S} -

ben tartozik lenni. Látjuk, hogy ez a szabály a h . esetben a táblázat 3-dik rovatában kiszabott különfeltétellel nincs összeközésben.

Nyilvánvaló, hogy ennél az értelmezésnél fogva (\mathcal{S}) abel-csoport, típusa $(2, \dots, 2)$, egységeleme

$$S^0 = 1, d, 1, m_0. \quad (12)$$

A (4)–(8)-ből folyik, hogy ξ $2m$ -hez törzs egész szám az $R(\sqrt{d_1}, \sqrt{d_2})$ testben és

$$N_1 \xi = d_1 m_1^2 x_1^2 - d_2 m_2^2 x_2^2 > 0, \quad (13)$$

ahol N_1 az $R(\sqrt{d_1})$ testre vonatkoztatott viszonylagos norma jele. Továbbá a (ξ) főideál k -beli ideál, mert $\xi \sqrt{d_1}$ k -beli szám és $(\sqrt{d_1}) = (d_1, D)$ k -beli ideál. Bebizonyítjuk a következőt:

1°. *Tétel.* 1°. A ξ^2 számok éppen a k mindam páratlan teljesen pozitív egészkoordinátás gyűrűszámai, amelyek¹⁵ valamely k -beli ideál négyzetével egyenlők.

2°. Ha $\xi, \bar{\xi}$ az (\mathcal{S}) -nek $\mathcal{S}, \bar{\mathcal{S}}$ elemeihez tartoznak, akkor $\xi \bar{\xi}$ is a (8)-beli számok közül való és $\mathcal{S}\bar{\mathcal{S}}$ -hoz tartozik.

3°. Minden (ξ) ideál valamelyik B amíg osztályba tartozik, amit $B(\xi)$ -vel jelölünk. Ezzel minden B előáll.

4°. A $B(\xi)$ csupán \mathcal{S} -lől függ, amit ezért $B(\mathcal{S})$ -sel is jelölünk. Fennáll

$$B(\mathcal{S})B(\bar{\mathcal{S}}) = B(\mathcal{S}\bar{\mathcal{S}}). \quad (14)$$

5°. A $B(\mathcal{S})$ alakban minden B pontosan kétszer áll elő, mégpedig az „ $\mathcal{S} \rightarrow B(\mathcal{S})$ » leképezés az $(\mathcal{S}), (B)$ csoportok között egy 2:1 homomorfizmust létesít.

6°. Különösen $B(\mathcal{S}) = H$ szükséges és elegendő feltétele az, hogy

$$d_1 m_1^2 x_1^2 - d_2 m_2^2 x_2^2 = 1 \quad (2 + x_1 x_2 \text{ ha } m_1 m_2 = \frac{1}{2} m_0) \quad (15)$$

racionális egész x_1, x_2 számokkal megoldható legyen,¹⁶ ami az $\mathcal{S} = \mathcal{S}^0$ triviális eseten¹⁷ kívül egyetlen további \mathcal{S} -re következik be.

¹⁵ T. i. a megfelelő főideálok.

¹⁶ (15) miatt már (4) (7) is teljesülnek, s ezért jogosan használtuk az x_1, x_2 jelölést.

¹⁷ Ugyanis akkor (12) szerint megoldás pl. $x_1 = 1, x_2 = 0$.

Ez utóbbit (a d, m párhoz tartozó) DIRICHLET—PELL-féle szám-
négyesnek nevezzük¹⁸ és S^* -gal jelöljük. Egyben (14)-ből

$$B(SS^*) = B(S). \quad (16)$$

7°. Jelentse t a Dm különböző törzstényezőinek számát. Akkor e_1 (a \mathcal{H} páros invariánsainak száma) $= t-1$ vagy t , fenti táblázat 4-ik rovata szerint.

8°. A (K) -nak egy bázisa megoldható így: A Dm összes $4l+1$ alakú racionális törzstényezői közül a $2 \nmid D$ esetben töröljük a D valamelyik törzstényezőjét. A megmaradt p törzsszámokkal képezett $k(\sqrt{p})$ testek és a táblázat 5-ik rovatában feltüntetett testek egy kivánt bázist alkotnak.

Bizonyítás. Az 1°-hez. Fennáll (8) miatt

$$\xi^2 = d_1 m_1^2 x_1^2 + d_2 m_2^2 x_2^2 + 2m_1 m_2 x_1 x_2 \sqrt{d_1 d_2}.$$

Ebből (7) szerint ξ^2 tényleg egészkoordinátás szám k -ban, továbbá a jobboldal utolsó tagja osztható $m_0 \sqrt{d}$ -vel, s így ξ^2 — a fenti megjegyzések figyelembevételével — az 1°-ben mondott számok közé tartozik.

Fordítva legyen

$$\rho = u + v \sqrt{d} \quad (u, v \text{ racionális egész}) \quad (17)$$

páratlan teljesen pozitív gyűrűszám és

$$(\rho) = \mathfrak{b}^2 \quad (18)$$

valamilyen \mathfrak{b} k -beli ideállal. Az 1°-höz még csak azt kell kimutatnunk, hogy ρ valamelyik ξ^2 .

Legyen ehhez

$$b = N\mathfrak{b} \quad (b \text{ pozitív egész}). \quad (19)$$

ahol N a norma jele k -ban. A föltevések miatt

$$u^2 - dv^2 = b^2. \quad (20)$$

Ebből (DIRICHLET nyomán) azonos átalakítással

$$2(b+u)(u+v\sqrt{d}) = (b+u+v\sqrt{d})^2. \quad (21)$$

E szerint (17), (18) alapján $2(b+u)$ ideálnégyszet k -ban. Továbbá $b+u > 0$, mégpedig a $d > 0$ esetben $\rho \geq 0$,¹⁹ (17), (21) miatt,

¹⁸ Az (1), illetve (2,2') egyenletekkel való összefüggés miatt, amiről közelebbit később.

¹⁹ ≥ 0 ugyanaz mint teljesen pozitív.

a $d < 0$ esetben egyszerűen $b > 0$ és (20) miatt. Mindkettőből folyik, hogy

$$2(b+u) = ef^2 \quad (f \text{ pozitív egész}), \quad (22)$$

ahol e a D -nek pozitív négyzetmentes osztója.

Erről kimutatjuk, hogy a $2|e$, $d \equiv -1 \pmod{4}$ esetben $2 \nmid m$. Ha ugyanis $2|m$ lenne, akkor az e . vagy az f . eset forog fenn, s így egyben $2|m_0$. Ebből (17) miatt $2|v$. Ezért a (20)-ból folyó $(b+u)(b-u) = -dv^2$ egyenlet baloldalának mindkét tényezője 2 -t páratlan hatványon tartalmazza, s ez (22) miatt tényleg ellentmond annak, hogy $2|e$.

A most kimutatottakból következik, hogy a

$$d_1 = e \quad [d \equiv -1 \pmod{4}, \text{ vagy } d \equiv -1 \pmod{4}, 2 \nmid e]$$

illetve

$$d_1 = \frac{1}{4}e \quad [d \equiv -1 \pmod{4}, 2|e]$$

által értelmezett d_1 szám a fenti d_1, d_2 számpárok valamelyikébe tartozik (t. i. egy ilyennek első eleme). E szerint (22) helyett írható

$$2(b+u) = d_1 a^2 \quad (a \text{ pozitív egész}), \quad (23)$$

amivel d_1 és az ő d_2 «párja» egyértelmű meghatározást nyertek.

Ebből (17) és (21) szerint

$$\rho = \bar{\xi}^2, \quad (24)$$

ahol

$$\bar{\xi} = \frac{b+u+v\sqrt{d}}{a\sqrt{d_1}}. \quad (25)$$

Ezért elég kimutatni, hogy $\bar{\xi}$ a (8)-beli számok közül való.

Legyen ehhez

$$\bar{\xi} = y_1 \sqrt{d_1} + y_2 \sqrt{d_2} \quad (y_1, y_2 \text{ racionális}). \quad (26)$$

Akkor (25) és (23) szerint

$$y_1 = \frac{b+u}{ad_1} = \frac{a}{2}. \quad (27)$$

Kell, hogy $2|a$ legyen, mert a $2 \nmid a$ esetben $2 \nmid b$ és (23) miatt $2|u$, $2|d_1$, $2|d$, ellenmondásban (20)-szal. Ezért és (27) miatt y_1 egész, továbbá akkor y_2 is egész, mert különben (26) miatt $\bar{\xi}$ nem lenne egész, ami (24) szerint ρ egész voltának ellentmond.

Kimutatjuk, hogy

$$(y_1, y_2, m) = 1. \quad (28)$$

Ellenkező esetben volna m -nek olyan p törzstényezője, amely y_1 , y_2 mindegyikének osztója, s akkor (26) szerint $(\xi, p) \neq 1$, holott (24) miatt ρ -val együtt ξ is törzs az m -hez.

Legyen ezután

$$\bar{m}_1 = (y_1, m_0), \quad \bar{m}_2 = (y_2, m_0) \quad (\bar{m}_1, \bar{m}_2 > 0). \quad (29)$$

Mint ahogy (28)-ból még inkább $(y_1, y_2, m_0) = 1$, azért (29)-ből mindenekelőtt

$$(\bar{m}_1, \bar{m}_2) = 1, \quad (30)$$

továbbá

$$\bar{m}_1 \bar{m}_2 = (y_1 y_2, m_0). \quad (31)$$

Másrészt (24) és (26) szerint

$$\rho = d_1 y_1^2 + d_2 y_2^2 + 2y_1 y_2 \sqrt{d_1 d_2}. \quad (32)$$

Mint ahogy pedig ρ gyűrűszám, azért

$$m_0 \sqrt{d} \mid 2y_1 y_2 \sqrt{d_1 d_2}. \quad (33)$$

Ezekből kimutatjuk, hogy \bar{m}_1, \bar{m}_2 az m_1, m_2 számpárok közül van, értve ezen azt, hogy $d_1, d_2, \bar{m}_1, \bar{m}_2$ éppen egy \mathcal{S} számnégyes. Tekintettel (30)-ra elég azt kimutatni, hogy az $\bar{m}_1 \bar{m}_2$ szorzat a táblázat 3-ik rovatában adott értékek valamelyike és, hogy a h . esetben $2 \nmid d_1 \bar{m}_1 + d_2 \bar{m}_2$ is teljesül. Utóbbi biztosan így van, mert ellenkező esetben ($2 \mid d$ miatt) $2 \mid d_1 \bar{m}_1, 2 \mid d_2 \bar{m}_2$, s akkor (29) miatt még inkább $2 \mid d_1 y_1, 2 \mid d_2 y_2$. Ez azonban (26) szerint azt jelenti, hogy $(\xi, 2) \neq 1$, ami (24) miatt ρ páratlan voltának ellentmond. Elég tehát a (31)-ből folyó $\bar{m}_1 \bar{m}_2 \mid m_0$ miatt még csak azt kimutatni, hogy $\bar{m}_1 \bar{m}_2 < m_0$ csak a \star -os (t. i. c, f, h .) esetekben lehetséges, és hogy akkor $\bar{m}_1 \bar{m}_2 = \frac{1}{2} m_0$. Tényleg (33)-ból $m_0 \mid 2y_1 y_2$, s így (31) miatt az $\bar{m}_1 \bar{m}_2 < m_0$ esetben csak $\bar{m}_1 \bar{m}_2 = \frac{1}{2} m_0$ lehetséges, s mint ahogy ugyanekkor szükségképpen $2 \mid m_0$, azért a \star -os eseteken kívül még csak a b, e . esetekről lehetne szó. Ez utóbbi esetekben azonban $2 \nmid m_0$, azaz $2 \nmid \bar{m}_1 \bar{m}_2$, s így (31) szerint $2 \nmid y_1 y_2$. Ebből (32) miatt $2 \nmid \rho$, s ezzel az ellenmondással utóbbi állításunkat bebizonyítottuk.

Legyen most már

$$y_1 = \bar{m}_1 \bar{x}_1, \quad y_2 = \bar{m}_2 \bar{x}_2, \quad (34)$$

ahol tehát (29) miatt \bar{x}_1, \bar{x}_2 egész. Minthogy $\bar{m}_1 \bar{m}_2 | m_0$, azért (29)-ből egyben

$$(\bar{x}_1, \bar{m}_2) = 1, \quad (\bar{x}_2, \bar{m}_1) = 1. \quad (35)$$

Továbbá (31) és (34) miatt

$$\left(\bar{x}_1 \bar{x}_2, \frac{m_0}{m_1 m_2} \right) = 1. \quad (36)$$

Végül (20) és (25) alapján

$$N_1 \xi = \frac{2b^2 + 2bu}{d_1 a^2}$$

vagyis (26), (34) és (23) szerint

$$d_1 \bar{m}_1^2 \bar{x}_1^2 - d_2 \bar{m}_2^2 \bar{x}_2^2 = b. \quad (37)$$

A (35), (36), (37) [tekintettel arra, hogy b páratlan pozitív egész] épp azt jelentik, hogy az \bar{x}_1, \bar{x}_2 számpár (a $d_1, d_2, \bar{m}_1, \bar{m}_2$ számnégyesre vonatkozóan) kielégítik (4)–(7)-et, s így (26) és (34) szerint ξ a (8)-beli számok közül van. Ezzel 1^o-et bebizonyítottuk.

A 2^o-höz. Az már az 1^o-ből folyik, hogy $\xi \bar{\xi}$ is a (8)-beli számok között van. Akkor egyszersmind $\xi \bar{\xi}$ hozzátartozik az (S) csoport valamely meghatározott S' eleméhez, s csupán azt kell kimutatni, hogy éppen $S' = S\bar{S}$.

Ehhez írjuk (8)-at a tagok sorrendjének megtartásával a $\xi = \alpha + \beta$ alakban, s nevezzük az α, β számokat ξ első, illetve második tagjának. Ezek meghatározottak azért, hogy mindegyik racionális szám négyzetgyöke és $\alpha^2 - \beta^2 > 0$. Legyen hasonlóan $\bar{\xi} = \bar{\alpha} + \bar{\beta}$. Akkor nyilván a $\xi \bar{\xi} = (\alpha \bar{\alpha} + \beta \bar{\beta}) + (\alpha \bar{\beta} + \bar{\alpha} \beta)$ előállításban is a zárjelkifejezések a $\xi \bar{\xi}$ «első», illetve «második» tagja, amit mindjárt tisztábban látunk a

$$\begin{aligned} \xi \bar{\xi} = & (m_1 \bar{m}_1 x_1 \bar{x}_1 \sqrt{d_1 \bar{d}_1} + m_2 \bar{m}_2 x_2 \bar{x}_2 \sqrt{d_2 \bar{d}_2}) + \\ & + (m_1 \bar{m}_2 x_1 \bar{x}_2 \sqrt{d_1 \bar{d}_2} + m_2 \bar{m}_1 x_2 \bar{x}_1 \sqrt{\bar{d}_1 d_2}) \end{aligned} \quad (38)$$

részletes kiírásból, ahol ugyanis

$$\xi = \bar{m}_1 \bar{x}_1 \sqrt{\bar{d}_1} + \bar{m}_2 \bar{x}_2 \sqrt{d_2}$$

a (8)-nak megfelelő előállítás (mindegyik zárójelben a két tag csupán racionális tényezőben tér el egymástól). Legyen mármost $S' = d', d'_2, m'_1, m'_2$ és jelöljük $S\bar{S}$ -t ismét a (11) jobboldalával. Eme szorzat értelmezése szerint \bar{d}'_1 csupán négyzetszám tényezőben

tér el $d_1\bar{d}_1$ -től, és (38) szerint hasonló áll d_1' -ről is, tehát $d_1' = \bar{d}_1$, (egyben tehát $d_2' = \bar{d}_2$). Továbbá látjuk, hogy a $2 \nmid m_0$ esetben a (38) két zárójelkifejezése $\bar{m}_1\sqrt{\bar{d}_1}$ -nek, illetve $m_1\sqrt{\bar{d}_2}$ -nek többszöröse, s ebből már folyik, hogy csak $m_1' = \bar{m}_1$, $m_2' = \bar{m}_2$ lehet. Könnyen nyerjük ugyanezt a $2 \mid m_0$ esetben is, s ezzel 2° -t bebizonyítottuk.

A 3° -hoz. Az 1° -ből következik, hogy minden (ξ) valamelyik B -be tartozik. Fordítva, legyen megadva egy B . Vegyünk belőle egy b páratlan egész ideált. Akkor $b^2 = (\rho)$, ahol ρ egész gyűrűszám. Feltehető, hogy ρ egészkoordinátás, mert különben b helyébe $b(\rho)$ -t vennénk, amely ismét B -ben van, s ránézve $(b(\rho))^2 = (\rho^2)$, ahol ρ^2 már biztosan egészkoordinátás. Végül feltehető, hogy $\rho \geq 0$, mert különben ρ helyett $-\rho$ már megfelel. Ezután az 1° szerint van olyan ξ , amelyre $\xi^2 = \rho$. Ebből $b^2 = (\xi^2)$, $b = (\xi)$, s ezzel 3° -at bebizonyítottuk.

A 4° -hez. Egy ugyanazon \mathcal{S} -hez (8)-on kívül tartozzék még hozzá

$$\bar{\xi} = m_1\bar{x}_1\sqrt{\bar{d}_1} + m_2\bar{x}_2\sqrt{\bar{d}_2}, \quad (39)$$

ahol ugyanis x_1, \bar{x}_2 is kielégítik (4) — (7)-et. Azt kell kimutatnunk a 4° első feléhez, hogy $(\xi) \sim (\bar{\xi})$, ahol « \sim » az ideál-ekvivalencia jele \mathcal{H} -ban. Minthogy $(\xi)^2 = (\bar{\xi}^2) \sim 1$, azért elég azt kimutatni, hogy $(\xi\bar{\xi}) \sim 1$.

A (8) és (39) szerint

$$\xi\bar{\xi} = d_1m_1^2x_1\bar{x}_1 + d_2m_2^2x_2\bar{x}_2 + m_1m_2(x_1\bar{x}_2 + \bar{x}_1x_2)\sqrt{d_1d_2}.$$

Ebből kimutatjuk, hogy $\xi\bar{\xi}$ racionális számmal kongruens mod m_0 , azaz hogy

$$m_0\sqrt{d} \mid m_1m_2(x_1\bar{x}_2 + \bar{x}_1x_2)\sqrt{d_1d_2}.$$

Ez tényleg helyes az $m_1m_2 = m_0$ esetben [akkor is, ha d_1, d_2 nem egészek, mert ilyenkor (7) miatt x_1, x_2 , s ugyanígy \bar{x}_1, \bar{x}_2 páratlanok]. Ha pedig $m_1m_2 = \frac{1}{2}m_0$, akkor egyrészt $d = d_1d_2$, másrészt most (5) miatt x_1, x_2 s ugyanígy \bar{x}_1, \bar{x}_2 ismét páratlanok, s így a jelenlévő állítás minden esetben helyes.

Továbbá ξ -vel és $\bar{\xi}$ -sal együtt $\xi\bar{\xi}$ is törzs az m -hez, végül pedig a (9) szerint $N_1\xi > 0$ s ugyanígy $N_1\bar{\xi} > 0$, amelyekből $N\xi\bar{\xi} > 0$. Mindezek szerint $\xi\bar{\xi}$ gyűrűszám, s így tényleg $(\xi\bar{\xi}) \sim 1$.

A (14) bizonyításához legyen $\xi, \bar{\xi}$ egy-egy \mathcal{S} -hez, illetve $\bar{\mathcal{S}}$ -hoz tartozó szám. Akkor 2° szerint $\xi\bar{\xi}$ az $\mathcal{S}\bar{\mathcal{S}}$ -hoz tartozik, s ezért előáll

$$B(\mathcal{S})B(\bar{\mathcal{S}}) = B(\xi)B(\bar{\xi}) = B(\xi\bar{\xi}) = B(\mathcal{S}\bar{\mathcal{S}}).$$

Ezzel 4°-et bebizonyítottuk.

Az 5°-hoz és 6°-hoz. Az « $\mathcal{S} \rightarrow B(\mathcal{S})$ » leképezés (14) szerint mindenesetre homomorf. Ha tehát kimutatjuk azt, hogy a $B(\mathcal{S}) = H$ egyenletet pontosan két \mathcal{S} elégíti ki, akkor ebből 5° már következik. Ezért elég még csak 6°-ot bebizonyítani.

Ehhez jegyezzük meg mindenekelőtt, hogy az \mathcal{S}^0 -hoz tartozó ξ számok éppen az összes egészskoordinátás páratlan gyűrűszámok. Ha továbbá ρ egy ilyen szám és ξ egy tetszőszerinti (8)-beli szám, ami valamely \mathcal{S} -hez tartozik, akkor 2° szerint $\rho\xi$ is az \mathcal{S} -hez tartozik.

Tekintsük ezután a k összes teljesen pozitív egészskoordinátás gyűrűegységeit. Ezek tudvalevően ciklikus csoportot alkotnak; legyen ε ennek valamelyik előállító eleme,²⁰ amit röviden gyűrűalapegységnek nevezünk (e helyett: egészskoordinátás gyűrűalapegység). Mégpedig ε rendje páros szám vagy végtelen.²¹

Az 1° szerint $\sqrt{\varepsilon}$ valamelyik ξ . Egyben fennáll $B(\sqrt{\varepsilon}) = H$. Biztos, hogy $\sqrt{\varepsilon}$ nem az \mathcal{S}^0 -hoz tartozik, mert akkor $\sqrt{\varepsilon}$ valamely ρ egészskoordinátás gyűrűszám, s így $\varepsilon = \rho^2$ miatt ε nem lehetne gyűrűalapegység. Tartozzék $\sqrt{\varepsilon}$ az \mathcal{S}^* -hoz, amely tehát biztosan \mathcal{S}^0 -tól különböző, de még ki kell mutatnunk, hogy erre az \mathcal{S}^* -ra igazak a 6°-beli állítások.

Mint hogy $B(\sqrt{\varepsilon}) = H$, azért 4° szerint tényleg $B(\mathcal{S}^*) = H$.

Továbbá vegyük fel $\sqrt{\varepsilon}$ -t a (8)-beli alakban. A (10) szerint $N_1\sqrt{\varepsilon} > 0$, tehát csak $N_1\sqrt{\varepsilon} = 1$ lehetséges, ami éppen azt jelenti, hogy \mathcal{S}^* -ra nézve (15) megoldható, amint ezt állítottuk.

Tegyük föl most fordítva, hogy valamely \mathcal{S} -sel $B(\mathcal{S}) = H$.

²⁰ ε helyében $\frac{1}{\varepsilon}$ is megfelelne.

²¹ A $d < 0$ esetben $\varepsilon = -1$, kivéve a $d = -1, m = 1$ esetet, amikor $\varepsilon = \sqrt{-1}$. A $d > 0$ esetben ε végtelen rendű, mégpedig $\varepsilon = x + m_0y\sqrt{d}$, ahol x, y az $x^2 - dm_0^2y^2 = 1$ PELL-féle egyenlet legkisebb pozitív megoldása.

Legyen ξ egy \mathcal{S} -hez tartozó szám. Akkor 4° szerint $B(\xi) = H$. Ebből $(\xi) = (\rho)$, ahol ρ gyűrűszám. Tovább folyik $(\xi^2) = (\rho^2)$, s minthogy ξ^2 k -beli szám, azért

$$\xi^2 = \gamma \rho^2, \quad (40)$$

ahol γ egység k -ban. Minthogy pedig 1° szerint ξ^2 teljesen pozitív gyűrűszám, azért (40) miatt γ gyűrűegység és ≥ 0 . Föltehető, hogy γ egészkoordinátás, mert különben (40) helyébe a $\xi^2 = \gamma^3(\gamma^{-1}\rho)^2$ egyenletet vennénk, amelyben γ^3 már biztosan egy kívánt egység. Ezekután γ az ε -nak valamely hatványa. Föltehető, hogy $\gamma = 1$ vagy ε , mert különben ρ -t az ε alkalmas hatványával szorozva, célt érünk. Végül ρ is egészkoordinátás, mert $\rho^2 = \gamma^{-1}\xi^2$ is ilyen. Azt nyertük tehát, hogy a tekintett ξ számok a ρ és $\rho\sqrt{\varepsilon}$ számok között vannak, ahol ρ páratlan egészkoordinátás gyűrűszám. A föntiek szerint ezek a számok \mathcal{S}^0 -hoz, illetve \mathcal{S}^* -hoz tartoznak, s így $B(\mathcal{S}) = H$ tényleg csak $\mathcal{S} = \mathcal{S}^0$ és $\mathcal{S} = \mathcal{S}^*$ mellett teljesül.

Végül ha (15) fönnáll, akkor a megfelelő (8)-beli ξ -re $N_1\xi = 1$, azaz 1° szerint ξ^2 az ε -nak valamely hatványa. Ebből $\xi = +\varepsilon^i$ vagy $\pm\varepsilon^i\sqrt{\varepsilon}$ (i racionális egész). Minthogy pedig $\pm\varepsilon^i$ páratlan egészkoordinátás gyűrűszám, azért ξ az \mathcal{S}^0 -hoz vagy az \mathcal{S}^* -hoz tartozik, s ezzel 6° -ot bebizonyítottuk.

7° -hez. A B -k száma vagyis a (B) csoport rendje 2^{r_i} [lásd O_3 (11)]. Ebből 5° szerint az (\mathcal{S}) csoport rendje 2^{r_i+1} . Ezért elegendő meghatározni az összes \mathcal{S} -ek számát. Legyen δ a D különböző törzstényezőinek száma. Akkor a d_1, d_2 párok száma 2^δ , csupán az e, f esetekben $2^{\delta-1}$. Legyen továbbá μ az m különböző törzstényezőinek száma. Minden egyes d_1, d_2 pár mellett az m_1, m_2 párok száma 2^μ , csupán a c, f esetben $2^{\mu+1}$. Ezek szerint $e_1 = \delta + \mu - 1$, csupán a c esetben $e_1 = \delta + \mu$ és az e esetben $e_1 = \delta + \mu - 2$. Végül $\delta + \mu = t$ vagy $t + 1$ a szerint amint D és m nem mindketten vagy mindketten párosak. Utóbbi az e, f, h esetekben áll be, s így helyes a 7° .

8° -hoz. Minden K a $k(\sqrt{a}) = R(\sqrt{d}, \sqrt{a})$ [a racionális egész] alakban oldható meg,²² továbbá kell, hogy K diszkrimi-

²² Ezt az egyébként könnyen folyó tényt majd csak a II. részben fogjuk bebizonyítani.

nánása osztója legyen Dm -nek. Minthogy a független K -k száma e_1 (l. O_2 2. tétel), azért a 7° miatt könnyen belátható 8° . Ezzel az 1. tételt bebizonyítottuk.

Megjegyzés. Könnyű minden egyes S -hez megadni egy-egy ξ -t (v. ö. ¹⁴ jegyzettel). Az 1. tétel szerint azonban a megfelelő $B(S) = B(\xi)$ osztályokkal minden B -t éppen kétszer állítottunk elő, s a különböző B -k kiválasztása (16) alapján történik. Ehhez szükséges az S^* ismerete. Ez előáll így: A 6° bizonyítása szerint $\sqrt{\varepsilon}$ olyan ξ szám, amihez S^* tartozik. [Az S^* tényleges meghatározásához $\sqrt{\varepsilon}$ -t előbb a (8) alakra kell hozni; ez az $\varepsilon = -1$ esetben máris $\sqrt{\varepsilon} = \sqrt{-1}$, s az $\varepsilon \neq -1$ esetben (21) szerint

$$\sqrt{\varepsilon} = \frac{1 + \varepsilon}{\sqrt{2(1+u)}},$$

ahol $\varepsilon = u + v\sqrt{d}$ (u, v racionális). A $d < 0$ esetben ebből (vagy közvetlenül 6° -ból) $S^* = -d, -1, m_0, 1$ [egyben (16) átmenyebbe: $B(d_1, d_2, m_1, m_2) = B(-d_2, -d_1, m_2, m_1)$], kivéve a $d = -1, m = 1$ esetet, amely semmi problémát nem nyújt, mert ekkor a gyűrűosztályszám 1 (egyébként most $S^* = \frac{1}{2}, -\frac{1}{2}, 1, 1$). Ellenben $d > 0$ mellett az ε kiszámítása, s így ezen az úton az S^* meghatározása már mérsékeltén nagy d esetében is nagyon hosszadalmas munkát kíván.²³ Nagy fontosságú az, hogy az S^* meghatározása lehetséges az ε kiszámítása nélkül az O_2 7. tétel alapján, amire a 4. §-ban térünk rá, miután a következő 3. §-ban a (3,3') egyenletekkel foglalkoztunk.

3. §.

A (3,3') egyenletek helyett elegendő a

$$d_1 m_1^2 x_1^2 - d_2 m_2^2 x_2^2 = z^{2n} \quad (n=1, 2, \dots) \quad (41)$$

egyenletek megoldhatóságának kérdésével foglalkozni, kikötve, hogy a megoldó x_1, x_2, z számok racionális egészek legyenek az

$$(m_1 x_1, m_2 x_2) = 1, \quad 2 \nmid x_1 x_2 \text{ ha } m_1 m_2 = \frac{1}{2} m_0, \quad 2 \nmid z \quad (42)$$

²³ T. i. a \sqrt{D} lánc törtbe fejtesének segélyével. Lásd W. PATZ, Tafel der regelmässigen Kettenbrüche für Quadratwurzeln aus den natürlichen Zahlen von 1--10000. Leipzig 1941, 282 o.

megszorításokkal.²⁴ Megjegyezzük, hogy (41), (42) fennállása esetében már (4)–(7) is teljesülnek, s ezért nem vétettünk kezdeti megállapodásainkkal szemben. Bebizonyítjuk a következőt:

Segéd-tétel. A (41) akkor és csak akkor megoldható, ha a $B(S)$ osztály 2^n -dik hatványa [azaz ha ez az osztály a $(B)_{n+1}$ csoportban van, v. ö. O_3].

Tegyük föl ugyanis, hogy x_1, x_2, z megoldása (41)-nek. Legyenek

$$\xi, \xi' = m_1 x_1 \sqrt{d_1} \pm m_2 x_2 \sqrt{d_2}, \quad (43)$$

ahol a ξ -hez a «+», a ξ' -höz a «-» előjel olvasandó. Természetesen ξ és ξ' mindketten a (8)-beli számok közül vannak. Az 1. tétel 1° szerint (ξ), (ξ') páratlan egész ideálok k -ban, továbbá (42) miatt viszonylagos törzsek, szorzatuk (41) szerint 2^n -dik hatvány, s így hasonló áll mindkét ideálról egyenként. Akkor az 1. tételbeli $B(S) = B(\xi)$ osztály ugyancsak 2^n -dik hatvány, amint állítottuk.

Fordítva, tegyük föl, hogy $B(S)$ 2^n -dik hatványa \mathcal{C} valamelyik osztályának. Legyen r racionális is osztótól mentes $2Dm$ -hez törzs egész ideál az utóbbi osztályból. Akkor

$$b = r^{2^n} \quad (44)$$

$B(S)$ -beli ideál, s így $b^2 = (\rho)$, ahol ρ páratlan egész gyűrűszám. Ismét föltehető, hogy $\rho \gg 0$ és egészkoordinátás (ugyanis szabad r helyett r^2 -t venni). Az 1. tétel 1° szerint $\sqrt{\rho}, \sqrt{\varepsilon\rho}$ a (8)-beli számok közül valók, ahol ε ismét a gyűrűalapegység. Minthogy

²⁴ Mindenekelőtt ugyanis eltekinthetünk attól az esettől, amelyben (3, 3') baloldala elsőfokú tényezőkre bontható az R -ben, azaz amelyben $-rs$ négyzetszám. Továbbá, ha például $p \mid r$ (páratlan törzsszám), akkor a (3, 3') egyenletek bármelyikének megoldásából $(x\sqrt{r} + y\sqrt{s})^p$, illetve $[\sqrt{2^{-1}}(x\sqrt{r} + y\sqrt{s})]^p$ képzése által kiderül, hogy azok az egyenletek az r helyett az rp^2 együttthatóval is megoldhatók. Következésképpen a (3, 3') egyenletekből megoldhatóság tekintetében elég csak az olyanokat vizsgálni, amelyekben az r és ugyanígy s nem osztható egyetlen páratlan törzsszám köbével sem. A (3')-höz az is figyelembe veendő, hogy ennél megoldhatóság csak az $rs \equiv 1 \pmod{4}$ esetben fordulhat elő. Végre (3')-t 2-vel osztva, látjuk, hogy (41), (42) tényleg felőleli lényegében az összes esetet.

továbbá $(\sqrt{\varepsilon}) = (\sqrt{\varepsilon\rho}) = b$, azért az 1. tétel 5° , 6° s a 2. § vége szerint $\sqrt{\rho}$, $\sqrt{\varepsilon\rho}$ közül az egyik — jelöljük ezt ξ -vel — az \mathcal{S} -hez (a másik $\mathcal{S}\mathcal{S}^*$ -hoz) tartozik. A (44) szerint

$$(\xi) = r^{2^n}. \quad (45)$$

Legyen még $Nr = z$, ahol akkor z $2Dm$ -hez törzs pozitív egész szám. A (45)-ből ismét a (43)-beli jelöléssel tekintettel (13)-ra:

$$\xi\xi' = z^{2^n}. \quad (46)$$

Mégpedig a r -re szabott föltevések miatt b azaz ξ is racionális osztótól mentes és így a (42)-beli első föltétel teljesül. Az ottani második föltétel nem egyéb mint (5), tehát (46) és (43) szerint (41) megoldható. Ezzel a segédtelet bebizonyítottuk.

2. Tétel. Legyenek d , m és n megadva. Ha $e_n = 0$, akkor (41) éppen csak az $\mathcal{S} = \mathcal{S}^0$, \mathcal{S}^* esetekben oldható meg. Ha $e_n > 0$, akkor (41) megoldhatóságának szükséges és elégséges feltétele az, hogy a $B = B(\mathcal{S})$ osztályra

$$(K, B)_n = 1 \quad (47)$$

minden olyan K -val teljesüljön, amelyre a baloldal létezik [ezek az O_2 -beli 2. segédtelet szerint éppen a $(K)_n$ -beli K testek]. Mindkét esetben a megoldható (41) egyenletek száma

$$2^{e_n+1}. \quad (48)$$

Ugyanis az 1. tétel 6° szerint (41) biztosan megoldható $\mathcal{S} = \mathcal{S}^0$, \mathcal{S}^* mellett. Továbbá (48) a $(B)_{n+1}$ csoport rendjének kétszerese [O_2 (11)], s minthogy minden B -t pontosan két \mathcal{S} állít elő, azért a segédteletből folyik a 2. tétel utolsó állítása. Ugyancsak helyes akkor az első állítás, a már megjegyzettek szerint. Legyen ezután $e_n > 0$. Az O_2 7. tétele szerint a $(B)_{n+1}$ elemei azok a B -k a $(B)_n$ -ből, amelyekre minden a $(K)_n$ -be tartozó K testtel teljesül (47). Ezzel a segédtelet szerint a 2. tételt teljesen bebizonyítottuk.

4. §.

Most fog'alkozni akarunk az \mathcal{S}^* meghatározásával, ami egyértelmű a (15) megoldhatóságának kérdésével. Továbbá erre a (2,2') DIRICHLET-féle egyenletek megoldhatóságának kérdése

már visszavezethető, amit ugyanúgy beláthatunk, mint a 3. § elején (3,3')-ről mondottakat.

3. Tétel. Legyen d, m megadva és legyen 2^r a \mathcal{K} legnagyobb páros invariánsa (azaz $e_r > 0, e_{r+1} = 0$). Az összes $S (\neq S^0)$ között van pontosan egy olyan, amelyre a megfelelő $B = B(S)$ osztállyal

$$(K, B)_r = 1 \quad (K \in (K)_r)^{25} \quad (49)$$

teljesül. Ez az S éppen az S^* .

Ugyanis $e_{r+1} = 0$ miatt a 2. tétel szerint (49) csak egyetlen $B(S)$ [$S \neq S^0$] osztállyal teljesül, s ebből $B(S^*) = H$ miatt folyik a 3. tétel.

5. §.

Foglalkozni akarunk az (1) alatti PELL-féle egyenlet megoldhatóságának kérdésével. Tudvalevő, hogy ha (1) megoldható, akkor d sem 4-gyel, sem $4l+3$ alakú pozitív törzsszámmal nem osztható. Továbbá feltehető, hogy d minden törzstényezőjét legfeljebb a második hatványon tartalmazza [ugyanis (1) a (2,2') egyenletek közül való]. Elég tehát azokat az

$$x^2 - dm^2y^2 = -1 \quad (50)$$

PELL-féle egyenleteket tekinteni, amelyekben d és m annak az újabb megszorításnak van alávetve, hogy $d > 0, 2 \nmid m$ és dm -nek nincs $4l+3$ alakú pozitív törzstényezője.

4. Tétel. Akkor és csak akkor létezik -1 normájú gyűrűegység, azaz akkor és csak akkor oldható meg az (50) egyenlet, ha $S^* = d, 1, m, 1$ (v. ö. a 3. tétellel).

Mindenekelőtt most $m_0 = m$, s így -1 normájú gyűrűegység létezése pontosan ugyanaz mint (50) megoldhatósága. Továbbá utóbbi a

$$dm^2y^2 - x^2 = 1$$

alakban írva látjuk, hogy ez éppen (15)-nek az $S = d, 1, m, 1$ esete [most a (15)-beli $2 \nmid x_1, x_2$ feltétel $2 \nmid m$ miatt tárgyaltan].

Ezért a 3. tételből folyik a 4. tétel.

²⁵ « \in » ugyanaz mint «benne van».

6. §.

Megjegyzések. Emlékeztetünk arra, hogy a $B(S)$ [$S \in (\mathcal{S})$] által minden B kétszer van előállítva, s közülük a különbözőknek kiválogatásához szükséges az \mathcal{S}^* ismerete. Tekintsünk egy olyan esetet, amelyben \mathcal{S}^* -ot még nem ismerjük. Ez mégsem akadály a O_2 -beli és az itteni tételek alkalmazásának, fordítva, éppen általuk nyer (egyebek között) az \mathcal{S}^* meghatározást. Természetszerűleg a következőképpen járunk el. Jelöljük $(\mathcal{S})_n$ -nel ama \mathcal{S} -ek csoportját, amelyekre $B(\mathcal{S}) \in (B)_n$; akkor $(\mathcal{S})_n$ rendje kétszerese $(B)_n$ rendjének. Vezessük be továbbá a $(K, \mathcal{S})_n = (K, B(\mathcal{S}))_n$ jelölést. Ezután összes tételeinket átfogalmazzuk a $B, (B)_n, (K, B)_n$ helyett az $\mathcal{S}, (\mathcal{S})_n, (K, \mathcal{S})_n$ jel'el, ami csupán kevés alaki változtatást kíván. (Lényegében csak annyi történik, hogy minden B -t kétszer veszünk számításba, különösen pedig az «új» M_n matrix $e_n \times e_n + 1$ típusú lesz.) Akkor az O_2 7. tétele B_{n+1} helyett rendre az $(\mathcal{S})_{n+1}$ ($n = 1, 2, \dots, \nu$) meghatározására ad utasítást. E közben nem csak e_2, e_3, \dots, e_r válik ismeretessé, hanem feleletet nyer többi kérdésünk is, mégpedig [a segédétel szerint] $(\mathcal{S})_{n+1}$ éppen ama \mathcal{S} -ek csoportja, amelyekre (41) megoldható, különösen pedig $(\mathcal{S})_{r+1}$ összes elemei \mathcal{S}^0 és \mathcal{S}^* (v. ö. 3. tétel), amivel \mathcal{S}^* s egyben a (15) megoldhatóságának kérdése ismertté válik, s ez már az (50)-re vonatkozó hasonló kérdés feleletét is magában foglalja (v. ö. 4. tétel). Mindezt a IV-ben példákon be fogjuk mutatni.

Külön is óhajtjuk azt a nevezetes tényt kidomborítani, hogy két legfontosabbik kérdésünk, t. i. a \mathcal{H} páros részének és az (50) megoldhatóságának kérdése ugyanazon az úton nyer elintézését. Ez a kapcsolat még világosabbá válik a következőkből. Legyen $\mathcal{S} = d, 1, m, 1$ (természetesen csak az 5. §-ban mondott d, m számok esetében). Amint mondtuk, a \mathcal{H} páros része, vagyis az $e_1, e_2, \dots, e_r (> 0), e_{r+1} = 0$ sorozat épp azáltal áll elő, hogy meghatározzuk rendre az $(\mathcal{S}) = (\mathcal{S})_1, (\mathcal{S})_2, \dots, (\mathcal{S})_n, (\mathcal{S})_{r+1} = \mathcal{S}^0, \mathcal{S}^*$ csoportot, amelyekből mindegyik a megelőzőnek alcsoportja. Ha e közben azt tapasztaljuk, hogy valamely n -nel $\mathcal{S} \in (\mathcal{S})_n$, de már $\mathcal{S} \notin (\mathcal{S})_{n+1}$, akkor ez azt jelenti, hogy $\mathcal{S}^* \neq \mathcal{S}$, azaz (50) nem megoldható, s e közben (az $n < \nu$ esetben) az e_{n+2}, e_{n+3}, \dots

szám meghatározására nem volt szükség. Ellenkező esetben, amikor ugyanis \mathcal{S}^- minden $(\mathcal{S})_n$ -ben benne van, az (50) megoldható. Még érdekesebben hangzik ez így: Ha (50) megoldható, erről (jelenlévő tételeink segítségével), csak úgy tudunk meggyőződni, hogy előbb az $e_1, e_2, \dots, e_\nu (> 0)$, $e_{\nu+1} = 0$ sorozatot «végig» meghatározzuk, ha azonban (50) nem oldható meg, ez már «útközben» kiderülhet [de nem mindig, t. i. akkor nem, ha \mathcal{S}^- az $(\mathcal{S})_\nu$ -ben még benne van].

(A M. Tud. Akadémia III. osztályának 1943. február 15-én tartott ülésén bemutatta Szőkefalvi Nagy Gyula I. t.)

ÜBER DEN GERADEN TEIL DER RINGKLASSEN-
GRUPPE QUADRATISCHER ZAHLKÖRPER, DIE
PELLSCHE GLEICHUNG UND DIE DIOPHANTISCHE
GLEICHUNG $rx^2 + sy^2 = z^{2^n}$. I.

Von LADISLAUS RÉDEI in Szeged.

In erster Reihe werden der gerade Teil d. h. die geraden Invarianten einer beliebigen Ringklassengruppe \mathcal{K} des (absolut) quadratischen Zahlkörpers $k = R(\sqrt{d})$ und das Vorzeichen der Ringeinheitennormen d. h. die Lösbarkeit der PELLschen Gleichung (50), weiter aber auch allgemeiner die diophantischen Gleichungen $(2,2')$, $(3,3')$ untersucht, von denen $(2,2')$ den Namen von DIRICHLET trägt. Alle diese Fragen lassen im engsten Zusammenhang miteinander eine erschöpfende Beantwortung zu auf Grund einer früheren Arbeit² des Verfassers (dabei spiegelt sich alles in den Matrizen M_n dieser Arbeit). Die Resultate umfassen in weitgehender Verallgemeinerung eine Reihe früherer Einzeluntersuchungen von GAUSS, DIRICHLET, Verfasser, H. REICHARDT und A. SCHOLZ, die sich hauptsächlich auf den klassischen Fall beziehen, wobei \mathcal{K} die absolute Klassengruppe in k ist. Wohl bildet vorliegende Mitteilung I in sich ein ganzes, wird jedoch in den späteren II, III ihre (für die Anwendung und auch an sich) wichtige Ergänzung finden, in denen nämlich die «einschlägigen» Ringklassenkörper untersucht bzw. konstruiert werden. In IV werden dann ausgearbeitete Beispiele und verschiedene zusätzliche und historische Bemerkungen folgen. Alle die I—IV werden (in einer einzigen Arbeit) auch deutsch erscheinen.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 15. Feber 1943.)

MÁSODFOKÚ SZÁMTESTEK GYÜRÜOSZTÁLY-
 CSOPORTJÁNAK PÁROS RÉSZÉRŐL,
 A PELL-FÉLE ÉS AZ $rx^2 + sy^2 = z^{2n}$
 DIOPHANTOSI EGYENLETRŐL. II.

RÉDEI LÁSZLÓ, SZEGED.

Hasonlóan, mint az I-ben,¹ ismét legyen adva a $k=R(\sqrt{d})$ másodfokú számtestben a \mathcal{G} gyűrűosztálycsoport mod m , ahol azonban — amint azt már az I-ben bejelentettem — az $m=mp_\infty$ modulust ezután alávetjük a $2 \nmid m$ korlátozásnak. Az I-nek 1. §-a értelmében elegendő akkor olyan m -eket tekinteni, amelyekre m csupa különböző páratlan törzsszám szorzata és $(d, m)=1$, természetesen az $m=1$ esetet is megengedve.

Célunk, mint azt az I-ben már ugyancsak említettük, megvizsgálni a K_n testek tulajdonságait. [Megismételjük, hogy K_n a \mathcal{G} -nak megfelelő (gyűrű-)osztálytestek közül bármelyik olyant jelent, amelyre K_n/k 2^n -edfokú ciklikus.] A jelenlevő II-ben több tekintetben REICHARDT² nyomán fogunk haladni, a nélkül, hogy erre esetenként külön hivatkoznánk. Vizsgálatainkban a REICHARDT által tekintett $m=1$ eset is teljesebb tárgyalásban fog részesülni mint nála.

Legyen ezután egy tetszésszerű K_n szilárdan megadva. Ugyancsak jelentse K_i ($i=1, \dots, n-1$) az összes ilyen testek

¹ Az I. rész (röviden «I») a következő helyen jelent meg: ez a kötet 13—33. Továbbra is tekintetbe jön még az I-ben ² alatt idézett O_2 dolgozatom.

² H. REICHARDT, Zur Struktur der absoluten Idealklassengruppe im quadratischen Zahlkörper, Journ. f. Math. 170 (1933), 75—82. Itt a 81. o. 6—8. soraiban álló «Denn ... ist.» hibás. (Mégpedig az ottani feltevéssel mellett már K_n/K_{n-3} általában nem galoistest.) Az ez által fennforgó hézag pótlása a III-ban meg fog történni.

közül éppen azt az egyet, amely K_n -nek részteste, azaz $K_n \supset K_{n-1} \supset \dots \supset K_1$.³ Legyen rendre H_n, H_{n-1}, \dots, H_1 a k -nak eme testekhez tartozó ideálcsoportja, $\tilde{F}_n, \tilde{F}_{n-1}, \dots, \tilde{F}_1$ ezek vezetője és F_n, F_{n-1}, \dots, F_1 az utóbbiak véges része. Minthogy $H_n \subset H_{n-1} \subset \dots \subset H_1$, azért $\tilde{F}_i | \tilde{F}_{i+1}, F_i | F_{i+1}$ ($i=1, \dots, n-1$). E szerint

$$\tilde{F}_i = \tilde{f}_i \tilde{f}_{i-1} \dots \tilde{f}_1 \quad (i=1, \dots, n), \quad (1)$$

$$F_i = f_i f_{i-1} \dots f_1 \quad (i=1, \dots, n) \quad (2)$$

tehető, amelyek által $\tilde{f}_1, \dots, \tilde{f}_n; f_1, \dots, f_n$ egyértelműen van K_n -hez hozzárendelve, mégpedig \tilde{f}_i egész,⁴ s az ő véges része f_i . Bizonyítjuk a következőt:

Tétel. 1°. $H_n = H_n'$,⁵ \tilde{F}_n racionális,⁶ F_n racionális egész szám,⁷ osztója m -nek. Hasonló az f_1, \dots, f_n számokról is igaz,

³ « $x \subset y$ » vagy « $y \subset x$ » ugyanaz, «mint x valódi része y -nak.» Az O_2 -ben és az I -ben K_1 helyett röviden K -t írunk; hasonló a következőkben az áttekintést zavarná.

⁴ T . i. egy egész ideálnak s esetleg még néhány különböző végtelen törzshelynek szorzata (alább csakhamar közelebbit mondunk).

⁵ Már itt a későbbiekre nézve is megállapodunk abban, hogy ha u olyan számtest, amelynek egyetlen olyan v részteste van, amelyre u/v másodfokú, s x olyan elem (szám, ideálosztály stb.) amely az u -ban van értelmezve (pl. így: « x egy szám u -ban», vagy « x a diszkriminánsa egy u_1/u testnek»), akkor x' -vel jelöljük x -nek az u/v -ben képezett konjugáltját. Természetesen ebből a jelölésből kétség támadhatnék, de az ilyen gondosan mindig el fogom oszlatni külön megjegyzéssel. Font a konjugált természetesen k/R -ben értendő.

⁶ Azaz F_n racionális ideál és $\tilde{F}_n = F_n$ vagy $F_n p_\infty$. Természetesen az utóbbi eset érvényes akkor és csak akkor, ha k valós és K_n képzetes test. Éppen ezért, miután majd fenti tényt bizonyítottuk, a továbbiakban \tilde{F}_n -nel már nem is foglalkozunk külön (csupán csak F_n -nel). Hasonlóan $\tilde{f}_1, \dots, \tilde{f}_n$ helyett elegendő lesz csupán az f_1, \dots, f_n sorozatot tekintenünk. [Ugyanis a megjegyzettek szerint érvényes a következő szabály: $\tilde{f}_i = f_i'$ ($i=1, \dots, n$) legfeljebb csak egyetlen i kivételével, mégpedig, ha k valós és K_n képzetes, továbbá K_i a K_1, \dots, K_n sorozat első képzetes tagja akkor ezzel az i -vel $\tilde{f}_i = f_i p_\infty$.]

⁷ Tulajdonképpen racionális egész ideál, azonban mint itt, később is gyakran nem fogunk különbséget tenni egy α szám s a megfelelő (α) fő-ideál között. Itt jegyezzük meg, hogy az « F, f » betűk helyett azért nem vezettünk be gót betűket, mert az általuk jelölt ideálok (modulusok) az R -ben vannak.

s ezek egymáshoz páronként törzsek; előjelüket úgy választjuk, hogy $f_i \equiv 1 \pmod{4}$, [$i=1, \dots, n$] legyen.

2°. K_n (abszolút) galoistest, (automorfizmusainak) csoportja $\{T, U\}$,⁸ ahol T és U rendje 2^n , illetve 2, $UTU = T^{-1}$,⁹ és K_n/k csoportja $\{T\}$.

3°. Vezessük be a

$$D_{K_{i+1}/K_i} = d_i^{10} \quad (i=0, \dots, n-1) \quad (3)$$

jelölést. Fennáll

$$d_i = f_{i+1} f_i^{\frac{1}{2}} f_{i-1}^{\frac{1}{2^2}} \dots f_1^{\frac{1}{2^i}} \quad (i=0, \dots, n-1). \quad (4)$$

4°. Az f_i ($i=1, \dots, n$) törzsszámtényezőinek K_{i-1} -beli törzsideáltényezői különbözők, utóbbiak K_n/K_{i-1} -ben teljesen elágaznak.¹²

5°. A D -nek k -beli törzsideáltényezői K_{n-1}/k -ban teljesen szétesnek.¹³

6°. K_i ($i=1, \dots, n$) tartalmaz K_{i-1} -en kívül pontosan 2^i számú (abszolút) 2^i -edfokú testet. Jelentsen A_i egy ilyént. Akkor

$$K_i = A_i(\sqrt{D})^{14} \quad (i=0, \dots, n). \quad (5)$$

Minden A_i ($i=1, \dots, n$) alatt van egyetlen A_{i-1} , és minden A_{i-1} fölött van pontosan két A_i . Válasszunk ki szilárdan egy tetszés szerinti A_n -t, s vele együtt rögzítsük az alatta levő A_1, \dots, A_{n-1} testeket. Egyszermind legyen \bar{A}_i ($i=1, \dots, n$) az a «másik»

⁸ A $\{ \}$ kapocs jelenti a benne foglalt elemek által előállított csoportot.

⁹ E szerint $\{T, U\}$ a négyescsoport ($n=1$) vagy a 2^{n+1} -edrendű diedercsoport ($n \geq 2$).

¹⁰ « $D_{u/v}$ » az u/v test diszkriminánsát jelenti. $K_0 = k$ értendő.

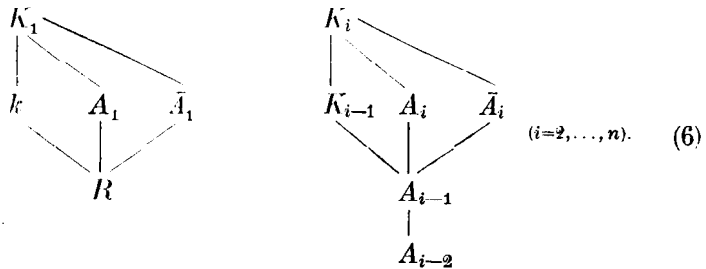
¹¹ Ha a valamely ideál és ($i \geq 2$) pozitív egész szám, akkor a^i azt a b ideált jelentse, amelyre $b^i = a$. Minthogy (4) jobboldali tényezői egymáshoz páronként törzsek, azért ezek d_i -vel együtt mindannyian ideálok K_i -ben.

¹² A v testbeli p törzsideál «teljesen elágazik» az u/v testben, ha $p = p_1^e$, ahol p_1 törzsideál u -ban és x az u/v foka. A 3° miatt K/k -ban a fent mondottakon kívül egyéb ideálfelágazások nincsenek.

¹³ Egyébként kasonló körülmények között mint ¹²-ben p «teljesen szétesik» u/v -ben ha $p = p_1 \dots p_x$ ahol p_1, \dots, p_x különböző törzsideálok u -ban.

¹⁴ $A_0 = R$ értendő.

az összes A_i közül, amely A_{i-1} -et tartalmazza. A helyzetet szemléltetik a következő «tartalmazási sémák»: ¹⁵



7°. Fennáll

$$A_1 = R(\sqrt{D_0 f_1}), \bar{A}_1 = R(\sqrt{D'_0 f_1}), D_0 D'_0 = D, (D_0, D'_0) = 1, \quad (7)$$

ahol D_0, D'_0 mindegyike diszkriminánsszám ¹⁶ vagy közülük az egyik 1, s az utóbbi esetben $f_1 \neq 1$.

8°. Fennáll

$$D_{A_{i+1}/A_i} = a_i b_i \quad (i=0, \dots, n-1), \quad (8)$$

ahol a_0, \dots, a_{n-1} egész ideálok rendre az A_0, \dots, A_{n-1} testben, mindegyik osztója D -nek, mégpedig

$$a_0 = (D_0), a_1 a'_1 = (D'_0), a_i a'_i = a'_{i-1} \quad (i=2, \dots, n-1), \quad (9)$$

$$(a_i, a'_i) = 1 \quad (i=1, \dots, n-1). \quad (10)$$

Egyben

$$N_{A_i} a_i = |D'_0| \quad (i=1, \dots, n-1), \quad (11)$$

$$a_0 a_1 \dots a_i a'_i = (D) \quad (i=1, \dots, n-1). \quad (12)$$

¹⁵ A függélyes és ferde vonalak fölülről lefelé így olvasandók: «-nak része».

¹⁶ «Diszkriminánsszámok» az abszolút másodfokú számtestek diszkriminánsai. Nyomatékosan figyelmeztetünk arra, hogy a « D'_0 »-ben a «'» vessző az ⁵-beli megállapodással semmiféle kapcsolatban sincs, ezzel nem is hozható kapcsolatba egyszerűen azért, mert D_0 az R -ben van értelmezve, s R -nek egyáltalán nincs valódi részteste.

¹⁷ Természetesen a konjugált a baloldalon A_i/A_{i-1} -ben a jobboldalon A_{i-1}/A_{i-2} -ben értendő. Itt jegyezzük meg hogy (8) miatt a b_i ideál már az A_i -ben van [v. ö. (3)-mal].

¹⁸ « N_u » a norma jele az u testben.

Fennáll még

$$D_{K_i/A_i} = a'_{i-1} \quad (i=1, \dots, n), \quad (13)$$

ahol $a'_0 = (D'_0)^{19}$

9°. A 4° érvényes «K» helyett «A»-val is.

10°. A D törzsszámátényezői A_{n-1} -ben csupa elsőfokú törzs-
ideálra esnek szét.²⁰

11°. Legyenek a_0, \dots, a_{n-1} olyan számok rendre az A_0, \dots, A_{n-1}
testekből, amelyekkel

$$A_{i+1} = A_i(\sqrt{a_i})^{21} \quad (i=0, \dots, n-1). \quad (14)$$

Fennállnak

$$a_0 \overline{(2)} D_0 f_1,^{22} a_1 a'_1 \overline{(3)} D_0 f_1, a_i a'_i \overline{(3)} a'_{i-1} \quad (i=2, \dots, n-1), \quad (15)$$

amelyekből a két utolsó az

$$a_i a'_i \overline{(3)} D a_{i-1} \quad (i=1, \dots, n-1) \quad (16)$$

alakban is írható.

12°. A_i és \bar{A}_i ($i=2, \dots, n$) konjugáltak A_{i-2} fölött. Fennáll

$$D_{\bar{A}_{i+1}/A_i} = a'_i d_i \quad (i=1, \dots, n-1), \quad (17)$$

$$\bar{A}_{i+1} = A_i(\sqrt{a'_i}) \quad (i=1, \dots, n-1). \quad (18)$$

13°. Fennáll

$$K_{i+1} = K_i(\sqrt{a_i}) = K_i(\sqrt{a'_i}) \quad (i=1, \dots, n-1). \quad (19)$$

14°. A K_{n-1} ($n \geq 2$) fölött van pontosan $2^{e_1-1} = 2^{t-2}$ ²³
számú K_n test. Műndezek az összes

$$K_n^* = K_{n-1}(\sqrt{D^* m^* a_{n-1}}) \quad (D^* | D, m^* | m) \quad (20)$$

testek, ahol D^* , m^* olyan racionális egész számok, hogy maguk
és még DD^{*-1} is diszkriminánsszám vagy 1; mégpedig az így

¹⁹ « a'_0 »-ben a «'» nem jelent konjugáltat (v. ö. 16. tal).

²⁰ Erről közelebbit mondunk a tétel után álló «megjegyzésekben».

²¹ Az a_i csupán egy olyan tényezőtől eltekintve meghatározott, amely négyzete valamely A_i -beli ($\neq 0$) számnak.

²² Ha u egy számtest és x, y egy-egy szám, akkor « $x \overline{(2)} y$ (u -ban)» azt jelenti, hogy x, y csupán egy olyan tényezőben térnek el, amely egy u -beli szám négyzete. Gyakran elhagyjuk az «(u -ban)» adatot s ilyenkor az a test értendő u gyanánt, amelyben x, y «értelmezve» vannak (v. ö. 5. tel). E szerint (15) első két egyenlete R -ben, a harmadik A_{i-1} -ben értendő.

²³ Itt is, mint I-ben t jelenti a Dm különböző törzstényezőinek számosságát. Az ottani 1. tétel 7° szerint most $e_1 = t - 1$.

megadott $2^t = 2^{e_1+1}$ számú test négyenként egyenlő, mert K_n^* nem változik, ha (20)-ban a $\sqrt{}$ jel alatti számot a D, D_{0f_1}, D'_{0f_1} számok valamelyikével szorzunk.²⁴ Jelentse továbbá f_n^* azt a számot, amely (mint f_n a K_n -hez) K_n^* -hez tartozik. Akkor

$$f_n^* \frac{m^*}{(m^*, F_{n-1})} f_n^{2^5} \quad (n \geq 2). \quad (21)$$

A hátralevő $n=1$ esetet illetően: Van pontosan $2^{e_1}-1 = 2^{t-1}-1$ számú K_1 test. Ezek az összes

$$K_1^* = k(\sqrt{D_0 f_1}) \quad (22)$$

testek, ahol most D_0, f_1 számára a 7° -ben mondott összes számpárok megengedendők.²⁶ A (22)-vel így megadott K_1^* testek páronként egyenlők, mert K_1^* nem változik, ha D_0 -t ($D'_0 =$) DD_0^{-1} -gyel helyettesítjük.²⁷

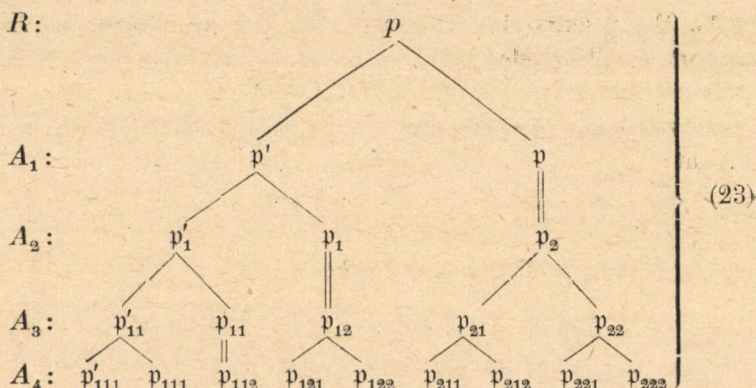
Megjegyzések. Míg az $1^\circ-13^\circ$ egy szilárd K_n tulajdonságait írják le, addig 14° megállapítja, hogy hogyan függenek össze az egy szilárd K_{n-1} fölötti K_n -ek, s így ez a 14° a tétel egyébrészeitől eltérő természetű, mégis azoknak fontos kiegészítője, amit majd a III-ban tapasztalni fogunk. — A 7° és 8° alapján 10° -ből tüstént folyik ennek következő élesítése. Legyen p a D -nek bármely törzsszámtenyezője. Ha először $p \mid D_0$, akkor p az A_1 -ben elágazik és p -nek A_1 -beli törzsideáltényezője A_{n-1}/A_1 -ben teljesen szétesik. Ha másodszor $p \mid D'_0$, akkor p rendre az A_1, \dots, A_{n-1} testekben a következő séma szerint esik szét törzsideálok szorzatára (szemléltetve az $n=5$ eset):

²⁴ Könnyű lenne kifejezetten is megadni az e réven összetartozó négy-négy D^*, m^* számpárt.

²⁵ Természetesen fenti legnagyobb közös osztó olyan előjellel látandó el, hogy az ezáltal $\equiv 1 \pmod{4}$ legyen.

²⁶ E mellett az f_1 -re természetesen most is állnak ama 1° -beli korlátok, hogy $f_1 \mid m \equiv 1 \pmod{4}$.

²⁷ Itt jegyezzük meg, hogy tételünknek az $n=1$ esetré vonatkozó részével pótoltuk azt a hiányt, amit az I-nek 1. tételében a 8° bizonyításánál hátrahagytunk, amennyiben a $2 \mid m$ esetet figyelmen kívül hagyjuk. Azonban eme kérdésben a $2 \mid m$ eset nem okoz nehézséget, mert — amint ezt a bizonyítás közben látni fogjuk — a jelenlevő tétel 2° részének első állítása a $2 \mid m$ esetben is változatlanul érvényes.



Itt a széthajló vonalpárok teljes szétesést, a párhuzamosak teljes elágazást szemléltetnek. Az A_i sorában levő első két törzsideál éppen (p, a_i) , illetve (p, a_i) .

Bizonyítás. Az 1° -hez. H_n -nel együtt H'_n is WEBER—TAKAGI-féle ideálcsoport k -ban. Minthogy továbbá m racionális, azért $m' = m$, és így m a H'_n számára is értelmezési modulus. Legyen a tetszésszerű ideál H_n -ben. Minthogy aa' m -hez törzs racionális ideál, azért $aa' \in H$, ahol (mint az I-ben) H a főosztály a \mathcal{H} csoportban. Még inkább fennáll $aa' \in H_n$, s így $a' \in H_n$, $a \in H'_n$, azaz $H_n \subseteq H'_n$. Ebből egyben $H'_n \subseteq H_n$, s mindkettőből folyik a $H_n = H'_n$ állítás.

A most nyertből folyik a vezetőkre a hasonló $\tilde{F}_n = \tilde{F}'_n$. Minthogy pedig \tilde{F}_n , mint m -nek osztója, D -hez törzs, azért az előbbiből következik, hogy \tilde{F}_n racionális. Tekintettel (2)-re folyik, hogy 1° helyes.

A 2° -höz. $H_n = H'_n$ miatt K_n galoistest.²⁸ Másrészt K_n/k 2^n -edfokú ciklikus test lévén, azért K_n csoportja tényleg a $\{T, U\}$ alakban jelentkezik, ahol T bármelyik előállító automorfizmusa K_n/k -nak, és így T rendje 2^n , míg U a K_n -nek bármelyik olyan automorfizmusa, amely $\{T\}$ -n kívül van.

A még hátralevőkhöz legyen \mathfrak{P} a D valamelyik törzsideál-tényezője K_n -ben. Minthogy $(D, m) = 1$, azért \mathfrak{P} tehetetlenségi csoportja K_n/k -ban 1-szörendű, míg a hasonló csoport K_n -re vo-

²⁸ HASSE II, 28. o.

natkozólag 2-odrendű. Válasszuk az U -t különösen az utóbbi csoport előállító elemeként, ami fentiekkel összeegyeztethető, mert az imént mondottak miatt $\{U\}$ és $\{T\}$ közös része csak az egységelem. Egyszersmind $U^2=1$. Végül írjuk T -t ARTIN-féle jelként:

$$T = \left(\frac{K_n/k}{\alpha} \right),$$

ahol α alkalmas ideál k -ban. Akkor

$$\begin{aligned} UTU &= U^{-1}TU = U^{-1} \left(\frac{K_n/k}{\alpha} \right) U = \left(\frac{UK_n/Uk}{U\alpha} \right) = \left(\frac{K_n/k}{\alpha'} \right) = \\ &= \left(\frac{K_n/k}{\alpha\alpha'} \right) \left(\frac{K_n/k}{\alpha} \right)^{-1} = T^{-1}, \end{aligned}$$

minthogy $\alpha\alpha'$ racionális, s így $\in H_n$. Ezzel 2° -t bebizonyítottuk.

A 3° -hoz. A vezető-diszkrimináns képletből:

$$D_{K_n/k} = \prod_{\chi} f_{\chi},$$

ahol χ jelenti a \mathcal{G}/H_n ²⁹ csoport összes karaktereit $\chi=1$ kivételével, és f_{χ} ama H_{χ} ideálcsoport vezetőjének véges része, amely áll a H_n -nek a $\chi(X)=1$ egyenletet kielégítő X mellékcsoportjából. Minthogy továbbá a 2^i -edrendű ($i=1, \dots, n$) χ -k számossága 2^{i-1} , és mindegyikükre $H_{\chi}=H_i$, $f_{\chi}=F_i$, azért

$$D_{K_n/k} = F_1 F_2^2 F_3^{2^2} \dots F_n^{2^{n-1}}. \quad (2A)$$

Másrészt HILBERT szerint

$$D_{K_n/k} = N_{K_{n-1}/k}(D_{K_n/K_{n-1}}) \cdot D_{K_{n-1}/k}^{2^0}$$

Minthogy K_n, K_{n-1} galoistestek, azért ebből

$$D_{K_n/K_{n-1}}^{2^{n-1}} = D_{K_n/k} D_{K_{n-1}/k}^{-2}$$

²⁹ Itt a \mathcal{H} -t úgy fogjuk fel, mint az \mathfrak{o} összes osztályaiban levő ideálok csoportját; fenti \mathcal{H}/H csoport 2^n -edrendű ciklikus, s így ugyanilyen a megfelelő karaktercsoport. (Emlékeztetünk arra, hogy O_2 -ben g_n -nel jelöltük a \mathcal{H} osztálycsoportnak olyan részcsoportjait, amelyekre \mathcal{H}/g_n 2^n -edrendű ciklikus. E szerint a g_n összes osztályaiban levő ideálok éppen egy H_n -t alkotnak. Takarékoskodhattunk volna a jelölésekkel úgy, hogy H_n számára is az O_2 -beli g_n jelt vettük volna át.)

³⁰ « $N_{u,v}$ » a norma jele az u/v testben.

A jobboldal (24) és (2) szerint

$$(F_1 F_2^2 F_3^{2^2} \dots F_{n-1}^{2^{n-2}})^{-1} F_n^{2^{n-1}} = f_n^{2^{n-1}} f_{n-1}^{2^{n-2}} \dots f_1.$$

Ezért helyes a 3°.

A 4°-hez. Ennek helyessége 3°-nak közvetlen folyománya.³¹

Az 5°-höz. Minthogy D -nek k -beli törzsideáltényezői mind egy-egy B osztályba tartoznak, azért az O_2 -nek 1. tételéből (n helyett $n-1$ -re való alkalmazással) folyik az 5°.³²

A 6°-hoz. Ez tüstént folyik 2°-ból a GALOIS-elmélet szerint.

A 7°-hez és 8°-hoz. Minthogy K_i/A_{i-2} ($i=2, \dots, n$) csoportja a 8-adrendű diedercsoport, s ennek csak egyetlen másodrendű invariáns részcsoportja van, amelyhez tehát K_{i-1} tartozik, azért A_i/A_{i-2} nem galoistest. Másrészt A_{i-1}/A_{i-2} galoistest, s így 6° szerint A_i egyedüli konjugáltja A_{i-2} fölött \bar{A}_i .³³ Következőleg

$$D_{\bar{A}_i/A_{i-1}} = D'_{A_i/A_{i-1}} \quad (i=2, \dots, n). \quad (25)$$

Minthogy másodfokú számtest diszkriminánsa a differens négyzete, azért HILBERT szerint tekintettel (3)-ra:

$$D_{K_i/A_i} D_{A_i/A_{i-1}} = \delta_{i-1} D_{K_{i-1}/A_{i-1}} \quad (i=1, \dots, n). \quad (26)$$

$K_i = K_{i-1}A_i$ miatt a baloldal első tényezője osztója a jobboldal második tényezőjének, utóbbi továbbá (5) miatt osztója D -nek. Ezért a (8)-cal értelmezett α_i egész és osztója D -nek. Minthogy pedig (8) jobboldalának két tényezője viszonylagos törzs, azért mindkettő A_i -beli ideál.

HILBERT szerint tekintettel (3)-ra:

$$D_{K_{i+1}/A_i} = \delta_i^2 D_{K_i/A_i}^2 \quad (i=0, \dots, n-1),$$

ahol ismét figyelembe vettük, hogy δ_i invariáns ideál (azaz összes konjugáltjai egyenlők). Másrészt a vezető-diszkrimináns képletből [v. ö. (6)-tal]:

$$D_{K_{i+1}/A_i} = D_{K_i/A_i} D_{A_{i+1}/A_i} D_{\bar{A}_{i+1}/A_i}$$

tehát

$$D_{A_{i+1}/A_i} D_{\bar{A}_{i+1}/A_i} = \delta_i^2 D_{K_i/A_i} \quad (i=0, \dots, n-1). \quad (27)$$

³¹ Éppen olyan könnyű lett volna előbb 4°-et, s ebből 3°-at bizonyítani.

³² Természetesen az összes B osztályokban levő bármelyik törzs-ideálra hasonló érvényes.

³³ Ezzel kimutattuk 12° első állítását.

Ebből mindenekelőtt $i=0$ mellett (4) szerint

$$D_{A_1} D_{\bar{A}_1} = f_1^2 D. \quad (28)$$

Mint hogy pedig A_1, \bar{A}_1 másodfokúak, azért ebből máris folyik 7° , valamint (9) első egyenlete.

A (27) hátralevő részéből (8), (25) és $\delta'_i = \delta_i$ miatt

$$a_i a'_i = D_{K_i/A_i} \quad (i=1, \dots, n-1). \quad (29)$$

Másrészt (26)-ból és [az i helyett $i-1$ -re alkalmazott] (27)-ből:

$$D_{K_i/A_i} = \delta_{i-1}^{-1} D_{\bar{A}_i/A_{i-1}},$$

tehát

$$a_i a'_i = \delta_{i-1}^{-1} D_{\bar{A}_i/A_{i-1}} \quad (i=1, \dots, n-1). \quad (30)$$

Ennek $i=1$ esete (4) szerint

$$a_1 a'_1 = f_1^{-1} D_{\bar{A}_1}.$$

Ebből (7) miatt folyik (9) második egyenlete.

A (30) hátralevő részéből (25) és (8) szerint következik a (9)-nek még egyedül hátralevő harmadik egyenlete is.

Ha (10) hamis lenne, akkor (8) és (25) miatt van A_i -nek olyan \mathfrak{p} törzsideálja, amely A_{i+1} és \bar{A}_{i+1} mindegyikében elágazik, s e mellett $\mathfrak{p} \mid D$. Mint hogy másrészt \mathfrak{p} a K_{i+1}/A_i -ben nem ágazik el teljesen, azért ebben a testben \mathfrak{p} bármelyik törzsideáltényezőjének tehetetlenségi csoportja másodrendű, s így a tehetetlenségi test csak K_i lehet. Ez azonban lehetetlen, mert D törzsideáltényezői K_{i+1}/K_i -ben nem ágaznak el. Ezzel (10)-et bebizonyítottuk.

A (11)-nek $i=1$ esete éppen a (9) második egyenlete. Ugyanennek harmadik egyenletéből

$$N_{A_i} a_i = N_{A_{i-1}} (a_i a'_i) = N_{A_{i-1}} a'_{i-1} = N_{A_{i-1}} a_{i-1} \quad (i=2, \dots, n-1),$$

s így (11) korlátlanul helyes.

A (12) tüstént folyik (9)-ből.

Végül (13) előáll (29), (9) szerint, s ezzel 8° -at is bebizonyítottuk.

A 9° -hez. Ennek helyessége folyik abból, hogy (3) és (8) jobb oldalai az F_n törzsideáltényezőinek tekintetében egymással egyeznek.

A 10° -hez. Az 5° miatt D a K_{n-1} -ben csupa elsőfokú törzsideáltényezőre esik szét, s ezért helyes a 10° .

A 11° -hez, 12° -höz és 13° -hoz. Utóbbi tüstént folyik (14)-ből. Minthogy pedig 12° első állítását már bebizonyítottuk,³³ azért (18) is folyik (14)-ből, egyúttal biztos, hogy a_i nem A_{i-1} -beli szám. (25)-ből és (8)-ból következik (17), s így 12° helyes.

Kell, hogy

$$K_i = A_i(\sqrt{a_i a'_i}) \quad (i=1, \dots, n-1) \quad (31)$$

legyen, mert a jobboldal részteste K_{i+1} -nek és szükségképpen másodfokú A_i fölött, márpedig (6) szerint ilyen test A_{i+1} -en és \bar{A}_{i+1} -en kívül nincs más, mint K_i . Másrészt $a_i a'_i \in A_{i-1}$, és így (31) miatt $A_{i-1}(\sqrt{a_i a'_i})$ csak a $K_{i-1} = A_{i-1}(\sqrt{D})$, $\bar{A}_i = A_{i-1}(\sqrt{a'_{i-1}})$ testek valamelyike lehet, ahol egy pillanatra $a'_0 = D_0 f_1$ értendő. Ha az utóbbi eset forog fenn, akkor ebből máris folyik (15) második és harmadik egyenlete. 7° szerint (15) első egyenlete is helyes, s így (15)-öt bebizonyítandó elég még csak azt kimutatni, hogy az iménti esetek elsejéből ellenmondás folyik. Tényleg kellene, hogy

$$a_i a'_i \overline{\overline{D}} \quad (A_{i-1}\text{-ben})$$

legyen, amiből mindenekelőtt

$$\sqrt{a_i} \sqrt{a'_i} \in K_{i-1}.$$

Legyen V a K_{i+1}/K_{i-1} testnek egyik előállító automorfizmusa. Akkor V negyedrendű. Biztos, hogy $\pm \sqrt{a_i}, \pm \sqrt{a'_i}$ konjugáltak ama testben, s így feltehető, hogy éppen $V\sqrt{a_i} = \sqrt{a'_i}$; másrészt nyilván $V^2 \sqrt{a_i} = -\sqrt{a_i}$. Ezek szerint $\sqrt{a_i} \cdot V\sqrt{a_i}$ egyrészt K_{i-1} -ben van, másrészt ugyanez a szám V alkalmazása után előjelét változtatja. Ezzel az ellenmondással (15)-öt bebizonyítottuk.

Végül (16)-nak az $i=1$ esethez tartozó egyenlete folyik (15) első két egyenletéből, és (16) többi egyenlete is előáll (15)-ből $i-1$ -ről i -re való következtetéssel:

$$a_i a'_i \overline{\overline{D}} a'_{i-1} \overline{\overline{D}} a_{i-1} \cdot a_{i-1} a'_{i-1} \overline{\overline{D}} a_{i-1} D a_{i-2} \overline{\overline{D}} D a_{i-1} \quad (A_{i-1}\text{-ben}).$$

E szerint helyesek 11° , 12° , 13° .

A 14° -hez. Egy szilárd K_{n-1} ($n \geq 2$) fölött ugyanannyi K_n van, mint ahány g_n -t tartalmaz a K_{n-1} -hez tartozó g_{n-1} , ahol most g_i általában \mathcal{G} -nak olyan részcsoportját jelenti, amelyre \mathcal{G}/g_i 2^n -edrendű ciklikus (v. ö. ²⁹-cel). Jelentse λ_i a \mathcal{G} karakter-

csoportjának bármely 2^i -edrendű elemét. Akkor a mondott számosság ugyanaz, mint ahány $\{\lambda_n\}$ csoport van egy szilárd $\{\lambda_{n-1}\}$ fölött, s ez a szám tényleg 2^{e_1-1} , minthogy \mathcal{G} izomorf az \mathcal{O} karaktercsoportjával.³⁴ Másrészt nyilvánvaló, hogy ugyanennyi a (20)-szal megadott különböző K_n^* testek száma. Minthogy pedig minden ilyen K_n^* test 2^n -edfokú ciklikus a k fölött, továbbá részteste $K_n \cdot k(\sqrt{D^*m^*})$ -nak, ahol a második «tényező» nyilvánvalóan valamely K_1 test vagy k , azért K_n^* az összes K_n közül való. Ezek szerint helyes a 14° első állítása.

Az imént látottakból folyik még $f_n^* | f_n m^*$, s ugyanígy $f_n | f_n^* m^*$. Másrészt f_n, f_n^* mindegyike törzs F_{n-1} -hez, s ezekből folyik (21) is.

Végül az $n=1$ esetet illető állítás első része helyes O_2 szerint, s így az állítás többi része is folyik 7°-ból. Ezzel a tételt bebizonyítottuk.

³⁴ Elég csak az olyan λ_n -eket tekinteni, amelyekre $\lambda_n^2 = \lambda_{n-1}$. Egy λ_n -ből az összes többi megadható $\lambda_n \chi$ által, ahol χ befutja az összes legfeljebb másodrendű karaktert. Ezek száma 2^{e_1} , de a megfelelő $\{\lambda_n \chi\}$ csoportok páronként egyenlők.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1943. február 15-én tartott ülésén bemutatta Szókefalvi Nagy Gyula I. t.)

ÜBER DEN GERADEN TEIL DER RINGKLASSEN-
GRUPPE QUADRATISCHER ZAHLKÖRPER,
DIE PELLSCHE GLEICHUNG UND DIE
DIOPHANTISCHE GLEICHUNG $rx^2 + sy^2 = z^{2^n}$ II.

Von LADISLAUS RÉDEI in Szeged.

Siehe den deutschen Auszug der Mitteilung I (dieser Band
S. 94.), insbesondere den Schluß.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissen-
schaften vom 15. Februar 1943.)

MÁSODFOKÚ SZÁMTESTEK GYÜRÜOSZTÁLY-
CSOPORTJÁNAK PÁROS RÉSZÉRŐL,
A PELL-FÉLE ÉS AZ $rx^2 + sy^2 = z^{2n}$
DIOPHANTOSI EGYENLETRŐL. III.

RÉDEI LÁSZLÓ, Szeged.

A jelenlevő III-ban¹ eljárást adok a II-ben mondott K_n testek megszerkesztésére. O_2 szerint minden egyes n mellett elég a $(K)_n$ halmaz bármelyik bázisát² képező összes K_1 testek fölött megszerkeszteni egy-egy K_n testet. Utóbbiak birtokában az O_2 -beli 7. tétel szerint meghatározható a $(K)_{n+1}$ -nek egyik tetszőszerinti bázisa. Az O_2 -beli «Zusatz» szerint akkor már könnyen megadható a most mondott bázis minden egyes K_1 eleme fölött egy-egy olyan K_n test, amely fölött létezik egy K_{n+1} (ehhez ugyanis, amint azt ott részletesen kifejtettük, elég a fentebb mondott K_n testeknek $III K_n$ «szorzatát» képezni, s ennek alkalmas K_n résztestét kiválasztani). Tekintettel arra, hogy a II 14° szerint az összes K_1 testek már ismeretesek, az elmondottak figyelembe vételével célunkat «lépésenként» elérjük a következő által:³

¹ Az I és II a következő helyeken jelentek meg: ez a kötet 13–46. Továbbra is tekintetbe jön még az I-ben ² alatt idézett dolgozatom, amire változatlanul O_2 -vel hivatkozom.

² Ismét figyelmeztetek arra, hogy az O_2 tényei a jelen ($l=2$) esetben egyszerűbbek, különösen pedig a $(K)_n$ halmaz a k -nak egységelemként való hozzávétele után csoportot alkot, s ennek ugyancsak bázisa a fentemlített bázis (v. ö. az I-ben ⁶ jegyzettel).

³ A fent következő tétel birtokában már az O_2 1. tétele alapján is lehetséges lenne az összes K_n -t lépésenként meghatározni, az O_2 7. tétele és a «Zusatz» nélkül, de a munka így óriási pazarlással járna. Fenti tétel még kiegészítést fog nyerni dolgozatom későbbi IV részében.

Tétel. *Tegyük fel, hogy valamely K_n ($n \geq 1$) fölött van K_{n+1} test. A K_n alatti összes A_n test közül válasszunk ki tetszés szerint egy olyant, amelyre $D_0 \neq D$.⁴ Akkor a következő 1°, 2°, 3° alatti lépések végrehajthatók, s egy olyan K_{n+1} -re vezetnek, amelyre $K_{n+1} \supset K_n$ és $f_{n+1} = 1$ teljesül.⁵*

1°. Meghatározzuk az

$$xx' = a'_{n-1} \quad (A_{n-1}\text{-ben}) \quad (1)$$

egyenletnek egy $x = a$ megoldását az A_n -ben, ahol az $n = 1$ esetben $a'_0 = DD_0^{-1}f_1 (= D'_0f_1)$ értendő.

2°. Az 1°-beli a -t megszorozzuk egy A_{n-1} -beli alkalmas számmal úgy, hogy a szorzatot ismét a -val jelölve, $x = a$ mellett még

$$x = a_n d_{n-1}^{\frac{1}{2}} \quad (A_n\text{-ben}),^6 \quad (2)$$

$$x \equiv 1 \pmod{\frac{4}{(2, a_n)^2}} \quad (A_n\text{-ben}) \quad (3)$$

is teljesüljenek, ahol a_n olyan egész ideál A_n -ben, amelyre

$$a_n a'_n = a'_{n-1}, \quad (a_n, a'_n) = 1. \quad (4)$$

3°. A jelenlevő "lépés" célja az, hogy $x = a$ mellett a fentieken kívül még

$$x.Tx = 1 \quad (K_n\text{-ben}) \quad (5)$$

is teljesüljön. Ehhez már csak az $n \geq 2$ esetet kell tekinteni.⁷

⁴ Most is mint II-ben K_n -nel együtt rögzítve értendők az alatta levő K_{n-1}, \dots, K_1 testek, valamint átvesszük az ottani tételben használt jelöléseket. A II 6° és 7° szerint az összes A_n testek közül fele számúhoz ugyanazon D_0 tartozik, a többinél D_0 helyébe $D'_0 = DD_0^{-1}$ lép. Fenti $D_0 \neq D$ feltétel tehát könnyen teljesíthető, illetve a $K_1 = k(\sqrt{f_1})$ [v. ö. II 14°-gyel] eset kivételével önként teljesül.

⁵ Akkor II 14° szerint már könnyen megadhatók a K_n fölött levő összes K_{n+1} testek.

⁶ Fenti (2)-ben és (3)-ban követett jelölésmód a II 22-beli megállapodásoknak önként értetendő kiterjesztése ideálokra és kongruenciákra.

⁷ Ugyanis az $n=1$ esetben az (1) és az (5) baloldalai egyeznek egymással, míg az (1) jobboldala négyzetszám K_1 -ben, s így ekkor már az (1)-ből folyik az (5).



Célunk eléréséhez tegyük fel, hogy fenti $x = a$ valamelyik $i (= 1, \dots, n-1)$ értékkel még az

$$x \cdot T^{2^i} x = 1 \quad (K_n\text{-ben}) \quad (6)$$

egyenletet is kielégíti.⁸ Akkor

$$\mu = \sqrt{a \cdot T^{2^i} a} \quad (7)$$

K_n -beli szám. Legyen $j = 2^{n-i}$,

$$\mu_0 = a \cdot T^{2^{i-1}} a, \quad \mu_n = \mu_{n-1} \cdot T^{(n-1)2^{i-1}} (a^{-1} \mu) \quad (a=1, \dots, j). \quad (8)$$

$$Q = S_{K_n/K_{i-1}} [\mu_0 + 2\mu_2 + 2\mu_4 + \dots + 2\mu_{j-2} + \mu_j \pm (2\mu_1 + \dots + 2\mu_{j-1})]. \quad (9)$$

Az Q benne van A_{i-1} -ben, akárhogy választjuk meg a « \pm » előjelet.¹¹ Alkalmos előjelet választva, meghatározható A_i -ben egy olyan ω_i szám, amelyre

$$\omega_i \omega_i' = Q \quad (A_{i-1}\text{-ben}), \quad (10)$$

$$\left. \begin{aligned} (\omega_i) &= 1 \\ (\omega_i) &= 1 \pmod{4} \end{aligned} \right\} (A_n\text{-ben}). \quad (11)$$

$$\omega_i = 1 \pmod{4} \quad (12)$$

Mégpedig a (10)–(12) teljesülése elérhető az által, hogy a (10)-nek egy tetszőszerinti ω_i megoldásához egy A_{i-1} -beli alkalmasan választott számot tényezőként hozzáfűggesztünk. Az 1°, 2° szerint meghatározott a -t ω_i -vel szorozva, $x = \omega_i a$ is kielégíti (1)–(3)-at, s ezen felül még az i helyett $i-1$ -re fel-

⁸ Ez a feltevés teljesíthető, mégpedig ⁷-hez hasonlóan látjuk, hogy (1)-ből folyik (6)-nak $i=n-1$ esete.

⁹ A jobboldali két érték közül az egyik tetszés szerint veendő, amelyet azután szilárdan megtartunk.

¹⁰ « $S_{u/v}$ » az u/v testben képezett nyom jele. Minthogy K_n/K_{i-1} csoportja $\{T^{2^{i-1}}\}$, azért

$$S_{K_n/K_{i-1}} x = \sum T^b 2^{i-1} x,$$

ahol az összeg kiterjesztendő a $b=0, \dots, 2^j-1$ értékekre (v. ö. fent következő α -val).

¹¹ Nyilvánvaló, hogy μ helyett $-\mu$ -t véve, a (9)-beli kétes előjel éppen megváltozik. Ha tehát μ -t a ⁹-ben nem rögzítettük volna, akkor (9)-ben « \pm » helyébe például « $+$ » írható. Követett eljárásunk kényelmesebb.

írt (6)-ot is. Ezért ⁸ szerint a jelenlevők ismétlésével előáll (1)–(3)-nak egy olyan $x = a$ megoldása, amelyre az $i = 0$ értékekkel vett (6), azaz (5) is teljesül.

Ezzel az α -val $K_n(\sqrt{\alpha})$ éppen egyike a fent mondott K_{n+1} testeknek, amelyre ugyanis $f_{n+1} = 1$.^{12, 13}

Megjegyzés. Ha a (8)-beli értelmezést még az $a = j + 1, \dots, 2j - 1$ értékekre is kiterjesztjük, akkor — amint ezt még ki fogjuk mutatni — fennáll

$$\alpha \cdot T^{2^i-1} \alpha \cdot \Omega = [\mu_0 + \mu_2 + \dots + \mu_{2j-2} \pm (\mu_1 + \mu_3 + \dots + \mu_{2j-1})]^2 \quad (13)$$

ugyanolyan előjellel mint (9)-ben. Másrészt (10)-ből

$$\omega_i \cdot T^{2^i-1} \omega_i = \Omega \gamma^2, \quad (14)$$

ahol γ valamely szám A_{i-1} -ben. Mindkettőt szorozva, előáll

$$\alpha \omega_i \cdot T^{2^i-1} (\alpha \omega_i) = \{ \gamma [\mu_0 + \mu_2 + \dots + \mu_{2j-2} \pm (\mu_1 + \mu_3 + \dots + \mu_{2j-1})] \}^2. \quad (15)$$

E szerint $i \geq 2$ mellett a 3°-beli eljárásnak i helyett $i - 1$ -gyel való megismétlésénél az «új» μ éppen a $\{ \}$ kapocsbeli szám. Ezzel az $i = 1, \dots, n - 2$ esetekben megkerültük a mindenkori μ meghatározásához szükséges négyzetgyökvonást.

Bizonyítás. Válasszuk a II 2°-beli U -t úgy, hogy a $\{T, U\}$ csoportnak $\{U\}$ részcsoportjához a GALOIS-elmélet értelmében éppen az A_n test tartozzék. Akkor:

α . A K_n -nek K_i, A_i ($i = 0, \dots, n$) részttestei a $\{T, U\}$ csoportnak $\{T^{2^i}\}$, illetve $\{T^{2^i}, U\}$ részcsoportjához tartoznak.¹⁴

Alkalmazzuk most a II 8°-at az összes olyan K_n, A_n ($n \geq 2$) párra, amelyhez szilárd K_{n-1}, A_{n-1} tartoznak. Utóbbi miatt

¹² Látható e mellett az is, hogy fenti α helyett α_n -t írva, $\alpha_n, \alpha_n, A_{n+1} = A_n(\sqrt{\alpha_n})$ megfelelnek a II-beli jelöléseknek, ezeket K_n helyett K_{n+1} -re értve. Itt jegyezzük meg, hogy (11) így is fogalmazható: Az ω_i az A_i -ben csak olyan törzsideál tartalmazhat páratlan kitevővel, amely az A_n/A_i testben ideálnégyzet; ezek a törzsideálok az $\alpha_i F_n$ osztói, amint ez II (8)-ból és tételünk bizonyításából kitűnik. Hasonló vonatkozik (12)-re is.

¹³ REICHARDTnak a II 2-ben idézett dolgozata azt a hibás állítást tartalmazza, hogy (az általa tekintett $m = 1$ esetben) az (1)-ből következik (5). Fenti 3°-mal ez a hiány pótolva van.

¹⁴ Fentinek a K_i -t illető része II 2°-ból tüstént folyik.

α'_{n-2} ugyancsak egy szilárd ideál A_{n-2} -ben. A II (9) és (10) szerint $\alpha_{n-1}\alpha'_{n-1} = \alpha'_{n-2}$, $(\alpha_{n-1}, \alpha'_{n-1}) = 1$. Ezért bármely képzelhető α_{n-1} a következő úton áll elő. Az α'_{n-2} összes különböző törzsideáltényezői az A_{n-1}/A_{n-2} -testben szétesnek két-két különböző konjugált törzsideál szorzatára. Véve ezekből a párokból egy-egy törzsideált, s ezeket¹⁵ összeszorozva, minden lehetséges α_{n-1} előáll. Fordítva, mind az így előálló szorzatok α_{n-1} számára lehetségesek, amit belátunk a következő két megjegyzésből. Ha A_n helyett \bar{A}_n -t vesszük, akkor II (8) és (17) szerint α_{n-1} helyébe α'_{n-1} lép, azaz most az α_{n-1} minden törzsideáltényezője helyébe az A_{n-1}/A_{n-2} -beli konjugált került. Ha a II 14°-ben $D^* = p$, $m^* = 1$, ahol p a D'_0 -nek bármelyik $4a+1$ alakú törzsszámtényezője, akkor K_n^* -ra nézve $A_n [= A_{n-1}(\sqrt{\alpha_{n-1}})]$ helyébe $A_n^* = A_{n-1}(\sqrt{p\alpha_{n-1}})$ vehető; ugyanezért II (8) szerint α_{n-1} helyébe egy olyan α_{n-1}^* lép, amely α_{n-1} -ből az által áll elő, hogy a p -nek benne foglalt (egyetlen) törzsideáltényezőjét ennek A_{n-1}/A_{n-2} -beli konjugáltjával helyettesítjük. Ugyanezért II (21) szerint még $f_n^* = f_n$ is fennáll. Eredményünket a benünket most érdeklő esetre (n helyett $n+1$ -re) így mondhatjuk:

b. Szilárd f_{n+1} ¹⁶ mellett van olyan $K_{n+1} (\supset K_n)$, $A_{n+1} (\subset A_n)$ pár, amelyre a II (8) szerint értelmezett α_n átmegy bármelyik (4)-beli ideálba.

Az

$$x(x + x' + 2\sqrt{xx'}) = (x + \sqrt{xx'})^2$$

azonosságból tüstént előáll a következő:

c. Ha u/v másodfokú számtest és x olyan szám u -ban, amelyre $N_{u/v}x \stackrel{(2)}{=} 1$ (v -ben), akkor $x \stackrel{(2)}{=} y$ (u -ban), ahol y valamely szám v -ben.

Ebből x helyett xx_1^{-1} -re való alkalmazással:

d. Ha u/v másodfokú számtest és x, x_1 olyan számok u -ban, amelyekre $N_{u/v}x \stackrel{(2)}{=} N_{u/v}x_1$ (v -ben), akkor $x \stackrel{(2)}{=} x_1y$ (u -ban), ahol y valamely szám v -ben.

¹⁵ Kellő többszörösséggel, azaz páratlan törzsideált csak egyszer véve, párosat (t. i. a $2|D'_0$ esetben) annyiszor, mint amilyen hatványon D'_0 a 2-t tartalmazza.

¹⁶ A II (21)-ből (n helyett $n+1$ -re való alkalmazással) látjuk, hogy f_{n+1} számára az mF_n^{-1} minden $4a+1$ alakú osztója megengedett.

Kimutatjuk a következőt:

e. Ha α, β olyan számok A_n -ben, amelyekkel $x = \alpha$ és $x = \beta$ szilárd a_n és szilárd $i (= 0, \dots, n-1)$ mellett kielégítik az (1), (2), (3), (6) egyenleteket, akkor van olyan ω szám A_n -ben, amelyre

$$\beta \underset{(2)}{=} \alpha\omega \quad (16)$$

$$\left. \begin{aligned} (\omega) \underset{(2)}{=} 1 \end{aligned} \right\} (A_n\text{-ben}). \quad (17)$$

$$\omega \underset{(2)}{=} 1 \pmod{4} \quad (18)$$

Egyelőre ugyanis jelentsen ω olyan számot A_n -ben, amely (16)-ot kielégíti. Minthogy $x = \alpha$ és $x = \beta$ kielégítik (1)-et, azért ω normája A_n/A_{n-1} -ben $= 1$ (A_{n-1} -ben), s így c szerint $\omega = \omega^*$ (A_n -ben), ahol $\omega^* \in A_{n-1}$. Vegyük ezt az ω^* -ot az eredeti ω számára. Akkor ismét fennáll (16), ahol most már $\omega \in A_{n-1}$. Minthogy továbbá $x = \alpha$ és $x = \beta$ kielégítik (2)-öt és (3)-at, azért egyben fennállanak (17) és

$$\omega \underset{(2)}{\equiv} 1 \pmod{\frac{4}{(2, a_n)^2}} \quad (A_n\text{-ben}).$$

Itt áttérve az A_n/A_{n-1} -beli konjugáltakra, $\omega \in A_{n-1}$ miatt az egyetlen változás az, hogy a_n helyébe a'_n lép. Mindkét kongruencia modulusainak legkisebb közös többsége (4) szerint egyenlő 4-gyel és így fennáll (18) is.

Eddig tehát sikerült annyit kimutatni, hogy (16)–(18) teljesülnek valamely $\omega (\in A_{n-1})$ számmal. Ez az $i = n-1$ esetben éppen az állítás, amiért a továbbiakban feltehetjük, hogy $i \leq n-2$ és hogy az állítás a «nagyobb» i értékekre igaz. Minthogy pedig (6)-tal együtt a hasonló egyenlet i helyett $i+1$ -gyel is fennáll [ennek belátásához elég ugyanis (6)-ra kifejteni a T^{2^i} automorfizmust, s mindkét egyenletet szorozni], azért a feltevésből folyik, hogy (16)–(18) teljesülnek valamely $\omega (\in A_{i+1})$ számmal. Továbbá (6) teljesül $x = \alpha$ és $x = \beta$ mellett, tehát (16)-ból még

$$\omega \cdot T^{2^i} \omega = 1 \quad (K_n\text{-ben}) \quad (19)$$

is folyik. Minthogy $\omega \in A_{i+1}$, azért a baloldal a szerint éppen az ω normája A_{i+1}/A_i -ben, azaz (19) így írható:

$$N_{A_{i+1}/A_i} \omega = \xi^2,$$

ahol $\xi \in K_n$. Másrészt $\xi^2 \in A_i$, és így $A_i(\xi)$ olyan részteste K_n -nek, amely legfeljebb másodfokú A_i fölött. Ezért II 6° szerint ξ benne van a $K_i, A_{i+1}, \bar{A}_{i+1}$ testek valamelyikében (esetleg természetesen már A_i -ben), azaz

$$N_{A_{i+1}/A_i}\omega = (\rho + \sigma\sqrt{x})^2, \quad (20)$$

ahol ρ, σ A_i -beli számok és $x = D, a_i$ vagy a'_i .

Ha éppen $\sigma = 0$, akkor (20) miatt c -ből $\omega = \omega^* (A_{i+1}$ -ben), ahol $\omega^* \in A_i$. Minthogy még inkább $\omega = \omega^* (A_n$ -ben), azért (16)–(18) ω helyett ω^* -ra is igazak és így a jelen esetben helyes az állítás. Legyen ezután $\sigma \neq 0$. Ugyanekkor $\rho = 0$, mert különben (20)-ból a lehetetlen $\sqrt{x} \in A_i$ következne. Ezért (20) átmege a következőbe:

$$N_{A_{i+1}/A_i}\omega = x \quad (A_i\text{-ben}). \quad (21)$$

Tekintsük előbb a $x = a'_i$ esetet. Legyen ekkor $\omega^* = a_{i+1}\omega$. Ez az ω^* ugyancsak A_{i+1} -ben van, továbbá (21) és II (15) szerint $N_{A_{i+1}/A_i}\omega^* = a_i'^2 = 1 (A_i\text{-ben})$. Ezért c szerint $\omega^* = \omega^{**} (A_{i+1}\text{-ben})$, ahol ω^{**} valamilyen szám A_i -ben. Azonban $i \leq n-2$ miatt a_{i+1} négyzetszám A_n -ben, s így egyúttal $\omega = \omega^{**} (A_n\text{-ben})$. Ezért az előbbihez hasonlóan (16)–(18) ω helyett ω^{**} -ra is igazak, s így most is helyes az állítás.

Legyen ezután $x = D$. Kimutatjuk, hogy ez az eset ellentmondásra vezet. Most ugyanis (21) szerint

$$\omega\omega' = D \quad (A_i\text{-ben}), \quad (22)$$

ahol természetesen ω' az ω konjugáltja A_{i+1}/A_i -ben. Legyen

$$(\omega) = \mathfrak{b}_{i+1} \quad (A_{i+1}\text{-ben}), \quad (23)$$

ahol \mathfrak{b}_{i+1} csupa különböző A_{i+1} -beli törzsideal szorzata (esetleg $\mathfrak{b}_{i+1} = 1$). A (17) és (23) szerint \mathfrak{b}_{i+1} minden törzsidealtenyezője ideálnégyszet A_n/A_{i+1} -ben. Hasonló igaz akkor az

$$\bar{a}_{i+1} = (D, \mathfrak{b}_{i+1}) \quad (24)$$

ideálról is, továbbá (22), (23), (24) szerint

$$\bar{a}_{i+1}\bar{a}'_{i+1} = (D) \quad (A_i\text{-ben}). \quad (25)$$

A továbbiakhoz jegyezzük meg, hogy D -nek pontosan csak az a_i -ben foglalt A_i -beli törzsideáltényezői ideálnégyszetek A_n/A_i -ben.¹⁷ Ugyanis egyrészt II (8) szerint a_i törzsideáltényezői tényleg ideálnégyszetek már A_{i+1}/A_i -ben. Másrészt II (12) szerint D -nek minden törzsideáltényezője osztója a_0, \dots, a_i, a'_i valamelyikének. Ezek közül a_0, \dots, a_{i-1} törzsideáltényezői már rendre az $A_1/A_0, \dots, A_i/A_{i-1}$ testekben elágaznak, ha tehát valamelyiküknek egyik A_i -beli törzsideáltényezője A_n/A_i -ben is elágaznék, ez azt jelentené, hogy D -nek van olyan törzsideáltényezője, ami K_n -ben negyedik ideálhatvány, ellentétben II 5°-tel. Ha pedig a'_i -nek valamelyik A_i -beli törzsideáltényezője A_n/A_i -ben elágaznék, ez [v. ö. II (13), (9)]

$$D_{K_i/A_n} = a'_{n-1}, \quad N_{A_{n-1}/A_i} a'_{n-1} = a'_i$$

miatt ismét az előbbi ellenmondást adná. Alkalmazva ezt az így helyesnek talált megjegyzést i helyett $i + 1$ -re, kell, hogy

$$\bar{a}_{i+1} | a_{i+1} \tag{26}$$

legyen. Másrészt II (12) szerint $(D) = a_0 \dots a_i a'_i$, azaz az imént mondottak figyelembevételével $(D) = a_i a'_i$ (A_i -ben). Ezért (25) így írható:

$$\bar{a}_{i+1} \bar{a}'_{i+1} = a_i a'_i \quad (A_i\text{-ben}). \tag{27}$$

A (26) és $a_{i+1} a'_{i+1} = a'_i$ miatt a (27) baloldala osztója a jobboldali második tényezőnek, másrészt II (10) szerint $(a_i, a'_i) = 1$, következésképpen $a_i = 1$ (A_i -ben). Áttérve az A_i -ben képezett normára, II (11) szerint $(D'_0) = 1$ (R -ben), azaz

$$(D_0) = (D) \quad (R\text{-ben}). \tag{28}$$

Minthogy kezdeti feltevésünkkel a $D_0 = D$ esetet kizártuk, azért (28) csak a $2^2 || D$, $D_0 = -\frac{1}{4}D$ esetben lehetséges. Ebben a maradék esetben (22) szerint

$$\omega \omega' \equiv -1 \pmod{4} \quad (A_i\text{-ben}). \tag{29}$$

Továbbá II 10° szerint (n helyett $n + 1$ -re való alkalmazással) a 2 az A_n -ben csupa elsőfokú törzsideálra esik szét. Másrészt

¹⁷ Ez a fent következő bizonyítás helyett II (23)-ból is kiolvasható.

$D'_0 = -4$ miatt a 2 az \bar{A}_1 -ben elágazik, tehát A_n -ben már nem ágazhatik el, s így az előbbi szerint 2 ebben a testben teljesen szétesik. Ebből (18) szerint $\omega \equiv 1 \pmod{4}$ [A_{i+1} -ben]. Átérve A_{i+1}/A_i -ben a konjugáltakra, szorzás után előáll $\omega\omega' \equiv 1 \pmod{4}$ [A_{i+1} -ben]. Ebből (29) szerint $1 \equiv -1 \pmod{4}$ [A_{i+1} -ben], ami — ismét abból az okból, hogy a 2 az A_{i+1} -ben nem ágazik el — lehetetlen. Ezzel megkaptuk a várt ellenmondást.

A még hátralevő $x = a_i$ esetet visszavezetjük a megelőzőre. A II (16) szerint $\alpha_i \equiv \alpha'_i D$ (A_i -ben), azaz $x \equiv \alpha'_i D$ (A_i -ben). Hasonlóan, mint fentebb is tettük, vezessük be az $\omega^* = a_{i+1}\omega$ számot. Akkor (16)–(18) ω helyett ω^* -ra is igazak, másrészt (21) szerint $N_{A_{i+1}/A_i}\omega^* \equiv \alpha_{i+1}\alpha'_i x \equiv \alpha_i'^2 D \equiv D$ (A_i -ben). Ezzel tényleg megtörtént az előbbi $x = D$ esetre való visszavezetés, s így e -t bebizonyítottuk.

Most kimutatjuk a következőt:

f. A (4)-et kielégítő bármelyik a_n mellett van olyan a szám A_n -ben, hogy $x = a$ kielégíti az (1), (2), (3), (5) összefüggéseket, s minden ilyen a -val $K_n(\sqrt{a})$ egy olyan K_{n+1} , amelyre $f_{n+1} = 1$.

Ugyanis b szerint az a_n -hez van olyan K_{n+1} , A_{n+1} testpár, amelyből K_{n+1} -re nézve még $f_{n+1} = 1$ is teljesül. Akkor az n helyett $n + 1$ -re alkalmazott II szerinti a_n -re fennállnak a következők. Az I (15)-ből $a_n a'_n \equiv \alpha_{n-1}'$ (A_{n-1} -ben), azaz $x = a_n$ kielégíti (1)-et. Az I (8)-ból

$$D_{A_{n+1}/A_n} = a_n d_n. \quad (30)$$

Másrészt $f_{n+1} = 1$ miatt II (4)-ből $d_n = d_{n-1}^2$, tehát (30)-ból $A_{n+1} = A_n(\sqrt{a_n})$ miatt folyik, hogy $x = a_n$ a (2), (3) összefüggéseket is kielégíti. Végül $\sqrt{Ta_n}$ egyik konjugáltja $\sqrt{a_n}$ -nek, s így K_{n+1} galoistest volta miatt $\sqrt{a_n}\sqrt{Ta_n} \in K_{n+1}$; ebből könnyen folyik a hasonló K_{n+1} helyett K_n -nel, azaz $a_n \cdot Ta_n \equiv 1$ (K_n -ben). E szerint $x = a_n$ az (5)-öt is kielégíti. Mindezek éppen azt mondják, hogy a_n egy olyan a , amilyen szám létezését az f első felével állítottuk.

Legyen ezután az a_n mellett a egy másik olyan szám A_n -ben, hogy (az eddigi a_n -nel) $x = a$ kielégíti az (1), (2), (3), (5) össze-

függéseket. Minthogy az (5) nem egyéb mint az $i = 0$ értékkel vett (6), azért e szerint van egy olyan c racionális szám, amelyre

$$a = c a_n \quad (A_n\text{-ben}) \quad (31)$$

és $(c) = 1$, $c \equiv 1 \pmod{4}$, mindketten ugyancsak A_n -ben. Az utóbbiak K_n -ben még inkább érvényesek, és így $D_{K_n(\sqrt{c})/K_n} = 1$. HILBERT szerint tehát

$$D_{K_n(\sqrt{c})/k} = D_{K_n/k}^2,$$

azzal a helyesbitéssel, hogy a $\sqrt{c} \in K_n$ esetben a jobboldali kitevő elmarad. Mindenesetre tehát

$$D_{k(\sqrt{c})/k} \mid D_{K_n/k}^2.$$

Ebből $c = D^* f$ (R -ben), ahol D^* olyan osztója D -nek, amelyre D^* és DD^{*-1} mindketten diszkriminánsok vagy közülük az egyik 1, továbbá f racionális egész szám, $f \equiv 1 \pmod{4}$, $f \in F_n$. Legyen $K_{n+1}^* = K_n(\sqrt{a})$. Akkor (31) és az itteniek szerint $K_{n+1}^* = K_n(\sqrt{D^* f a_n})$. A II 14°-ból (n helyett $n + 1$ -re alkalmazva) folyik, hogy K_{n+1}^* is egy K_{n+1} test, különösen pedig II (21) szerint ránézve is $f_{n+1} = 1$. Ezzel f -et bebizonyítottuk.

A tett előkészületek után rátérünk a tétel tulajdonképpeni bizonyítására. A K_{n+1} , A_{n+1} , a_n , a_n , b_n jelentsék ugyanazokat mint az imént az f bizonyításának első felében, azaz akkor ezekre fennállnak $f_{n+1} = 1$, $A_{n+1} = A_n(\sqrt{a_n})$, továbbá $x = a_n$ kielégíti az (1), (2), (3), (5) összefüggéseket, végül (30) is teljesül.

Ezek szerint mindenekelőtt végrehajtható a tételbeli 1° lépés, mert $x = a_n$ megoldása az (1)-nek. Legyen — mint ott mondtunk — $x = a$ az (1)-nek tetszésszerinti megoldása. Akkor \mathfrak{a} szerint $a_n = \rho a$ (A_n -ben), ahol ρ valamely szám A_n -ben. E szerint a_n -nel együtt ρa is megoldása az (1), (2), (3) összefüggéseknek, azaz tehát a tétel 2° lépése is végrehajtható.

Most már legyen a egy tetszésszerinti olyan szám (A_n -ben), amit 1° és 2° szerint meghatároztunk. Továbbá az f bizonyításának kezdete szerint elérhető az, hogy az imént mondott a_n [a (4)-et kielégítő összes a_n -ek közül] éppen az legyen, amellyel $x = a$ a (2)-t és (3)-at kielégíti.

Ezekután kimutatjuk a 3° teljesíthetőségét. Minthogy $x = a_n$ mellett teljesül az (5), azért még inkább teljesül a (6). Ezért e szerint

$$a_n = \omega a \quad (A_n\text{-ben}),$$

ahol $\omega \in A_i$ és ω -ra fennállnak (17), (18). Minthogy megengedett a_n -t egy A_n -beli szám négyzetével megszorozni, azért az előbbi helyébe feltehető

$$a_n = \omega a. \quad (32)$$

Jegyezzük fel még azt, hogy mivel $x = a_n$ kielégíti (5)-öt, azért még inkább fennáll

$$a_n \cdot T^{2^i-1} a_n = 1 \quad (K_n\text{-ben}). \quad (33)$$

Egy pillanatra írjunk T, U helyébe T_n -t és U_n -t, ezzel kifejezésre juttatva a K_n -től való függőséget. A K_{n+1} számára legyenek T_{n+1}, U_{n+1} a megfelelően értelmezett automorfizmusok, s az α alapján mindjárt kikötjük, hogy $A_\alpha(x=0, \dots, n+1)$ a $\{T_{n+1}, U_{n+1}\}$ csoportnak $\{T_{n+1}^{2^x}, U_{n+1}\}$ részcsoportjához tartozók. Mármost minthogy az így értelmezett T_{n+1}, U_{n+1} a K_n -re való alkalmazásnál ugyanazt jelentik mint az eredeti T, U , azért semmi akadályja annak, hogy T_{n+1}, U_{n+1} helyett is egyszerűen T -t és U -t írjunk, s akkor az eddigiekkel szemben csak annyi az eltérés, hogy T rendje (2^n helyett) 2^{n+1} . Ezek szerint fennállnak

$$T\sqrt{D} = \sqrt{D}, \quad T^{2^n}\sqrt{a_n} = -\sqrt{a_n}, \quad U\sqrt{a_n} = \sqrt{a_n}, \quad U\sqrt{D} = -\sqrt{D}, \quad (34)$$

továbbá $UTU = T^{-1}, U^2 = 1$.

Legyen

$$\varrho = \sqrt{a_n} \cdot T^{2^i-1} \sqrt{a_n}, \quad \varrho_a = T^{a2^i-1} \varrho \quad (a \text{ racionális egősz}). \quad (35)$$

A (33) szerint ϱ , s így minden ϱ_a is K_n -ben van. Érvényesek a következők:

$$T^{2^i-1} \varrho_a = \varrho_{a+1}, \quad (36)$$

$$\varrho_{a+2j} = \varrho_a, \quad (37)$$

$$U\varrho_a = \varrho_{-a-1}. \quad (38)$$

Ezekből (36) nem szorul bizonyításra. A (37) a (34) második egyenletének figyelembevételével előáll így:

$$\varrho_{a+2j} = T^{(a+2j)2^i-1} \varrho = T^{a2^i-1+2^n} \varrho = T^{a2^i-1} \varrho = \varrho_a.$$

Végül (38) is folyik a (34) harmadik egyenlete miatt a következőképpen:

$$\begin{aligned} U\varrho_a &= UT^{a2^{i-1}}\varrho = UT^{a2^{i-1}}\sqrt{a_n} \cdot UT^{(a+1)2^{i-1}}\sqrt{a_n} = \\ &= T^{-a2^{i-1}}\sqrt{a_n} \cdot T^{-(a+1)2^{i-1}}\sqrt{a_n} = \varrho_{-a-1}. \end{aligned}$$

Legyen még

$$P_1 = \varrho_0 + \varrho_2 + \dots + \varrho_{2j-2}, \quad P_2 = \varrho_1 + \varrho_3 + \dots + \varrho_{2j-1}, \quad P = P_1 + P_2. \quad (39)$$

Akkor (36)–(38) szerint

$$T^{2^{i-1}}P_a = P_b, \quad UP_a = P_b, \quad (40)$$

ahol a, b az 1, 2; 2, 1 számpárokat jelenti. Következéleg P -t a $\{T^{2^{i-1}}, U\}$ csoport elemei változatlanul hagyják, azaz $P \in A_{i-1}$. A (36), (37), (39) szerint láthatóan (v. ö. ¹⁰-zel):

$$P^2 = S_{K_n/K_{i-1}}[\varrho_0(\varrho_0 + 2\varrho_1 + 2\varrho_2 + \dots + 2\varrho_{j-1} + \varrho_j)]. \quad (41)$$

Végül legyen

$$\mu_a^* = \varrho_0 \varrho_a \quad (a \text{ racionális egész}). \quad (42)$$

Akkor (8), (32) és (35) szerint

$$\mu_0^* = \varrho_0^2 = \varrho^2 = a_n \cdot T^{2^{i-1}}a_n = \omega \omega' \mu_0, \quad (43)$$

ahol figyelembe vettük azt, hogy $T^{2^{i-1}}\omega$ az ω -nak A_i/A_{i-1} -ben képezett konjugáltja, amit ezért ω' -vel jelöltünk. Továbbá

$$\frac{\mu_a^*}{\mu_{a-1}^*} = \frac{\varrho_a}{\varrho_{a-1}} = T^{a2^{i-1}}\varrho \cdot T^{(a-1)2^{i-1}}\varrho^{-1} = T^{(a-1)2^{i-1}}(\varrho^{-1} \cdot T^{2^{i-1}}\varrho). \quad (44)$$

A (35) első egyenletéből (32), (7) és $T^{2^i}\omega = \omega$ figyelembe vételével:

$$\varrho^{-1} \cdot T^{2^{i-1}}\varrho = (\sqrt{a_n})^{-1} \cdot T^{2^i}\sqrt{a_n} = \pm (\sqrt{a})^{-1} \cdot T^{2^i}\sqrt{a} = \pm a^{-1}\mu. \quad (45)$$

Ezért (44)-ből

$$\mu_a^* = \pm \mu_{a-1}^* \cdot T^{(a-1)2^{i-1}}(a^{-1}\mu).$$

Ezt (8)-cal összehasonlítva:

$$\mu_a^{-1}\mu_a^* = (\pm 1)^a \mu_0^{-1}\mu_0^*,$$

tehát (43) szerint

$$\mu_a^* = (\pm 1)^a \omega \omega' \mu_a, \quad (46)$$

ahol a « \pm » kétes előjel csupán attól függ, hogy μ számára a (7) jobboldalának kétféle értéke közül melyiket választottuk. Hajtsuk végre most a szorzást (41)-ben. Minthogy (42) és (46) szerint $\varrho_0 \varrho_a = (\pm 1)^a \omega \omega' \mu_a$, továbbá $\omega \omega' \in A_{i-1} \subset K_{i-1}$, azért (41) a (9) szerint átmegegyezik a

$$P^2 = \omega \omega' \Omega \quad (47)$$

egyenletbe, miközben a (9)-beli « \pm » kétes előjelt úgy rögzítjük, hogy ez ugyanaz legyen mint a (46)-ban érvényes előjel.

A (47)-et (39) szerint írjuk most a $(P_1 + P_2)^2 = \omega \omega' \Omega$ alakban. Az imént mondottak szerint nyilvánvaló, hogy $(P_1 - P_2)^2 = \omega \omega' \bar{\Omega}$ is fennáll, ahol $\bar{\Omega}$ -sal jelöltük az Ω «másik» értékét, ami ugyanis a (9)-beli « \pm » előjel megfordításának esetében előáll. A (40) szerint az ittlévő mindkét egyenlet baloldala A_i -ben van. Minthogy hasonló áll $\omega \omega'$ -ről, azért tehát ugyanez érvényes az Ω -ra és $\bar{\Omega}$ -ra is, amint ezt a 3°-ban állítottuk.

Szorozzuk meg most (47)-et ϱ_0^2 -tel. Akkor az oldalak fölcserélése után (39), (42) és (46) szerint

$$\varrho_0^2 \omega \omega' \Omega = (\omega \omega')^2 z^2,$$

ahol z -vel jelöltük a (13)-ban levő [] zárójelbeli kifejezést. A (35) szerint $\varrho_0^2 = \varrho^2 = \alpha_n \cdot T^{2i-1} \alpha_n$. Ez (32) és $T^{2i-1} \omega = \omega'$ miatt nem egyéb mint $\omega \omega' \alpha \cdot T^{2i-1} \alpha$, és így előállt (13) bizonyítása.

A (40) után már megjegyeztük, hogy $P \in A_{i-1}$. Ezért (47)-ből

$$\omega \omega' \stackrel{(2)}{=} \Omega \quad (A_{i-1}\text{-ben}). \quad (48)$$

Fentebb, a (32) előtt már megjegyeztük, hogy ω eleget tesz (17)-nek és (18)-nak is. Ezek (48)-cal éppen azt mondják, hogy (10)–(12) megoldható, mégpedig $\omega_i = \omega$ egy megoldás. Ha továbbá $\omega_i, \bar{\omega}_i$ tetszésszerűen olyan számok A_i -ben, amelyek közül az első megoldása (10)-nek és a második megoldása (10)–(12)-nek, akkor $\bar{\omega}$ szerint biztosan $\omega_i \stackrel{(2)}{=} \beta_{i-1} \omega_i$ (A_i -ben), ahol $\beta_{i-1} \in A_{i-1}$. Azonban $\bar{\omega}_i$ -vel együtt $\beta_{i-1} \omega_i$ is megoldása (10)–(12)-nek, amiből folyik, hogy (10)–(12) megoldása «részletezhető» úgy, amint azt 3°-ban mondtunk.

Most már legyen ω_i megoldása (10)—(12)-nek. Akkor (11), (12) miatt α -val együtt $\omega_i\alpha$ is kielégíti (1)—(3)-at. Továbbá (10) és (13) szorzásából $\omega_i' = T^{2^i-1}\omega_i$ miatt

$$\omega_i\alpha \cdot T^{2^i-1}(\omega_i\alpha) \stackrel{(2)}{=} 1 \quad (K_n\text{-ben}),$$

amivel a 3° -ban az $\omega_i\alpha$ -ról állítottakat kimutattuk. Ezzel 3° -nak minden állítása bebizonyítást nyert.

A tételnek még egyedül hátralevő utolsó állítása nem egyéb mint az f második fele. Ezzel a tételt teljesen bebizonyítottuk.

(A M. Tud. Akadémia III. osztályának 1943. február 15-én tartott ülésén bemutatta Szőkefalvi Nagy Gyula 1. t.)

ÜBER DEN GERADEN TEIL DER RINGKLASSEN-
GRUPPE QUADRATISCHER ZAHLKÖRPER,
DIE PELLISCHE GLEICHUNG UND DIE
DIOPHANTISCHE GLEICHUNG $rx^2 + sy^2 = z^{2^n}$ III.

Von LADISLAUS RÉDEI in Szeged.

Siehe den deutschen Auszug der Mitteilung I (dieser Band S. 34.), insbesondere den Schluß (vgl. auch S. 47. dieses Bandes).

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 15. Februar 1943.)

PERTURBÁCIÓK A HILBERT-FÉLE TÉRBEN. II.

SZŐKEFALVI NAGY BÉLÁ-tól.

Bevezetés.

Első közleményünkben¹ azt vizsgáltuk, miképpen változnak meg az \mathfrak{H} HILBERT-féle tér $Af = \lambda f$ önadjungált sajátérték-problémájának a megoldásai, azaz az A önadjungált átalakítás sajátértékei és sajáttelemei, ha A -t az ε valós paramétertől reguláris analitikus módon függő $A(\varepsilon)$ önadjungált átalakítással helyettesítjük, amelyre $A(0) = A$. Általánosabban szólva, vizsgáltuk az $A(\varepsilon)$ átalakítás spektrumának az ε -tól való függését.

Ebben a közleményünkben a perturbációk egy másik fajtát fogjuk vizsgálni. Az $Af = \lambda f$ egyenletben, amelyet különben az $Af = \lambda If$ alakban is írhatunk, ahol I az azonos átalakítás, nem az A -t, hanem az I -t fogjuk perturbálni, azaz egy ε valós paramétertől reguláris analitikus módon függő $J(\varepsilon)$ pozitív önadjungált átalakítással helyettesíteni, amelyre $J(0) = I$.

Ilyen problémára jutunk például, ha a p erővel kifeszített, homogén ϱ_0 vonalas sűrűségű, l hosszúságú rezgő húr

$$-\frac{p}{\varrho_0} \frac{d^2 y}{dx^2} = \lambda y, \quad y(0) = y(l) = 0, \quad (1)$$

sajátértékegyenletéről az ugyancsak p erővel kifeszített és l hosszúságú, de a ϱ_0 homogén sűrűségtől kissé eltérő $\varrho_0 + \varepsilon \varrho_1(x)$ változó sűrűségű rezgő húr

$$-\frac{p}{\varrho_0} \frac{d^2 y}{dx^2} = \lambda \left(1 + \frac{\varepsilon}{\varrho_0} \varrho_1(x) \right) y, \quad y(0) = y(l) = 0, \quad (2)$$

sajátértékegyenletére térünk át.

¹ SZŐKEFALVI NAGY BÉLA: Perturbációk a HILBERT-féle térben. I. *Matematikai és Természettudományi Értesítő* LXI. köt. 755. lap.

Célunk elsősorban annak a bizonyítása, hogy az $Af = \lambda J(\varepsilon)f$ sajátértékprobléma spektrumának tetszésszerűen elszigetelt darabja az ε reguláris analitikus függvénye, hasonló értelemben, mint az $A(\varepsilon)f = \lambda f$ alakú perturbációkra az I. közleményben láttuk (I. tétel). Különösen fontos az elszigetelt véges sokszorosságú sajátértékek perturbációjának a vizsgálata. A nyert eredmények (II. és III. tétel) majdnem szószerint úgy hangzanak, mint amelyeket az $A(\varepsilon)f = \lambda f$ alakú perturbációkra az I. közleményben nyertünk.

A tárgyalt két perturbáció-típus különbségének megvilágítására szorozzuk át az $Af = \lambda J(\varepsilon)f$ egyenletet a $J(\varepsilon)$ inverzével. Az így kapott $J^{-1}(\varepsilon)Af = \lambda f$ egyenletben az ε újra csak a baloldalon szerepel, akárcsak az I. közleményben tárgyalt $A(\varepsilon)f = \lambda f$ egyenletben. Míg azonban $A(\varepsilon)$ önadjungált, addig $J^{-1}(\varepsilon)A$ általában már nem az. De önadjungált lesz ez is, ha az \mathfrak{H} térben az eredeti helyett az $(f, g)_{J(\varepsilon)} = (J(\varepsilon)f, g)$ belső szorzat által származtatott metrikát vezetjük be. Minthogy $(J^{-1}(\varepsilon)Af, g)_{J(\varepsilon)} = (Af, g)$, azért itt voltaképpen a változatlan (Af, f) másodfokú alaknak a változó $(f, f)_{J(\varepsilon)}$ másodfokú alap-alakra vonatkozó főténgely-transzformációjáról van szó.

1. §. Általános megjegyzések az $Af = \lambda Jf$ alakú sajátértékproblémákra vonatkozólag.

Legyen A és J az \mathfrak{H} HILBERT-féle tér két önadjungált átalakítása. Az A lehet korlátlan is; értelmezési tartománya legyen a \mathfrak{D} lineáris sokaság. A J legyen \mathfrak{H} -ben mindenütt értelmezve és létezzék olyan m és M pozitív szám, hogy

$$m \cdot I \leq J \leq M \cdot I.$$

Ekkor J -nek létezik az inverze is, és

$$\frac{1}{M} \cdot I \leq J^{-1} \leq \frac{1}{m} \cdot I.$$

Az

$$Af = \lambda Jf$$

«általánosított sajátértékprobléma» a J^{-1} -gyel való átszorozással a közönséges alakú

$$J^{-1}Af = \lambda f$$

sajátértékproblémába megy át. Ha J nem cserélhető fel A -val, akkor az itt szereplő $J^{-1}A$ átalakítás azonban már nem önadjungált.

Vezessük be \mathfrak{R} -be a következő új belső szorzatot:

$$(f, g)_J = (Jf, g) = (f, Jg)$$

és a következő normát:

$$\|f\|_J = \sqrt{(f, f)_J}.$$

Nyilván

$$m^{\sharp} \|f\| \leq \|f\|_J \leq M^{\sharp} \|f\|,$$

amiből következik, hogy az új — röviden: J -metrika az eredetivel ekvivalens.

A $J^{-1}A$ átalakítás a J -metrikában önadjungált. Ha ugyanis egy g, g^* elempárra és \mathfrak{D} minden f elemére

$$(J^{-1}Af, g)_J = (f, g^*)_J,$$

akkor egyben

$$(Af, g) = (f, Jg^*),$$

amiből, A az eredeti metrikában önadjungált lévén, következik, hogy g benne van \mathfrak{D} -ben és $Ag = Jg^*$, azaz $J^{-1}Ag = g^*$.

A $J^{-1}A$ átalakítás kanonikus spektrális előállítására a J -metrikában legyen a következő:

$$J^{-1}A = \int_{-\infty}^{\infty} \lambda dE_{\lambda};$$

$\{E_{\lambda}\}$ az A -nak J -re vonatkozó spektrális serege. Azok a λ pontok, amelyek az E_{λ} -nak, mint λ függvényének, növekedési helyei, alkotják az A -nak J -re vonatkozó spektrumát, röviden: az A J -spektrumát. Ha valamely λ pontban E_{λ} -nak ugrása van, azaz $P_{\lambda} = E_{\lambda} - E_{\lambda-0} \neq 0$, akkor λ az A -nak J -re vonatkozó sajátértéke. Ekkor ugyanis nyilván $J^{-1}AP_{\lambda} = \lambda P_{\lambda}$ és $AP_{\lambda} = \lambda JP_{\lambda}$, tehát a $P_{\lambda}\mathfrak{R}$ al ér minden f elem megoldása az $Af = \lambda Jf$ egyenletnek, azaz A -nak J -re vonatkozó sajátéleme. A $P_{\lambda}\mathfrak{R}$ alter dimenziója a λ sajátérték sokszorosságát értelmezi. Általánosabban: ha $\mathcal{A} = [\mu_1, \mu_2]$ ($\mu_1 \leq \mu_2$) tetszőszerinti zárt szakasz vagy pont a λ -egyenesen, akkor az $\mathfrak{M}_{\mathcal{A}} = P_{\mathcal{A}}\mathfrak{R}$ alteret, ahol $P_{\mathcal{A}} = E_{\mu_2} - E_{\mu_1-0}$, az A átalakítás \mathcal{A} -hoz tartozó J -sajátalterének fogjuk nevezni.

E bevezető értelmezések után tegyünk még egy megjegyzést, amelyre a 2. §-ban szükségünk lesz:

Segédletel. Ha a T lineáris átalakítás az \mathfrak{R} tér eredeti metrikájában korlátos, akkor korlátos a J -metrikában is, és

$$\|T\|_J = \|J^{\frac{1}{2}} T J^{-\frac{1}{2}}\|,$$

ahol $J^{\frac{1}{2}}$ a J pozitív önadjungált négyzetgyökét jelenti, $J^{-\frac{1}{2}}$ pedig ennek inverzét. Ha J a T -vel felcserélhető, akkor tehát $\|T\|_J = \|T\|$;

általában pedig $\|T\|_J \leq \left(\frac{M}{m}\right)^{\frac{1}{2}} \|T\|$.

Az első állítás a

$$\begin{aligned} \frac{\|Tf\|_J^2}{\|f\|_J^2} &= \frac{(JTf, Tf)}{(Jf, f)} = \frac{(J^{\frac{1}{2}}Tf, J^{\frac{1}{2}}Tf)}{(J^{\frac{1}{2}}f, J^{\frac{1}{2}}f)} = \\ &= \frac{(J^{\frac{1}{2}}TJ^{-\frac{1}{2}}g, J^{\frac{1}{2}}TJ^{-\frac{1}{2}}g)}{(g, g)} = \frac{\|J^{\frac{1}{2}}TJ^{-\frac{1}{2}}g\|^2}{\|g\|^2} \end{aligned}$$

összefüggésből következik, ahol $g = J^{-\frac{1}{2}}f$. Minthogy $\|J^{\frac{1}{2}}\| \leq M^{\frac{1}{2}}$ és $\|J^{-\frac{1}{2}}\| \leq m^{-\frac{1}{2}}$, azért $\|T\|_J \leq \|J^{\frac{1}{2}}\| \|T\| \|J^{-\frac{1}{2}}\| \leq \left(\frac{M}{m}\right)^{\frac{1}{2}} \|T\|$.

2. §. A spektrum elszigetelt darabjának perturbációja.

Dolgozatunk főeredménye a következő:

I. tétel. Legyen A az \mathfrak{R} HILBERT-féle tér egy (korlátos, vagy nem korlátos) önadjungált átalakítása. Legyen továbbá J_1, J_2, \dots az \mathfrak{R} tér korlátos önadjungált átalakítása és létezzék olyan c és q szám, hogy $\|J_k\| \leq cq^{k-1}$ ($k=1, 2, \dots$).

a) Az $I + \varepsilon J_1 + \varepsilon^2 J_2 + \dots$ hatványsor a $-\frac{1}{q+c} < \varepsilon < \frac{1}{q+c}$ között egy pozitív önadjungált $J(\varepsilon)$ átalakítást értekez, amelyre $J(0) = I$ és

$$m(\varepsilon) \cdot I \leq J(\varepsilon) \leq M(\varepsilon) \cdot I,$$

ahol

$$m(\varepsilon) = 1 - \frac{\varepsilon |c|}{1 - |\varepsilon| q} > 0 \quad \text{és} \quad M(\varepsilon) = 1 + \frac{|\varepsilon| |c|}{1 - |\varepsilon| q}.$$

Az A -nak $J(\varepsilon)$ -ra vonatkozó spektrális serege legyen $\{E_\lambda(\varepsilon)\}$.

b) Ha a $\Delta = [u_1, u_2]$ szakasz az A spektrumának egy elszigetelt darabját tartalmazza, azaz, ha van egy olyan d szám

($0 < d \leq \mu_2 - \mu_1$), hogy a μ_1 és μ_2 körül írt d hosszúságú nyitott szakaszokba nem esik pontja az A spektrumának, és ha

$$\lambda_0 = \frac{\mu_1 + \mu_2}{2}, \quad \delta = \mu_2 - \mu_1 - d, \quad \beta = \left(1 + \frac{\delta}{d} + \frac{2}{d} |\lambda_0|\right) c,$$

továbbá

$$|\varepsilon| < \frac{1}{q + \beta},$$

akkor az $A J(\varepsilon)$ -spektrumának sem esik pontja a μ_1 és μ_2 körül írt $d(\varepsilon) = d - d \frac{|\varepsilon|(c + \beta)}{1 + |\varepsilon|(c - q)}$ hosszúságú szakaszokba.

A $P_J(\varepsilon) = E_{\mu_2}(\varepsilon) - E_{\mu_1}(\varepsilon)$ és az $AP_J(\varepsilon)$ átalakítás az ε reguláris analitikus függvénye, nevezetesen

$$P_J(\varepsilon) = (P_0 + \varepsilon P_1 + \varepsilon^2 P_2 + \dots) J(\varepsilon) \quad (3)$$

és

$$AP_J(\varepsilon) = \lambda_0 J(\varepsilon) P_J(\varepsilon) + J(\varepsilon) (B_0 + \varepsilon B_1 + \varepsilon^2 B_2 + \dots) J(\varepsilon), \quad (4)$$

ahol

$$\|P_k\| \leq \left(1 + \frac{2\delta}{d\pi}\right) \beta (q + \beta)^{k-1} \quad (k=1, 2, \dots) \quad (5)$$

és

$$\|B_k\| \leq \frac{\delta + d}{2} \left(1 + \frac{2\delta}{d\pi}\right) \beta (q + \beta)^{k-1} \quad (k=1, 2, \dots). \quad (6)$$

Az $\mathfrak{M}_J(\varepsilon) = P_J(\varepsilon) \mathfrak{R}$ sajátaltér dimenziója az ε -tól nem függ.

a) bizonyítása világos.

b) bizonyítására a reziduumszámítást fogjuk felhasználni.

Mint az I. közleményben, jelentsé G most is a GAUSS-féle szám-
sík mindazon pontjainak mértani helyét, amelyek a valós λ -tengely

$\left[\mu_1 + \frac{d}{2}, \mu_2 - \frac{d}{2}\right]$ szakaszától $\frac{d}{2}$ távolságra vannak; ennek

ívhossza $|G| = d\pi + 2\delta$ (lásd az I. közlemény ábráját). A z
ezután mindig a G -n változó komplex számot jelentsen.

Mínt hogy z távolsága az A spektrumától feltevésünk szerint

$\geq \frac{d}{2}$, azért $R_z = (A - zI)^{-1}$ létezik és

$$\|R_z\| \leq \frac{2}{d}. \quad (7)$$

Formális számolással nyerjük, hogy

$$\begin{aligned} R_z(\varepsilon) &= (J^{-1}(\varepsilon)A - zI)^{-1} = (A - zJ(\varepsilon))^{-1}J(\varepsilon) = \\ &= [(A - zI) - z(J(\varepsilon) - I)]^{-1}J(\varepsilon) = \\ &= \{[I - z(J(\varepsilon) - I)R_z](A - zI)\}^{-1}J(\varepsilon) = \\ &= R_z[I - z(J(\varepsilon) - I)R_z]^{-1}J(\varepsilon) = R_z \sum_{\nu=0}^{\infty} [z(J(\varepsilon) - I)R_z]^{\nu} J(\varepsilon), \end{aligned}$$

tehát

$$R_z(\varepsilon)J^{-1}(\varepsilon) = R_z \sum_{\nu=0}^{\infty} \left[\sum_{k=1}^{\infty} \varepsilon^k z J_k R_z \right]^{\nu}. \quad (8)$$

Tekintetbe véve (7)-et, továbbá azt, hogy $|z| \leq |\lambda_0| + \frac{d+\delta}{2}$, a $zJ_k R_z$ átalakítás normájára a következő becslést nyerjük:

$$\|zJ_k R_z\| \leq |z| \cdot \|J_k\| \cdot \|R_z\| \leq \left(|\lambda_0| + \frac{d+\delta}{2} \right) c q^{k-1} \frac{2}{d} = \beta q^{k-1}.$$

A (8) sorfejtést tehát a

$$\frac{2}{d} \sum_{\nu=0}^{\infty} \left[\sum_{k=1}^{\infty} \varepsilon^k \beta q^{k-1} \right]^{\nu}$$

numerikus kifejezés normában majorálja. Utóbbi a

$$-\frac{1}{q+\beta} < \varepsilon < \frac{1}{q+\beta}$$

közön konvergens és összege

$$F(\varepsilon) = \frac{2}{d} \left(1 + \frac{\varepsilon\beta}{1 - \varepsilon(q+\beta)} \right).$$

Ez utólag igazolja ezen a közön a fenti formális sorfejtést. Következik továbbá, hogy szabad a (8) jobboldalát az ε hatványai szerint rendezni s az így nyert

$$R_z(\varepsilon)J^{-1}(\varepsilon) = R_{z0} + \varepsilon R_{z1} + \varepsilon^2 R_{z2} + \dots \quad (9)$$

sorfejtés együtthatói normában rendre az $F(\varepsilon)$ majoránsfüggvény hatványsorának együtthatói alatt maradnak, azaz

$$\|R_{z0}\| \leq \frac{2}{d} \quad \text{és} \quad \|R_{zk}\| \leq \frac{2}{d} \beta (q+\beta)^{k-1} \quad (k=1, 2, \dots). \quad (10)$$

Hasonló okoskodással, mint az I. közleményben, belátható, hogy $R_z(\varepsilon)$ és az R_{zk} együtthatók a z folytonos függvényei. Értelmezhetők tehát a

$$P(\varepsilon) = -\frac{1}{2\pi i} \oint_{\gamma} R_z(\varepsilon) dz \quad \text{és} \quad P_k = -\frac{1}{2\pi i} \oint_{\gamma} R_{z,k} dz \quad (k=0, 1, 2, \dots)$$

integrálok és a $-\frac{1}{q+\beta} < \varepsilon < \frac{1}{q+\beta}$ közön a (9) következtében

$$P(\varepsilon)J^{-1}(\varepsilon) = P_0 + \varepsilon P_1 + \varepsilon^2 P_2 + \dots,$$

a (10) következtében pedig

$$\|P_k\| \leq \frac{|G|}{2\pi} \frac{2}{d} \beta(q+\beta)^{k-1} \quad (k=1, 2, \dots),$$

amivel (3)-at és (5)-öt bebizonyítottuk.

A (9)-ből és (10)-ből következik továbbá, hogy

$$\|R_z(\varepsilon)J^{-1}(\varepsilon)\| \leq \frac{2}{d} \left(1 + \frac{|\varepsilon|\beta}{1-|\varepsilon|(q+\beta)}\right),$$

ennélfogva az 1. § segédtetele alapján

$$\begin{aligned} \|R_z(\varepsilon)\|_{J(\varepsilon)} &= \|J^{\frac{1}{2}}(\varepsilon)R_z(\varepsilon)J^{-1}(\varepsilon)J^{\frac{1}{2}}(\varepsilon)\| \\ &\leq M^{\frac{1}{2}}(\varepsilon) \frac{2}{d} \left(1 + \frac{|\varepsilon|\beta}{1-|\varepsilon|(q+\beta)}\right) M^{\frac{1}{2}}(\varepsilon) = \varrho(\varepsilon). \end{aligned} \quad (11)$$

A

$$J^{-1}(\varepsilon)A = \int_{-\infty}^{\infty} \lambda dE_{\lambda}(\varepsilon)$$

spektrális előállításból következik másrészt, hogy

$$R_z(\varepsilon) = \int_{-\infty}^{\infty} \frac{1}{\lambda-z} dE_{\lambda}(\varepsilon), \quad (12)$$

tehát tetszőszerinti f elemre:

$$\|R_z(\varepsilon)f\|_{J(\varepsilon)}^2 = \int_{-\infty}^{\infty} \left| \frac{1}{\lambda-z} \right|^2 d\|E_{\lambda}(\varepsilon)f\|_{J(\varepsilon)}^2.$$

Ennek az eredménynek a (11)-gyel való egybevetéséből adódik, hogy a λ -egyenesnek azon a $A = A(z, \varepsilon)$ szakaszán, ahol

$$\left| \frac{1}{\lambda-z} \right| > \varrho(\varepsilon), \quad \text{vagyis ahol}$$

$$|\lambda - z| < \frac{1}{\varrho(\varepsilon)} = \frac{d}{2} \frac{1}{M(\varepsilon)} \left(1 + \frac{|\varepsilon|\beta}{1 - |\varepsilon|(q + \beta)} \right)^{-1} = \\ = \frac{d}{2} \left(1 - \frac{|\varepsilon|(c + \beta)}{1 + |\varepsilon|(c - q)} \right) = \frac{d(\varepsilon)}{2},$$

az $E_\lambda(\varepsilon)$ szükségképpen állandó.² Vonatkozik ez a G bármely z pontjára, tehát a $z = \mu_1$ és a $z = \mu_2$ pontokra is. A $|\lambda - \mu_1| < \frac{d(\varepsilon)}{2}$ és a $|\lambda - \mu_2| < \frac{d(\varepsilon)}{2}$ szakaszokon tehát nincsen pontja az A átalakítás $J(\varepsilon)$ -spektrumának.

A (12)-ből következik továbbá, hogy

$$P(\varepsilon) = - \frac{1}{2\pi i} \oint_G dz \int_{-\infty}^{\infty} \frac{1}{\lambda - z} dE_\lambda(\varepsilon) = \\ = \int_{-\infty}^{\infty} \left(- \frac{1}{2\pi i} \oint_G \frac{1}{\lambda - z} dz \right) dE_\lambda(\varepsilon) = E_{\mu_2}(\varepsilon) - E_{\mu_1}(\varepsilon).$$

$P(\varepsilon)$ tehát a $A = [\mu_1, \mu_2]$ szakaszhoz tartozó $\mathfrak{M}_A(\varepsilon)$ sajátaltérre való vetítés: $P(\varepsilon) = P_A(\varepsilon)$.

A

$$(J^{-1}(\varepsilon) A - \lambda_0 I) R_z(\varepsilon) = I + (z - \lambda_0) R_z(\varepsilon) = \\ = I + (z - \lambda_0) (R_{z0} + \varepsilon R_{z1} + \varepsilon^2 R_{z2} + \dots) J(\varepsilon)$$

azonosság mindkét oldalát z szerint a G görbén integrálva és $-2\pi i$ -vel osztva, kapjuk, hogy

$$(J^{-1}(\varepsilon) A - \lambda_0 I) P(\varepsilon) = (B_0 + \varepsilon B_1 + \varepsilon^2 B_2 + \dots) J(\varepsilon),$$

ahol

$$B_0 = (A - \lambda_0 I) P(0) \text{ és } B_k = - \frac{1}{2\pi i} \oint_G (z - \lambda_0) R_{zk} dz \quad (k=1, 2, \dots)$$

² Ha ugyanis $E_\lambda(\varepsilon)$ -nak a A -n való változása: $P_A(\varepsilon) \neq 0$, akkor van olyan $f \neq 0$ elem, amelyre $P_A(\varepsilon) f = f$. Erre az f -re $E_\lambda(\varepsilon) f = 0$, ha λ a A -tól balra van, és $= f$, ha λ a A -tól jobbra van. Ennélfogva

$$\|R_z(\varepsilon) f\|_{J(\varepsilon)}^2 = \int_A \left| \frac{1}{\lambda - z} \right|^2 d \|E_\lambda(\varepsilon) f\|_{J(\varepsilon)}^2 > \varrho^2(\varepsilon) \|f\|_{J(\varepsilon)}^2,$$

ami ellentmond (11)-nek.

a (10) következtében tehát

$$\|B_k\| \leq \frac{|G|}{2\pi} \frac{\delta+d}{2} \frac{2}{d} \beta(q+\beta)^{k-1} \quad (k=1, 2, \dots),$$

amivel (4)-et és (6)-ot is bebizonyítottuk.

A tétel teljes bizonyításához még csak azt kell megmutatnunk, hogy $\mathfrak{M}_A(\varepsilon)$ dimenziója a $-\frac{1}{q+\beta} < \varepsilon < \frac{1}{q+\beta}$ között állandó. Ehhez elég azt belátnunk, hogy e közbe eső tetszőszerinti ε_0 paraméterértéknek van olyan környezete, amelyben $\mathfrak{M}_A(\varepsilon)$ dimenziója állandó.

Legyen η egy $|\varepsilon_0|$ és $\frac{1}{q+\beta}$ közé eső szám. A $P_A(\varepsilon)$ regularitásából következik, hogy ε_0 elegendő kis környezetében

$$\|P_A(\varepsilon) - P_A(\varepsilon_0)\| < \frac{m(\eta)}{M(\eta)}.$$

Feltehetjük, hogy ez a környezet benne foglaltatik a $(-\eta, \eta)$ közben is. Állítjuk, hogy e környezet bármely ε_1 pontjára az $\mathfrak{M}_1 = \mathfrak{M}_A(\varepsilon_1)$ dimenziója az $\mathfrak{M}_0 = \mathfrak{M}_A(\varepsilon_0)$ dimenziójával egyenlő. Ehhez elég azt belátnunk, hogy 1) $P_1\mathfrak{M}_0 = \mathfrak{M}_1$ és 2) $P_0\mathfrak{M}_1 = \mathfrak{M}_0$ (rövidség kedvéért P_1 -et irtunk $P_A(\varepsilon_1)$ és P_0 -at $P_A(\varepsilon_0)$ helyett).

Ha 1) nem állana, azaz, ha $P_1\mathfrak{M}_0$ nem tölténé ki \mathfrak{M}_1 -et, akkor volna az utóbbiban egy olyan $f \neq 0$ elem, amely a $J(\varepsilon_1)$ -metrikában merőleges a $P_1\mathfrak{M}_0$ altér minden g elemére, tehát például a $g = P_1 P_0 f$ elemre is. De akkor

$$\begin{aligned} ((P_1 - P_0)f, f)_{J(\varepsilon_1)} &= (f, f)_{J(\varepsilon_1)} - (P_0 f, f)_{J(\varepsilon_1)} = (f, f)_{J(\varepsilon_1)} - (P_0 f, P_1 f)_{J(\varepsilon_1)} = \\ &= (f, f)_{J(\varepsilon_1)} - (P_1 P_0 f, f)_{J(\varepsilon_1)} = (f, f)_{J(\varepsilon_1)} \geq m(\varepsilon_1)(f, f) \geq m(\eta)(f, f), \end{aligned}$$

másrészt azonban

$$\begin{aligned} ((P_1 - P_0)f, f)_{J(\varepsilon_1)} &= ((P_1 - P_0)f, J(\varepsilon_1)f) \leq \|P_1 - P_0\| \|J(\varepsilon_1)f\|^2 < \\ &< \frac{m(\eta)}{M(\eta)} M(\varepsilon_1) \|f\|^2 \leq m(\eta) \|f\|^2, \end{aligned}$$

és ez a két eredmény ellentmond egymásnak.

Az ε_0 és ε_1 szerepének felcserélésével ugyanígy juthatunk ellentmondásra abból a feltevésből, hogy 2) nem áll.

Ezzel az I. tételt teljes egészében bebizonyítottuk.

3. §. Elszigetelt egyszeres sajátérték perturbációja.

Az I. tétel felhasználásával bizonyítsuk be a következő tételt:

II. tétel. *Legyen A és $J(\varepsilon)$ ugyanaz, mint az I. tételben, a b)-ben foglalt fellevéseket azonban szorítsuk meg a következőképpen: λ_0 legyen az A egyszeres sajátértéke, φ_0 egy hozzá tartozó normált sajátélem, és a $(\lambda_0 - d, \lambda_0 + d)$ szakasz ($d > 0$) ne tartalmazza több pontját az A spektrumának. Ha*

$$-\frac{1}{q+\beta} < \varepsilon < \frac{1}{q+\beta} \quad \left(\beta = \left(1 + \frac{2}{d} |\lambda_0| \right) c \right),$$

akkor az A átalakítás $J(\varepsilon)$ -spektruma a

$$|\lambda - \lambda_0| < d - \frac{d}{2} \frac{|\varepsilon|(c+\beta)}{1 + |\varepsilon|(c-q)}$$

szakaszon egyetlen egyszeres $\lambda(\varepsilon)$ sajátértékből áll és

$$|\lambda(\varepsilon) - \lambda_0| < \frac{d}{2} \frac{|\varepsilon|(c+\beta)}{1 + |\varepsilon|(c-q)}. \quad (13)$$

$A - \frac{1}{q+2\beta} < \varepsilon < \frac{1}{q+2\beta}$ közön $\lambda(\varepsilon)$ konvergens hatványsorba fejthető:

$$\lambda(\varepsilon) = \lambda_0 + \varepsilon \lambda_1 + \varepsilon^2 \lambda_2 + \dots,$$

ahol

$$|\lambda_k| \leq \frac{d}{2} \beta (q+2\beta)^{k-1} \quad (k=1, 2, \dots). \quad (14)$$

Létezik továbbá egy ugyanezen a közön reguláris

$$\varphi(\varepsilon) = \varphi_0 + \varepsilon \varphi_1 + \varepsilon^2 \varphi_2 + \dots$$

elem, amelyre

$$A\varphi(\varepsilon) = \lambda(\varepsilon)J(\varepsilon)\varphi(\varepsilon),$$

$$\|\varphi(\varepsilon)\|_{J(\varepsilon)} = 1, \quad (\varphi(\varepsilon), \varphi_0) \geq 0^3$$

és

$$\|\varphi_k\| \leq (q+2\beta)^k \quad (k=1, 2, \dots). \quad (15)$$

³ Normálhatnánk $\varphi(\varepsilon)$ -t az eredeti metrikában is, akkor azonban a regularitási közre kedvezőtlenebb becslést nyernénk.

A $\lambda(\varepsilon)$ és $\varphi(\varepsilon)$ « n -edik közelítésére» (14)-ből és (15)-ből a következő hibabecslések erednek:

$$\begin{aligned} |\lambda(\varepsilon) - \sum_{k=0}^n \varepsilon^k \lambda_k| &\leq \frac{d\beta}{2(q+2\beta)} \frac{[|\varepsilon|(q+2\beta)]^{n+1}}{1-|\varepsilon|(q+2\beta)}, \\ \|\varphi(\varepsilon) - \sum_{k=0}^n \varepsilon^k \varphi_k\| &\leq \frac{[|\varepsilon|(q+2\beta)]^{n+1}}{1-|\varepsilon|(q+2\beta)}. \end{aligned}$$

Alkalmazzuk az I. tételt a $\mu_1 = \lambda_0 - \frac{d}{2}$ és $\mu_2 = \lambda_0 + \frac{d}{2}$ értékekkel. E tétel szerint az $\mathfrak{M}_A(\varepsilon) = P_A(\varepsilon)\mathfrak{R}$ ($A = [\mu_1, \mu_2]$) sajátaltér dimenziója a $-\frac{1}{q+\beta} < \varepsilon < \frac{1}{q+\beta}$ közön állandó, tehát 1-gyel egyenlő. Az A átalakítás $J(\varepsilon)$ -spektruma a A szakaszon tehát egyetlen egyszeres $\lambda(\varepsilon)$ sajátértékből áll. Minthogy az I. tétel szerint a

$$|\lambda - \mu_i| < \frac{d}{2} \left(1 - \frac{|\varepsilon|(c+\beta)}{1+|\varepsilon|(c-q)}\right) \quad (i=1, 2)$$

szakaszokon az A átalakítás $J(\varepsilon)$ -spektrumának nincsen pontja, azért $\lambda(\varepsilon)$ -nak a λ_0 -tól való távolságára állania kell a (13) egyenlőtlenségnek.

Legyen

$$\psi(\varepsilon) = P_A(\varepsilon)J^{-1}(\varepsilon)\varphi_0;$$

ez az $\mathfrak{M}_A(\varepsilon)$ eleme lévén,

$$J^{-1}(\varepsilon)A\psi(\varepsilon) = \lambda(\varepsilon)\psi(\varepsilon).$$

Innen

$$((J^{-1}(\varepsilon)A - \lambda_0 I)\psi(\varepsilon), \varphi_0) = (\lambda(\varepsilon) - \lambda_0)(\psi(\varepsilon), \varphi_0)$$

és ebből

$$\lambda(\varepsilon) - \lambda_0 = \frac{((J^{-1}(\varepsilon)A - \lambda_0 I)P_A(\varepsilon)J^{-1}(\varepsilon)\varphi_0, \varphi_0)}{(P_A(\varepsilon)J^{-1}(\varepsilon)\varphi_0, \varphi_0)}.$$

A $\lambda(\varepsilon)$ regularitása a $-\frac{1}{q+2\beta} < \varepsilon < \frac{1}{q+2\beta}$ közön, valamint hatványsorának együtthatóira a (14) becslés az I. tételben foglalt (3) és (4) sorfejtés és (5) és (6) becslés alapján ($d=0!$) ugyanígy következik, mint a megfelelő állítás az I. közlemény 3. §-ában.

Normáljuk a $\psi(\varepsilon)$ sajátéletemet a $J(\varepsilon)$ -metrikában:

$$\varphi(\varepsilon) = \frac{\psi(\varepsilon)}{\|\psi(\varepsilon)\|_{J(\varepsilon)}}.$$

Mint hogy

$$\begin{aligned} \|\psi(\varepsilon)\|_{J(\varepsilon)}^2 &= (P_{\mathcal{A}}(\varepsilon)J^{-1}(\varepsilon)\varphi_0, P_{\mathcal{A}}(\varepsilon)J^{-1}(\varepsilon)\varphi_0)_{J(\varepsilon)} = \\ &= (P_{\mathcal{A}}(\varepsilon)J^{-1}(\varepsilon)\varphi_0, J^{-1}(\varepsilon)\varphi_0)_{J(\varepsilon)} = (P_{\mathcal{A}}(\varepsilon)J^{-1}(\varepsilon)\varphi_0, \varphi_0), \end{aligned}$$

azért

$$\varphi(\varepsilon) = \frac{P_{\mathcal{A}}(\varepsilon)J^{-1}(\varepsilon)P_0}{(P_{\mathcal{A}}(\varepsilon)J^{-1}(\varepsilon)\varphi_0, \varphi_0)^{\frac{1}{2}}}.$$

A $\varphi(\varepsilon)$ regularitása, valamint hatványsorának együttthatóira a (15) becslés az I. tételben foglalt (3) sorfejtés és (5) becslés felhasználásával ismét ugyanúgy következik, mint a megfelelő állítás az I. közlemény 3. §-ában.

Könnyű számolás adja végül, hogy

$$(\varphi(\varepsilon), \varphi_0) = \|P_{\mathcal{A}}(\varepsilon)J^{-1}(\varepsilon)\varphi_0\|_{J(\varepsilon)} \geq 0.$$

Ezzel a II. tételt bebizonyítottuk.

Példaképpen tekintsük az inhomogén rezgő húrnak a bevezetésben felírt (2) sajátértékproblémáját. Ez egy HILBERT-térbeli sajátértékproblémának fogható fel, ha HILBERT-térnek a $(0, l)$ szakaszon négyzetesen integrálható $y(x)$ függvények L_2 terét választjuk. Az A szerepét a $-\frac{p}{\varrho_0} \frac{d^2}{dx^2}$ operátor veszi át, amelyet azokra az $y(x)$ függvényekre értelmezünk, amelyekre $y(0) = y(l) = 0$, $\frac{dy}{dx}$ teljesen folytonos és $\frac{d^2y}{dx^2}$ az L_2 -be tartozik; A ekkor önadjungált. Ha $\max \left| \frac{1}{\varrho_0} \varrho_1(x) \right| = c$, akkor az $\frac{1}{\varrho_0} \varrho_1(x)$ -szel való szorzás L_2 egy önadjungált J_1 átalakítását értelmezi, amelyre $\|J_1\| = c$. Ezek után (2) így írható:

$$Ay = \lambda(I + \varepsilon J_1)y.$$

Mivel az A spektruma az egymástól elszigetelt egyszeres $\lambda = \lambda^{(r)} = \frac{p\pi^2 r^2}{\varrho_0 l^2}$ ($r=1, 2, \dots$) sajátértékekből áll (a $\lambda^{(r)}$ -hez tartozó normált sajátfüggvény: $y^{(r)}(\varepsilon) = \sqrt{\frac{2}{l}} \sin \frac{r\pi x}{l}$), azért alkal-

mazhatjuk mindegyik sajátértékre a II. tételt. Az r -edik sajátérték esetében a tételben szereplő állandók értéke:

$$d = d^{(r)} = \lambda^{(r)} - \lambda^{(r-1)} \quad (\text{ha } r \geq 2), \quad d^{(1)} = d^{(2)},$$

$$q = 0, \quad \beta = \beta^{(r)} = \left(1 + \frac{2\lambda^{(r)}}{d^{(r)}}\right) c.^4$$

4. §. Véges sokszorosságú elszigetelt sajátérték perturbációja.

Míg az egyszeres sajátértékek perturbációjának nemcsak a regularitását mutattuk ki, hanem az egyes közelítésekre hibabecebléseket is adtunk, addig többszörös sajátérték esetében csupán a regularitás bizonyítására szorítkozunk.

III. tétel. *Legyen A és $J(\varepsilon)$ ugyanaz, mint az I. tételben, a b)-ben foglalt feltevéseket most azonban a következőképpen szorítsuk meg: λ_0 legyen az A m -szeres sajátértéke és a $(\lambda - d, \lambda_0 + d)$ szakasz ($d > 0$) ne tartalmazza az A spektrumának több pontját.*

Minden 0 és d közé eső d' számhoz van ekkor egy bizonyos $-\varrho' < \varepsilon < \varrho'$ ($\varrho' > 0$) közön m számú reguláris

$$\lambda^{(i)}(\varepsilon) = \lambda_0 + \varepsilon \lambda_1^{(i)} + \varepsilon^2 \lambda_2^{(i)} + \dots$$

valós értékű függvény és m számú reguláris

$$\varphi^{(i)}(\varepsilon) = \varphi_0^{(i)} + \varepsilon \varphi_1^{(i)} + \varepsilon^2 \varphi_2^{(i)} + \dots$$

elem ($i=1, 2, \dots, m$) úgy, hogy

$$A \varphi^{(i)}(\varepsilon) = \lambda^{(i)}(\varepsilon) J(\varepsilon) \varphi^{(i)}(\varepsilon),$$

a $\varphi^{(i)}(\varepsilon)$ elemek a $J(\varepsilon)$ -metrikában ortonormális rendszert alkotnak és a $(\lambda_0 - d', \lambda_0 + d')$ szakaszon az A átalakítás $J(\varepsilon)$ -spektruma pontosan a $\lambda^{(i)}(\varepsilon)$ sajátértékekből áll (mindegyiket annyiszor véve, amekkora a sokszorossága).

⁴ A perturbált $\lambda^{(r)}(\varepsilon)$ sajátérték és $y^{(r)}(x; \varepsilon)$ sajátfüggvény hatvány-sorának elsőfokú tagja a formális perturbációs számítás módszereivel könnyen kiszámítható, v. ö. LORD RAYLEIGH, The Theory of Sound, 2. kiad. I. köt., 91. §. (London, 1894), továbbá: R. COURANT—D. HILBERT, Methoden der Mathematischen Physik, 2. kiad., I. köt., 300—302. l. (Berlin, 1931).

Bizonyításunkat kezdjük azzal a megjegyzéssel, hogy $J(\varepsilon)$ pozitív önadjungált négyzetgyöke, valamint ennek inverze az $\varepsilon=0$ kis környezetében reguláris. Ez könnyen következik a

$$J^{\frac{1}{2}}(\varepsilon) = \sum_{\nu=0}^{\infty} \binom{\frac{1}{2}}{\nu} [\varepsilon J_1 + \varepsilon^2 J_2 + \dots]^\nu, \quad J^{-\frac{1}{2}}(\varepsilon) = \sum_{\nu=0}^{\infty} \binom{-\frac{1}{2}}{\nu} [\varepsilon J_1 + \varepsilon^2 J_2 + \dots]^\nu$$

sorfejtésekből.

Vizsgáljuk először azt az esetet, amikor az A korlátos. Ekkor

$$T(\varepsilon) = J^{-\frac{1}{2}}(\varepsilon) A J^{\frac{1}{2}}(\varepsilon) \quad (16)$$

szintén korlátos, önadjungált és (az I. közlemény 2. segédtetele szerint) reguláris az $\varepsilon=0$ valamely környezetében. Minthogy a $T(0) = A$ átalakítás spektruma a $(\lambda_0 - d, \lambda_0 + d)$ szakaszon feltevésünk szerint csupán a λ_0 m -szeres sajátértékből áll, azért alkalmazhatjuk $T(\varepsilon)$ -ra az I. közlemény III tételét, mely szerint: minden 0 és d közé eső d' számhoz van egy bizonyos $-\rho' < \varepsilon < \rho'$ közön reguláris m számú $\lambda^{(i)}(\varepsilon)$ reguláris valós értékű függvény és m számú $\psi^{(i)}(\varepsilon)$ reguláris elem ($i=1, 2, \dots, m$) úgy, hogy $T(\varepsilon)$ spektruma a $(\lambda_0 - d', \lambda_0 + d')$ szakaszon pontosan a

$$\lambda^{(1)}(\varepsilon), \lambda^{(2)}(\varepsilon), \dots, \lambda^{(m)}(\varepsilon)$$

sajátértékekből áll (többszörösetek többször véve),

$$T(\varepsilon) \psi^{(i)}(\varepsilon) = \lambda^{(i)}(\varepsilon) \psi^{(i)}(\varepsilon)$$

és

$$(\psi^{(i)}(\varepsilon), \psi^{(j)}(\varepsilon)) = \delta_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{ha } i=j, \\ 0, & \text{ha } i \neq j. \end{cases}$$

Ha

$$T(\varepsilon) = \int_{-\infty}^{\infty} \lambda dF_\lambda(\varepsilon)$$

a $T(\varepsilon)$ kanonikus spektrális előállítás, akkor (16)-ból:

$$J^{-\frac{1}{2}}(\varepsilon) A = J^{-\frac{1}{2}}(\varepsilon) T(\varepsilon) J^{\frac{1}{2}}(\varepsilon) = \int_{-\infty}^{\infty} \lambda dJ^{-\frac{1}{2}}(\varepsilon) F_\lambda(\varepsilon) J^{\frac{1}{2}}(\varepsilon).$$

A $J^{-\frac{1}{2}}(\varepsilon) F_\lambda(\varepsilon) J^{\frac{1}{2}}(\varepsilon)$ átalakításokról könnyen lehet látni, hogy a $J(\varepsilon)$ -metrikában spektrális sereget alkotnak, amelynek ennél fogva

az A -nak $J(\varepsilon)$ -ra vonatkozó spektrális seregével, $\{E_\lambda(\varepsilon)\}$ -nal azonosnak kell lennie. Ez az összefüggés mutatja, hogy az A $J(\varepsilon)$ -spektruma a $(\lambda_0 - d', \lambda_0 + d')$ szakaszon ugyancsak a $\lambda^{(i)}(\varepsilon)$ sajátértékekből áll. A $\lambda^{(i)}(\varepsilon)$ sajátértékhez nyilván a

$$\varphi^{(i)}(\varepsilon) = J^{-\frac{1}{2}}(\varepsilon) \psi^{(i)}(\varepsilon)$$

reguláris sajátélem tartozik. Ezek a sajátélemek a $J(\varepsilon)$ -metrikában ortonormális rendszert alkotnak, ugyanis

$$\begin{aligned} (\varphi^{(i)}(\varepsilon), \varphi^{(j)}(\varepsilon))_{J(\varepsilon)} &= (J(\varepsilon) \varphi^{(i)}(\varepsilon), \varphi^{(j)}(\varepsilon)) = (J^{\frac{1}{2}}(\varepsilon) \varphi^{(i)}(\varepsilon), J^{\frac{1}{2}}(\varepsilon) \varphi^{(j)}(\varepsilon)) = \\ &= (\psi^{(i)}(\varepsilon), \psi^{(j)}(\varepsilon)) = \delta_{ij}. \end{aligned}$$

Ezzel a tételt korlátos A esetére bebizonyítottuk.

Nem korlátos A esztében a (16) képlet által szintén értelmezhető a $T(\varepsilon)$ átalakítás, de értelmezési tartománya általában az ε -tól függ, ezért ebben az esetben az I. közlemény III. tétele közvetlenül nem alkalmazható rá. Ezt a nehézséget megkerülhetjük azáltal, hogy a $T(\varepsilon)$ -t értelmező (16) képletben A helyébe az

$$A_J(\varepsilon) \doteq AP_J(\varepsilon) - (\lambda_0 - d) J(\varepsilon) (I - P_J(\varepsilon))$$

átalakítást írjuk, ahol $J = \left[\lambda_0 - \frac{d}{2}, \lambda_0 + \frac{d}{2} \right]$. Ez az $A_J(\varepsilon)$ átalakítás ugyanis szintén önadjungált, de már korlátos is, azonfelül az I. tétel szerint az $\varepsilon=0$ bizonyos környezetében reguláris és $J(\varepsilon)$ -spektruma a $(\lambda_0 - d', \lambda_0 + d')$ szakaszon megegyezik az A $J(\varepsilon)$ -spektrumával, az ebbe a szakaszba eső közös ($J(\varepsilon)$ -ra vonatkozó) sajátértékekhez tartozó ($J(\varepsilon)$ -ra vonatkozó) sajátélemek pedig szintén közösek.

A nem korlátos A esetét ezzel visszavezettük a korlátos A már tárgyalt esetére.

*

A közleményeinkben tárgyalt két perturbációtípus természetesen kombinálható úgy, hogy az $Af = \lambda f$ sajátértékegyenlet mindkét oldalát egyszerre perturbáljuk, azaz az $A(\varepsilon_1)f = \lambda J(\varepsilon_2)f$ egyenlettel helyettesítjük; az $\varepsilon_1, \varepsilon_2$ paraméterek egymástól függetlenek lehetnek. Még általánosabb a következő típus:

$$A(\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_s)f = \lambda J(\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_s)f,$$

ahol tehát A és J s számú független paraméter analitikus függvénye. A spektrum egy elszigetelt darabjának perturbációjára vonatkozó I. tétel és ezzel együtt az egyszeres sajátértékek perturbációjára vonatkozó II. tétel erre az általánosabb esetre is kiterjeszhető, a többszörös sajátértékekre vonatkozó III. tétel azonban már nem.⁵

⁵ Lásd F. RELICH egyszerű ellenpéldáját, Störungstheorie der Spektralzerlegung, I. Mitteilung, *Mathematische Annalen*, 113 (1936), 600--629, 2. §.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1943. okt. 18-án tartott ülésén bemutatta Riesz Frigyes r. t.)

STÖRUNGEN IM HILBERTSCHEN RAUME. II.

Von BÉLA v. SZ. NAGY (Szeged).

In der ersten Mitteilung wurden Störungsprobleme vom Typus $A(\varepsilon)f = \lambda f$ betrachtet, wo $A(\varepsilon)$ eine vom reellen Störungsparameter ε regulär-analytisch abhängige selbstadjungierte Transformation des HILBERTSCHEN Raumes ist. Die vorliegende Mitteilung beschäftigt sich mit Störungsproblemen vom Typus $Af = \lambda J(\varepsilon)f$, wo A eine feste und $J(\varepsilon)$ eine von ε regulär-analytisch abhängige selbstadjungierte Transformation sind; über $J(\varepsilon)$ wird noch vorausgesetzt, dass sie beschränkt und positiv ist und für $\varepsilon=0$ mit der identischen Transformation / zusammenfällt. Man stösst auf ein derartiges Störungsproblem z. B. dann, wenn man von der Eigenwertgleichung

$$-\frac{p}{\varrho_0} \frac{d^2y}{dx^2} = \lambda y, \quad y(0) = y(l) = 0$$

der Querschwingungen einer *homogenen* Saite zur Eigenwertgleichung

$$-\frac{p}{\varrho_0} \frac{d^2y}{dx^2} = \lambda(1 + \varepsilon\sigma(x))y, \quad y(0) = y(l) = 0$$

der Querschwingungen einer *inhomogenen* Saite übergeht, deren Dichte $\varrho(x) = \varrho_0(1 + \varepsilon\sigma(x))$ vom konstanten Wert ϱ_0 nur wenig abweicht.

Im Sinne der allgemeinen Spektraltheorie handelt es sich hier um die Hauptachsentransformation der quadratischen Form (Af, f) in bezug auf die *variierende* Grundform $(f, f)_{J(\varepsilon)} = (J(\varepsilon)f, f)$.

Es wird bewiesen, dass isolierte Stücke des Spektrums von A , also insbesondere isolierte Eigenwerte von A , ebenfalls regulär-analytisch von ε abhängen; im Falle einfacher Eigenwerte werden sogar Abschätzungen für die Koeffizienten der entsprechenden Potenzreihen gewonnen.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 18. Okt. 1943.)

A NEWTON—SYLVESTER-FÉLE TÉTEL RŐL.

LIPKA ISTVÁN-tól.

1. Legyen

$$f(x) = a_0x^n + a_1x^{n-1} + \dots + a_n = 0 \quad (1)$$

valós együtthatós algebrai egyenlet. A BUDAN—FOURIER-féle jelváltási tétel felső korlátot ad az egyenlet egy adott (a, b) intervallumba eső valós gyökeinek a számára, és pedig az

$$f(x), f'(x), f''(x), \dots, f^{(n)}(x) \quad (2)$$

sorozatban fellépő jelváltásoknak a megszámlálásával az $x=a$ és $x=b$ helyen.¹ A NEWTON—SYLVESTER-féle tételben a (2) sorozatban fellépő jelváltások redukált száma szerepel. E redukció a következő kettőssorozat segítségével történik:

$$f(x), f_1(x), f_2(x), \dots, f_n(x) \quad (3)$$

$$F(x), F_1(x), F_2(x), \dots, F_n(x). \quad (3')$$

Itt

$$f_\nu(x) = \frac{(n-\nu)!}{n!} f^{(\nu)}(x) \quad (4)$$

és $F_\nu(x)$ jelenti az

$$F_\nu(x) = f_\nu^2(x) - f_{\nu-1}(x)f_{\nu+1}(x) \quad (\nu=0, 1, 2, \dots, n) \quad (4')$$

polinomot, ahol

$$F(x) = F_0(x) = 1, \quad F_n(x) = f_n^2(x).$$

A (4') alatt definiált $F_\nu(x)$ polinomokat az $f(x)$ polinomhoz tar-

¹ A BUDAN—FOURIER-féle tétellel foglalkozott szerző a következő dolgozataiban: 1. Egy FOURIER-féle tételről, Mat. és Term. tud. Értesítő. 53. köt. (1935) 149—154. o. 2. Über die Vorzeichenregeln von BUDAN FOURIER und DESCARTES, Jahresbericht d. Deutschen Math.-Ver., Bd. 52 (1943) 204—217. o.

tozó SYLVESTER-féle polinomoknak nevezem. A (2) alatti sorozat helyettesíthető a (3) alattival, mivel tagjaik csak pozitív faktorokban különböznek. A SYLVESTER-féle eljárás most már a következőképpen redukálja a (3) sorozatban fellépő jelváltások számát: Ha e sorozat két egymásután álló tagja közt jelváltás lép fel, akkor ezt csak abban az esetben veszi figyelembe, ha a szóbanforgó két tag alatt, a (3') sorozatban, álló SYLVESTER-féle polinomok között jelkövetkezés van.

Ha $v(x)$ jelenti a (3) sorozatban fellépő redukált jelváltások számát, akkor a NEWTON—SYLVESTER-féle tétel szerint az (1) alatti egyenlet gyökeinek a száma az (a, b) intervallumban nem nagyobb, mint $v(a) - v(b)$. (A $v(a) - v(b)$ érték páros számban különbözik az (a, b) intervallumba eső gyökök számától, $f(a) \neq 0$, $f(b) \neq 0$.)

2. A NEWTON—SYLVESTER-féle tétel egy megadott intervallumba eső gyökök számára általában pontosabb korlátot ad, mint a BUDAN—FOURIER-féle tétel. Ezt midjárt szemléltetni fogjuk néhány jellegzetes példán. Ismeretes, hogy a BUDAN—FOURIER-féle tételnek a $(0, +\infty)$ intervallumra alkalmazott speciális esete, a DESCARTES-féle jelszabály. Ha a NEWTON—SYLVESTER-féle tételt specializáljuk a $(0, +\infty)$ intervallumra, akkor a (3), (3') alatti kettőssorozatot csakis az $x=0$ helyen kell tekintenünk, azaz tekintenünk kell a következő kettőssorozatot

$$\begin{array}{l} a_0, a_1, a_2, \dots, a_n \\ A_0, A_1, A_2, \dots, A_n, \end{array} \quad (5)$$

ahol

$$A_k = k(n-k)a_k^2 - (k+1)(n-k+1)a_{k-1}a_{k+1}, \quad A_0 = 1, \quad A_n = 1. \quad (6)$$

A NEWTON—SYLVESTER-féle tétel értelmében az (5) alatti első sorozatban fellépő jeleáltások közül csak azokat vesszük számításba, amelyek alatt jelkövetkezés van. E szerint tehát az (1) egyenlet pozitív gyökeinek a száma nem nagyobb, mint az együtthatói sorozatában fellépő redukált jelváltások száma.

Ha az (1) egyenlet együtthatóinak sorozatában egy jelváltás van, akkor a DESCARTES-fele jelszabály szerint az egyenletnek pontosan egy pozitív gyöke van. Ha az együtthatók sorozatában fellépő jelváltások száma kettő, akkor ugyancsak a

DESCARTES-féle jelszabály szerint a pozitív gyökök száma nulla vagy kettő. Most már, ha az együtthatók sorozatában, az (5) alatti első sorozatban, két jelváltás van és pedig a következő előjel eloszlással:

$$\begin{array}{cccccccc} a_0, & a_1, & \dots, & a_{v-1}, & a_v, & a_{v+1}, & \dots, & a_n, \\ + & + & & + & - & + & & + \end{array} \quad (7)$$

továbbá, ha még áll a következő egyenlőtlenség:

$$A_v < 0,$$

akkor a (6) alatti formulából (7) szerint következik, hogy az (5) alatti kettőssorozatban az a_{v-1} , a_v , a_{v+1} együtthatók alatt álló A_k együtthatók váltakozó előjelűek és pedig:

$$A_{v-1} > 0, A_v < 0, A_{v+1} > 0.$$

Ekkor azonban az (5) alatti első sorozatban fellépő redukált jelváltások száma zéró, és így a NEWTON—SYLVESTER-féle tétel előbbi speciális esetéből nyertük a következő tételt:

Ha az (1) egyenlet együtthatóinak sorozatában pontosan két jelváltás van és pedig a (7) alatti előjel eloszlással, továbbá, ha még áll a

$$\nu(n-\nu)a_v^2 - (\nu+1)(n-\nu+1)a_{v-1}a_{v+1} < 0$$

egyenlőtlenség, akkor az egyenletnek nincsen pozitív gyöke.

Hasonlóan adódik a NEWTON—SYLVESTER-féle tételből a következő tétel:

Ha az (1) egyenlet együtthatóinak sorozatában pontosan három jelváltás lép fel, és pedig a következő előjel eloszlással:

$$\begin{array}{cccccccc} a_0, & a_1, & \dots, & a_{v-1}, & a_v, & a_{v+1}, & a_{v+2}, & \dots, & a_n, \\ + & + & & + & - & + & - & & - \end{array}$$

továbbá, ha még állanak a következő egyenlőtlenségek:

$$A_v > 0, A_{v+1} < 0,$$

akkor az egyenletnek pontosan egy pozitív gyöke van.

3. Ismeretes, hogy a BUDAN—FOURIER-féle tétel, akkor és csak akkor szolgáltatja minden intervallumra a gyökök pontos számát, ha az egyenletnek minden gyöke valós. Vizsgáljuk meg az $f(x)$ polinomhoz tartozó $F_v(x)$ SYLVESTER-féle polinomoknak

a viselkedését abban az esetben, amikor $f(x)$ nullahelyei mind valósak. Legyen rövidség kedvéért

$$f^{(\nu-1)}(x) = g(x), f^{(\nu)}(x) = g'(x), f^{(\nu+1)}(x) = g''(x),$$

ekkor (4) és (4')-ből a $F_\nu(x)$ SYLVESTER-féle polinomra a következő kifejezést nyerjük:

$$F_\nu(x) = (n-\nu) \left(\frac{(n-\nu-1)!}{n!} \right)^2 \left\{ (n-\nu)(g'(x))^2 - (n-\nu+1)g(x)g''(x) \right\}. \quad (8)$$

Legyenek a $g(x) = 0$ egyenlet gyökei $x_1, x_2, \dots, x_{n-\nu+1}$, ezek mind valósak, mivel az (1) egyenletnek is minden gyöke valós. Az ismert

$$g'(x) = g(x) \sum_{k=1}^{n-\nu+1} \frac{1}{x-x_k} \quad (9)$$

összefüggésből differenciálással adódik a következő:

$$g''(x) = -g(x) \sum_{k=1}^{n-\nu+1} \frac{1}{(x-x_k)^2} + \frac{(g'(x))^2}{g(x)}. \quad (10)$$

Ha most $g'(x)$ és $g''(x)$ (9) és (10) alatti kifejezését (8)-ba helyettesítjük, akkor a $F_\nu(x)$ polinomra a következő formulát nyerjük:

$$\begin{aligned} \frac{1}{n-\nu} \left(\frac{n!}{(n-\nu-1)!} \right)^2 F_\nu(x) &= (n-\nu)(g'(x))^2 - (n-\nu+1)g(x)g''(x) = \\ &= \left\{ (n-\nu+1) \left(\frac{1}{(x-x_1)^2} + \dots + \frac{1}{(x-x_{n-\nu+1})^2} \right) - \right. \\ &\quad \left. - \left(\frac{1}{x-x_1} + \dots + \frac{1}{x-x_{n-\nu+1}} \right)^2 \right\} g^2(x) = \\ &= g^2(x) \sum_{(i < k)} \left(\frac{1}{x-x_i} - \frac{1}{x-x_k} \right)^2, \quad (i, k=1, 2, \dots, n-\nu+1) \end{aligned}$$

ahol az utolsó összegjelben a $g(x)$ gyökeiből képezhető összes másodrendű x_i, x_k kombinációk szerepelnek. A most nyert formulából kiolvashatjuk a következő tételt:

Ha az (1) egyenletnek minden gyöke valós, akkor az $f(x)$

polinomhoz tartozó $F_v(x)$ SYLVESTER-féle polinomok az x valós értékeire nem negatívak.¹

Tegyük fel megfordítva, hogy a $F_v(x)$ polinomok nem negatívak az x -nek (a, b) intervallumba eső értékeire. Ekkor a (3) sorozatban fellépő jelváltások mind redukáltaknak tekinthetők. A NEWTON—SYLVESTER-féle tétel bizonyításából kitűnik, hogy a (3) sorozatban fellépő redukált jelváltások számában csak akkor történhetik változás, ha x vagy az $f(x)$ polinom valamelyik nullahelyén halad át, vagy pedig, ha a (3') sorozatban történik változás az előjelek eloszlásában.² De feltevésünk szerint a $F_v(x)$ polinomok állandó előjelűek az (a, b) intervallumban, tehát ha x a -tól b -ig folytonosan változik, akkor a (3) sorozatban fellépő jelváltások közül pontosan annyi vész el, mint amennyi az (a, b) intervallumba eső gyökök száma. E szerint a NEWTON—SYLVESTER-féle tétel az (a, b) intervallumba eső gyökök pontos számát szolgáltatja, ha az $f(x)$ -hez tartozó SYLVESTER-féle polinomok az (a, b) intervallumban nem negatívak. Legyen most már először $a = -\infty$, $b = +\infty$, akkor a jelváltások száma az intervallum végpontjaiban $v(-\infty) = n$, $v(+\infty) = 0$, és így az (1) egyenlet valós gyökeinek a száma n . Tehát kimondhatjuk a következő tételt:

Az (1) egyenletnek akkor és csak akkor valós minden gyöke, ha az $f(x)$ polinomhoz tartozó SYLVESTER-féle polinomok az x valós értékeire nem negatívak.³

Legyen másodszer $a = 0$, $b = +\infty$. Tegyük fel most, hogy az $f(x)$ -hez tartozó $F_v(x)$ SYLVESTER-féle polinomok együtthatói mind pozitívak. Ekkor a SYLVESTER-féle polinomok a $0 < x < +\infty$ intervallumban állandóan pozitívak, és így a NEWTON—SYLVESTER-féle tétel szerint $v(0) - v(+\infty) = v(0)$ érték az egyenlet pozitív

¹ A $F_v(x) \equiv 0$ eset minden x -re csakis az $f(x) = (x-a)^n$ polinomra fog bekövetkezni.

² Lásd például H. WEBER: Lehrbuch der Algebra I. Aufl. 2, (Braunschweig 1898) 348. oldal.

³ Ha az $f(x)$ -hez tartozó SYLVESTER-féle polinomok értékeit az $x=0$ helyen tekintjük, akkor tételünkéből a következő ismert kritérium adódik: Ha az (1) egyenletnek minden gyöke valós, akkor együtthatói eleget tesznek az $A_k \geq 0$ feltételeknek (A_k jelentése a (6) alatti).

gyökeinek pontos számát szolgáltatja. Tehát a következő tételt nyertük:

Ha az $f(x)$ polinomhoz tartozó SYLVESTER-féle polinomok együtthatói mind pozitívak, akkor az egyenlet együtthatóinak sorozatában pontosan annyi jelváltás van, mint amennyi az egyenlet pozitív gyökeinek a száma.

Ha utóbbi tételünket példaképpen a harmadfokú egyenletre alkalmazzuk, akkor nyerjük, hogy az

$$x^3 + a_1x^2 + a_2x + a_3 = 0$$

egyenlet együtthatóinak sorozatában fellépő jelváltások száma megegyezik pozitív gyökeinek a számával, ha fennállanak a következő egyenlőtlenségek:

$$a_1^2 - 3a_2 > 0, \quad a_2^2 - 3a_1a_3 > 0, \quad a_1a_2 - 9a_3 > 0.$$

(A M. Tud. Akadémia III. oszt. lyának 1943. okt. 18-án tartott ülésén bemu.atta Kerékjártó Béla l. t.)

ÜBER DEN SATZ VON NEWTON—SYLVESTER.

Von STEPHAN LIPKA.

Es sei

$$f(x) = a_0 x^n + a_1 x^{n-1} + \dots + a_n = 0 \quad (1)$$

eine algebraische Gleichung mit reellen Koeffizienten. Die NEWTON—SYLVESTER-sche Vorzeichenregel macht bekanntlich von der Doppelfolge Gebrauch:

$$\begin{array}{l} f(x), f_1(x), f_2(x), \dots, f_n(x) \\ F(x), F_1(x), F_2(x), \dots, F_n(x), \end{array} \quad (2)$$

wo

$$f_\nu(x) = \frac{(n-\nu)!}{n!} f^{(\nu)}(x)$$

und

$$F_\nu(x) = f_\nu^2(x) - f_{\nu-1}(x) f_{\nu+1}(x)$$

ist ($F(x) = F_0(x) = 1$, $F_n(x) = f_n^2(x)$.) Mit Hilfe des NEWTON—SYLVESTER-schen Satzes werden die folgenden Sätze bewiesen,

I. Kommen in der Koeffizientenfolge von (1) zwei Zeichenwechsel mit der Vorzeichenverteilung

$$\begin{array}{cccccccc} a_0, & a_1, & \dots, & a_{r-1}, & a_r, & a_{r+1}, & \dots, & a_n \\ + & + & & + & - & + & & + \end{array}$$

vor und gilt ausserdem die Ungleichung

$$\nu(n-\nu) a_r^2 - (\nu+1)(n-\nu+1) a_{r-1} a_{r+1} < 0,$$

so hat die Gleichung (1) keine positive Wurzeln.

II. Kommen in der Koeffizientenfolge von (1) drei Zeichenwechsel mit der Vorzeichenverteilung

$$\begin{array}{cccccccc} a_0, & a_1, & \dots, & a_{\nu-1}, & a_\nu, & a_{\nu+1}, & a_{\nu+2}, & \dots, & a_n \\ + & + & & + & - & + & - & & - \end{array}$$

vor und gelten ausserdem die Ungleichungen

$$\begin{aligned} \nu(n-\nu)a_\nu^2 - (\nu+1)(n-\nu+1)a_{\nu-1}a_{\nu+1} &> 0, \\ (\nu+1)(n-\nu-1)a_{\nu+1}^2 - (\nu+2)(n-\nu)a_\nu a_{\nu+2} &< 0, \end{aligned}$$

so hat die Gleichung (1) genau eine positive Wurzel.

III. Die Gleichung (1) hat dann und nur dann lauter reelle Wurzeln wenn die SYLVESTER-schen Polynome (2) für alle reellen x nicht negativ sind.

IV. Sind die Koeffizienten der Polynome (2) alle positiv, so ist die Anzahl der positiven Wurzeln von (1) gleich der Anzahl der Zeichenwechsel in der Koeffizientenfolge von $f(x)$.

Genügen z. B. die Koeffizienten der Gleichung dritten Grades $x^3 + a_1x^2 + a_2x + a_3 = 0$ den Ungleichungen

$$a_1^2 - 3a_2 > 0, a_2^2 - 3a_1a_3 > 0, a_1a_2 - 9a_3 > 0,$$

so ist die Anzahl der positiven Wurzeln gleich der Anzahl der Zeichenwechsel in der Koeffizientenfolge: 1, a_1 , a_2 , a_3 .

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften v 18. Okt. 1913.)

AZ ELLIPSZIS IZOPERIMETRIKUS ÉS AZ ELLIPSZOID IZEPIFANIKUS TULAJDONSÁGÁRÓL.

FEJES LÁSZLÓ-tól.

1. §. Egy síkgörbe affin ívhossza és egy felület affin felszíne a közönséges ívhosszal, illetve felszínnel bizonyos tekintetben rokon fogalom.¹ Leglényegesebb tulajdonsága azonban ennek a két mennyiségnek az, hogy terület-, illetőleg térfogat-tartó affinitással szemben invariáns.

Az affin differenciálgeometriának ezekre az alapvető fogalmaira vonatkozik az ellipszisnek és ellipszoidnak BLASCHKE által felfedezett izoperimetrikus, ill. izepifanikus sajátsága,² amely szerint:

I. Az egyenlő területű oválisok közül az ellipsziseknek van a legnagyobb affin ívhossza.

II. Az egyenlő térfogatú ovaloidok között az ellipszoidok affin felszíne a lehető legnagyobb.

2. §. Az alábbiakban kimutatjuk a következő tételeket:

1. Ha T_n jelenti egy T területű, λ affin kerületű ovális köré írt n -szögek területének minimumát, t_n pedig a beírt n -szögek területének maximumát, akkor

$$\lim n^2(T_n - t_n) = 3 \lim n^2(T_n - T) = \frac{3}{2} \lim n^2(T - t_n) = \frac{1}{8} \lambda^2.$$

2. Ha V_n jelenti egy V térfogatú, Φ affin felszínű ovaloid

¹ L. például W. BLASCHKE: Vorlesungen über Differentialgeometrie II. 1923.

² L. BLASCHKE idézett könyvét.

köré írt n -lapok térfogatának minimumát, v_n pedig az n csúcsponttal bíró beírt soklapok térfogatának maximumát, akkor

$$\lim n(V_n - v_n) = \frac{13}{5} \lim n(V_n - V) = \frac{13}{8} \lim n(V - v_n) = \frac{13\sqrt{3}}{27} \phi^2.$$

Ezeket a tételeket minden nehézség nélkül kiterjeszthetjük konvex görbevekre, illetőleg valamely ovaloidból egy konvex sokél által kimetszett felületdarabokra is.

Az I. tétel alapján egy approximációs tétel³ felhasználásával az 1. § a'atti I. tételnek egy lényeges általánosítását mondhatjuk ki. A 2. tételből viszont a II. tétel segítségével nevezetes következtetést vonhatunk egy ovaloidnak soklapokkal való approximálhatóságának mértékére. Nevezetesen:

3. Egy adott $AOB\Delta$ -ben haladó \widehat{AB} konvex görbék közül, amelyek az AB húrral adott területet határolnak, az AO és BO egyenest érintő kúpszeletívnek van a legnagyobb affín ívhossza.

4. Ha V_n jelenti egy V térfogatú ovaloid köré írt n -lapok térfogatának minimumát, és v_n a beírt n csúcsponttal bíró soklapok térfogatának maximumát, akkor

$$\overline{\lim} n(V_n - v_n) \leq \frac{13}{9} \sqrt{3\pi} V, \quad \overline{\lim} n(V_n - V) \leq \frac{5}{9} \sqrt{3\pi} V,$$

$$\overline{\lim} n(V - v_n) \leq \frac{8}{9} \sqrt{3\pi} V.$$

Mindhárom egyenlőtlenségben az egyenlőség jele csak ellipszoid esetében áll.

³ I. FEJES: Über eine Extremaleigenschaft der Kegelschnittbogen. Monatshefte für Math. und Phys. 50 (1943) 317–326. Az idézett tétel a következő: Egy $AOB\Delta$ -ben haladó \widehat{AB} konvex görbék közül, amelyek az AB húrral adott területet határolnak, az AO és BO egyenest érintő kúpszeletív approximálható legrosszabbul terület szempontjából törtnonalakkal. A bizonyításból az affín ívhossznak «háromszöglánccal» való értelmezése alapján (v. ö. BLASCHKE idézett könyvében a 10. l.-pal) közvetlenül adódik a 3. tétel.

3. §. Mindenekelőtt az affin ívhossznak egy új szemléletes értelmezését adjuk a következő lépésekben:

a) Az egységsugarú kör egy tetszésszerű ívének affin ívhosszán ennek az ívnek közösleges ívhosszát értjük.

b) Egy π területű ellipszis egy ívének affin ívhosszát úgy értelmezzük, mint annak a körívnek affin ívhosszát, amelybe az ellipszisé egy területtartó affinitással átvihető.

c) Tekintsünk ezután egy tetszésszerű véges számú áthajlós ponttal bíró folytonosan görbült görbévet és bontsuk fel k számú konvex részívre. Szerkesszünk minden részívhez egy-egy π területű ellipszist, amely a részívet egyik pontjában másodrendben érinti⁴ és helyettesítsünk minden részívet azzal az ellipszisével, amelyet a részívek végpontjaiban húzott normálisok a megfelelő ellipsziséből kimetszenek. Képezzük az így nyert ellipszisévek affin ívhosszának σ_k összegét, majd a $\sigma = \lim \sigma_k$ határértéket arra az esetre, amidőn valamennyi részív közösleges ívhossza zérushoz tart. Ezt a σ határértéket, amelyről kimutatható, hogy mindig létezik és a választott felbontástól független, nevezzük a görbé affinitás ívhosszának.

Röviden összefoglalva: az oválisívet elemi részívekre bontjuk és ezeket egy-egy egységsugarú körív területtartó affinitás képének tekintjük. Az ovális affinitás ívhossza egyenlő a szóbanforgó elemi körívek ívhosszának összegével.

Az imént adott értelmezést minden nehézség nélkül átvihetjük a térbe. Tekintsünk egy minden pontjában elliptikusan görbült Ω felületdarabot és bontsuk azt fel elemi részekre. Minden elemi részhez megalkotjuk annak egy-egy $\frac{4\pi}{3}$ térfogatú, az illető elemi részt másodrendben érintő ellipszoidra való normális vetületét, s az így nyert elemi ellipszoidrészeket egy-egy affinitással leképezzük az egységsugarú gömbre. Az egységgömbön kapott elemi felületrészek felszínének összegét nevezzük Ω affinitás felszínének.

⁴ Előírhatnók még azt is, hogy az érintkezési pontban az ellipszisének és a görbének például az «affin normális» is megegyezzen. Erre azonban nincs szükség.

Könnyen belátható, hogy az affin ívhossznak és - elliptikusan görbült felület esetén — az affin felszínnek ez az értelmezése megegyezik a szokásos definíciókkal.

4. §. Az affin ívhossznak fenti értelmezése alapján elég a 2. § 1. tételében álló egyenlőségeket valamely egységsugarú körívre igazolnunk. Ez azonban egy körívbe írt maximális és egy körív köré írt minimális területű n -oldalú törtvonal ismerete alapján egyszerű számolási feladat.

Hasonlóképpen elég a 2. tételben álló egyenlőségeket csupán egy egységsugarú gömbháromszögre belátnunk. A beírt, illetőleg körülírt soklapot itt úgy értelmezzük, mint a gömbháromszög és a gömb középpontjának konvex B burokjába írt soklapot, illetőleg mint a B köré írt soklapot. Vizsgáljuk, hogyan változik egy egységsugarú gömbháromszögre vonatkozólag például a $\lim n(V - v_n) = \varphi(\Phi)$ határérték a gömbháromszög Φ felszínével. Nyilvánvaló, hogy amennyiben ez a határérték létezik, úgy az Φ négyzetével arányos. Írjuk be ugyanis például egy 2Φ felszínű gömbháromszögbe a maximális térfogatú n csúcsponttal bíró soklapot. Ennek a gömbháromszögtől való $V - v_n$ eltérésének aszimptotikus értéke 4-szer akkora, mint - ugyancsak n csúcspontszám esetén — egy Φ felszínű gömbháromszögtől való eltérés, mert az előbbi esetben 2-szeres felszínen $1/2$ -szeres a csúcspontszám sűrűsége. A $\lim n(V - v_n)$ határérték létezéséből pedig következik, hogy a $V - v_n$ eltérés aszimptotikus értéke a csúcspontszám sűrűségével fordítva arányos.

A 2. tételben szereplő határértékek létezését és a reájuk vonatkozó egyenlőségeket most már csak az egységgömbre kell belátnunk. Mindez azonban egyszerű következménye a következő eredményeknek.⁵

Az egységsugarú gömbbe írt n csúcsponttal bíró bármely soklap v_n térfogata

$$v_n \leq \frac{n-2}{6} \operatorname{ctg} \frac{n}{n-2} \frac{\pi}{6} \cdot \left(3 - \operatorname{ctg}^2 \frac{n}{n-2} \frac{\pi}{6} \right).$$

⁵ L. FEJES: Über einige Extremaleigenschaften der regulären Polyeder und des gleichseitigen Dreiecksgitters. Annali di Pisa. (Mégjelenőben.)

Az egységgömb köré írt bármely n -lap V_n térfogata

$$V_n \geq (n-2) \sin \frac{n}{n-2} \frac{\pi}{3} \cdot \left(3 \operatorname{tg}^2 \frac{n}{n-2} \frac{\pi}{6} - 1 \right).^6$$

Mindkét egyenlőtlenség $n=4$ -re, 6-ra és 12-re pontos és n -nek nagy értékére $\frac{4\pi}{3} - v_n$, ill. $V_n - \frac{4\pi}{3}$ pontos aszimptotikus értékét adja.

⁶ A korrektúra olvasása közben vettem észre, hogy ez az egyenlőtlenség nem új. L. Goldberg M.: The isoperimetric problem for polyhedra Tóhoku Math. j. 40, (1935) 226—236.

(A M. Tud. Akadémia III. osztályának 1943. nov. hó 22-én tartott ülésén bemutatta Szőkefalvi Nagy Gyula l. t.)

ÜBER DIE IZOPERIMETRISCHE BZW. IZEPIPHANE EIGENSCHAFT DER ELLIPSE BZW. DES ELLIPSOIDS.

Von LÁSZLÓ FEJES.

Wir beweisen folgende Sätze:

1. T_n bedeute den kleinstmöglichen Inhalt der einer Eitlinie vom Affinumfang λ und vom Inhalt T umbeschriebenen n -Ecke, t_n den grösstmöglichen Inhalt der einbeschriebenen n -Ecke. Dann gilt

$$\lim n^2(T_n - t_n) = 3 \lim n^2(T_n - T) = \frac{3}{2} \lim n^2(T - t_n) = \frac{1}{8} \lambda^2.$$

2. V_n bedeute den kleinstmöglichen Inhalt der einer Eifläche von der Affinoberfläche Φ und vom Inhalt V umbeschriebenen n -Fläche, v_n den grösstmöglichen Inhalt der einbeschriebenen Polyeder mit n -Ecken. Dann gilt

$$\begin{aligned} \lim n(V_n - v_n) &= \\ &= \frac{13}{5} \lim n(V_n - V) = \frac{13}{8} \lim n(V - v_n) = \frac{13\sqrt{3}}{27} \Phi^2. \end{aligned}$$

Aus 1. ergibt sich mit Hilfe eines Approximationssatzes² folgende Verschärfung der von BLASCHKE herrührenden izoperimetrischen Eigenschaft der Ellipsen.¹ *Unter allen konvexen Kurvenbogen \widehat{AB} , die im vorgegebenem Dreieck $\triangle AOB$ verlaufen und mit der Sehne AB ein Gebiet mit vorgegebenem Inhalt einschliessen, hat der die Geraden AO und BO berührende Kegelschnittbogen die grösstmögliche Affinbogenlänge.*

Aus 2. folgt dagegen mit Rücksicht auf die BLASCHKE'sche

isoperimetric property of ellipsoids the Satz: V_n bedeute den kleinstmöglichen Wert der Inhalte der einer Eifläche vom Inhalt V umschriebenen n -Fläche, v_n den grösstmöglichen Wert der Inhalte der einbeschriebenen Polyeder mit n -Ecken. Dann ist

$$\overline{\lim} n(V_n - v_n) \leq \frac{13}{9} \sqrt{3\pi} V, \quad \overline{\lim} n(V_n - V) \leq \frac{5}{9} \sqrt{3\pi} V,$$

$$\overline{\lim} n(V - v_n) \leq \frac{8}{9} \sqrt{3\pi} V,$$

wobei das Gleichheitszeichen nur für eine Ellipsoide gilt.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 22. November 1943.)

NEHÁNY 2-METHYL-1, 4-NAPHTHOCHINON-, ILLETVE METHYLNAPHTHOHYDROCHINON- SZÁRMAZÉK QUANTITATIV MEGHATÁROZÁSÁRÓL.*

SCHULEK ELEMÉR- és RÓZSA PÁL-tól.

Korábbi két dolgozatunkban (1,2) eljárásokat hoztunk javaslatba a chinonok quantitativ meghatározására. Ezeknek az eljárásoknak alap gondolata szerint a chinonokat redukáljuk, a képződött hydrochinonokat pedig $n/20$ illetve $n/200$ cerium(IV)sulfatoldattal ismét chinonokká oxidáljuk. A benzochinon (1) meghatározásában redukálószerül aethylalkoholt használtunk 38%-os sósavas közegben. A 2-methyl-1, 4-naphthochinont (2) alkoholos közegben legtöményebb sósavban oldott ón(II)chloriddal redukáltuk. Methylnaphthochinon-vizsgálataink közben — ezeknek K-vitaminhatása közismert — e vegyületeknek különösen nagy reakcióképességét figyeltük meg. E körülményre hivatkozott dolgozatunkban rá is mutattunk. Az említett nagy reakcióképesség az oka nézetünk szerint annak, hogy a methylnaphthochinon-tartalmú gyógyszeres készítmények egyike-másika kevésbé állandó. Így egy methylnaphthochinon-tartalmú olajos oldat 10 hét alatt hatóértékének 6-8%-át veszítette el, bár azt hűvös helyen és sötétben tartottuk el. Ugyanígy a methylnaphthochinon olivaolajjal készült oldatának hatóértéke 1 órán át 100° -on tartva eredeti értékének 90-80%-ára esett vissza. E chinon hátránya az is, hogy vízben csak kis mértékben oldódik. Tapasztalataink szerint sokkal állandóbbak a methylnaphthochinon natriumhydrogensulfittal

* A dolgozat a m. kir. Országos Közegészségügyi Intézet Chemiai Osztályán készült.

képzett kondenzációs vegyületei, továbbá a 2-methyl-1, 4-naphthohydrochinon néhány észterszármazéka. E vegyületek vízben való oldékonysága határozott előnyt jelent azoknak gyógyszerként való alkalmazása szempontjából, amellett, hogy antihaemorrhagiás hatásuk is változatlan.

Az ilyen, helyesebben az e csoportba tartozó antihaemorrhagiás gyógyszeres készítmények vizsgálatában — nézetünk szerint — arra is ki kell terjeszkedni hogy a hatóanyag előzetes kezelés után megtartotta-e redukáló és oxidáló, illetve oxidáló és redukáló képességét. Úgy véljük, hogy a methylnaphthochinon-methylnaphthohydrochinon a szervezetben életfontosságú redox-rendszert alkot. Ha valamely készítmény meg nem fordítható módon elveszti oxidáló vagy redukáló képességét, úgy az hatástalanná válik. E feltevésünk természetesen bizonyításra szorul. A kérdést állatkísérletekkel kell eldönteni.

A hatóanyag egyszerű izolálását és az elkülönített hatóanyag-nak megmérését, majd qualitativ azonosítását, a tisztított anyag olvadáspontjának meghatározását a készítmény ellenőrzése szempontjából semmi esetre sem tartjuk elegendőnek és teljes értékűnek.

Hangsúlyozni kívánjuk e helyen azokat a nehézségeket, melyek a methylnaphthochinon-és methylnaphthohydrochinon-származékok megbontásával kapcsolatban felmerülnek. Így a methylnaphthochinon-natriumhydrogensulfit lúgos kezelésénél a keletkező methylnaphthochinon kis mértékben redukálódhat. A redukciós termék a methylnaphthohydrochinon a methylnaphthochinonnal nemcsak chinhydronszerű molekulavegyületeket alkothat, de ugyanekkor más, vörösibolyaszínű, chloroformban oldhatatlan kondenzációs termékek is keletkezhetnek, melyek többé már nem redukálhatók. Hasonló, helyesebben fordított jelenségeket észlelhettünk a methylnaphthohydrochinon-vegyületek hasításánál, ahol a levegő oxigénje játszhat különösebb szerepet.

E nehézségeknek tapasztalataink szerint elejét vehetjük, ha pl. a methylnaphthochinon-natriumhydrogensulfit elbontását gyorsan és gyengén lúgos közegben végezzük. A hasonlóképpen nagyon érzékeny methylnaphthohydrochinon-származékok hasítását szintén igen kíméletesen gyengén lúgos, adott alkalommal savanyú közegben kellett végrehajtanunk. Mindkét esetben azonban gon-

doskodnunk kellett a levegő oxygenjének tökéletes távoltartásáról. Jó eredményt értünk el akkor is, mikor az említett vegyületek elbontását lúgos, esetleg savanyú¹ közegben hydrogenhyperoxyd jelenlétében hajtottuk végre. Ez esetben az elbontáskor keletkezett methylnaphthohydrochinon azonnal methylnaphthochinonná oxidálódik. Ezzel a nem redukálható kondenzációs termékek keletkezését megakadályozhattuk. A H_2O_2 -nek azonban nem csupán ez a szerepe volt. A tömeghatás törvénye értelmében a lebontás sebességét is megnövelte. A methylnaphthochinont már régebben közölt eljárásunkkal (2) határoztuk meg.

Az utóbbi H_2O_2 -os lebontási eljárásnak más előnye is volt. A chloroformban bőségesen oldható methylnaphthochinont kirázással könnyen elválaszthattuk a meghatározást zavaró egyéb anyagoktól. A methylnaphthohydrochinon aetherrel történő kirázása a levegő oxygenjének zavaró hatása miatt ugyanis jóval nehezebb. Azokban az esetekben természetesen, amikor a közvetlen meghatározás — előzetes izolálás nélkül is — kivihető volt, ezt választottuk.

Az elmondottak szem előtt tartásával őriztünk ellen több methylnaphthochinon-, illetve methylnaphthohydrochinon-származékot tartalmazó készítményt. Ezek a következők származékokat tartalmazták, mint hatóanyagot: I. 2-Methyl-1, 4-naphthochinon-natriumhydrogensulfit $2H_2O$, II. 2-methyl-1, 4-bisuccinylnaphthohydrochinon, III. 2-methyl-1, 4-diaethylaminoacetylnaphthohydrochinon $2HCl$, IV. dimethylaminoacetylmethylnaphthohydrochinon-chlormethylat, V. 2-methyl-1, 4-naphthohydrochinondisulfat-natrium és VI. methylnaphthochinon-natriumbisulfit. A felsorolt vegyületek részben tisztán, részben tabletták, injekciósoldatok alakjában vagy indifferens anyaggal keverten mint u. n. szárazampullák kerültek ellenőrző vizsgálatra.

Miután az említett vegyületek egyes adagjai a 0.01 g-ot egy esetben sem haladták meg, vizsgálati eljárásainkat mikroméretben dolgoztuk ki.

¹ Savanyú bontás esetén kevés KBr -t tettünk az oldatba. A KBr a katalizátor szerepét játssza.

A kísérletek leírása.

I. A 2-methyl-1, 4-naphthochinon-natriumhydrogensulfít $2H_2O$ vízben bőségesen oldódó, fehér, kristályos por, melynek vizes oldata injekciók céljára ampullákban kerül forgalomba. E molekula-vegyület methylnaphthochinon-tartalmát csupán a chinon elkülönítése után határozhatjuk meg. E célból a vizsgálati anyag — kb. 0.05 g methylnaphthochinonnak megfelelő — pontosan lemert mennyiségét 50 cm³-es rázótücsérben 3—5 cm³ vízben feloldjuk s mintegy 10 cm³ chloroformmal jól összerázzuk. A reakciós keverékhez 0.3 g MgO-ot szórunk s a rázótücsér tartalmát néhányszor alaposan összerázzuk, hogy a MgO hatására szabaddá váló methylnaphthochinon a chloroformos rétegbe jusson, melyben az bőségesen oldódik. Az elkülönült chloroformos oldatot 50 cm³-es mérőlombikba bocsátjuk, a vizes fázist pedig 5 cm³-es chloroform-részletekkel több ízben kirázzuk, míg az elkülönült chloroform-, illetőleg vizes folyadékréteg teljesen színtelen. Az egyes chloroform-részleteket célszerűen kevés vízmentes glaubersóval (0.3 g) fedett kis száraz vattapamaton (0.05 g) át szűrjük a kis mérőlombikba. A chloroformos methylnaphthochinon-oldatot a kis mérőlombikban a körkörös jelig chloroformmal egészítjük ki. Ennek a törzsoldatnak 10 cm³-es részletét 50 cm³-es Erlenmeyer-lombikba pipettázzuk és ezt használjuk fel egy meghatározáshoz. Szükség esetén úgyis eljárhatunk, hogy a vizsgálandó anyag 5—10 mg methylnaphthochinonnak megfelelő, pontosan mért részletét 50 cm³-es rázótücsérben 2—3 cm³ vízben oldjuk, 5 cm³ chloroformmal elegyítjük, majd 0.1 g MgO-ot téve hozzá, jól összerázzuk a reakciós keveréket; a chloroformos methylnaphthochinonoldatot glaubersóval fedett kis vattapamaton egy 50 cm³-es Erlenmeyer-lombikba szűrjük. A kirázást 3-szor egyenként 3 cm³ chloroform-részlettel megismételjük.

A chloroformos methylnaphthochinon-oldatot vízfürdőn széndioxydáram állandó bevezetése közben vagy még célszerűbben vakuumban óvatosan bepáro'juk. A visszamaradt methylnaphthochinont pontosan 1 cm³ alkoholban oldjuk s mintegy 0.5 cm³ sósavas ón(II)chlorid-oldattal (10 g kristályos ón(II)chloridot leg-töményebb (38%) sósavban 100 cm³-re oldunk) elegyítjük. Rövid időn belül a sárgaszínű oldat elszíntelenedik. Ha az oldat bármely-

okból nem színtelenedne el, ami mindenesetre már a chinon irreversibilis elváltozására utal, úgy a reakciós elegyhez még további egy-két csepp ónchlorid-oldatot adunk. Ha a szín most sem változik, most már erre való tekintet nélkül folytatjuk a meghatározást. Az alkoholos oldathoz pontosan 20 cm³ chloroformot csurgatunk, a kis lombikot elzárjuk jól illó parafadugójával és tartalmát összerázzuk. Ezzel a keveréket alkoholos chloroform és sósavas ónchlorid-rétegre különítjük. A savas fázis eltávolítására apró részletekben elporított kaliumhydrogencarbonatot szórunk a lombikba. 0.5 cm³ ónchlorid-oldatra 1.5—2 g *KHCO*₃-ot számítunk. Ez a mennyiség teljesen elegendő, hogy a sósavat közömbösítsük, az ónsókat pedig bázisos só alakjában kiválasszuk. Egyidejűleg a levegőt is eltávolítottuk a kis lombikból. A széndicxydfejlődés megszűnte után 5—6 g (ha 2 cm³ ónchloridot használtunk, 10 g) finoman porított, vízmentes *Na*₂*SO*₄-ot szórunk a lombikba s azt elzárva dugójával, tartalmát alaposan összerázzuk.

A chloroformos methylnaphthohydrochinon-oldatot kis vattapamaton gyorsan száraz lombikba szűrjük s 10 cm³-es részletét 30 cm³ 96%-os alkohol és 5 cm³ 10%-os kénsav előre elkészített elegyéhez¹ pipetázzuk egy 100 cm³-es Erlenmeyer-lombikba. Az így elkészített oldatot egy csepp 0.2%-os, legtöményebb alkohollal készült sósavas p-aethoxychrysoidin-oldatot használva jelzőül n/200 cerium(IV) sulfat-oldattal (3) lehetőleg azonnal megtitraljuk. A mérőoldat utolsó cseppjétől az oldat vöröses színe eltűnik, illetve kénsárgába csap át. Néha megesik, hogy az oldat színe elhalványodik. Ilyen esetekben még egy csepp indikátort használunk. Egyébként a titrálás helyességéről úgy győződünk meg, hogy a ktitrált oldathoz még egy csepp indikátort cseppentünk. Az oldat vöröses színének egy-két csepp mérőoldat hozzáadására el kell tűnnie, ha helyesen dolgoztunk. Az eredmény kiszámításánál az indikátor, illetve a titrálás hibáját (n/200 oldatot használva, ez általában 0.1 cm³) az elfogyott cm³-ek számából le kell vonnunk. Általában ajánlatos, hogy az alkalmazandó korrekciót ú. n. üres kísérletben magunk állapítsuk meg már csak azért is, mert ez nagy mértékben függ a felhasznált alkohol szennyezésétől.

¹ Az így elkészített reakciós elegy 10—12 cm³ cerium(IV)sulfat-oldat hozzáadása után sem válik szét külön rétegekre.

Egyenértéksúly a mólsúly fele. Ennek megfelelően 1 cm³ n/200 cerium(IV)sulfat-oldat 0.43016 mg 2-methyl-1, 4-naphthochinont jelez.

Külön felhívjuk a figyelmet arra, hogy az eredmény kiszámításánál figyelembe kell vennünk, hogy a meghatározásnál felhasznált alkohol és chloroform (esetleg olaj) egy rétegbe különül. Miután e fázisnak csupán egy aliquot részét titráljuk, az elfogyott mérőoldat mennyiségét az egész fázis térfogatára kell átszámítanunk. Eljárásunkat részben tiszta anyagon, részben gyakorlati példákon próbáltuk ki. Az eredmények kielégítőek, mint azt táblázatunk megfelelő rovatai bizonyítják.

II. A 2-methyl-1, 4-bisuccinylnaphthohydrochinon fehér, laza mikrokristályos por. Gyengén alkalikus vízben, aethyl- és methylalkoholban, valamint acetonban oldódik. Aetherben és chloroformban gyakorlatilag oldhatatlan.

A methylbisuccinylnaphthohydrochinon könnyen elszappanosítható. Az elszappanosítást a bevezetőnkben említett nehézségek miatt kíméletesen és a levegő oxygenjének kizárása mellett kell végrehajtanunk, hogy a methylnaphthohydrochinont quantitative meghatározhassuk. E célra két eljárást dolgoztunk ki. Ezek a következők.

a) A vizsgálati anyag — kb. 4—5 mg methylbisuccinylnaphthohydrochinonnak megfelelő pontosan mért részletét,¹ becsiszolt visszafolyó golyós hűtővel ellátott 100 cm³-es Kjeldahl-lombikban 1 cm³ 96%-os alkoholban — szükség esetén enyhe melegítéssel feloldjuk és 2 cm³ vízzel elegyítjük. A reakciós elegyben 0.2 g kristályos natriumacetátot oldunk fel s egy üvegyöngyöt dobunk a lombikba. A hűtő csiszolatát egy csepp vízzel megnedvesítjük. A készüléken az ábrán látható módon mérsékelt áramban széndioxydot vezetünk keresztül. Mintegy 10 perc elteltével, miután a levegőt a készülékből eltávolítottuk, élénken forraljuk a folyadékot állandó széndioxyd-áramban. Egy óráig tartó szappanosítás után a visszafolyóhűtőt és a gázbevezető-csővet 5 cm³ 10%-os kénsavval, majd ugyanannyi vízzel leöblítjük. A lehűtött oldatot magában a Kjeldahl-lombikban n/200 cerium(IV)sulfat-oldattal

¹ A hatóanyagot aránylag ritkán kell előzetesen izolálnunk!

ugyanúgy titráljuk, mint azt a methylnaphthochinonnatrium-hydrogensulfit tárgyalásánál már leírtuk. 1 cm^3 n/200 cerium(IV)-sulfatoldat = 0.93534 mg 2-methyl-1, 4-bisuccinylnaphthohydrochinon.

A most leírt eljárással több kísérletben vizsgáltuk a 2-methyl-1, 4-bisuccinylnaphthohydrochinont részben tisztán, mint gyógyszer alapanyagát, részben mint elkészített gyógyszert háromszoros mennyiségű mannittal keverten. Az eredmények igen jók voltak. Magasabb értékeket csak tabletták vizsgálatánál kaptunk, melyek keményítőt, talkumot, tejcukrot, stearint stb. tartalmaztak. Ha a hatóanyagot az említett tablettákból frissen desztillált acetonnal izoláltuk, eredményeink kielégítőek voltak.

Az alkalmazott eljárás helyességéről oly módon győződünk meg, hogy a kítitrált oldatokat a titráló folyadék feleslegével ($2\text{--}3\text{ cm}^3$) elegyítettük, a képződött methylnaphthochinont 5 cm^3 -nyi chloroformrészletekkel több ízben kiráztuk. Az így izolált methylnaphthochinont a továbbiakban teljesen úgy kezeltük, miként azt a methylnaphthochinon-natriumhydrogensulfit vizsgálata kapcsán az előzőkben leírtuk. Az eljárás használhatóságát a táblázatban összeállított vizsgálati eredmények igazolják (5, 6, 7, 10, 11. sz. kísérletek).

b) Bevezetőnkben említettük, hogy a hydrochinon-észterek elbontását a tömeghatás törvénye értelmében H_2O_2 alkalmazásával siettethetjük. Ez az eljárás a methylbisuccinylnaphthohydrochinon esetében még azzal az előnnyel is jár, hogy a H_2O_2 -os oxidáció terméke: a methylnaphthochinon chloroformban bőségesen oldódik, s így a hatóanyag bár megváltozott alakban, könnyen izolálható.

A vizsgálati anyag — kb. $8\text{--}10$ mg methylbisuccinyl naphthochinonnak megfelelő — pontosan lemért részletét az ábrán látható elszappanosító készülék lombikjában 1 cm^3 alkoholban oldjuk, 2 cm^3 vízzel és 0.2 g kristályos natriumacetáttal elegyítjük, majd a reakciós elegyet széndioxid-áramban $20\text{--}60$ percig élénken forraljuk. (A beköszörült visszafolyó-hűtő csiszolatát egy csepp vízzel kenjük meg. Üveggyöngyöt se felejtünk el a lombikba dobni!) A visszafolyó-hűtőt kevés (2 cm^3) vízzel leöblítjük s a még meleg oldatba 1 csepp 30% -os hydrogenhyperoxydoldatot csepegtünk.

Az oldatot lehűtjük s a kiváló methylnaphthochinonnal együtt 50 cm³-es rázótücséerbe öblítjük. A methylnaphthochinon képződése a H₂O₂ hozzáadása után szinte pillanatok alatt megy végbe. A lombikot a kirázás során 3 cm³-es chloroform-részletekkel előzetesen kiöblítjük. Előnyösen úgy járunk el, hogy az első chloroform-részletet még a lombikban lévő reakciós keverékhez öntjük, hogy a kiválottnál chinont feloldjuk. A methylnaphthochinonos chloroform-részleteket kevés vízmentes glaubersóval fedett kis vattaszűrőn egy 50 cm³-es Erlenmeyer-lombikba szűrjük és vízfürdőn széndioxidáramban vagy vakuumban óvatosan bepároljuk. A továbbiakban pontosan úgy járunk el, mint azt a methylnaphthochinon-natriumhydrogensulfít vizsgálatánál leírtuk. 1 cm³ n/200 cerium(IV)sulfatoldat = 0.93534 mg 2-methyl-1, 4-bisuccinylnaphthohydrochinon. A vizsgálati eredmények a táblázat 8, 9, 12-es rovataiban találhatók.

III. A 2-methyl-1, 4-(*diaethylaminoacetyl*) - *naphthohydrochinon 2HCl* fehér amorf por, vízben methyl- és aethylalkoholban bőségesen, acetóban és chloroformban kevésbé oldódik. Aethylaetherben majdnem oldhatatlan. Vizes oldatából lúgok hatására csapadék alakjában válik ki; mely chloroformmal vagy aetherrel nehezen rázható ki.

A 2-methyl-1, 4-(*diaethylaminoacetyl*)-*naphthohydrochinon* részben mint gyógyszerek alapanyagát tisztán, részben tablettákká vagy injekciós oldatokká feldolgozva, mint kész gyógyszereket vizsgáltuk. A hatóanyag izolálására egy esetben sem volt szükség. A 2-methyl-1, 4-(*diaethylaminoacetyl*)-*naphthohydrochinon* a 2-methyl-1, 4-bisuccinylnaphthohydrochinonra II. a. alatt megadott eljárás szerint jó eredménnyel határozhattuk meg, miként azt táblázatunk 13, 14-es rovatai igazolják. 1 cm³ n/200 cerium(IV)-sulfatoldat = 1.18302 mg 2-methyl-1, 4-(*diaethylaminoacetyl*)-*naphthohydrochinon. 2HCl*.

IV. A *dimethylaminoacetylmethylnaphthohydrochinonchlormethylat* az előállító gyár ismertetőjéből kivehetően egy 2-methyl-1, 4-naphthohydrochinon-származék. A fehér, mikrokristályos por vízben, methyl- és aethylalkoholban bőségesen oldódik, acetóban, aetherben és chloroformban azonban csaknem oldhatatlan. A gyógyszerek készítésére szolgáló anyag tisztán és tablettákká

feldolgozva a hatóanyag izolálása nélkül a II. a. alatt leírt eljárással közvetlenül volt mérhető.

1 cm³ n/200 cerium(IV)sulfat-oldat = 0.77407 mg dimethyl-aminoacetylmethyl-naphthohydrochinon-chlormethylat. Vizsgálataink eredményei táblázatunk 15, 16, 17, 18. kísérleti számai alatt találhatók.

V. *2-methyl-1, 4-naphthohydrochinondisulfatnatrium*. A készítmény amorf (valószínűleg bomlás folytán) kissé rózsaszínű por. Vízben, methyl- és aethylalkoholban bőségesen, acetonban kevésbé oldódik; aethylaetherben és chloroformban csaknem oldhatatlan.

A methyl-naphthohydrochinondisulfatnatrium savak, különösen 10%-os sósav hatására aránylag könnyen bomlik. Az egyik bomlástermék: a 2-methyl-1, 4-naphthohydrochinon cerimetriásan közvetlenül mérhető.

A vizsgálati anyag — kb. 10 mg 2-methyl-1, 4-naphthohydrochinondisulfatnatriumnak megfelelő — gondosan lemért részletét az ábrán látható készülék lombikjában 1 cm³ vízben feloldjuk, 4 cm³ 10%-os sósavval elegyítjük és egy üveggyöngyöt is dobunk bele. A visszafolyó hűtő köszöretét vízzel megnedvesítjük és összeállítjuk a készüléket. Mérsékelt erősségű széndioxidárammal kiszorítjuk a levegőt a készülékből, majd a lombik tartalmát széndioxid állandó átáramoltatása közben élénk forrásban tartjuk 10—30 percig. A visszafolyó-hűtőt s a gázbevezetőcsövet 10 cm³ vízzel leöblítjük, a készüléket szétszedjük, a lombik tartalmát lehűtjük és 1 csepp p-aethoxychrysoidint használva jelzőül, n/200 cerium(IV) sulfatoldattal megtitráljuk a folyadékot, mint azt a methyl-naphthochinon-natriumhydrogensulfit vizsgálatánál már leírtuk.

1 cm³ n/200 cerium(IV)sulfatoldat = 0.94546 mg 2-methyl-1, 4-naphthohydrochinondisulfatnatrium.

Megemlítjük, hogy a titrálás befejezése után a methyl-naphthochinont chloroformmal kirázhajthatjuk, s redukció után a methyl-naphthohydrochinont cerimetriásan ismét mérhetjük. Ezeket az ellenőrző kísérleteket pontosan úgy hajtjuk végre, miként azt a 2-methyl-1, 4-bisuccinylnaphthohydrochinon vizsgálata kapcsán II. a. alatt már leírtuk. E méréseink eredményét táblázatunk 24—29. számú kísérletei tüntetik fel.

Vizsgálati (19—29. kísérl. számok) eredményeink lényegesen alacsonyabbak a számított értékeknél. Véleményünk szerint ennek oka abban rejlik, hogy az általunk vizsgált 2-methyl-1, 4-naphthohydrochinondisulfatnatrium nem felelt meg képletének, valószínűleg azért, mert nem állandó. Erre mutatnak a különböző tárolási idő után végzett kísérleteink. Redukciós kísérleteink azt a feltevést is igazolni látszanak, hogy methylnaphthohydrochinondisulfatnatriumunk meg nem fordítható módon oxydálható anyagot is tartalmaz. A titrálás után kirázott és redukált methylnaphthochinon mennyisége ugyanis ellenőrző vizsgálataink szerint lényegesen kisebb, mint az első titrálás alapján nyert érték. Körülbelül ugyanehhez az alacsonyabb értékhez jutottunk akkor is, mikor a vizsgálati anyagot savanyú közegben, de H_2O_2 és kevés KBr jelenlétében bontottuk meg. Ezt az eljárást a teljesség kedvéért kissé alább közöljük is.

Megemlítendőnek tartjuk e helyen, hogy a széndioxydáramban történő hasítás közben azt is megvizsgáltuk, vajjon a készüléken átvezetett széndioxyd nem hurcol-e SO_2 -ot magával. E végből az ábrán látható készülék kapillárisa elé kis kémcsőben kevés kb. $n/10 AgNO_3$ -oldatot tettünk. (A salétromsavtól eltűnő zavarosodásból bisulfit- vagy más SO_2 -re könnyen bomló vegyületre következtettünk volna.) Vegyületünk kéntartalma mindössze 14.79% volt, a képletből számított 16.96% helyett.

A 2-methyl-1, 4-naphthohydrochinondisulfatnatrium kénsavval savanyított oldata H_2O_2 és kevés KBr ¹ jelenlétében már enyhe melegítéskor bomlást szenved. A bomlás terméke methylnaphthochinon, mely chloroformmal való kirázás után a 2-methyl-1, 4-naphthochinon-natriumhydrogensulfitnél leírt módon egyszerűen meghatározható.

A vizsgálandó anyag — kb. 10 mg methylnaphthohydrochinondisulfatnatriumnak megfelelő — gondosan lemért részletét 1 cm³ vízben oldjuk, majd 1 cm³ 50%-os kénsavval, 1 csepp 30 %-os H_2O_2 -dal és 1 csepp 10%-os KBr -oldattal elegyítjük. A reakciós elegyet mintegy 10 percre 80°-ra beállított szárítószekrénybe tesszük. A lehűtött, methylnaphthochinont tartalmazó oldattal a

¹ A KBr a bomlásnál keletkező methylnaphthohydrochinon oxidációjánál a katalizátor szerepét játssza.

Schulek—Rózsa: Néhány 2-methyl-1, 4-naphthochinon, stb.

1. táblázat.

A kísérlet száma	Vizsgált anyag	Hatóanyag-tartalom mg, illetve %	Lemért anyag mg, illetve cm ³	Alkal-mazott eljárás	A hasítás időtar-tama, perc	Fogyott n. 200 cer (IV) sulfat-oldat cm ³	Talált érték	
							mg	%
1.	2-Methyl-1, 4-naphthochinon. $N_2H_2SO_3 \cdot 2H_2O$. (Bemérés törzsoldatból.)	Methylnaphthochinon tart. 55·12 %.	9·54 mg	I.	—	12·00 ^x	5·162	98·30
2.			9·54 "	I.	—	12·00 ^x	5·162	98·30
3.	Ugyanez anyagból 98·7 mg súlyú tabletták 10 mg hatóanyag-tartalommal.	Methylnaphthochinon tart. 5·512 mg tabl.-ként.	98·13 "	I.	—	13·25 ^x	5·700	103·41
4.			98·13 "	I.	—	13·25 ^x	5·700	103·41
5.	2-Methyl-1, 4-bisuccinylnaphthohydrochinon. (Bemérés törzsoldatból.)	100 %.	4·92 "	II. a.	60	5·24	4·901	99·62
6.			4·92 "	II. a.	60	5·21	4·873	99·05
7.	Ugyanezen anyag mannittal való keveréke, száraz-ampullánként 45 mg.	10 mg hatóanyag ampullánként.	32·5 "	II. a.	60	7·64	7·146	98·94
8.			41·7 "	II. b.	20	9·864 ^x	9·226	99·56
9.			42·6 "	II. b.	60	10·049 ^x	9·399	99·29
10.	Ugyanezen anyagból 237·4 mg súlyú tabletták 10 mg hatóanyag-tartalommal.	10 mg hatóanyag tablet-tánként.	122·5 "	II. a. ¹	60	4·87	4·555	88·28
11.			123·9 "	II. a. ²	60	4·75	4·443	85·13
12.			116·7 "	II. b.	20	4·507 ^x	4·216	85·76
13.	2-Methyl-1, 4-(diethylaminoacetyl)-naphthohydrochinon-2HCl. (Bemérés törzsoldatból.)	100 %.	5·58 "	II. a.	60	4·66	5·513	98·80
14.			5·58 "	II. a.	60	4·64	5·489	98·37
15.	Dimethylaminoacetyl-methylnaphthohydrochinon-chlor-methylat. (Bemérés törzsoldatból.)	100 %.	4·44 "	II. a.	60	5·66	4·381	98·68
16.			4·44 "	II. a.	60	5·66	4·381	98·68
17.	Ugyanezen (15, 16) anyagból 114·6 mg súlyú tabletták 10 mg hatóanyag-tartalommal.	10 mg hatóanyag tablet-tánként.	60·0 "	II. a. ¹	60	6·74	5·217	99·65
18.			50·0 "	II. a. ¹	60	5·62	4·350	99·71
19.	2-Methyl-1, 4-naphthohydrochinon-disulfatnatrium. (Bemérés törzsoldatból.)	100 %.	9·97 "	V.	30	8·98	8·490	85·16
20.			9·97 "	V.	30	9·03	8·537	85·63
21.	Ugyanezen anyagból 104·1 mg súlyú tabletták 10 mg hatóanyag-tartalommal.	10 mg hatóanyag tablet-tánként.	55·3 "	V.	10	4·89	4·623	83·60
22.			62·2 "	V.	10	5·51	5·210	83·75
23.			64·1 "	V.	30	5·69	5·380	83·92
24.			114·0 "	V. ³	—	9·98	9·436	84·70
						9·704 ^x	9·175	80·48
25.	Ugyanez anyagból inj. folyadék, 10 mg cm ³ -ként.	10 mg hatóanyag cm ³ -ként.	1 cm ³	V.	20	9·35	9·313	93·13
				V. ³	—	9·536 ^x	9·016	90·16
26.	Ugyanez anyag (19, 20) 2 héttel később. (Bemérés törzsoldatból.)	100 %.	11·26 mg	V.	10	9·98	9·436	83·80
				V. ³	—	9·597 ^x	9·074	80·58
27.	Ugyanez a törzsoldat (26, 27) 1 héttel később.	100 %.	11·26 "	V.	10	10·00	9·455	83·97
				V. ³	—	9·639	9·113	80·93
28.	Ugyanez a törzsoldat (26, 27) 1 héttel később.	100 %.	11·26 "	V.	10	9·98	9·436	83·80
				V. ³	—	9·618 ^x	9·093	80·76
29.	Ugyanez a törzsoldat (26, 27) 1 héttel később.	100 %.	11·26 "	V.	10	9·98	9·436	83·80
				V. ³	—	9·660 ^x	9·133	81·11
30.	Methylnaphthochinon-natriumbisulfít 10 mg 1 cm ³ oldatban ampullánként.	Methylnaphthochinon 6·23 mg cm ³ -ként.	1 cm ³	VI.	30	11·000 ^x	4·732	75·95
31.			2 "	VI.	30	22·740 ^x	9·782	78·51

^x A chloroformos oldat 10 cm³-ére fogyott mérő-oldatot az oldat egész mennyiségére (21 cm³) számítot-tuk át.

¹ Acetonnal való izolálás nélkül.

² Acetonnal való előzetes izolálás után.

³ A meghatározás után a chinont újból kiráztuk, redukáltuk és mértük.



továbbiakban úgy járunk el, mint azt a methylnaphthohydrochinon-natriumhydrogensulfít tárgyalásánál már leírtuk. Ez az eljárás különösebb előnyvel nem jár.

VI. *Methylnaphthochinonnatriumbisulfít*. Az előállító cég ismeretője szerint e készítménynek a már részletesen I. alatt tárgyalt 2-methyl-1, 4-naphthochinon-natrium-hydrogensulfittal megegyezőnek kellene lennie. Kísérleteink szerint azonban a készítmény eltérő sajátságokat mutat. A — valószínűleg bomlás folytán — rózsaszínű amorf por vízben és alkoholban bőségesen oldódik. A vegyületet savak, különösen a 10%-os sósav enyhe melegítéskor könnyen bontja. A hasítás egyik terméke a methylnaphthochinon redukció után cerium(IV)sulfatoldattal titrálható. Az I. alatt a 2-methyl-1, 4-naphthochinon-natriumhydrogensulfít meghatározására ajánlott eljárás e készítmény mérésére nem volt használható. Készítményünk kéntartalma 12.85%-nak¹ bizonyult. Ez az érték 10.58%-kal magasabb a képletből számított 11.62%-nál. A rendelkezésünkre álló vizsgálati anyag csekély mennyisége miatt a készítmény methylnaphthochinon-tartalmát az 1% methylnaphthochinonnatriumbisulfitet tartalmazó injekciós folyadék (1 cm³-es ampullák) kvantitatív vizsgálata alapján határoztuk meg. A következő eljárást használtuk.

A vizsgálati anyag — kb. 10 mg methylnaphthochinonnatriumbisulfitnak megfelelő — pontosan mért mennyiségét az ábrán bemutatott készülék lombikjában 1 cm³ vízben oldottuk és 4 cm³ 10%-os sósavval elegyítettük. 1 üveggyöngyöt téve a lombikba s a visszafolyó-hűtő köszörületét megnedvesítve, összeállítottuk a készüléket, majd a készülékből a levegőt CO₂-gáznak 5 percig tartó bevezetésével elűztük. A reakciós elegyet állandó széndioxidáramban, visszafolyó-hűtő alkalmazása mellett — erős hűtésről gondoskodva — 20—60 percen át élénken forraltuk, hogy a methylnaphthochinonnatriumbisulfitet elbontsuk. A vízgőzzel illó methylnaphthochinon a golyós hűtő oldalán rakódott le, míg a szabaddá vált SO₂ jelentékeny részét a CO₂ a kivezető kapillárison át magával vitte. Erről AgNO₃-os reakcióval könnyen meggyőződhattünk.

A reakciós elegyet lehűtöttük és fölös mennyiségben 3 cm³

¹ Az 1%-os oldatnak jelzett injekciós készítmény kéntartalmából számított érték.

n/20 cerium(IV)sulfat-oldatot csurgattunk hozzá, hogy a netán még jelenlevő SO_2 -ot, illetve az esetleges redukció folytán keletkezett methylnaphthohydrochinont oxydáljuk.

A hűtő falára rakódott methylnaphthochinont 5 cm³ chloroformmal a reakciós elegybe öblítettük s az egészet kis rázóötöcsérbe öntöttük, majd a methylnaphthochinont kiráztuk. A kirázást 3-szor egyenként 3 cm³ chloroformmal megismételtük. A chloroformos részleteket kevés, vízmentes glaubersóval fedett vattaszűrőn 50 cm³-es Erlenmeyer-lombikba szűrtük. A továbbiakban úgy jártunk el, miként azt a 2-methyl-1, 4-naphthochinon-natriumhydrogensulfit vizsgálata kapcsán e dolgozatunkban már részletesen leírtuk.

1 cm³ n/200 cerium(IV)sulfat-oldat = 0.43016 mg 2-methyl-1, 4-naphthochinon. Injekciós oldatunk cm³-ként 4.732, illetve 4.891 milligramm methylnaphthochinont tartalmazott, ami 47.32, illetve 48.91% methylnaphthochinonnak felel meg a hatóanyagra számítva, az elméleti 62.30% helyett. (Táblázatunk 30. és 31. kísérlete.)

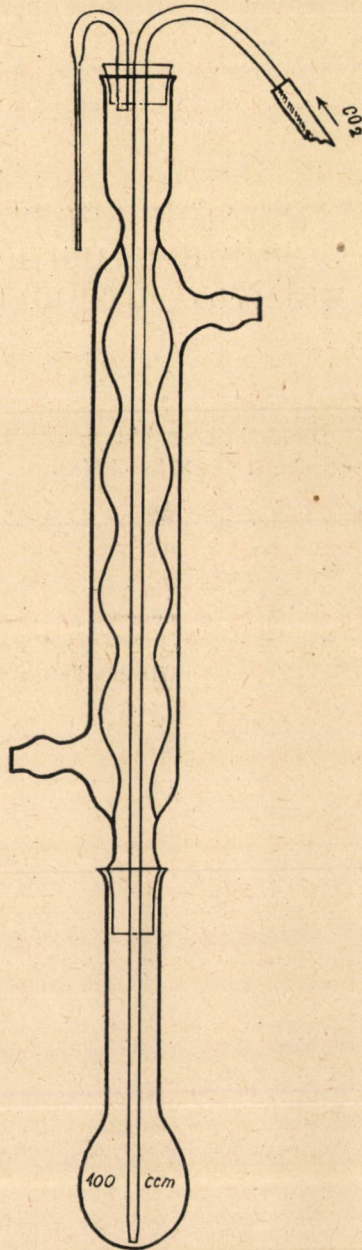
A methylnaphthochinonnatriumbisulfit azonosítására következő reakciót használhatjuk. A vizes oldat 1 cm³-ét — mely 10 mg methylnaphthochinonnatriumbisulfitnak felel meg — 4—5 csepp 10% kénsavval megsavanyítva cseppenként kis fölöslegben kb. n/10 $KMnO_4$ -oldattal elegyítjük. A $KMnO_4$ feleslegét egy-két kristályka oxalsavval eltávolítjuk, majd az oldathoz feleslegben MgO -ot szórunk. A reakciós keverék csakhamar búzavirágkék színt ölt. Ha a keveréket H_2SO_4 -val gyengén átsavanyítjuk, úgy az oldat vöröses színt ölt. A vöröses methylnaphthochinont chloroformmal kirázhatjuk.

Megemlítjük, hogy a fentebb vázolt kvantitatív eljárást a dolgozatunkban I. alatt leírt 2-methyl-1, 4-naphthochinon-natriumhydrogensulfit meghatározására is jó eredménnyel használhattuk. A most vázolt azonossági reakció azonban csupán «methylnaphthochinonnatriumbisulfitra» nézve bizonyult jellemzőnek.

Irodalom.

1. Zeitschrift f. analyt. Ch. 128, 258 (1941).
2. Mikrochemie, Mikrochimica Acta 29, 178 (1941).
3. Zeitschrift f. analyt. Ch. 115, 185 (1938).

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1943. jan. 18-án tartott üléséből.)



Ábra.

A fehér, előzetesen sósavval maratott és lemosott márványból fejlesztett széndioxydot 5%-os $AgNO_3$ -oldattal és 5%-os $KHCO_3$ -oldattal mossuk. A kivezető kapilláris megnehezíti a levegőnek a készülékbe való behatolását és egyszersmind arra szolgál, hogy savanyú közegben való hasításnál a kiáramló gáznak $AgNO_3$ -ot tartalmazó kis kémcsőbe való bevezetésével az esetleg eltávozó SO_2 -ot kimutathassuk.

**BEITRÄGE ZUR BESTIMMUNG EINIGER
• 2-METHYLNAPHTHOCHINON-(1, 4)-BZW.
METHYLNAPHTHOHYDROCHINON-DERIVATE.**

Von **ELEMÉR SCHULEK** und **PAL RÓZSA**.

Die Arbeit erschien in den Berichten der Deutschen Chemischen
Gesellschaft. **75, 1548 (1942).**

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der
Wissenschaften vom 18. Jan. 1943).

ÚJ HELYI ÉRZÉSTELENÍTŐ HATÁSÚ VEGYÜLETEK (KOKAINPÓTLÓK) SZINTÉZISE OXY-, ILLETVE HALOGÉNKETONSAVAKBÓL.

I. Az α -oxy- β -keto-normálvajsav
(butan- ol 2, -on 3, -sav I) néhány új származéka.

KONEK FRIGYES I. tagtól.
SZÁSZ KÁROLY kísérleteivel.

Az elmúlt években nagyszámú kísérletsorozatokkal¹ megállapítást nyert, hogy az alifás alkoholsavészterek, nevezetesen az alma-, glykol-, tej-, borkő- és a citromsavészterek aminobenzoátjai és cinnamátjai sósavas sóik alakjában kivétel nélkül határozottan helyi érzéstelenítő hatást mutatnak, szóval lokálanaesthetikáknak vagy kokainpótlóknak tekinthetők.

A glykolsav kivételével a többi alifás alkoholsav a régi bevált módszer szerint — t. i. észterének a megfelelő nitrosavchloriddal való hevítésével és a nyert termék redukeciójával — lett a keresett aminobenzoáttá (cinnamáttá) átalakítva.

A glykolsav megfelelő származékainak — aminobenzoátjainak és cinnamátjainak — előállítására egyikünk először alkalmazta a megfelelő brómzsírsavészternek a különböző nitrobenzoé-, illetve nitrofahéjsavnátriumsókkal való cserebomlását.

A vegyületsorozatból hiányoztak az oxy-normál és izovajsavak, valamint ezek felmenő homológjainak megfelelő származékai.

Midőn jelen dolgozatomban nem ezen alkoholsavak valamelyikét, hanem egy alifás alkoholketonsavat — mégpedig a legegyszerűbbet: az α -oxy- β -keto-normálvajsavat — választottam kiindulási anyagul, ezt főleg abban a reményben tettem, hogy ezen savészter aminobenzoátjainak viselkedésétől joggal várhatom kísérleti választ arra a kérdésre, hogy a szabad keton-

¹ KONEK F. és munkatársai: Math. és Természettud. Ért. 41, 14; 14, 16; 33, 51; 39, 250; 39, 261; 45. 514; 46, 348; 47, 779.

csoporthoz jelenléte befolyásolja-e egyáltalában a várandó termék érzéstelenítő hatását erősíti-e vagy csökkenti-e azt?

A hydroxylesoporthoz nitrobenzoylálása után pedig az érintetlenül maradt ketoncsoporthoz oximmé való átalakításával és a termék redukciójával érdekes — szerkezetükben a novokainra emlékeztető — diaminek, továbbá a phenylhydrazonhoz pyrazolonná való ciklizációjával, majd ennek methylezésével olyan antipyrim-származékok keletkezése várható, melyek a 4-helyzetben egy aminobenzoylált hydroxylesoporthoz tartalmaznak és fiziológiai szempontból a legnagyobb érdeklődésre tarthatnak számot, amennyiben egy molekulában egyesítik a helyi érzéstelenítő és az antipyretikus hatás lényeges strukturális faktorait.

Az α -oxy- β -keto-normálvajsavra vonatkozólag a megfelelő és rendelkezésemre álló irodalomban csak igen hiányos adatokat találtam.

PARCIVAL WALTER CLUTTERBUCK² és HENRY STANLÉY³ RAPER állították először elő 1926-ban a nátracetészter H_2O_2 -os oxidációjával. A keletkező oxyketosav szeparálásával nem foglalkoztak, csupán megemlítik, hogy sok más sav is keletkezik. Például glyoxylsav, oxálsav,

P. KARRER⁴ és E. B. HERSHBERG az α , β diketovajsav aethylésztert vízben redukálják amalgámolt alumíniummal 15—20°-on. Savanyítás, majd éteres kirázás után frakcionálják 9 mm-n 85°-ig, majd 0.5 mm-n.

A diketon redukciójából két isomer ketonalkohol keletkezik, de ezeket egymástól teljesen elkülöníteni nem sikerült. Mindkettő könnyen redukálható phenylhydrazin által. Az egyik, talán az α -oxy- β -keto-vajsavészter adja a p. nitrophenylhydrazinnal a diketon β -hydrazonját, a másik egy nem stabil vegyületet.

Megállapították azt is, hogy a magasabb frakcióból kikristályosodó $C_6H_5O_3$ összetételű anyag etoxylesoporthoz tartalmaz, ugyancsak reagál $C_6H_5NH.NH_2$ -vel és valószínűleg víz kihatásával jön létre az egyik ketonalkoholból, képlete nem teljesen bizonyos.

²⁻³ Biochemical Journ. 19, 385. C. 1925. II. 1516.

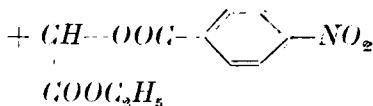
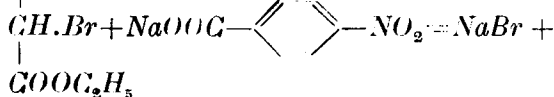
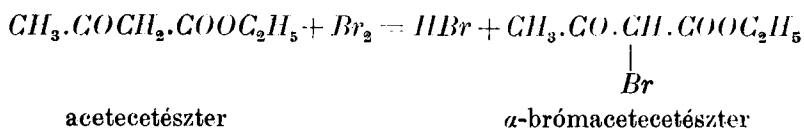
Chem. Zentralblatt. 26. I. 2789.

⁴ Chem. Zentralblatt. 34. II. 3508.

A közbeeső frakciók igen könnyen oxidálódnak és $C_6H_5NH.NH_2$ -vel ugyanazt a vegyületet adják, mint a diketont. Ha a diketont nitrophenylhydrazinnal reagáltatjuk, akkor sikerül az α - és a β -nitrophenylhydrazont izolálni. Mindkettő feles hydrazinnal dip. nitrophenylhydrazont ad, mely melegítésre I-nitrophenyl-3-methyl 4-nitrophenylazopyrazolonná alakul, melyet már Bülow is előállított.

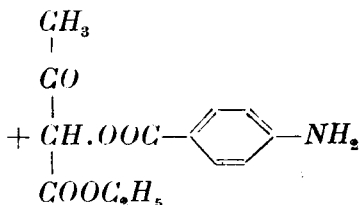
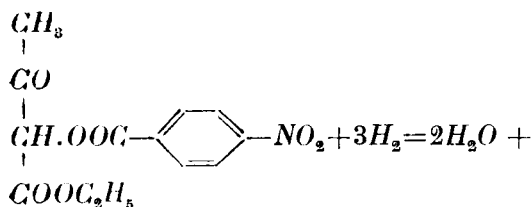
E. HOFF-JOERGENSEN⁵ a β -keto- α -oxyvajsav szintézisével foglalkoztak. α -brómpropionilcianidban a brómot ólomacétáttal cserélték át hydroxyllé.

Mivel ezen irodalmi előírások egyike sem látszott valami biztatónak, lemondottam az oxyketonsavészternek a megfelelő nitrobenzoylchloriddal való észterifikálásáról és kitűzött céloom elérésére a következő utat választottam:



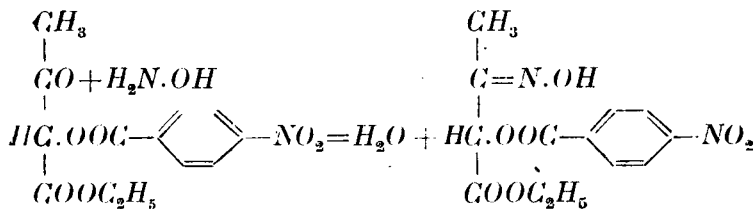
α -(p. nitrobenzoyl)-oxy-
 β -keto-normálvajsavetilészter.

⁵ HOPPE SEYLER'S Z. physiol Chem. 267, 77.
Chem. Zentralblatt 41. I. 195.
Biochemical Journal (Manchester) 20, 59.
BÜLOW: Chem. Zentralblatt. 1901. I. 445.
WAHL: Chem. Zentralblatt. 1905. I. 1592.
Helv. Chim. Acta. 17. 1014-25.

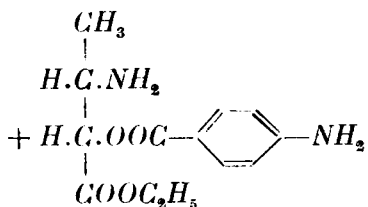
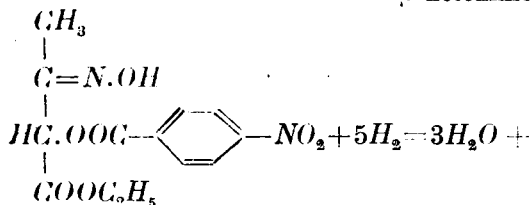


α-(p, aminobenzoyl)-oxy-
β-keto-normalvajsavetilészter.

(Ennek chlorhydrátja került fiziológiai vizsgálatra.)

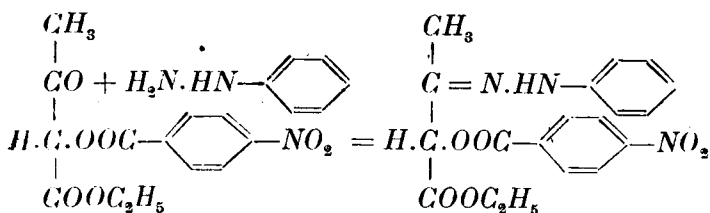


α-(nitrobenzoyl)-oxy-
β-ketoximo-normalvajsavészter.

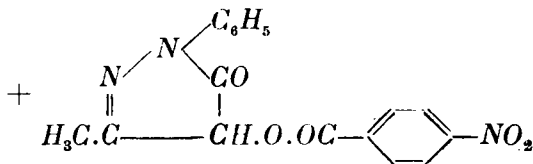
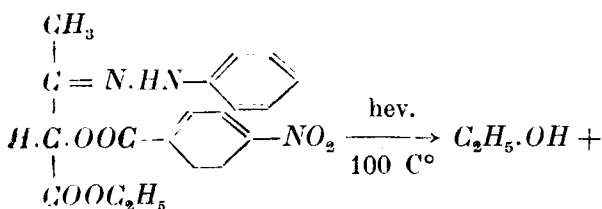


α-(p, aminobenzoyl)-oxy-
β-amino-normalvajsavészter.

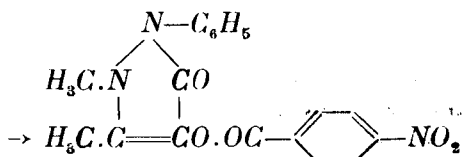
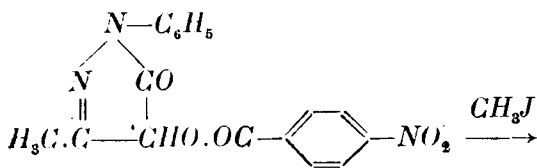
(Ezen diamin chlorhydrátja került fiziológiai vizsgálatra.)



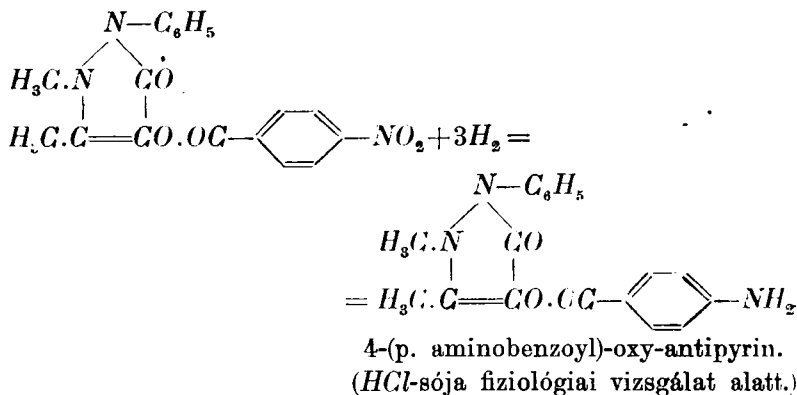
α -(p. nitrobenzoyl)-oxy- β -keto-normálvajsavetilészter-phenylhydrazon.



1-phenyl-3-methyl-4-(p. nitrobenzoyl)-oxy-5-pyrazolon.



4-(p. nitrobenzoyl)-oxy-antipyrin.



Az itt feltüntetett reakciók — amint azt a kísérleti részben leírom — az elkerülhetetlen kísérleti nehézségek leküzdése után keresztülvihetőknél bizonyultak és a várt eredményekhez vezettek. Említésre méltó, hogy a phenylhydrazon aránylag könnyen volt a megfelelő pyrazolonná ciklizálható, jóllehet szerkezetileg — a szomszédos szénatomhoz kötött eléggé súlyos nitrobenzoyl-csoport a térbeli akadályoztatás látszatát keltheti és hasonlóan ugyancsak feltűnő a pyrazolonnak methylezéssel antipyrinné való átalakítása. Az így kapott bázikus termékek fiziológiai vizsgálatra alkalmas vízoldható chlórhydrátokat képeznek. Vizsgálatuk az egyetem farmakológiai intézetében történt.

Tekintettel arra, hogy az α -oxy- β -keto-normálvajsavészter szintetizálására megfelelő módszer nem állott rendelkezésemre, ezért az acetecetészter brómozásával igyekeztem céloimat elérni.

Ha acetecetészter és kétszeres mennyiségű víz elegyét 0° -ra lehűtjük és megfelelő mennyiségű Br_2 -t adagolunk, ügyelve arra, hogy a hőmérséklet ne emelkedjék, akkor a bróm α helyzetbe lép.⁶ A terméket rögtön mossuk vízzel, majd desztilláljuk.

Az így előállított α -brómacetecetésztert a megfelelő nitroarylsavasztriummal való hevítés útján a keresett nitroészterre alakítottam. Ennek a folyamatnak előnye az, hogy a drága nitroarylsavchloridok helyett, melyek az α -oxy- β -keto-normálvajsav

⁶ CONRAD—SCHMIDT: Berichte d. deutsch. Chem. Ges. 29, 1044.

SCHÖNBRODT: Annalen der Chemie 253, 175.

CONRAD: Berichte d. deutsch. Chem. Ges. 29, 1042.

benzoylálásához lennének szükségesek, az olcsóbb nátriumsókat használja, amellet pedig $aBr-tNaBr$ alakjában nyeri vissza.

Az o.,⁷ m.⁷ és p.⁸ nátriumnitrobenzoátot az irodalomból ismeretes eljárás szerint állítottam elő.

Az észtereket először benzolban, majd toluolban szuszpendált nitrobenzoesavas ezüstnek és brómacetecetészternek egymásra való hatása révén igyekeztem elérni, mégpedig közönséges hőmérsékleten több órai gépen való rázással, majd forró vízfürdőn huzamosabb ideig tartó melegítéssel, de minden eredmény nélkül. Eredményt csak úgy értem el, hogy a két anyagot olajfürdőben több órán át 140—150 C°-on hevítettem.

A nitrovegyületek redukcióját több módszerrel igyekeztem elérni. A cc. HCl -el és ónreszeléssel, továbbá az ammonium-szulfiddal végzett redukciós kísérletek nem adtak kielégítő eredményt. Jobb eredményt szolgáltatott az abs. alkoholos HCl -al és granulált ónnal végzett kísérletek és a nátriumhydroszulfittal végzett redukció. Tökéletes és kvantitatív eredményt adtak a katalitikus hidrálások.

Az o., m. és p. észterek előállításánál célszerű a hőmérsékletet pontosan betartani, tekintettel a keletkező nitroészter bomlékonyságára. A hőmérséklet emelése vagy csökkentése a termelési hányad rovására megy.

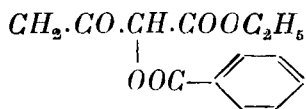
A hevítési hőmérsékletnek 15—20 C°-os emelése nincs nagy befolyással a kondenzációra, ha azonban huzamosabb ideig hevítjük ezen a hőfokon, akkor bomlás és elszénesezés történik. Alacsonyabb hőmérsékletnél viszont a kondenzálás pár órával tovább tart. Az optimális hőmérséklet 140—150 C° között van. A szokásos oldószerekkel szemben az izomervegyületek nem mutatnak lényegesen eltérő magatartást. Savval vagy lúggal főzve, mint kettős észterek elszappanosodnak; az oldat intenzív piros színt vesz fel. A vegyületek asszimmetrikus szénatomot tartalmaznak ugyan, de optikai aktivitást nem észleltem, ami egyezik azzal a tapasztalattal, hogy szintéziseknél mindig a racem módosulatok keletkeznek.

⁷ H. ERDMANN—L. VANINO: Handbuch der praep. Ch. 586.

⁸ SCHLOSSER—SKRAUP: Monatshefte 2, 519.

KÍSÉRLETI RÉSZ.

(SZÁSZ KÁROLY.)

 α -(benzoyl)-oxy- β -keto-normálvajsavészter :

A vegyület előállítása α -brómacetecetészter és $\text{C}_6\text{H}_5\text{COONa}$ egymásra hatása útján történt.

50 ccm-es lombikban 5 g brómésztert és 7 g kristályvizmentes $\text{C}_6\text{H}_5\text{COONa}$ -t elegyítettem, majd hűtővel ellátva 130° -os olajfürdőn 2 óra hosszat hevítettem. A reakció tökéletessé tételére a lombikot időnkint rázogattam. A hevítés után az elegyet lehűtöttem, majd 100 ccm vizet adtam hozzá, hogy a változatlan Na -sót és a NaBr -t kioldjam. A nyers anyagot rózsaszínű sűrű olaj alakjában kaptam, mely erősen lehűtve sem kristályosodott. Tisztítás végett az anyagot éterben oldottam, víztelenítettem, szűrtem és az étert lassan elpárologni hagytam. Az éter elpárolgása után hosszú tűs kristályokat kaptam. Átkristályosítása $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ -ból történt. Op.: 57° . Termelés: 1 g.

Többször átkristályosított, finomra porított és vákuumban szárított anyag elemzése:

4·285 mg anyag: 9·809 mg CO_2 , 2·067 mg H_2O .

4·124 " " : 9·451 " CO_2 , 2·080 " H_2O .

$\text{C}_{13}\text{H}_{14}\text{O}_5$ (250) számított: C 62·4 H 5·6

talált: C 62·46 H 5·41

62·5 5·6

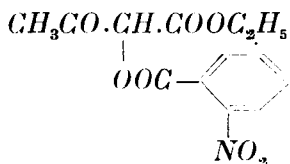
A vegyület nitrálása.

2 g anyagot kétszeres mennyiségű száraz KNO_3 -al elkevertem és számított mennyiségű cc. H_2SO_4 -et adagoltam hozzá 0° -on.

A nitrálás után rövid ideig vízfürdőn melegítettem, a felül lévő olajos részt leöntöttem, vízzel utánamostam, majd alkoholból kristályosítottam. Az alkoholból szintelen tűk alakjában vált ki a nitrovegyület. Op.: $92-93^\circ$. A vegyület m. helyzetben veszi

fel a nitrocsoporthoz, amit bizonyít: 1. Elszappanosításkor m. nitrobenzoésav keletkezik. 2. A brómésztert m. nitrobenzoáttal kondenzálva, ugyanazt a terméket kapjuk. A vegyület jól oldódik alkoholban és éterben. A nitrálás egyébként igen rossz eredménnyel jár. Célszerűbbnek látszott ezért nitrálás helyett rögtön nitrobenzoáttal kondenzálni.

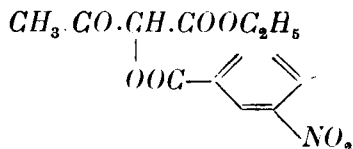
α(o. nitrobenzoyl)-oxy-β-keto-normálvajsavészter :



5 g brómésztert és 7 g kristályvizmentes o. Na-nitrobenzoátot 2 óráig 135—140°-os olajfürdőn hevítettem. A kondenzáció után gyengén lehűtött elegyhez kb. 100 ccm vizet adtam. Ekkor a nitroészter félig olajos, félig szilárd állapotban a lombik aljára gyűlt és jéggel való hűtéssel teljesen megszilárdult. A kristályhalmazokban kapott nyers vegyületet leszűrtem, vízzel párszor mostam, végül alkoholból többször átkristályosítottam. Fehér tús kristályok. Op.: 88°.

4·320 mg anyag:	8·398 mg	CO ₂ ,	1·726 mg	H ₂ O			
3·970 " " :	7·716 " "	CO ₂ ,	1·596 " "	H ₂ O			
3·880 " " :	0·163 ccm	N ₂	(742 Tor,	19°)			
4·150 " " :	0·181 " "	N ₂	(742 Tor,	19°)			
C ₁₃ H ₁₃ O ₇ N(295) számított:	C	52·9	H	4·4	N	4·7	
	talált:	C	53·02	H	4·47	N	4·8
			53·00	4·49	4·9		

α(m. nitrobenzoyl)-oxy-β-keto-normálvajsavészter :



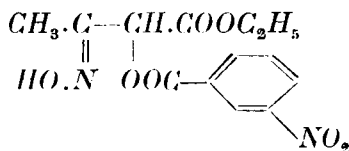
5 g α-brómésztert 7 g kristályvizmentes m. Natrium-nitrobenzoáttal 2 óráig 135—140°-os olajfürdőben hevítettem. A kon-

denzáció után a lehűtött anyaghoz kb. 100 ccm vizet adtam és jól összeráztam. Ekkor a m. nitroészter kristályosan kivált; ezt még párszor vízzel tisztítottam, szűrtem és végül szabad levegőn szárítottam. A nyers vegyület gyengén sárga. CH_3OH vagy C_2H_5OH -ból szintelen tük alakjában válik ki. Op.: 92° .

A vegyület vízben oldhatatlan, alkoholban és éterben igen jól oldódik. Átkristályosítás 50%-os alkoholból.

4·250 mg anyag:	8·244 mg CO_2 ,	1·691 mg H_2O	
4·510 " " :	8·726 " CO_2 ,	1·770 " H_2O	
4·610 " " :	0·195 ccm N_2 (763 Tor,	18°)	
4·109 " " :	0·174 " N_2 (763 Tor,	18°)	
$C_{13}H_{13}O_7N$ (295) számított:	C 52·9	H 4·4	N 4·7
	talált: C 52·9	H 4·45	N 4·9
	52·77	4·39	5·00.

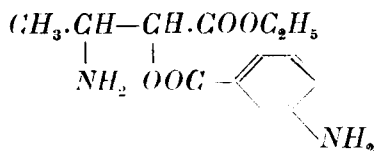
α -(m. nitrobenzoyl)-oxy- β -ketoximo-normálvajsavészter:



2 g CH_3COONa -t és 2 g $NH_2OH \cdot HCl$ -t porcelláncsészében jól eldörzsöltem, majd pohárban 25 ccm alkohollal elegyítettem. A leváló $NaCl$ -ről az alkoholos oldatot leszűrtem és 1 g nitroésztert adtam hozzá. Az oldatot 1 óra hosszat visszafolyós hűtővel ellátott lombikban $50\text{--}70^\circ$ -on melegítettem. A melegítés után rögtön szűrtem és állni hagytam. Rövid időn belül kiválik az oxim gyengén sárga színű kristályok alakjában. Ha óvatosan vizet adunk az alkoholos oldathoz, akkor az oxim csaknem quantitative válik ki az anyalúgból. Átkristályosítás 50%-os alkoholból történt. Teljesen szintelen gyémántfényű kristályok. Op.: 131° .

3·506 mg anyag:	0·279 ccm N_2 (745 Tor,	17°)
4·203 " :	0·334 " N_2 (745 Tor,	17°)
$C_{13}H_{14}O_7N_3$ (310) számított:	N 9·03	
	talált: N 9·18	
	9·2	

α -(m. aminobenzoyl)-oxy- β -amino-normálvajsavészter :



0·5 g oximot katalitikusan redukáltam. Az anyagot CH_3OH -ban oldottam. A felvett hidrogén 185 ccm (elméleti 180 ccm). A redukálás befejeztével az alkoholt H_2 -áramban ledesztilláltam. A kiváló terméket alkoholból átkristályosítottam. Teljesen színtelen tük. Op.: 154° .

A diamin a nyelven csak gyengébben érzéstelenít.

4·648 mg anyag: 9·942 mg CO_2 , 2·600 mg H_2O

4·230 " " 9·089 " CO_2 , 2·495 " H_2O

4·138 " " 0·382 ccm N_2 (756 Tor, 20°)

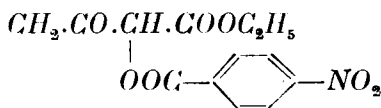
4·442 " " 0·410 " N_2 (756 Tor, 20°)

$\text{C}_{13}\text{H}_{18}\text{O}_4\text{N}_2$ (266) számított: C 58·6 H 6·76 N 10·5

talált: C 58·4 H 6·46 N 10·7

58·6 6·6 10·68

α -(p. nitrobenzoyl)-oxy- β -keto-normálvajsavészter :



5 g brómészter és 7 g kristályvizmentes p. Nátriumnitrobenzoát elegyét hűtőcsővel ellátott kis lombikban 135 — 140° -on olajfürdőben hevítettem 2 óra hosszáig. Ekkor a brómészter szúrós szaga már nem volt érezhető annak jeléül, hogy a kondenzáció végbement. A hevítés befejezte után 50 ccm vízzel ráztam össze a higán folyós elegyet, mire a keletkezett p. nitroészter szilárd állapotban kivált.

A nyers terméket 50 ccm vízzel mozsárban eldörzsöltem, majd Büchner-szűrőn szűrtem, végül közönséges hőmérsékleten szárítottam. CH_3OH -ból kristályosítva gyönyörű, csillogó lemezek alakjában vált ki. Az új vegyület op.-ja: 98° .

A vegyület alkoholban és éterben jól oldódik, benzolban, melegítve. Ha az alkoholos oldathoz vizet adunk, akkor fehér zavarosodás keletkezik és lemezek alakjában kiválik a nitroészter.

4·501 mg anyag: 8·721 mg CO_2 , 1·793 mg H_2O

4·890 " " : 9·301 " CO_2 , 1·962 " H_2O

4·424 " " : 0·176 ccm N_2 (775 Tor, 21°)

4·132 " " : 0·169 " N_2 (775 Tor, 21°)

$C_{13}H_{13}O_7N$ (295) számított: C 52·9 H 4·4 N 4·7

talált: C 52·8 H 4·45 N 4·9

53·08 4·49 4·86.

Molekulasúly meghatározás:

Bemérés: 0·4230 g.

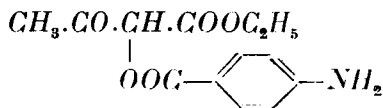
Alkohol: 30 ccm = 23·67 g.

Forráspontemelkedés: 0·072°.

M (talált): 297,

számított: 295.

α -(p. aminobenzoyl)-oxy- β -keto-normálvajsavészter:



A p. nitroészter redukióját a következőképpen végeztem: 2 g észtert 40 ccm 35—40°-ra felmelegített, sósavgázzal telített abs. alkoholban oldottam, majd kis időközökben a nitrocsoport-redukiójához szükséges mennyiségű ónreszeléket adtam hozzá, ügyelve arra, hogy a hőmérséklet 35—40°-on túl ne menjen. Az ón teljes feloldása után, mely kb. 1 órát vett igénybe, az oldatot világítógázáramban $\frac{1}{5}$ -re lepároltam. A visszamaradt részt viz tisztán feloldotta. Ha e vizes oldatot erősen lehűtjük, akkor a bázis ónchlorid kettős sója hosszú tűkben leválik. Azonban ez nem teljes; ezért inkább H_2S -el választottam le az ónt a szokásos módon. Az ón eltávolítása után az oldatot $NaHCO_3$ -al közömbösítettem, amikor a bázis erős zavarosodás közben olajosan levált, melyet aztán éterrel kiráztam. Az étert víztelenítés után

elűztem, a visszamaradt olajos részt 10%-os sósavban oldottam és szűrés után az oldathoz cc. ammóniát csepegtettem. Ekkor a bázis fehér pelyhekben azonnal levált; szűrőre gyűjtve vízzel párszor kimostam. Szárítás után alkoholból kristályosítottam. A gyöngyházfényű kristályok 148°-on olvadnak.

Az amin sósavas sója a nyelven érzéstelenítő hatást fejt ki.

3·621 mg anyag: 7·834 mg CO_2 , 1·773 mg H_2O

4·209 " " 9·090 " CO_2 , 2·073 " H_2O

4·040 " " 0·188 ccm N_2 (755 Tor, 20°)

4·862 " " 0·226 " N_2 (755 Tor, 20°)

$C_{13}H_{15}O_5N$ (264) számított: C 58·8 H 5·6 N 5·28

talált: C 59·0 H 5·48 N 5·4

58·9 5·51 5·38

Molekulasúly meghatározás:

Bemérés: 0·2861 g.

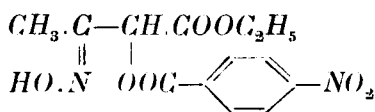
Alkohol: 30 ccm = 23·67 g.

Forráspontemelkedés: 0·054°.

M (talált): 266.

M számított: 265.

α -(p. nitrobenzoyl)-oxy- β -ketoximo-normálvajsavészter:



2 g CH_3COONa -t és 2 g $NH_2OH \cdot HCl$ -t porcelláncésészében jól eldörzsöltem, majd pohárban 25 ccm alkohollal elegyítettem. A leváló $NaCl$ -ről az alkoholos oldatot leszűrtem és 1 g nitroésztert adtam hozzá. Az oldatot 1 óra múlva (50—70°-os melegítés után) szűrtem, és állni hagytam. Rövid időn belül kiválik az oxim gyengén sárga kristályok alakjában. Ha óvatosan vizet adunk az alkoholos oldathoz, akkor az oxim csaknem teljesen kiválik az anyalúgból. Átkristályosítás 50%-os alkoholból. Teljesen szintelen, gyémántfényű kristályok. Op.: 158°.

3·981 mg anyag: 0·317 ccm N_2 (752 Tor, 21°)

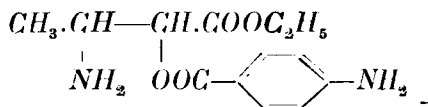
4·064 " " " 0·321 " N_2 (752 Tor, 21°)

$C_{13}H_{14}O_7N_2$ (310) számított: N 9·03

talált: N 9·14

9·08.

α-(p. aminobenzoyl)-oxy-β-amino-normálvajsavészter :



0·5 g oximot katalitikusan redukáltam. Az anyagot CH_3OH -ban oldottam. A felvett hidrogén mennyisége 181 ccm³ (elméleti 180 ccm). A redukeió befejeztével az alkoholt hidrogénáramban ledesztilláltam. A kiváló kristályokat alkoholból átkristályosítottam. A diamin teljesen szintelen, gyémántfényű tüket képez. Op.: 174°.

A diamin sósavas sója a nyelven érzéstelenít.

4·031 mg anyag: 8·649 mg CO_2 , 2·381 mg H_2O

4·500 " " : 9·646 " CO_2 , 2·646 " H_2O

4·230 " " : 0·387 ccm N_2 (755 Tor, 20°)

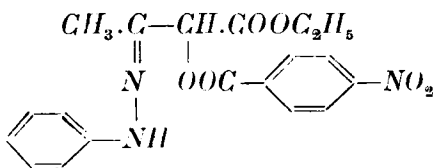
4·124 " " : 0·378 " N_2 (755 Tor, 20°)

$C_{13}H_{18}O_4N_2$ (266) számított: C 58·6 H 6·76 N 10·5

talált: C 58·52 H 6·61 N 10·6

58·46 6·58 10·61.

α-(p. nitrobenzoyl)-oxy-β-keto-normálvajsavészter-phenylhydrazon :



1 g $C_6H_5NH.NH_2$ éteres oldatához 2 g p. nitroésztert adtam, jól összeráztam és állni hagytam. Pár óra múlva ledesztilláltam az étert a sárga kristálymasszáról. A nyerstermék tel-

jesen tisztának tekinthető, mert a reakció quantitativ lefolyású. A hydrazont alkoholból átkristályosítottam. Op.: 124° (bomlás közben).

4·714 mg anyag: 10·268 mg CO_2 , 2·000 mg H_2O

4·525 " " : 9·836 " CO_2 , 1·949 " H_2O

3·872 " " : 0·372 ccm N_2 (751 Tor, 21°)

3·541 " " : 0·342 " N_2 (751 Tor, 21°)

$C_{19}H_{19}O_4N_3$ (385) számított: C 59·2 H 4·93 N 10·9

talált: C 59·4 H 4·76 N 11·03

59·3 4·82 11·00.

Molekulasúly meghatározás:

Bemérés: 0·480 g.

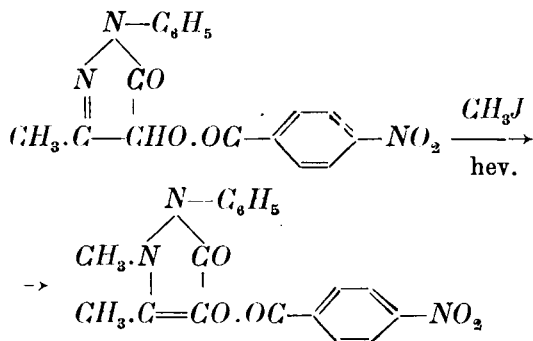
Alkohol: 50 ccm = 39·45 g.

Forráspontemelkedés: 0·038°.

M (talált): 389.

M számított: 385.

**1-phenyl-3-methyl-4-(p. nitrobenzoyl)-oxy-5-pyrazolon: és
4-(p. nitrobenzoyl)-oxy-antipyrin:**



Az alkohol kihatását és így a gyűrűzáródást a következő módon végeztem: 5 g. phenylhydrazont visszafolyós hűtővel el-látott lombikban kb. 1½—2 óra hosszat 30 ccm toluolban for-raltam. Utána a toluolt ledesztilláltam és a visszamaradó anyagot alkoholból kristályosítottam. Igen gyengén sárgás színű hosszú túalakú kristályok. Op.: 162°.

4·562 mg anyag:	10·072 mg	CO_2 ,	1·492 mg	H_2O
4·037 " "	8·911 "	CO_2 ,	1·299 "	H_2O
3·102 " "	0·337 ccm	N_2 (759 Tor,	23°)	
3·064 " "	0·329 "	N_2 (759 Tor,	23°)	

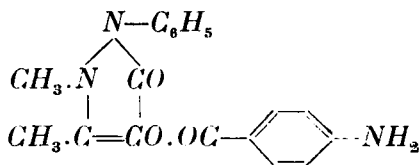
$C_{17}H_{18}O_5N_3$ (339) számított:	C 60·1	H 3·8	N 12·3
talált:	C 60·2	H 3·66	N 12·5
	60·2	3·6	N 12·4.

A nyerstermék egy részét számított mennyiségű jódmethyllel és nátriummethyláttal 130—140°-on hevitettem bombacsőben kb. 4 óra hosszágig. Szűrés és alkoholból való kristályosítás után szintelen kristályokat kaptam, melyek rozettákba állanak össze. Op.: 143°.

4·730 mg anyag:	10·600 mg	CO_2 ,	1·733 mg	H_2O
4·522 " "	10·124 "	CO_2 ,	1·714 "	H_2O
2·322 " "	0·246 ccm	N_2 (740 Tor,	23°)	
2·184 " "	0·232 "	N_2 (740 Tor,	23°)	

$C_{18}H_{15}O_5N_3$ (353) számított:	C 61·1	H 4·2	N 11·8
talált:	C 61·1	H 4·1	N 11·9
	61·2	4·2	11·9

4-(p. aminobenzoyl)-oxy-antipyrin:



0·5 g nitrobenzoyloxiantipyrin kevés alkoholban oldottam és katalitikusan redukáltam. Elméleti hidrogénfelvétel: 104 ccm, felvett a vegyület: 110 ccm-t. Szűrés után száraz sósavgázt vezettem az anyag alkoholos oldatába, majd hidrogénáramban ledesztilláltam az alkoholt.

A sósavsóból cc, ammóniával felszabadítottam az amint, vízzel mostam és alkoholból kristályosítottam.

A vegyület chlorhydrátja került fiziológiai vizsgálatra.

4.113 mg anyag:	10.090 mg	CO_2 ,	1.871 mg	H_2O
4.204 " "	10.313 "	CO_2 ,	2.029 "	H_2O
2.224 " "	0.257 ccm	N_2	(740 Tor,	23°)
2.508 " "	0.297 "	N_2	(740 Tor,	23°)
$C_{18}H_{17}O_3N_3$ (323) számított:	C 66.8	H 5.26	N 13.00	
	talált: C 66.9	H 5.1	N 13.01	
	66.9	5.4	13.1.	

Molekulasúly meghatározás:

Bemérés: 0.3721 g.

Alkohol: 35 ccm = 27.61 g.

Forráspontemelkedés: 0.048°.

M (talált): 337.

M (számított): 323.

*

A «Széchenyi Tudományos Társaság» támogatásáért e helyen is köszönetet mondunk.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1913. okt. 18-án tartott üléséből.)

SYNTHESEN VON VERBINDUNGEN
MIT LOKALANÄSTHETISCHER WIRKUNG,
AUS OXY- BEZIEHUNGSWEISE HALOGEN-
KETONSÄUREN.

I. Über einige neue Derivate der α -Oxy- β -keto-normal Buttersäure (Butan -ol 2, -on 3-Säure 1).

Von FRITZ v. KONEK, korr. Mitglied.
(Experimentell bearbeitet von KARL SZÁSZ.)

Vortragender hat seine älteren, mit alifatischen, aromatischen u. fettaromatischen Oxysäuren ausgeführten Synthesen kokainähnlich wirkender Stoffe, nun auch auf Oxyketonsäuren, bezgsw. auf Halogenketonsäuren ausgedehnt. So erhält er z. B. aus α -Bromacetessigester — statt der schwer zugänglichen α -Oxy- β -keto-normal Buttersäure — durch Umsetzung mit o, m, p-nitrobenzoesäurem Natrium und Reduktion den o, m, p-Aminobenzoyl ester des α -Oxy- β -keto-normal Buttersäureesters, der ähnlich anästhesierend wirkt, wie das entsprechende und strukturähnliche Aepfelsäurederivat. Durch Oximierung und Reduktion gelangt man so zu Diaminodoppelestern, deren Struktur an Novokain erinnert, und demzufolge auch ähnlich wirken. Zyklisierung der Phenylhydrazone dieser Ketonester führt zu 4-substituierten Pyrazolonen, die durch Druckmethylierung leicht in 4-nitrobenzoylirte Oxyantipyridine übergehen und nach Reduktion schliesslich 4-Aminobenzoyloxyantipyridine darstellen, deren physiologische Prüfung auf antipyretische und lokalanästhetische Wirksamkeit im Gange, aber noch nicht abgeschlossen ist.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie
der Wissenschaften vom 18. Okt. 1943.)

ADATOK A LÉGZÉS GEOKÉMIÁJÁHOZ.

ROMWALTER ALFRÉD-tól.

A geokémiai eredmények alapján földünk szabad oxigénkincsét biogén eredetűnek kell tartanunk. Ennek a megállapításnak számos logikai folyománya mellett (1) a neozoikum és benne különösen a jelenkor élőlényeire vonatkozó tapasztalás bizonyítja, hogy az oxigénhalmozódás folyamata igen meglassult, sőt talán megállott, hogy tehát napjainkban és már számos évmillió óta közelítőleg állandó oxigénmennyiség forog a bioszférában és közegeiben. A fotoszintézis és légzés eme mozgó egyensúlyában ellentétesen működő eleven tömegeknek legalább hozzávetőleges megállapítása igen kívánatos, de sok nehézséggel jár.

A fotoszintézis összes teljesítményét már elég megbízhatóan becsülhetjük; (2) évenként $4 \cdot 37 \cdot 10^{10}$ t szén jut így CO_2 -ből szerves vegyületekbe és a felszabaduló egyenértékű oxigénmennyiség ezalatt légzés és égés révén (CO_2 -be) vissza is juttat ugyanennyi szenet, mert a földfelszín szerves tömege sem szaporodik már számottevően. Viszont az oxigénfogyasztó szervezetek tömegét és összességük átlagos oxigénszükségletét igen nehezen becsülhetjük.

Már egy emberöltővel ezelőtt ismeretes volt, hogy a légzésnek az eleven tömeg egységére, sőt még a megfelelő «száraz tömeg»-re vonatkoztatott oxigénfogyasztása is fajok szerint a tíz három hatványrendjét felölelő közben változik. (3) Az oxigénfogyasztást faji sajátosságok, termet, alkat, mozgásteljesítmény és sok egyéb tényező mellett a rendelkezésre álló táplálék mennyisége, a hőmérséklet és a közegbeli O_2 és CO_2 koncentrációja, illetve résznyomása módosítja. Nyilvánvaló, hogy az állandó testhőmérsékletű gerincesek esetében működik a legkevesebb módosító tényező. Ezek közül legjobban az ember légzését ismerjük és e mellett az

emberiség eleven tömege olyan nagy az oxigénfogyasztó fajoké sorában, hogy mindenekelőtt az ember légzésének a geokémiájával kell foglalkoznunk. Az oxigénfogyasztás összehasonlító kifejezésére a legalkalmasabb a WARBURG-féle hányados, illetve a vízmentes protein tömegegységére időegységenként eső oxigénmennyiség.

A 70 kg tömegű ember átlagos oxigénfogyasztása óránként 22 normálliter $= 2 \cdot 2 \cdot 10^7$ (mm)³, proteinnitrogéntartalma 1·8 kg. Az utóbbi nitrogénmennyiség a proteinek átlagosan 16%-os nitrogéntartalma alapján $1 \cdot 8 \cdot 100/16 = 11 \cdot 25$ kg, kereken $1 \cdot 13 \cdot 10^7$ mg száraz proteintömegnek, a testsúly 16%-ának felel meg, tehát a 70 kg-os emberre a keresett WARBURG-hányados $Q_{O_2} = 2 \cdot 2 \cdot 10^7 / 1 \cdot 13 \cdot 10^7 = 1 \cdot 94$ (mm)³O₂/mg protein.óra. A növekedő gyermekekre vonatkozó Q_{O_2} érték annál nagyobb, mennél kisebb a test tömege, de az erős növekedés kora csak negyed—ötöd része az élettartamnak és ha a Q_{O_2} átlagát kereken kettőnek fogadjuk el, bizonyára elég közel járunk a valósághoz. Az ember átlagos tömegét a nők és gyermekek beszámításával talán 30 kg-ra tehetjük, így tehát az emberiség mai létszámával, $2 \cdot 10^9$ övel számítva az emberiség eleven tömege $0 \cdot 03 \cdot 2 \cdot 10^9 = 6 \cdot 10^7$ t, oxigénfogyasztása pedig évenként $6 \cdot 10^7 \cdot 0 \cdot 16 \cdot 2 \cdot 24 \cdot 365 = 1 \cdot 68 \cdot 10^{11}$ m³O₂. Az évi oxigéntermelés a fentemlített NODDACK-féle szénforgalmi adat alapján

$$4 \cdot 37 \cdot 10^{10} \cdot 22410/12 = 8 \cdot 2 \cdot 10^{13} \text{ m}^3.$$

Az ismert oxigénfogyasztó állati és fotoszintézisre képtelen növényi fajok összes száma 400,000-re tehető, egy fajra átlag legalább $8 \cdot 2 \cdot 10^{13} / 4 \cdot 10^5 = 2 \cdot 05 \cdot 10^8$ m³ esik és ennek a részletnek az emberiség oxigénfogyasztása az $1 \cdot 68 \cdot 10^{11} / 2 \cdot 05 \cdot 10^8 = 820$ -szorosa. De az emberiség nemcsak légzésével, hanem a tüzeléssel is sok oxigént fogyaszt. Ez a fogyasztás különös figyelmet érdemel, mert néhány évezreddel ezelőtt teljesen hiányzott, holott ekkor már régen fennállt a bioszféra gázforgalmában a mozgó egyensúly. NODDACK és más szerzők eléggé egybevágó becslése szerint a tüzelés évi CO₂-termelése 10⁹ t, oxigénfogyasztása tehát 10⁹. $22410/44 = 5 \cdot 1 \cdot 10^{11}$ m³, tehát a tüzelés kereken háromakkora oxigénmennyiséget igényel, mint az emberiség légzése, viszont a két utóbbi tétel összege, az $(1 \cdot 68 + 5 \cdot 1) 10^{11} = 6 \cdot 78 \cdot 10^{11}$ m³ az évi összes O₂-termelésnek, a $8 \cdot 2 \cdot 10^{13}$ m³-nek csak 0·82%-a. Tehát az emberiség

erős megszaporodása és tüzelése a tüzelés felfedezése időpontjában már fennállott gázforgalmi egyensúlyt alig módosította.

Az élettani kísérletekhez sokat használt emlősök: nyulak, tengeri malacok, patkányok és egerek Q_{O_2} -értéke a csökkenő testsúly sorában egyre jobban meghaladja az emberre megállapított átlagos értéket és egyes egereknél 30-nál is nagyobb. Ha nem is állapítható meg szigorú összefüggés a test méretei és Q_{O_2} -értéke között, mégis jól látszik, hogy annál nagyobb a Q_{O_2} -érték, mennél nagyobb viszonylagosan a légző szervezet gázcserét lebonyolító külső és belső felszíne, illetve mennél több sejt légzik «*ceteris paribus*» közvetlenül a levegőből.

A madarak nagyobb testhőmérséklete és mozgásteljesítménye miatt Q_{O_2} -értéke is nagyobb, mint a hasonló méretű emlősöké és GROEBBELS adatai alapján (4) kicsi madaraknál Q_{O_2} 100-nál is nagyobb lehet. Igen érdekes, hogy a madarak ezt a belterjes légzést szerveik, illetve szöveteik belső szellőztetésével, vagyis sok sejtjüknek közvetlen légzésével érik el.

A madarak légzésének belterjességét csakis a jó repülő rovarok érik el, de változó testhőmérsékletük miatt csupán akkor, ha a levegő, illetve testük hőmérséklete nagy. SWOLTZOFF adatai szerint (5) a *Geotrupes stercoralis* kifejlett példányai élősúlyuk minden 100 g-jára 0°C levegőhőmérséklet mellett napi 0.82 g, 48°C mellett 3.98 g O_2 -t fogyasztanak. A *Geotrupes stercoralis* eleven tömegének 18%-a protein, tehát Q_{O_2} -értéke 0° C hőmérsékletű levegőben kereken 1, 48° C hőmérsékletű levegőben kereken 5. BATTELLI és STERN rovarokra vonatkozó vizsgálatai (6) ismét mutatják, hogy a légzés belterjessége nagy mértékben fokozódik a hőmérséklet növekedésével, de a *Bombyx mori* és *Musca vomitoria* példája azt is megmutatja, hogy a lárvák és különösen a bábok légzése sokkal renyhébb, mint a képmásoké. A legerősebb légzéssel járó hőmérsékleten a *Melolontha vulgaris* képmásának Q_{O_2} -értéke 21-ig, a *Bombyx mori*-é 31-ig és a *Musca vomitoria*-é 65-ig emelkedik. Nyilvánvaló azonban, hogy sok rovar hosszú átalakulási ideje és képmásainak rövid élete, továbbá a környezet gyakori lehűlése miatt a Q_{O_2} -értékük évi átlaga aligha lehet tíznél nagyobb. A *Bombyx mori* esetében például BATTELLI és STERN

szerint óránként és az eleven tömeg 1 kg-jára számítva a normál cm^3 -ben mért O_2 -fogyasztás:

légző szervezet	20° C-on	30° C-on	40° C-on	átlag
Bombyx hernyója	680	840	1100	870
Bombyx bábja	130	260	360	250
Bombyx lepkéje	1400	2700	6200	3433

Az átlagokat az átalakulási szakasz napokban kifejezett időtartamával szorozzuk: $870 \times 38 = 33174$, $250 \times 15 = 3750$, $3433 \cdot 3 \times 10 = 34333$ és a szorzatok összegét az időtartamok összegével elosztjuk: $(33174 + 3750 + 34333) : (38 + 15 + 10) = 1131$. A talált átlag tehát $1131 \text{ cm}^3 \text{ O}_2/\text{kg}$ eleven-tömeg-óra, illetőleg $1 \cdot 131 \text{ cm}^3/\text{gh}$. Ha tehát átlag 18% száraz fehérjével számítunk az egész átalakulási folyamatra, akkor $Q_{\text{O}_2} = 1 \cdot 131 \cdot 100/18 = 6 \cdot 3$. Azonban a peték kikelésétől a lepkéknek a peterakás után néhány napra bekövetkező haláláig kereken $1/6$ esztendő telik el, az $5/6$ esztendeig pihenő peték oxigénfogyasztása elhanyagolható, tehát a Q_{O_2} évi átlagértéke $6 \cdot 3 : 6 = 1 \cdot 05$.

A *Musca vomitori*ára vonatkozó BATELLI- és STERN-féle adatok alapján nagyobb az évi átlag, mint a *Bombyx* esetében, különösen akkor, ha a képmások élettartamát többhónaposnak vesszük. Például öthónapos imago-élettartammal számítva a Q_{O_2} évi átlaga 19·4, 2·5 hónappal számítva csak 9·8. Azonban a rovarok között talán a legyek légzének a legbelterjesebben és a *Bombyx* közepes oxigénfogyasztása valószínűnek mutatja, hogy a rovarok Q_{O_2} -értékének évi átlaga nem eshetik messze az emberétől. Változó testhőmérsékletű állatoknál ez a nagy Q_{O_2} -átlag sok sejt, illetve szövet közvetlen légzésére mutat és igen érdekes, hogy itt a gázcsere mellett megkönnyítő kicsi termet mellett a trachearendszer a belső átszellőzöttséget is biztosítja. Tehát miként a madaraknál, úgy a rovaroknál is bizonyára szintén a szervek, sőt a szövetek közé férkőző levegő teszi lehetővé és mindkét esetben a repülés nagy izomteljesítménye követeli a Q_{O_2} csúcserékét. Egyébként a gerinctelen metazoák, sőt a változó hőmérsékletű gerincesek átlagos évi Q_{O_2} -értéke is bizonyára sokkal kisebb, mint az emberé. Az idevágó

kevés és részben már elég régi adat (7) meghatározására használt módszer ismeretlen és elbírálhatatlan; az előforduló feltűnően nagy értékek valószínűleg hibásak. Mennél kisebb termetű és mennél mozgékonyabb a változó testhőmérsékletű szervezet, annál nagyobb lehet a reája vonatkozó Q_{O_2} hányados. A protozoáknál a Q_{O_2} csúcserőteke 10-nél nagyobb, amint azt ISSEKUTZ BÉLA és ISSEKUTZ LIVIA a *Paramecium* példáján bebizonyították. (8)

Mennél egyszerűbb, ódonabb a szervezet alkata, annál kevésbé érzékeny a közegbeli O_2 résznyomásának rendesen kisebb értékei iránt. LESSER mérései igazolták, (9) hogy a *Rana esculenta* légzésének belterjessége, vagyis Q_{O_2} -értéke csak akkor kisebbedik hirtelenül, amikor a levegő oxigéntartalma 2·8 térfogat % alá száll. Még ellenállóbbak a közegbeli O_2 koncentrációjának csökkenésével szemben a talán már az Ordovicium idejében előforduló, tehát oxigénszegény levegőben fejlődött Blättidák. JOHN GILBERT DAVIS és WILLIAM KASHAW SLATER vizsgálatai (10) arra mutatnak, hogy a *Periplaneta* oxigénhiány esetében rövid ideig intramolekuláris légzésre is képes. Egyes férgekre BUNGE már régen bebizonyította, (11) hogy teljes oxigénhiány mellett, pusztán intramolekuláris légzéssel hosszú ideig megélhetnek. Ezek a megfigyelések a mellett szólnak, hogy az intramolekuláris légzés a protoplazma ősi készsége, amely annál inkább öröklődik, mennél ódonabb szabású a szervezet. PASTEUR felfedezése óta tudjuk, (12) hogy vannak szervezetek, amelyek reakciószerűen oxigénbőségben oxigént, szabad oxigén hiányában pedig intramolekulárisan lélegnek. A növények valószínűleg rövid ideig általában képesek az intramolekuláris légzésre, habár ebben a tekintetben az észleletek nem egyértelműek. Így például az a régi megfigyelés, hogy gyümölcsök oxigénmentes közegben folytatják a széndioxid kilégzését, (13) a bennük jelenlévő *Saccharomyces*- és *Torula*-fajok okozta szeszes erjedésnek is tulajdonítható. (14) Egyébként a növények oxigénfogyasztása tetemes és összhangzásban van azzal az általános alkati sajátjukkal, hogy igen nagy a felületük, tehát igen sok sejtjük közvetlenül a levegőből, sőt a fotoszintézis tartama alatt a kloroplasztokból szabaduló tiszta oxigénből lélegzik. A bioszféra Q_{O_2} -hányadosának évi átlagát mégis alig módosítják, mert a növények fotoszintézist

végző zöme több oxigént termel, mint fogyaszt, tehát az oxigentermelők sorában szerepel.

Az irodalomban általában elfogadott adatok szerint a növények élénken tenyésző részei légzésük révén naponként saját térfogatuk 5—10-szeresére rúgó CO_2 -mennyiséget termelnek (15) és természetesen fotoszintézisre ennél többet fel is használnak. Ha az ilyen növényi részek 1 g/cm³ sűrűség mellett az eleven tömegük 2·5%-ára rúgó proteinmennyiséget tartalmaznak és CO_2/O_2 hányadosuk átlagos értéke 0·8, akkor Q_{O_2} -hányadosuk az imént említett szélső CO_2 -termelés középértékével, $(5+10):2=7·5$ -tel számítva $Q_{O_2}=7·5 \cdot 100/24 \cdot 2·5 \cdot 0·8=15·6$. A megadott szélső értékekre tehát $Q_{O_2}=15·6 \pm 5·2$. Azonban a növények Q_{O_2} értékei kivételesen sokkal tágabb határok közt változhatnak. Például az árnyékkedvelő *Aspidistra* csak saját térfogatának felére rúgó CO_2 -mennyiséget termel naponként, míg *Arum*-felék spadixának napi CO_2 termelése a spadix térfogatának 30-szorosát is meghaladhatja, (16) tehát a megfelelő Q_{O_2} -értékük 1, illetve 62·4. Árnyékkedvelő növények napi CO_2 -termelése általában saját térfogatuk 2-szerese körül jár, (17) vagyis a megfelelő Q_{O_2} -hányados 4·2. Körülbelül ugyanennyinek adódik az árnyékkedvelő gombák termőtestének a Q_{O_2} -értéke, mert például DETMER szerint (18) 19·5° C mellett a *Cantharellus cibarius* 100 g-nyi eleven tömegére óránként 27 mg CO_2 -termelés esik, vagyis proteintartalmát az eleven tömeg 3·3%-ának és CO_2/O_2 -hányadosát 0·8-nek számítva $Q_{O_2}=27 \cdot 22 \cdot 4 \cdot 100/44 \cdot 100 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 0 \cdot 8=5 \cdot 2$; a *Cantharellus myceliumára* is vonatkozó, egész évi Q_{O_2} -átlag bizonyára sokkal kisebb. Viszont kivételes körülmények között a gombák (pl. *Saccharomyces*-félék) vagy baktériumok igen nagy Q_{O_2} -értékeket is elérhetnek, (19) de az ilyen szélsőséges légzési teljesítmény csak rövid ideig állhat fenn és az évi átlagot nem változtathatja meg lényegesen.

A közölt adatok mutatják, hogy az emberre vonatkozó átlagos Q_{O_2} -értéknél a madaraké feltétlenül tetemesen nagyobb. A változó testhőmérsékletű szervezetek közül leginkább az álló és folyóvizek planktonjának oxigénfogyasztó tagjai érdemelnek figyelmet, mert a vízben kevésbé változnak az anyagforgalmat módosító tényezők mint a szárazföldön, továbbá kicsi testük, a felületi víz bő oldott

oxigéntartalma és hullámmozgása a légzést elősegíti. Ciliata infusoriumra (20) és copepoda rákra (21) nézve a talált Q_{O_2} értékek 10 és 20 között járnak, de az évi átlag itt is bizonyára jóval kisebb a heves mozgással kapcsolatos csúcserővel. A nagyobb termetű, változó testhőmérsékletű metazoáknál általában kettőnél, sőt gyakran egynél is kisebb Q_{O_2} csúcserőértékek adódnak és az évi átlag meg a rovarok esetében is 10 alatt jár, noha ott a csúcserőértékek a madarakét elérhetik. Az oxigéntermelő növények belterjes légzése a Q_{O_2} szóbanforgó geokémiai, évi átlagát nem módosítja, tehát igen valószínű, hogy ez a keresett átlagérték 1 és 10 köze, sőt talán 1 és 5 közé esik.

Az emberiség nagy eleven tömege, közepes Q_{O_2} értéke és legjobban ismert volta alapján az oxigént fogyasztó eleven tömeg első becslésére éppen a 2 kínálkozik. Jelöljük az első becslés céljára az oxigént fogyasztó szervezetekben működő vízmentes protoplazma tömegét x -szel, a geokémiai, átlagos WARBURG hányadost Q_{O_2} -vel; ilyen jelölés mellett fennáll a

$$24 \cdot 365 \cdot 12 \cdot Q_{O_2} \cdot x / 22410 = 4 \cdot 37 \cdot 10^{10} \cdot t.$$

egyenlet, mert a WARBURG-hányados egy órára vonatkozik, mérőszáma (mm)³/mg, illetve m³/t dimensio mellett azonos és 1 m³ O₂-nek, illetve CO₂-nek 12/22410 t C felel meg. Ebből $x = 0 \cdot 932 \cdot 10^{10} \cdot t / Q_{O_2}$ és például $Q_{O_2} = 2$ értéket helyettesítve $x = 0 \cdot 466 \cdot 10^{10} \cdot t$. Eszerint 10%-os átlagos száraz proteintartalom mellett az oxigénfogyasztó szervezetek eleven tömege $4 \cdot 7 \cdot 10^{10} \cdot t$ lenne. Ha ugyanezeknek a szervezeteknek az átlagos széntartalma 7%, (22) akkor $7 \cdot 4 \cdot 7 \cdot 10^9 \cdot t = 3 \cdot 29 \cdot 10^9 \cdot t$ a bennük foglalt szén. NODDACK (23) szerint a bioszféra összes széntartalma $2 \cdot 7 \cdot 10^{11} \cdot t$, tehát az oxigéntermelő szervezeteké $(270 - 3 \cdot 3) 10^9 = 266 \cdot 7 \cdot 10^9 \cdot t$. Az utóbbiak átlagos széntartalma a növényi sejt falának jelentékeny tömeghányada következtében valószínűleg több mint az állatvilágot is felölelő oxigénfogyasztó szervezeteké, talán 10% ,ennél fogva az oxigéntermelő (fotoszintézist végző) szervezetek eleven tömege $2 \cdot 6 \cdot 10^{12} \cdot t$, vagyis $2 \cdot 6 \cdot 10^{12} / 4 \cdot 7 \cdot 10^{10} = 55, \dots$ -ször akkora volna, mint a fotoszintézisre képteleneké.

A Q_{O_2} szélső értékeinek helyettesítése a következő eleven tömegeket, illetve tömegarányokat eredményezi:

Q_0 átlag	oxigénfogyasztók eleven tömege Σ_1	oxigéntermelők eleventömege Σ_2	Σ_2/Σ_1
1	$9.3 \cdot 10^{10}$	$2.6 \cdot 10^{12}$	28
2	$4.7 \cdot 10^{10}$	$2.6 \cdot 10^{12}$	55,...
5	$1.9 \cdot 10^{10}$	$2.7 \cdot 10^{12}$	144
10	$0.93 \cdot 10^{10}$	$2.7 \cdot 10^{12}$	290

A számításnál használt átlagok egyelőre igen bizonytalan volta miatt a számszerű eredmények csak azt igazolhatják, hogy az oxigént fogyasztó eleven tömeg az oxigént termelő szervezetek eleven össztömegének legfeljebb néhány százaléka és 5%-ánál okvetlenül kevesebb, mégpedig annál kisebb, mennél nagyobb Q_0 -átlaggal számítunk.

Irodalom.

1. ROMWALTER: «Kapcsolatok a levegő és az élet történetében». Matematikai és Természettudományi Értesítő LX (1941) I. rész, 145—162, illetőleg részletesebben a József Nádor Műegyetem Bánya- és Kohómérnöki Osztályának Közleményei XII. (1940) 38—72.
2. NODDACK: «Der Kohlenstoff im Haushalt der Natur». Festvortrag der deutschen Chemiker in Frankfurt am Main am 7. VII. 1937. Angewandte Chemie 50. (1937) 505—510.
3. L. pl. AUGUST PÜTTER: Vergleichende Physiologie, Verlag G. Fischer, Jena, 1911, 162—171. oldal.
4. Zeitschrift für Biologie 70. (1920) 477—504.
5. Biochemische Zeitschrift 19. (1909) 497—508.
6. Biochemische Zeitschrift 56. (1913) 50—58.
7. PÜTTER l. c. 3. 159. oldalán.
8. ISSEKUTZ BÉLA és ISSEKUTZ LIVIA: «A paraméciumok anyagcseréje». Matematikai és Természettudományi Értesítő. LXI. (1942) I. rész. 315—316.
9. Biochemische Zeitschrift 65. (1914) 400—408.
10. Biochemical Journal 20. (1926) 1167—1172.
11. Zeitschrift für physiologische Chemie 14 (1889) 318—321.
12. Bulletin de la Société chimique de Paris, 1861. június 28, 79—80.
13. LÁSD LEVNIS: «Synopsis der Pflanzenkunde», 3. kiadás, 1883. II. kötet, 641. oldal, 254. §, 14—17. sor.
14. ROMWALTER és KIRÁLY: Archiv für Mikrobiologie 10. (1939) 87—91.
15. STRASBURGER: Lehrbuch der Botanik. IX. Aufl. 201. oldal.

16. L. c. 15. 201., illetve 205. o.
 17. AD. MAYER és GRIFFON: *Compte rendu CXXX.* (1900, I) 1389.
 18. *Das kleine pflanzenphysiologische Praktikum.* II. Aufl. 137 o.
 19. PÜTTER l. c. 3, 159. o.
 20. L. c. 8.
 21. L. c. 7.
 22. VERNADSKY: *La géochemie.* Felix Alcan, Paris, 1924, 281. o.
 23. L. c. 2.
 24. Diese Arbeit erscheint im XV. (diesjährigen) Mitteilungsbande der berg- und hüttenmännischen Abteilung der kön. ung. Palatin Josef Universität zu Sopron in deutscher Sprache.
-

(A. M. T. Akadémia III. osztályának 1943. május 17-én tartott üléséből.)

BEITRÄGE ZUR GEOCHEMIE DER ATMUNG.

Von A. ROMWALTER.

Zum Vergleich des Sauerstoffverbrauches verschiedener Lebewesen eignet sich im Sinne des WARBURG-schen Quotienten das stündlich je mg (bezw. g) wasserfreien Proteins entfallende, in normal (mm)³ (bezw. cm³) gemessene Sauerstoffvolum. Die durchschnittliche Masszahl dieser Grösse beträgt für den Menschen 2 und ist für verschiedene Lebewesen innerhalb sehr weiter Grenzen veränderlich. Es kommen nicht selten vielfach höhere Spitzenwerte vor, dagegen aber auch oft weit unter 1 liegende Durchschnittswerte. Es zeigt sich, dass die Zwei eine ziemlich wahrscheinliche Durchschnittsmasszahl für die Sauerstoff verbrauchenden Lebewesen vorstellt. Die Menschheit verbraucht das Dreifache des Atmungssauerstoffes zur Féuerung, aber trotz dieser Vervielfachung ihrer diesbezüglichen geochemischen Wirkung und trotz ihrer alle anderen Sauerstoff verbrauchenden Spezies weit übertreffenden lebendigen Masse beeinflusst sie das bewegliche Gleichgewicht des Sauerstoffumlaufes kaum. Die Masse aller Sauerstoff verbrauchenden Lebewesen zusammen beträgt kaum einige v. H. der gesamten sauerstofferzeugenden Pflanzenmasse. (24)

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 17. Mai 1943.)

VIZSGÁLATOK MAGYARORSZÁGI ANYAROZSFÉLESÉGEK ALKALOIDÁIRÓL.*

BÉKÉSY MIKLÓS-tól.

Az elmúlt néhány esztendő igen kedvezett az anyarozs elszaporodásának. A gyógynövénynagykereskedők számos helyről vásárolták össze az anyarozsot és több millió pengő értékben szállították külföldre. Intézetünk a kivitel érdekében nagyszámú analízist végzett, de nemcsak ezen analízisekből, hanem a saját magunk által begyűjtött mintákból is áttekintést kaptunk az országban előforduló különböző minőségű anyarozsról. Ezen vizsgálatok a gyakorlati vonatkozásokban nemcsak a kivitelt, hanem a gyógyászatot is érintik, mert főleg Erdélyből származó számos mintában teljesen hatástalan anyarozsot találtunk. A gyógyszerész a IV. magyar gyógyszerkönyv szerint nem végez hatóanyagtartalom-meghatározást és így előfordulhat az, hogy a betegek részére alkaloidamentes anyarozsból hatás nélküli készítményeket állítanak elő, illetve adnak el gyógyszerként. A gyógyszerészet szempontjából tehát különösen fontos, hogy addig, amíg a magyar gyógyszerkönyv nem kötelezi a gyógyszerészt hatóanyag meghatározására, ismerjük meg az anyarozsban előforduló hatóanyag-tartalom-ingadozásokat és azokat a vidékeket, ahol a többnyire értéktelen anyarozs fordul elő.

Az anyarozs-alkaloidák meghatározása.

Az anyarozs alkaloidtartalmának meghatározását leginkább a német gyógyszerkönyv (DAB. VI.) szerint végzik. Újabban a kolorimetrikus eljárást részesítik előnyben, melyről számos közlemény

* M. Kir. Gyógynövénykísérleti Intézet, Budapest, közleménye.

jelent meg^{1 10}, és ezt az 1932. évi angol gyógyszerkönyv, továbbá ennek 1936-os Addenduma is felvette.

Az anyarozsban lévő alkaloidák analysise a következő négy részre osztható: 1. Az anyarozs porítása és zsírtalanítása; 2. az aetheres kivonat elkészítése; 3. az alkaloidák kirázása híg savval; 4. az elválasztott alkaloidák méréssel való meghatározása.

A kolorimetrikus módszer.

A kolorimetrikus meghatározás 1 g-nál kisebb mennyiségekkel is végezhető, mégis megfelelő átlag elnyerése céljából 15—20 g-ot porítunk. Majd ebből 10 g-ot kis perkolátorban 100 ccm petrol-aetherrel zsírtalanítunk. A zsírtalanítás következtében előálló súlyvesztésedet megmérjük, mert erre az adatra az analysis kiszámításához szükségünk van.

Ezután következik az aetheres kirázás, amelyhez a zsírtalanított porból 0.6 g-ot használunk. Ezt kis üvegmozsárban kékhegynyi (0.03 g) *MgO*-dal jól összekeverjük, majd 0.3 ccm dest. víz hozzáadása után gondosan összedörzsöljük. Hogy pedig a sejteket még jobban feltárjuk és hogy az anyag ne álljon össze, kevés tengeri homokkal újból összedörzsöljük, majd az egészet 30 ccm-es centrifugacsőbe visszük át és 15 ccm aether hozzáadása után a rázógéppen legalább 3 óra hosszat rázzuk. Az aetheres szűrletet az

¹ H. W. VAN URK: Pharm. Weekbl. 66, 473, 1929.

² M. I. SMITH: U. S. Public Health Reports, 1466, 1930.

³ E. LOZINSKI, G. W. HOLDEN és G. R. DRIVER: Quart. J. Pharm. 6, 395, 1933.

⁴ N. L. ALLPORT és T. T. COCKING: Quart. J. Pharm. 5, 341, 1932.

⁵ C. H. HAMPSHIRE és C. R. PAGE: Quart. J. Pharm. 9, 60, 1936.

⁶ N. L. ALLPORT és G. V. PORTER: Quart. J. Pharm. 11, 96—109, 1938.

⁷ S. AAGE SCHOU és I. BENNEKOU: Dansk Tidsskr. Farmac. 12, 257—267, 1938.

⁸ S. AAGE SCHOU és M. TONNESEN: Dansk Tidsskr. Farmac. 12, 268—271, 272—278, 279—285, 1938.

⁹ F. SCLEMMER, P. H. A. WIRTH és PETERS: Arch. Pharm. Ber. d. Deutsch. pharmaz. Ges. 274, 16—40, 1936.

¹⁰ SCHULEK E. és VASTAGH G.: Magyar Gyógyszerész tud. Társ. Ért. 15, 322—325, 1939. stb.

anyarozstól, mint az többnyire szokásos, nem szűrőssel választottuk el, hanem centrifugálással, amit ugyanabban a csőben végeztünk, mint amelyikben a kirázást. A tiszta aetheres kivonatból 10 ccm-t (=0.4 g anyarozs) csapos pipettával szívunk le és ezt kis toldalékkal ellátott centrifugacsőbe visszük. Ha így dolgozunk, főleg az anyarozshoz tragacanthát és vizet vagy más derítőszert hozzáadni, mert az oldat többnyire teljesen tiszta.

A centrifugacsövek a rázótücsért helyettesítik. A kirázást 1%-os borkósavval végezzük és pedig 3×2.5 ccm-rel és 1×2 ccm-rel. A borkósavas oldat leszívásakor ugyancsak csapos pipettával dolgozunk és az oldatot közvetlenül 10 ccm-es mérőlombikban gyűjtjük össze, hogy azt közvetlenül a kolorimetrikus meghatározáshoz felhasználhassuk. Méréseink ugyanis azt mutatták, hogy a borkósavas oldatból az aether elűzése és a borkósavas oldat szűrése nem szükséges, sőt ellenkezőleg, ez a művelet kisebb veszteségeket vonhat maga után. A kolorimetrikus vizsgálatokhoz ajánlott többféle reagens közül a p-dimethylaminobenzaldehyd vált be leginkább és ma általánosan ezt használják. Vizsgálatainkkor SCHLEMMER és munkatársai⁹ előírásai szerint dolgoztunk. Saját kísérleteinkhez a hitelesítési görbét átszámítottuk úgy, hogy a zsírtalanított anyarozs alkaloidtartalmát közvetlenül leolvashassuk.

A német gyógyszerkönyv előírásának módosításáról.

Ezekben a vizsgálatokban is figyelembe vettük a WESSEL¹¹ által ajánlott módosításokat. Tehát zsírtalanított anyarozst használtunk fel, az alkaloidák kicsapását ammoniával végeztük, az alkaloidákat pedig a legtöbb esetben nem titrálással, hanem gravimetrikan határoztuk meg. 100 g anyarozst petrolaetherrel zsírtalanítunk, majd megszáritjuk és 4 g MgO-dal alaposan átkeverjük, utána 40 ccm vízzel átmedvesítjük és jól átgyurjuk. Az egészet 1 liter ürtartalmú üvegedénybe visszük át, majd 400 ccm aether hozzáadása után az edényeket rázógépen legalább 3—4 órán át rázzuk. Az aether celszerű ezekben a vizsgálatokban is csak másnap leszűrni, mert így víz és tragacantha hozzáadása

¹¹ WESSEL, F.: Pharmaz. Ztg. 1928. No. 22.

nélkül is, nyomószűrővel, teljesen tisztán szűrhetjük az oldatot. Tovább deríteni csak nagyon ritkán kell.

A sósavas kirázást a német gyógyszerkönyv szerint végeztük. A kirázáskor létesülő kellemetlen emulsiók, melyek többnyire hosszú állás után sem oszlanak el, nemcsak hogy a vizsgálatot hátráltatják, de az eredményeket is meghamisítják, mert az emulsió többnyire alkaloidokat tart vissza. Ezért célszerű az emulsiós réteget a vizes oldattal leereszteni.

A sósavas oldatból az aethert vízfürdőn kiűzzük, amely melegítés közben kitisztul, majd az aether eltávozása után kissé megzavarosodik. Ez a megzavarosodás lehülés közben, jóminőségű anyarozsnál, erősen fokozódik. Méréseink azt mutatták, hogy a lehülés közben előálló zavarosodás túlnyomórészt a kiváló alkaloidáktól ered. Ha ugyanis az oldatot forrón, asbeston leszűrjük, azután az asbestet forró 2×5 ccm 1%-os sósavval kimossuk, akkor az asbest gyakorlatilag alkaloidákat nem tart vissza. Ha ellenben a leszűrt oldatot kihűlni hagyjuk és a kihülés közben előálló zavaros oldatot leszűrjük, akkor az asbestben 2×5 ccm híg savval való kimosás után is tetemes mennyiségű alkaloida mutatható ki. A visszatartott alkaloidamennyiségeket kolorimetrikusan könnyen megmérhetjük.

Teljesen azonosan viselkedik a tiszta kristályos ergotoxin. Ha ergotoxint aetherben oldunk és 1%-os sósavval kirázzuk, akkor a vizes oldat nemcsak hogy zavaros lesz, hanem pelyhes csapadék is úszik benne és ez a csapadék az ergotoxinchlorhydrat. Az aether kiűzésekor a melegítés a csapadékot feloldja, de kihülés után az oldat újból zavaros lesz. Az ergotoxin viselkedése megváltozik, ha egyidejűleg ergotinint vagy ergotamint is oldunk az aetherben. Ez esetben a sósavas oldat teljesen tiszta, mert a jelenlevő ergotin, illetve ergotaminchlorhydrat nem engedi az ergotoxinchlorhydratot kiválni. Más alkaloidák viselkedését, sajnos, nem tudtuk megvizsgálni, mert azokból csak igen kis mennyiségek álltak rendelkezésünkre. Valószínű, hogy az anyarozsból kivont nyers alkaloidák közül csak némelyék válnak ki a híg sósavas oldatban, de közrejátszthat az a körülmény is, hogy ezek oldhatóságát az extractióval kivont egyéb anyagok szabályozzák.

Hogy az anyarozs analysisekor milyen hibák erednek abból,

hogy a sósavas oldatot az aether elűzése után, hidegen vagy melegen szűrjük, azt az alábbi 1. sz. táblázat mutatja.

1. sz. táblázat.

Mintaszám	Sósavas oldat	
	hidegen szűrve 100 g anyarozsra	melegen szűrve vonatkoztatva g
1.	0.0226	0.0236
2.	0.0270	0.0246
3.	0.0550	0.0610
4.	0.1105	0.1076
5.	0.0804	0.1072
6.	0.0732	0.1238
7.	0.0860	0.1274
8.	0.1005	0.1308
9.	0.0960	0.1402
10.	0.0910	0.1420
11.	0.1100	0.1480

A mérések szerint a jóminőségű anyarozsban az eltérés igen számottevő, a különbözet nagysága az összes alkaloidtartalomtól és az anyarozsban jelenlevő egyes alkaloidák mineműségétől függ.

A fentiek szerint tehát helyes, ha az aether kiűzése után forrón szűrjük a sósavas oldatot. A szűrőt szárazra szívás után meleg, 1%-os sósavval kimossuk. Így visszatartjuk azokat az anyagokat, amelyek a továbbiakban akadályozzák az alkaloidák pelyhes ki-esapódását.

Az alkaloidákat ammoniával csapjuk ki. Célszerű az alkaloidákat még melegen kicsapni, mert így jól és könnyen szűrhető csapadékot kapunk.

A párhuzamos vizsgálatoknál jól egyező eredményeket kaptunk akkor, ha a csapadék kimosása után az alkaloidákat nem titrá-lással, hanem súlyállandóig való szárítás útján, méréssel határoztuk meg.

A két módszer szerint végzett analýsisek eredményeinek összehasonlítása.

A 2. sz. táblázatban a 6. és 9. folyószám alatt néhány anyarozsminta analýsisének az eredményét foglaltuk össze. Ezeket az

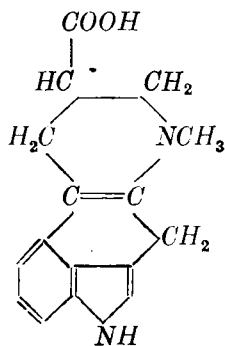
2. táblázat.

Folyószám	Meghatározás módja	M i n t a s z á m a											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
1	Az aetheres kivonat az előírt kirázás után még 2×20 ccm hig HCl-lel kirázva	klorimetrikus	0·0003	0·0002	0·0002	0·0006	0·0013	0·0008	0·0003	0·0002	0·0006	0·0005	0·0024
2	Forró asbest-szűrésnél az asbest visszatart	klorimetrikus	0·0001	0·0001	0·0002	0·0004	0·0003	0·0004	0·0004	0·0002	0·0002	0·0003	0·0006
3	A kicsapott alkaloidák leszűrése után oldatban marad	klorimetrikus	0·0153	0·0156	0·0226	0·0262	0·0314	0·0288	0·0334	0·0352	0·0312	0·0304	0·0270
4	Az alkaloidák kimosása után mosóvízbe átment	klorimetrikus	0·0014	0·0014	0·0025	0·0024	0·0020	0·0031	0·0060	0·0050	0·0044	0·0039	0·0033
5	Összes veszteség :		0·0171	0·0173	0·0255	0·0296	0·0350	0·0331	0·0401	0·0406	0·0364	0·0351	0·0333
6	Leszűrt alkaloida	gravimetrikus	0·0236	0·0246	0·0610	0·1076	0·1072	0·1238	0·1274	0·1308	0·1402	0·1420	0·1480
7	Összesen :		0·0407	0·0419	0·0865	0·1372	0·1422	0·1569	0·1675	0·1714	0·1766	0·1771	0·1813
8	Német gyógyszerkönyv szerint készült aetheres kivonatban	klorimetrikus	0·0360	0·0420	0·0880	0·1360	0·1440	0·1560	0·1680	0·1660	0·1660	0·1800	0·1840
9	Kis mennyiségekkel végzett közvetlen meghatározás	klorimetrikus	0·0830	0·0785	0·1110	0·1550	0·1825	0·1960	0·1970	0·1830	0·1840	0·2020	0·1994

analysiseket kolorimetrikusan és a német gyógyszerkönyv szerint végeztük el.

A kolorimetrikus eljárással jóval nagyobb értékeket kaptunk, mint a német gyógyszerkönyv eljárásával, ezeket az értékeket azonban egymással átszámítani nem lehet, mert arányos összefüggés nincsen köztük. A magyar anyarozsban az eddigi vizsgálatok szerint a vízben oldható alkaloidák az összes alkaloidáknak legfeljebb 5—10%-át teszik ki, tehát a két módszer közti nagy eltérés nem magyarázható meg egyedül a vízben oldható alkaloidák jelenlétével. A vízben oldható alkaloidák extinciója, a kisebb molekulásúly folytán, jóval nagyobb, mint a többi, vízben nem oldható alkaloidáé, de az ebből eredő különbség sem elegendő ahhoz, hogy a két mérés közötti eltérést meg tudnók indokolni. Éppen ezért részletes vizsgálatokat végeztünk, hogy a két módszer közötti eltérés okát megtaláljuk.

Maga a reagens a használat módja szerint meglehetősen specifikus. A reakciót az anyarozs alkaloidáinak közös építőköve, a lyserginsav adja, még pedig annak indol része.



Magát a reagenst is indol és indolszármazékok kimutatására használják. Az irodalomban található adatok szerint^{12 13} a p-dimethylaminobenzaldehidet más vegyületek kimutatására is alkalmazzák. Az anyarozsban e vegyületek közül primár és

¹² MERR's Reagenzien-Verzeichnis, 1939.

¹³ F. FRIEL: Qualitative Analyse mit Hilfe von Tüpfelreaktionen, 1938.

szekundár, aliphás és arómás aminok, illetve aminosavak játszhatnak szerepet, melyek condensatio által színes SCHIFF-féle bázisokat létesítenek. Ezért néhány, rendelkezésünkre álló aminosavval, illetve aminnal, vizsgálatot végeztünk, ugyanolyan kísérleti körülmények között, mint ahogyan a kolorimetrikus meghatározásnál. Az alábbi megvizsgált

glykokoll	arginin	hydroxylamin
betain	asparaginsav	trimethylamin
alanin	glutaminsav	tyramin
leucin	tyrosin	hystamin
cystin	histidin	
cystein	prolin	
	tryptophan	

aminosavak, illetve aminok közül a cystein csak igen csekély sárgulást mutatott, a tryptophan erősebb reactiót adott, míg a többivel színreactio nem keletkezett. A tryptophan, mint indol-származék, először sárga, majd olivazöld, végül barnászöld színreactiót mutatott. A tryptophan az anyarozsban minden bizonnyal jelen van, mégis az alkaloidák extractiójánál csak csekély rész juthat át a sósavas oldatba, mert a tryptophan aetherben oldhatatlan.

A két módszer között meglehetősen tetemes különbséget találunk akkor, ha a két módszer szerint elkészített aetheres extractumot vizsgáljuk meg. Azáltal, hogy a kolorimetrikus vizsgálatban csak kis mennyiségekkel dolgozunk, (0.6 g) és az anyarozsot homokkal eldörzsölve a sejteket feltárjuk, az extractio sokkal tökéletesebb, mint a német gyógyszerkönyv szerint végzett bekeveréssel, ahol nagy mennyiségekkel lehetetlen az anyagot olyan jól átdolgozni. Méréseinket a 2. sz. táblázat mutatja a 8. és 9. folyószám alatt.

A mérések szerint akkor, ha csekély az alkaloidtartalom, az eltérés igen nagy lehet, mint az 1. és a 2. sz. mintákban, ahol kizárólag a tökéletesebb feltárás folytán kb. kétszer annyi alkaloida ment át az aetheres oldatba. Jobb minőségű anyarozsban azonban kisebb az eltérés és pedig 10—20% között mozog.

További veszteséget találunk, ha a német gyógyszerkönyv szerint az alkaloidákat kicsapjuk, mert a kicsapás nem meg-

quantitative végbe. Erre nézve egyes kristályos alkaloidákkal* kísérleteket végeztünk, melyek eredményét a 3. sz. táblázat mutatja.

3. sz. táblázat.

	Ergotoxin	Ergotinin	Ergotamin	Ergotaminin
Bemérve	0.0317	0.0306	0.0203	0.0173
Visszanyerve	0.0242	0.0300	0.0139	0.0122
Oldatban maradt	0.0075	0.0006	0.0064	0.0051

A mérések szerint az ergotinin az egyedüli, mely a megvizsgált négy alkaloida közül csaknem quantitative visszanyerhető, míg a többi alkaloidából eléggé nagy mennyiség maradt oldatban. Ha tiszta ergotoxint vagy ergotamint vízzel eldörzsölünk, a leszűrt tiszta vizes oldatban alkaloidtartalom kolorimetrikusan nem mutatható ki. Az alkaloidák tehát nem oldódnak vízben. Mindamellett a savanyú oldatból kicsapott alkaloidák egy része látszólag nem válik ki, hanem valószínűleg csak makromolekulákka tömörül, amelyek a szűrőtégelyen át jutnak a vizes oldatba, de szabadszemmel kicsinységük folytán még látható kolloidális zavarosodást sem okoznak. A tökéletlen kiválás az oka annak, hogy párhuzamos mérésekkel az eredmények csak a harmadik tizedesig voltak reprodukálhatók.

Ha egyszerre két alkaloidát oldunk fel és csapunk ki, akkor az ergotinin az ergotoxin kiválását elősegíti; míg ha ergotoxint és ergotamint, vagy ergotamint és ergotaminint oldunk együtt, az oldatban annyi alkaloida marad, mintha csak egy alkaloida lenne jelen. Lásd a 4. sz. táblázat.

4. sz. táblázat.

Bemérve g ...	ergotoxin 0.0210	ergotoxin 0.0209	ergotamin	0.0170
	ergotinin 0.0207	ergotamin 0.0204	ergotaminin	0.0140
Összesen g	0.0417	0.0413		0.0310
Visszanyerve g	0.0381	0.0338		0.0261
Oldatban maradt g ...	0.0036	0.0075		0.0049

* Őszinte köszönettel tartozom a Chinoin Rt. gyógyszer- és vegyészeti termékek gyárának, hogy a kristályos alkaloidákat rendelkezésemre bocsátotta.

Ezen méréseket, sajnos, csak egyes nagyobb mennyiségekben rendelkezésünkre álló alkaloidákkal végezhetjük. Az eredményekből azonban arra következtethetünk, hogy a német gyógyszerkönyv szerinti eljárás eltérő mérési eredményre vezet a szerint, hogy milyen egyes, vízben nem oldható alkaloidák vannak jelen az anyarozsban.

Teljesen azonos eredményeket kapunk akkor, ha különböző anyarozs-minták analysisekor az alkaloidák kicsapása után a szűrletben maradt alkaloida-mennyiségeket hasonlítjuk össze. Méréseink eredményét a 2. sz. táblázat a 3. és a 4. folyószám alatt mutatja. A vizsgálatokban a szűrletbe jutott alkaloidákat kolorimetrikusan határoztuk meg. A táblázatban külön tüntettük fel a kicsapott alkaloidákról leszűrt, eredeti oldatban lévő és külön az alkaloidák kimosásához használt mosóvízben lévő alkaloidatartalmat.

Az anyarozs vizsgálatakor az oldatban maradt alkaloidák mennyisége jóval nagyobb, mint az egyes tiszta alkaloidáknál végzett mérésekben. Ez avval magyarázható, hogy vízben oldható alkaloidák vannak jelen, de valószínű, hogy eltérő viselkedésüket meg nem vizsgálta, vízben nem oldható alkaloidák is okozzák. Lehetőséges az is, hogy egyéb vizes oldatba átjutott idegen anyag gátolja az alkaloidák kiválását, indukált oldódás is szerepet játszhat.

Az előzőekben foglalt méréseknek ellenőrzése végett, hasonlítsuk össze az anyarozsban a német gyógyszerkönyv szerint elkészített aetheres kivonatból kolorimetrikusan meghatározott alkaloidamennyiségeit (2. sz. táblázat 8. folyószám) a német gyógyszerkönyv szerint megállapított alkaloidatartalommal, amelyhez az analysis különböző fázisaiban létesülő veszteségeket hozzáadtuk (2. sz. táblázat 7. folyószám). 7. folyószám alatti mérésekhez hozzáadtuk azokat az aránylag kis alkaloidavesztességeket, amelyek a tökéletlen kizárás miatt létesültek és amelyeket az asbest a forrón szűrt oldatból visszatartott (2. sz. táblázat 1. és 2. folyószám).

Bár a mérések szervesetlen analitikusnak pontatlannak látszanak, mégis az anyarozs analysiseiben a legnagyobb gondossággal, egyenletes munkamenettel és analitikai gyakorlattal sem érhetők el jobban egyező eredmények. Számos apró mozzanat az analysis-

ben észrevehető eltérést okoz, így párhuzamos vizsgálatokban megtörténik, hogy az egyikben kellemetlen emulsio létesül, míg a másik párhuzamban az emulsio könnyen kezelhető. Különbségek keletkeznek abból, hogy a daráló több mint a darálása után átmelegszik, de maga az anyarozs is másképpen viselkedik, ha frissen gyűjtés után vizsgáljuk, avagy egy-két hónapi tárolás után. Ezeknek és számos más, részleteiben át nem látható körülménynek lehet az oka az, hogy az egyes mérések között kisebb eltéréseket kapunk.

Fentiek alapján a német gyógyszerkönyv még a módosításokkal sem adja eléggé vissza a vízben nem oldható alkaloidák mennyiségét, míg a kolorimetrikus eljárás az összes alkaloidtartalmat jól megközelíti.

A különböző minőségű anyarozsok előfordulása.

Az eddigi egy szem anyarozsra vonatkozó vizsgálataink szerint, amelyeket Felső-Magyarország, Kőrös, Zala és Komárom vidékéről származó anyarozsszal végeztünk,¹⁴ az egyes szemek alkaloidtartalmának eloszlási görbéje 2 maximumot mutatott. Az egyik maximum megfelelt a csekély, illetve alkaloidamentes anyarozsszemeknek, míg a másik igen magas alkaloidtartalommal bíró sclerociumoknak. Ezen méréseket kiegészítettük a spanyol, illetve a portugál* anyarozs egyes szemeinek vizsgálatával. Ezen analysisek eredményét a 3., illetve a 4. sz. ábra mutatja, ahol az abscissa az egyes sclerociumokba foglalt alkaloidtartalmat, míg az ordinata a különböző alkaloida-tartalmú anyarozsszemek gyakoriságát ábrázolja. Szembetűnő, hogy ezen országokból származó anyarozs eloszlási görbéje csak egy maximumot mutat. Valószínűleg azért, mert Spanyolországban, illetve Portugáliában csak egyféle jómínőségű anyarozs szaporodott el, míg Magyarországon két

¹⁴ Mathematikai és Természettudományi Értesítő LVIII. 722—730, 1939.

* Őszinte köszönettel tartozom STOLL A. professzor úrnak Baselben, aki néhány spanyol és portugál anyarozsmintát rendelkezésemre bocsátott, továbbá dr. BÉTECH PÉTER és Fiai Pantodrog Gyógynövény-nagykereskedésnek, amely cég nagyobb spanyol anyarozsmintával támogatta kísérleteinket.

külön fajtának nevezhető féleség terem. Ezek közül az egyik féleség magas alkaloidtartalmú, míg a másik alkaloidákban szegény. Ez a körülmény megmagyarázza azt, hogy a spanyol anyarozs mindig magasabb alkaloidtartalmú, mint a magyar.

A magyar anyarozs egyszem elemzésének értékeihez hasonló eredményre jutunk akkor, ha a rozsföldekről, illetve a tábla széléről egyes jól elkülönített fertőzési gócot külön-külön vizsgálunk meg. Ilyen méréseket mutat az alábbi táblázat, amelyben szereplő anyarozsot Nagykanizsa környékén és Balassagyarmat mellett nagyobb rozsföld széléről magunk gyűjtöttünk be.

5. sz. táblázat.

Származási hely	Egyes fertőzési gócot alkaloidtartalma							
Nagykanizsa ..	0.03	0.05	0.05	0.10	0.22	0.28	0.32	0.42
Balassagyarmat.	0.04	0.04	0.10	0.11	0.11	0.29	0.31	—

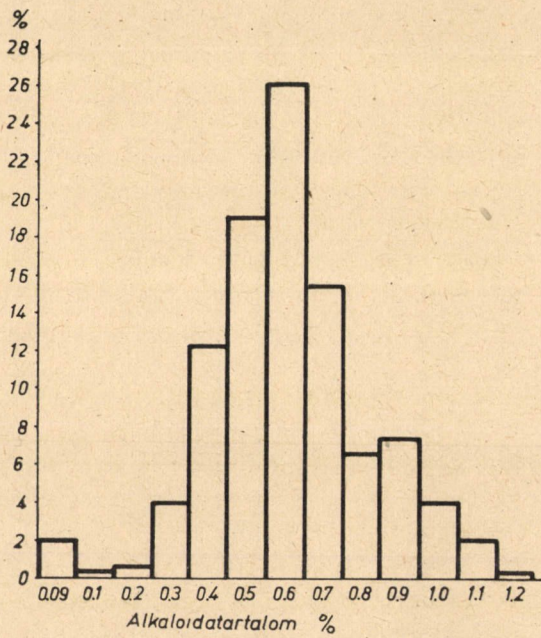
Ez esetben az eltérések nem mutatnak oly nagy ingadozást, mint az egyszem elemzési adatai, mert a külső körülmények kissé szabályozzák a fertőzési gócot átlagos alkaloidtartalmát. A vidék hatása az alkaloidtartalomra csekély, amit természetési kísérletekkel igazolhatunk. Ez esetben a fertőzéshez szükséges anyagot ivartalan úton szaporítjuk. Ugyanazon törzs alkaloidtartalma különböző vidékeken alig mutatott eltérést, mint ahogyan a 6. sz. táblázat mutatja.

6. sz. táblázat.

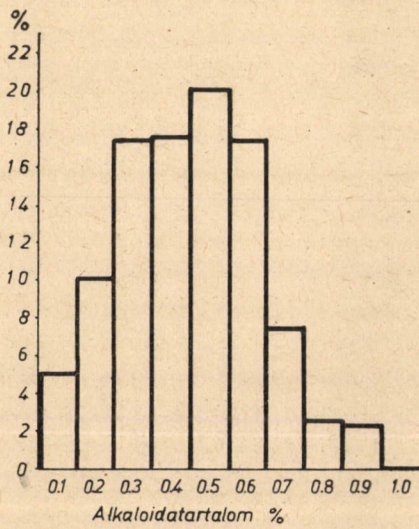
termesztési hely	rozsféleség	alkaloidtartalom
Budapest	Fleischmann	0.15
Hatvan	Hatvani 76.	0.14
Nagykanizsa	Fleischmann	0.16

Megjegyzendő azonban, hogy az anyarozsnak két fajta szerinti elkülönülése csak az összes alkaloidtartalomban nyilvánul meg. Valószínű, hogy nemcsak két, hanem több fajta is előfordul, sőt olyan anyarozs is akad, amelyben főleg az ergotamin-csoporthoz tartozó alkaloidák vannak, de olyan is, amelyben az ergotoxin-csoport alkotja a főalkaloidákat.

A következőkben egyrészt magunk gyűjtötte, másrészt a



1. ábra.



2. ábra.

kereskedelem által Intézetünknek beküldött anyarozsmintáknak elemzését foglaljuk össze. Ezeket a mintákat részben kolorimetri- kusan, részben a német gyógyszerkönyv szerint vizsgáltuk meg. A kereskedelem kívánalmai szerint eddig ragaszkodnunk kellett a német gyógyszerkönyv előírásához és a szükséges módosításokat mellőztük, hogy az egyes vizsgálatok más országokban is azonos eredményeket adjanak. Ez az oka annak, hogy a táblázatban a német gyógyszerkönyv szerint végzett elemzésekben nem találunk 0.13%-nál magasabb alkaloidtartalmat. Mindamellett az ebből eredő hiba a táblázat áttekinthetőségét nem zavarja, bár nem enged részletekbe menő következtetéseket levonni.

Ha a táblázatot áttekintjük, akkor főleg a kolorimetrikus vizsgálatok adataiban mutatkoznak nagy eltérések azért, mert a módszer érzékenyebb és mert ezek a minták több kisebb tételből származnak. Az egyes megyékből származó anyarozs alkaloidtartalmának az összehasonlításakor kitűnik, hogy a legjobb minőségű anyarozsot Pest-Pilis-Solt-Kiskun, Győr, Komárom, Zala és Vas megyéből szállították. Erről a vidékről kapott számos minta között csak elvétve találunk gyenge minőségű anyarozsot. A többi dunántúli, alföldi és kisalföldi megyében is jóminőségű anyarozs terem, de az adatok kisebb száma miatt ezeknek az anyarozsoknak minősége nem tekinthető át eléggé. Alkaloidtartalomban nagy ingadozásokat mutat a Szabolcs vármegyéből származó anyarozs, amely között több jóminőségű, de egészen silány minta is akadt. Kifejezetten rossz minőségű a felvidéki és az erdélyi anyarozs. Sajnos, számos innen kapott minta származási helyét nem lehetett közelebbről megállapítani, ezért ezeket az adatokat Felvidék és Erdély rovat alatt foglaltuk össze. Ha ezen adatokat Bereg, Bihar, Csik és Kolozs vármegyék adataival összevonjuk, akkor a felvidéki és az erdélyi anyarozs minősége kifejezetten eltér az ország többi részéből származó anyarozsétól. A minták között sok olyan is akadt, amelyekben alkaloidtartalom nem is volt kimutatható. Ha az évi átlagokat összehasonlítjuk, akkor a kolorimetrikus vizsgálatok szerint az 1939. évben gyengébb minőségű anyarozs termett, mint a következő években. Pest-Pilis-Solt-Kiskun, Zala, Veszprém, Győr és Komárom megyékben a német gyógyszerkönyv szerint vizsgálva, az 1942. év gyengébb minőségű, mint az 1941.-

7. táblázat.

Vármegyék szerint csoportosított származás	Klorometrikus vizsgálat szerint						DAB. VI. szerint					
	átlagos alkaloidtartalom a megvizsgált mintákban											
	Minta db	1939. évben	Minta db	1940. évben	Minta db	1941. évben	Minta db	1942. évben	Minta db	1941. évben	Minta db	1942. évben
Abaúj-Torna	—	—	11	0·18	—	—	—	—	—	—	—	—
Bács-Bodrog	—	—	—	—	1	0·16	—	—	—	—	—	—
Baranya	—	—	1	0·18	1	0·18	—	—	—	—	—	—
Bereg	2	0·06	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Bihar	—	—	1	0·06	3	0·03	—	—	—	1	0·03	—
Borsod	—	—	6	0·21	2	0·18	—	—	—	—	—	—
Csik	—	—	1	0·07	1	0·14	—	—	—	—	—	—
Csongrád	—	—	3	0·23	—	—	—	—	—	3	0·077	—
Győr	1	0·18	2	0·20	—	—	—	—	6	0·104	10	0·079
Hajdú	—	—	—	—	—	—	—	—	2	0·073	—	—
Heves	—	—	—	—	—	—	—	—	1	0·086	—	—
Kolozs	—	—	2	0·05	—	—	1	0·06	—	—	—	—
Komárom	1	0·14	—	—	8	0·19	2	0·21	—	—	4	0·089
Máramaros	7	0·06	2	0·09	1	0·08	—	—	—	—	—	—
Moson	—	—	—	—	—	—	—	—	1	0·086	1	0·092
Nógrád	—	—	—	—	—	—	—	—	1	0·088	2	0·090
Pest-Pilis-Sólt-Kiskun	32	0·16	21	0·20	2	0·19	9	0·20	9	0·101	17	0·092
Pozsony	—	—	—	—	1	0·18	—	—	3	0·093	—	—
Somogy	—	—	—	—	3	0·16	—	—	2	0·083	—	—
Sopron	—	—	—	—	2	0·19	1	0·20	2	0·079	—	—
Szabolcs	3	0·10	11	0·10	1	0·06	—	—	7	0·073	3	0·051
Tolna	—	—	—	—	5	0·22	—	—	2	0·124	1	0·070
Vas	3	0·14	8	0·20	1	0·18	8	0·17	30	0·090	6	0·084
Veszprém	3	0·17	5	0·19	4	0·17	3	0·18	11	0·106	10	0·088
Zala	15	0·12	18	0·18	14	0·20	11	0·18	7	0·103	6	0·086
Zemplén	—	—	1	0·13	—	—	—	—	—	—	—	—
Felvidék és Erdély...	—	—	—	—	8	0·09	—	—	38	0·034	6	0·024

év. Lehetséges, hogy ezt az időjárás okozta, de kétségtelen az is, hogy a megmaradt 1941-es évi árut az 1942. évi áruhoz keverték. Ezt részben igazolja az, hogy az anyarozsidény elején, amikor egyébként a legjobb áru szokott befutni, az 1942. évben az áru gyengébb volt, mint a későbbi október és november hónapban.

A fentieket összefoglalva látjuk, hogy a Felvidék, Erdély és talán Szaboles megyében könnyen juthat a gyógyszerárakba teljesen értéktelen anyarozs, mert a IV. magyar gyógyszerkönyv nem vetett számot azzal a lehetőséggel, hogy az anyarozsnak különféle fajtái vannak.

Dolgozatom a *Széchenyi Tudományos Társaság* támogatásával készült, miért is ezúton hálás köszönetemet fejezem ki.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1943. május 17-én tartott ülésén
bemutatta DOBY GÉZA l. t.)

UNTERSUCHUNGEN ÜBER DIE ALKALOIDE DES UNGARISCHEN MUTTERKORNES.

Von NIKOLAUS v. BÉKÉSY.

Die Bestimmung der Mutterkornalkaloide nach dem Deutschen Arzneibuch VI. wurde mit der kolorimetrischen Methode verglichen. Bei der Methode nach dem deutschen Arzneibuch treten bedeutsame Verluste auf, die dadurch entstehen, dass die Löslichkeit der salzsauren Salze der Mutterkornalkaloide sehr gering ist. Wird der salzsaure Auszug kalt filtriert so bleiben vom Auszug auch Alkaloide mit anderen Verunreinigungen zurück. Dieser Fehler lässt sich jedoch beseitigen, wenn die salzsaure Lösung heiss filtriert wird. Verluste ergeben sich weiter bei der Fällung der wasserunlöslichen Alkaloide, auch ist die Extraktion der Alkaloide nach dem deutschen Arzneibuch nicht ausreichend, da bei grösseren Mengen die Alkaloide aus den Zellen des Mutterkornes nur schwer frei gelegt werden können.

Für den ungarischen Mutterkorn zeigte es sich, dass die Verteilungskurve des Alkaloidgehaltes der einzelnen Sclerotien zwei Maxima aufweist, wobei das eine den Sclerotien mit niedrigem Alkaloidgehalt, das andere den Sclerotien mit hohem Alkaloidgehalt anzeigte. Bei der Untersuchung von spanischen und portugiesischem Mutterkorn wurde eine Verteilungskurve mit einem Maximum gefunden. Es ist demnach wahrscheinlich, dass in Ungarn zwei verschiedene Rassen von Mutterkorn vorkommen, von denen die eine alkaloidreich, die andere alkaloidarm ist. In Spanien und Portugiesien hingegen ist nur eine alkaloidreiche Rasse zu finden.

Weitere Messungen zeigten, dass in Oberungarn und Siebenbürgen hauptsächlich nur die alkaloidarme Rasse verbreitet ist, währen in den anderen Gegenden von Ungarn die zwei Rassen vermischt auftreten.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 17. Mai 1943.)

EGYENLETES TURBULENCIA, GYORSÍTOTT ÉS LASSÍTOTT FOLYADÉKÁRAMLÁSBAN.

ABODY (ANDERLIK) ELŐD-től.

1. Bevezetés.

Bár a folyadékáramlás a természettudományok klasszikus kérdései közé tartozik, számos megoldásra váró kérdése csak igen korszerű eszközökkel oldható meg. Ezek a kérdések a folyadékáramlás alapvető törvényeit érintik, azonban a megoldásukat műszaki szükségletek, így elsősorban a repülés és más hidraulikus gépek fejlődése szorgalmazza.

A korszerű áramlástannak egyik legidőszerűbb feladata a turbulens (gomolygó) áramlások törvényszerűségeinek a kutatása. Bár e helyen nem foglalkozhatunk ennek a kérdésnek a történelmi előzményeivel, mégis meg kell említenünk, hogy OSBORNE REYNOLDS ismerte fel azt az alapvető tényt, hogy az áramlásnak turbulens jellege járulékos surlódó hatást okozhat.

Jelenleg az érdeklődés középpontjában a turbulens áramlásoknak az a csoportja áll, ahol a térbelileg egyenletes és időálló, vagy pedig a térben változó, de időálló áramlásra mintegy rearakódik néhány százaléknyi nagyságrendű (3%-ig) sebesség-ingadozás. Ezeket a jelenségeket célszerűen mikroturbulenciának is nevezhetnők, megkülönböztetésül az olyan gomolygó áramlásokkal szemben, amelyeknél vagy nem állapítható meg időtől független közepes sebesség, vagy pedig az ingadozások nagyságrendje lényegesen nagyobb.

Ez a kicsiny nagyságrendű turbulens mozgás alapvető módon befolyásolja a testek ellenállását és igen nagy szerepet játszik a légerőtani kutató intézetekben végzett mérések értékelésénél. Áramvonalas testek ellenállását megfelelő méretű turbulencia a

a duplájára, szárnyak felhajtó erejének a maximumát 30 %-kal is növelheti. Ezeknek a jelenségeknek a kutatását L. PRANDTL, G. I. TAYLOR, KÁRMÁN TÓDOR és H. L. DRYDENNEK köszönhetjük, akik számos munkában foglalkoztak a kis nagyságrendű turbulens áramlásokkal.

Az említett kutatók, közöttük elsősorban TAYLOR által vizsgált kérdések lényege az, hogy egyenletes időálló áramlásban valamely ok folytán sebesség-ingadozások keletkeznek, és ezeket az ingadozásokat a surlódás hatása az áramlás irányában csökkenti. Egy másik kérdéscsoport ezeknek az ingadozásoknak a szerkezetével és spektrumával foglalkozik. A mi vizsgálataink az első kérdéscsoporthoz kapcsolódnak.

A legutóbbi idők kutatásai szerint a levegőben észlelhető kicsiny turbulencia bizonyos testek légellenállását növeli, bizonyos testek ellenállását csökkenti. Éppen a légerőtani kísérletek céljait szolgáló szélesatornáknál a beépített terelőlapátok, egyenirányítók, sziták, mindig keltenek turbulens mozgásokat, melyek százalékosan kicsiny méretük ellenére is, befolyásolják a szélesatornáknál nyert mérési eredményeket. Az egyenletes áramlásra ráakadó turbulens áramlások törvényeit az említett kutatók nagyjában tisztázták. Ellenben részletes tisztázásra szorul az a kérdés, hogy a turbulenciát hogyan módosítja az áramlásnak a gyorsított, lassított jellege, vagyis mi történik a kisméretű turbulenciával gyorsított vagy lassított áramlásban. A kérdés annál inkább fontos, mert a szélesatornáknál éppen a turbulencia csökkentésére szűkülő ésődarabokat (konfuzort) alkalmazunk és az energia átalakítására viszont kénytelenek vagyunk diffuzorokat alkalmazni. Dolgozatunk célja az említett kutatók vizsgálatainak a kiterjesztése arra az esetre, amikor a turbulencia nem állandó sebességű, hanem gyorsuló vagy lassuló (konvergens vagy divergens) áramlásban keletkezik.

2. A surlódási veszteség (disszipáció) térben változó áramlásban.

Tegyük fel, hogy ismerjük a turbulens sebesség-ingadozások u középértékét (helyesebben effektív értékét). $u_{\text{eff}} = \sqrt{\bar{u}^2}$. Azért kell az effektív értéket bevezetni, mert a középérték: $\bar{u} = 0$.

Ennek az effektív értéknek az U középsebességhez viszonyított százalékos értéke az ú. n. t turbulenciafok, tehát $t = \frac{u_{\text{eff}}}{U}$.

Ismeretes az az eredmény, hogy a turbulenciafokot a gyorsuló áramlás csökkenti, a lassuló áramlás növeli. Ez a tény két hatásból ered. Az egyik az áramképnek a megváltoztatása gyorsítás vagy lassítás folytán, evvel a kérdéssel PRANDTL és TAYLOR foglalkoztak. A második hatás a turbulens ingadozások csökkenése a surlódás folytán, ezt az utóbbi hatást elméletileg csak egyenletes áramlásban vizsgálták. Ennek a kérdésnek kísérleti és elméleti vizsgálata céljából a József Nádor Műegyetem Aerodinamikai Tanszéke a szerző irányítása mellett egy különleges berendezést tervezett, kísérleteinket a Széchenyi Tudományos Társaság is támogatta.

Az eddig vizsgált turbulens áramlások fő jellegzetessége azoknak az izotrop voltak, ami annyit jelent, hogy bármely irányban a sebességi összetevő effektív középértéke ugyanaz és az áramlás szerkezete szempontjából nincs kitüntetett irány.

A turbulenciamentes (közepes) áramlás sebességének x irányú vetületét jelöljük U -val, ha az áramlás gyengén összetartó vagy széttartó, akkor az áramlás sebességének y és z irányú összetevője elhanyagolható,

Jelöljük a turbulens mellékáramlás sebességének x , y , z irányú összetevőit u , v , w -vel, a folyadék surlódási tényezőjét μ -vel, akkor a sebességi összetevők időbeli középértékére vonatkozólag

$$\bar{u} = \bar{v} = \bar{w} = 0,$$

továbbá a surlódásból előálló veszteségeket jellemző ú. n. disszi-pációs függvény

$$\begin{aligned} \phi = \mu \left\{ 2 \frac{\partial}{\partial x} (U+w)^2 + 2 \left(\frac{\partial v}{\partial y} \right)^2 + 2 \left(\frac{\partial w}{\partial z} \right)^2 + \left(\frac{\partial w}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial z} \right)^2 + \right. \\ \left. + \left(\frac{\partial u}{\partial z} + \frac{\partial w}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial v}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial y} \right)^2 \right\}. \end{aligned} \quad (1)$$

E függvény időbeli középértékét képezve tekintetbe vesszük, hogy $\overline{Uu} = 0$, továbbá feltételezzük, hogy U az x -nek csak gyengén változó függvénye, és így $\frac{\partial}{\partial x} U^2$ első közelítésben elhanyagolható.

A disszipációs függvény középértéke

$$\begin{aligned} \phi = \mu \left\{ 2 \left(\frac{\partial u}{\partial x} \right)^2 + 2 \left(\frac{\partial v}{\partial y} \right)^2 + 2 \left(\frac{\partial w}{\partial z} \right)^2 + \left(\frac{\partial w}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial z} \right)^2 + \right. \\ \left. + \left(\frac{\partial u}{\partial z} + \frac{\partial w}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial v}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial y} \right)^2 \right\}. \end{aligned} \quad (2)$$

Ha a turbulencia izotropikus, vagyis egyenletes, akkor TAYLOR¹ vizsgálatai szerint a disszipációs függvény lényegesen egyszerűbb alakú lesz. Ugyanis

$$\left(\frac{\partial u}{\partial x} \right)^2 = \left(\frac{\partial v}{\partial y} \right)^2 = \left(\frac{\partial w}{\partial z} \right)^2, \quad (3)$$

továbbá

$$\left(\frac{\partial u}{\partial y} \right)^2 = \left(\frac{\partial u}{\partial z} \right)^2 = \left(\frac{\partial v}{\partial x} \right)^2 = \left(\frac{\partial v}{\partial z} \right)^2 = \left(\frac{\partial w}{\partial x} \right)^2 = \left(\frac{\partial w}{\partial y} \right)^2 \quad (4)$$

$$\frac{\partial u}{\partial y} \frac{\partial v}{\partial x} = \frac{\partial v}{\partial z} \frac{\partial w}{\partial y} = \frac{\partial u}{\partial z} \frac{\partial w}{\partial x}, \quad (5)$$

végül

$$\left(\frac{\partial u}{\partial x} \right)^2 = \frac{1}{2} \left(\frac{\partial u}{\partial y} \right)^2, \quad \left(\frac{\partial u}{\partial y} \cdot \frac{\partial v}{\partial x} \right) = -\frac{1}{4} \left(\frac{\partial u}{\partial y} \right)^2 \quad (5a)$$

és a disszipációs függvény

$$\bar{\phi} = 6\mu \left\{ \left(\frac{\partial u}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial u}{\partial y} \right)^2 + \left(\frac{\partial u}{\partial y} \frac{\partial v}{\partial x} \right) \right\}, \quad (6)$$

vagy

$$\bar{\phi} = 7.5\mu \left(\frac{\partial u}{\partial y} \right)^2. \quad (7)$$

A konfuzor vagy diffuzorban keletkező gyorsított vagy lassított áramlásban a turbulenciát mind a közepes áramlásnak a változása, mind a surlódás módosítják. A kérdés sokkal bonyolultabb, semmint hogy rögtön az általános mozgásegyenletekből használható eredményt lehetne lezármatatni. Ezért mi is kénytelenek vagyunk azt az eljárást követni, mellyel az áramlás tudományának legutóbbi évtizedeiben éppen a legkiválóbb kuta-

¹ G. J. TAYLOR: Statistical Theory of Turbulence. Proceedings of the R. S. of London. 1935.

tóknak sikerült jelentős eredményeket elérni. Ennek az eljárásnak a lényege az, hogy a szóbanforgó áramlás lényegéhez szabott feltevésekből indulunk ki, melyek az áramlásban általános törvényszerűségeivel összhangban vannak és megfelelő kísérletekkel ellenőrizzük a kiindulás helyességét. A repülés tudományában alapvető és a gyakorlatban nélkülözhetetlen PRANDTL-féle szárnyelmélet is ilyen úton keletkezett.

A gyengén lassuló vagy gyorsuló áramlásban a turbulencia nem lesz izotropikus, de ehhez az állapothoz igen közel áll. Ennélfogva a sebességi összetevőkre a következő feltevést vezetjük be:

$$\begin{aligned} u &= u_1 f_1(x) \\ v &= v_1 f_2(x) \\ w &= w_1 f_3(x). \end{aligned} \quad (8)$$

Az u_1, v_1, w_1 tényezőkre feltesszük, hogy azok az izotropiának a (3)–(5a) alatt említett törvényszerűségeit követik, az f_1, f_2, f_3 tényezők a gyorsítás, illetve lassításnak a turbulenciára gyakorolt hatását veszik tekintetbe, a surlódás hatásának kikapcsolásával. Ezek szerint a következő összefüggések írhatók fel:

$$\begin{aligned} \left(\frac{\partial u}{\partial x}\right)^2 &= f_1^2 \left(\frac{\partial u_1}{\partial x}\right)^2, \quad \left(\frac{\partial v}{\partial y}\right)^2 = f_2^2 \left(\frac{\partial v_1}{\partial y}\right)^2, \quad \left(\frac{\partial w}{\partial z}\right)^2 = f_3^2 \left(\frac{\partial w_1}{\partial z}\right)^2 \\ \left(\frac{\partial u}{\partial y}\right)^2 &= f_1^2 \left(\frac{\partial u_1}{\partial y}\right)^2, \quad \left(\frac{\partial u}{\partial z}\right)^2 = f_1^2 \left(\frac{\partial u_1}{\partial z}\right)^2, \quad \left(\frac{\partial v}{\partial x}\right)^2 = f_2^2 \left(\frac{\partial v_1}{\partial x}\right)^2 \end{aligned} \quad (9)$$

$\frac{\partial u}{\partial y} \cdot \frac{\partial v}{\partial x} = f_1 f_2 \frac{\partial u_1}{\partial y} \cdot \frac{\partial v_1}{\partial x}$, és hasonló összefüggések érvényesek a többi kéttényezős szorzatokra vonatkozólag.

Meg kell jegyeznünk, hogy ezeknél az összefüggéseknél azokat a tagokat, melyek $u_1 v_1 w_1$ -el arányosak voltak, a turbulencia kicsiny értéke miatt a többi tag mellett elhanyagoltuk. Ezek szerint a disszipációs függvény

$$\begin{aligned} \phi &= 2 \left(\frac{\partial u_1}{\partial x}\right)^2 (f_1^2 + f_2^2 + f_3^2) + 2 \left(\frac{\partial u_1}{\partial y}\right)^2 (f_1^2 + f_2^2 + f_3^2) + \\ &+ 2(f_1 f_2 + f_1 f_3 + f_2 f_3) \frac{\partial u_1}{\partial y} \cdot \frac{\partial v_1}{\partial x}, \end{aligned}$$

illetve a (3)—(5a) összefüggések felhasználásával

$$\phi = \left(\frac{\partial u_1}{\partial y} \right)^2 \left\{ 3(f_1^2 + f_2^2 + f_3^2) - \frac{1}{2}(f_1 f_2 + f_1 f_3 + f_2 f_3) \right\}. \quad (10)$$

Vezessük be a következő jelölést:

$$7 \cdot 5 \varphi_1 = 3(f_1^2 + f_2^2 + f_3^2) - \frac{1}{2}(f_1 f_2 + f_1 f_3 + f_2 f_3), \quad (11)$$

akkor a disszipációs függvény végleges alakja

$$\phi = \mu 7 \cdot 5 \varphi_1 \left(\frac{\partial u_1}{\partial y} \right)^2. \quad (12)$$

3. A sebességingadozás csökkenésének meghatározása.

Induljunk ki a turbulens mellékmozgás kinetikus energiájából, melynek értéke

$$\frac{u_1^2}{2} (f_1^2 + f_2^2 + f_3^2), \quad (13)$$

illetve a

$$\varphi_2 = \left\{ \frac{f_1^2 + f_2^2 + f_3^2}{3} \right\}^{1/2}$$

függvény bevezetése után $\frac{2}{3} u_1^2 \varphi_2^2$. Ezek után azt kell kifejeznünk, hogy a kinetikus energia időszerinti differenciálhányadosa éppen a disszipációs függvénnyel egyenlő. Ha még tekintetbe vesszük, hogy

$$dx = U dt,$$

akkor a turbulens ingadozások effektív értékének a változása a következő differenciálegyenletből határozható meg:

$$-\frac{2}{3} \rho U \frac{du_1^2 \varphi_2^2}{dx} = \mu \left(\frac{\partial u_1}{\partial y} \right)^2 \cdot 7 \cdot 5 \varphi_1. \quad (14)$$

Hogy ebből az egyenletből használható eredményeket származtathassunk le, meg kell említenünk, hogy a turbulens áramlások szövevényes, kis részleteiben áttekinthetetlen jelenségeit a statisztikából ismert korreláció fogalma sok tekintetben hozzáférhetővé teszi. Már REYNOLDS is felismerte, hogy a turbulens mozgásban járulékos folyadéksurlódás keletkezik, amelynek összetevői arányosak a sebességingadozások korrelációival.

Legyen a közepes, párhuzamosnak feltételezett áramlás irányára merőleges egyenes két pontjában (melyek egymástól y távolban vannak) a turbulens sebesség pillanatnyi értéke u , illetve u' , akkor a matematikai statisztikából ismert R_y korreláció definíciószerűen

$$R_y = \frac{\overline{uu'}}{\overline{u^2}}, \quad (15)$$

ahol $\overline{u^2} = \overline{u'^2}$.

Erre a korrelációra egyetlenes turbulencia esetére TAYLOR az idézett értekezésben a következő sorkifejlést származtatta le:

$$R_y = 1 - \frac{y^2}{2\overline{u^2}} \left(\frac{\partial \overline{u}}{\partial y} \right)^2 + \frac{1}{4} \frac{y^4}{\overline{u^2}} \left(\frac{\partial^2 \overline{u}}{\partial y^2} \right)^2 + \dots \quad (16)$$

TAYLOR szerint a korrelációs görbéhez az $y=0$ pontban egy érintő parabola rendelhető, mely az y tengelyt λ távolban metszi, ahol λ -ra vonatkozólag az

$$\frac{1}{\lambda^2} = \frac{1}{2\overline{u^2}} \left(\frac{\partial \overline{u}}{\partial y} \right)^2$$

összefüggés következik. A λ hossz, mely TAYLOR szerint a legkisebb örvények méreteinek tekinthető és mintegy a turbulencia léptéke, a disszipációs függvény kifejezésébe is bevezethető az $\left(\frac{\partial u}{\partial y} \right)^2$ helyett.

A (14) differenciálegyenlet még nem elegendő az u effektív értékének meghatározására. A teljesen izotropikus turbulencia nagyjában két nevezetlen számmal jellemezhető, az egyik $\frac{\lambda}{M}$, ahol M a turbulenciát keltő rács osztásának hossza és λ a turbulencia léptékének tekinthető, $\frac{Mu}{\nu}$ pedig a turbulenciát jellemző R szám, u a sebességingadozás effektív értékét jelenti. Az izotropikus turbulencia jelenségeinek leírásánál igen jól bevált az a tapasztalati természetű összefüggés, hogy

$$\frac{\lambda}{M} = A \sqrt{\frac{\nu}{Mu}}, \quad (17)$$

amelyet a mi vizsgálatainknál is fel akarunk használni. Itt az A egy általánosabb jellegű állandó, amely azonban a mi vizs-

gálataink szerint a turbulenciát keltő elemek mértani viszonyaitól függ.

A differenciálegyenlet megoldása

$$\frac{1}{u_1 \varphi_2} \cdot \frac{1}{u_0} = \frac{5}{MA^2} \int_0^x \frac{\varphi_1}{\varphi_2^3} \cdot \frac{dx}{l}, \quad (18)$$

ahol a kezdeti feltételeket úgy írjuk elő, hogy $x=0$ helyen a turbulencia izotropikus, tehát $u=u_0$, továbbá u_1 és u_0 effektív értéket jelentenek.

Abban az esetben, amikor U állandó, $\varphi_1=\varphi_2=1$, tehát

$$\frac{U}{u_1} - \frac{U}{u_0} = \frac{5}{MA^2} x, \quad (19)$$

ezt az eredményt TAYLOR már leszámaztatta és az általunk végzett, később ismertető kísérletek is megerősítették ezeknek helyességét.

Az általunk nyert (18) összefüggés további felhasználása általánosabb esetben az $f_1 f_2 f_3$ függvények ismeretén múlik. Bizonyos támpontot nyújt PRANDTLnak egy megjegyzése, melyet TAYLOR egy külön tanulmányban fejlesztett tovább. Ha a surlódás hatásától pillanatnyilag eltekintünk, akkor egy változó keresztmetszetű csatornában követve egy sebességingadozás sorsát, PRANDTL² arra az eredményre jut, hogy az áramlás irányával párhuzamos turbulens sebességi összetevő a keresztmetszetek viszonylagos szűkítésével, az áramlás irányára merőleges összetevő a viszonylagos szűkítés négyzetgyökével arányos.

Ha tehát az áramlás egy csőben történik és az F_0 területi keresztmetszetben az áramlás izotrop, akkor egy F területű keresztmetben a szűkítés aránya k

$$k = \frac{F}{F_0}$$

és az általunk bevezetett függvények:

$$f_1 = k, \quad f_2 = f_3 = \sqrt{k}. \quad (20)$$

² L. PRANDTL: Abriss der Strömungslehre. III. 22. §. (2. kiadás.)

Numerikus számítások és meggondolások szerint a hányados értéke 1—2% hibahatáron az egységgel egyenlő.

A kísérleti célokra épített, később ismertetendő szélcsatornánk keresztmetszete derékszögű négyszög, melynek egyik oldalhosszúsága állandó, a másik oldal hossza az áramlás irányában lineárisan, a következő összefüggés szerint változik:

$$k = 1 \pm \frac{2hx}{100M}. \quad (21)$$

Itt a h állandó fejezi ki a változó oldalhossz csökkenését vagy növekedését. A rendelkezésünkre álló szélcsatorna keresztmetszetének egyik oldalhossza állandó lévén, az f_2 függvény értékét a fent ismertetett összefüggéstől eltérőleg állandónak kell felfennünk.

Mindezek alapján a következő végeredményre jutunk:

$$\frac{U_0}{u_1 \varphi_2} - \frac{U_0}{u_0} = \frac{\delta}{MA^2} x \frac{1+k}{2}. \quad (22)$$

Ha a viszonylagos turbulenciafokot akarjuk kiemelni a fenti összefüggésből, akkor tekintetbe kell vennünk, hogy

$$U_0 = Uk, \quad \frac{U_0}{u_1 \varphi_2} = \frac{U}{u} \frac{k^2}{\varphi_2} \quad (23)$$

és ennek alapján

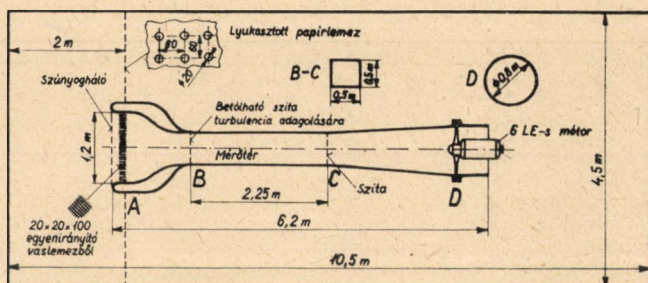
$$\frac{U}{u} \frac{k^2}{\varphi_2} - \frac{U_0}{u_0} = \frac{\delta}{MA^2} x \frac{1+k}{2}. \quad (24)$$

Ez az összefüggés közvetlenül felhasználható a kísérletekkel való összehasonlításra, mert a mérés eredménye az $\frac{U}{u}$ viszonylagos turbulenciafok volt.

4. A kísérleti berendezés.

Kísérleteink feladata az volt, hogy elsősorban egy lehetőleg turbulenciamentes áramlást állítsunk elő, az áramlásban különféle tulajdonságú sebesség-ingadozásokat keltsünk, az áramlást a csatornaméretek célszerű változtatásával gyorsítsuk vagy lassítsuk, és ebben az áramlásban mérjük a turbulens sebesség-ingadozá-

soknak az áramlás helyével összefüggő változásait. A turbulens ingadozások mérése külföldön kifejlesztett módszerek szerint azon alapszik, hogy ha egy állandó áramerősséggel izzított kis átmérőjű (8—10 μ) platinaszál sebesség-ingadozás ér, akkor a szál ellenállása és így a feszültsége is megváltozik, a feszültség-változások a sebesség-ingadozásokkal arányosak, ha a szál hőtehetetlensége elég kicsiny. Mivel a szál a hőtehetetlensége folytán nem tudja követni a sebesség gyors ingadozásait, (melyek nagyságrendje 3000 Hz-et is elérheti), a hőtehetetlenség torzító hatását villamos kompenzációval lehet ellensúlyozni, olyan erősítő alkalmazásával, mely a nagyobb frekvenciájú ingadozásokat



1. ábra.

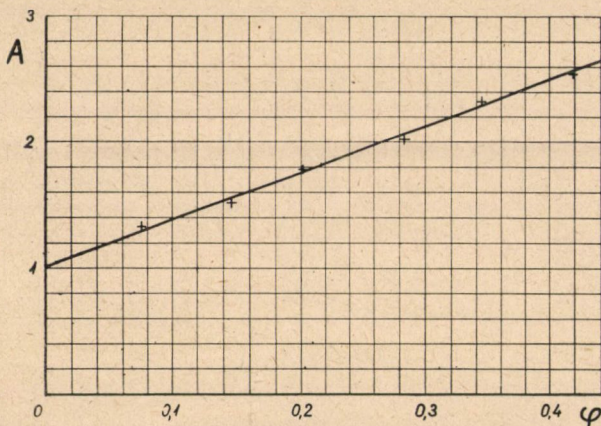
arányosan jobban erősíti. További erősítéssel az ingadozások effektív értéke termokeresztéses voltmérővel mérhető. Egyik legismertebb ilyen mérőberendezést többek között DRYDEN³ fejlesztett ki. A szerzőnek kezdeményezésére és irányítása mellett KOVÁCSNAY LÁSZLÓ alapos elméleti vizsgálatok után egy újabb berendezést fejlesztett ki, amely több vonatkozásban tökéletesebb az eddig ismert berendezéseknél. KOVÁCSNAY vizsgálatainak az eredményét műszaki doktori értekezésben foglalta össze.

A turbulencia előállítására és térbeli változásának a mérésére egy különleges szélesatorna készült a szerző útmutatása nyomán, melynek vázlatát az 1. ábra tünteti fel. A berendezés

³ H. L. DRYDEN & A. M. KUETHE, N. A. C. A. T. R. 320, 1928. The measurement of fluctuation of airspeed by the hotwire anemometer.

egyenes zárt vezetési csatorna. A csatornának mérésre szolgáló szakasza megfelelő berendezéssel konfuzor vagy diffuzorra alakítható át. A legnagyobb gondot az áramlás térbeli és időbeli egyenletességén kívül a csatorna alapturbulenciája okozta, különféle csillapító berendezésekkel sikerült az alapturbulenciát 0,25 %-ra csökkenteni, szemben az általunk ismert külföldi berendezések 0,5—0,8 %-os alapturbulenciájával.

A turbulencia gerjesztése szitaszövetekkel történt. Ismeretes, hogy ha a hengereket levegő áramlása éri, akkor az áramkép a REYNOLDS (R) számtól függ. Bizonyos R számok között ($40—10^5$)



2. ábra.

örvényút keletkezik. Az örvények frekvenciáira vonatkozólag gondos mérések alapján mi is azt tapasztaltuk, hogy az $\frac{nD}{v}$ szám (n a frekvencia, D a drótmérő, v a szélesség) monoton növekedő függvénye a R -nek, ellentétben a régebbi külföldi irodalomban található kevésbé pontos észlelésekből nyert megállapítással, hogy $\frac{nD}{v}$ állandó. Azután az eredetileg elszigetelt örvényesség diffúz módon terjed a drót mögött, majd a különféle drótok által keltett örvények egymással elkeverednek, amelyek eredményeként a drótsor vagy drótszita mögött egy egyenletes turbulens áram alakul ki.

TAYLOR vizsgálatai szerint az egyenletes időálló áramlásba helyezett szita mögötti sebesség-ingadozást jellemző $\frac{u}{U}$ a távolság lineáris függvénye, ahol az áramlást a (19) szerint egy minden négyzetes szita által gerjesztett áramlásra érvényes A állandó jellemzi.

Ennek a megállapításnak ellenőrzésére különféle méretű szitákat alkalmaztam a turbulencia keltésére és ellentétben az eddig közölt mérésekkel, nagy súlyt helyeztem arra, hogy a szitáknak az ú. n. telítési tényezője φ rendszeresen változzék. Ha a szita egy darabját a szitával párhuzamos síkra vetítjük, akkor a drótok által képezett vetületnek és a teljes körvonal területének arányát nevezzük telítési foknak. A telítési fok kísérleteinkben 0,075, 0,419 között változott és e határokon belül azt találtuk, hogy az A állandó értéke nem szórást mutat, hanem a φ értékével lineárisan változik (2. ábra).

5. A turbulenciák összetétele.

Az eddig végzett különféle külföldi kísérleteket igen nehéz volt összehasonlítani, mert különféle alapturbulenciájú áramlásokba helyeztettek a járulékos turbulenciát gerjesztő sziták. Legyen két különféle turbulencia egyirányú jellemző sebesség-összetevője u_1 és u_2 , akkor az eredő áramlás sebessége u_e

$$1) \quad u_e = u_1 + u_2,$$

ahonnan

$$\overline{u_e^2} = \overline{u_1^2} + \overline{u_2^2} + 2\overline{u_1 u_2}.$$

Feltehető, hogy a két áramlás egymással nincs korrelációban, tehát

$$u_1 u_2 = 0,$$

és így

$$2) \quad \overline{u_e^2} = \overline{u_1^2} + \overline{u_2^2}$$

összefüggést kapjuk, amelyből következik, hogy ha u_1 a csatorna alapturbulenciája és u_2 a mért turbulencia, akkor a gerjesztett turbulenciát az

$$3) \quad u_2 = \sqrt{\overline{u_e^2} - \overline{u_1^2}}$$

képletből kell számítani. Annak a feltevésnek a vizsgálatára, hogy az u_1 és u_2 mennyire korrelációmentesek, kísérleteket végeztem, ahol a turbulenciát egy drótszita, egy öt drótból álló rendszer, végül a szita és az öt drót együttesen állították elő.

Ha az öt drót mögötti áramlás turbulenciafokát t_2 -vel, a szita mögötti áramlás turbulenciafokát t_1 -el jelöljük, akkor

$$t_1 = \frac{u_1}{U_0}, \quad t_2 = \frac{u_2}{U_0},$$

ahol U jelenti az öt drót által módosított áramlás sebességét, U_0 jelenti az eredetileg egyenletes áramlás sebességét. A fenti 2) egyenletbe helyettesítve u_1 és u_2 értékeit, az eredő sebesség a következő képletből számítható:

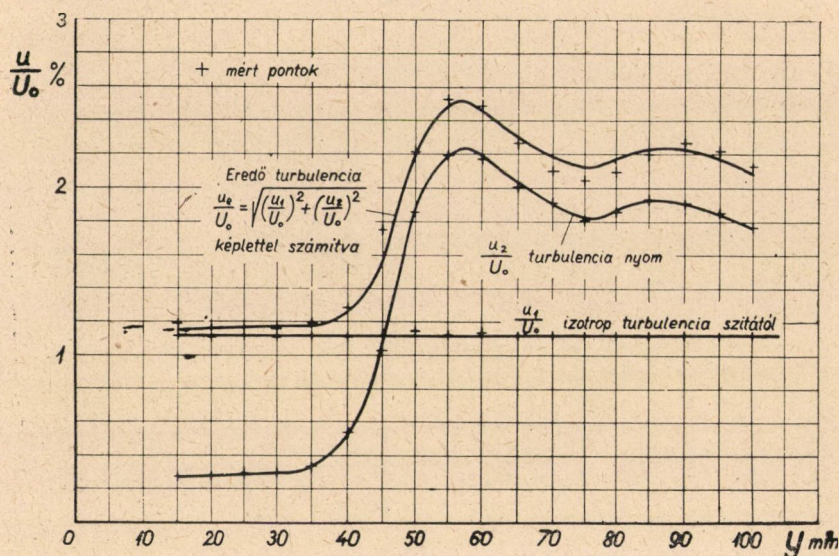
$$u_e^2 = t_1^2 U_0^2 + t_2^2 U^2.$$

Vagy pedig bevezetve a t_e eredő turbulenciafokot

$$4) \quad t_e^2 = t_1^2 \left(\frac{U}{U_0} \right)^2 + t_2^2,$$

illetve a az

$$5) \quad \frac{u_e}{U_0} = \sqrt{\left(\frac{u_1}{U_0} \right)^2 + \left(\frac{u_2}{U_0} \right)^2}$$



3. ábra.

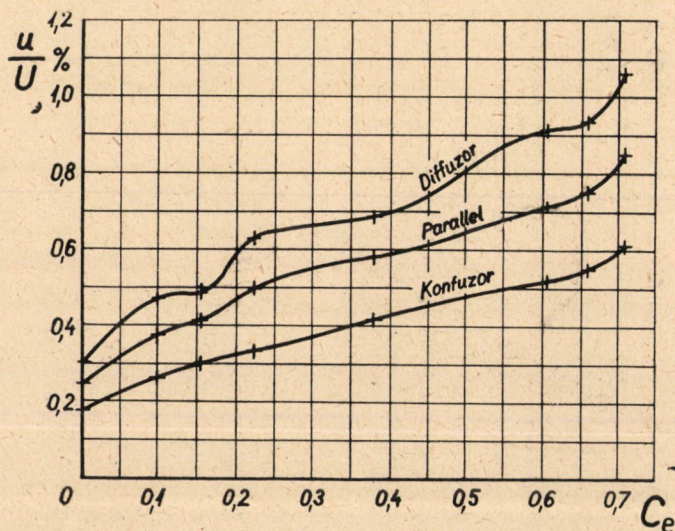
összefüggéseket kapjuk. A 3. ábra tünteti fel az eredő turbulenciafoknak számított és mért értékeit. Az összehasonlításból a 4) és 5) számú képlet helyességére következtethetünk. Meg kell jegyeznünk, hogy a mérés a t_1 és t_2 értékeket és a t_e értékeket közvetlenül szolgáltatja.

6. A kísérletek eredményei.

A turbulens áramlások vizsgálata céljából rendszeres kísérlet-sorozat van folyamatban a m. kir. József Nádor Műegyetem Aerodinamikai tanszékén. E kísérletek egy töredékét képezik azok, amelyeket az itt közölt elméleti vizsgálatok ellenőrzésére végeztünk. A kísérletek során elsősorban a TAYLOR-féle 3. §. (19) alatti eredményt, továbbá a 3. §. (24) alatti saját eredményünket vizsgáltuk.

Összefoglaló tájékozással szolgál a 4. ábra. A különféle telítettségi fokú sziták ellenállását is meghatároztuk. A csatorna keresztmetszetét F -el jelölve, a szita ellenállási tényezőjét C_e -t az

$$E = \frac{\rho}{2} U_0^2 \varphi F C_e$$

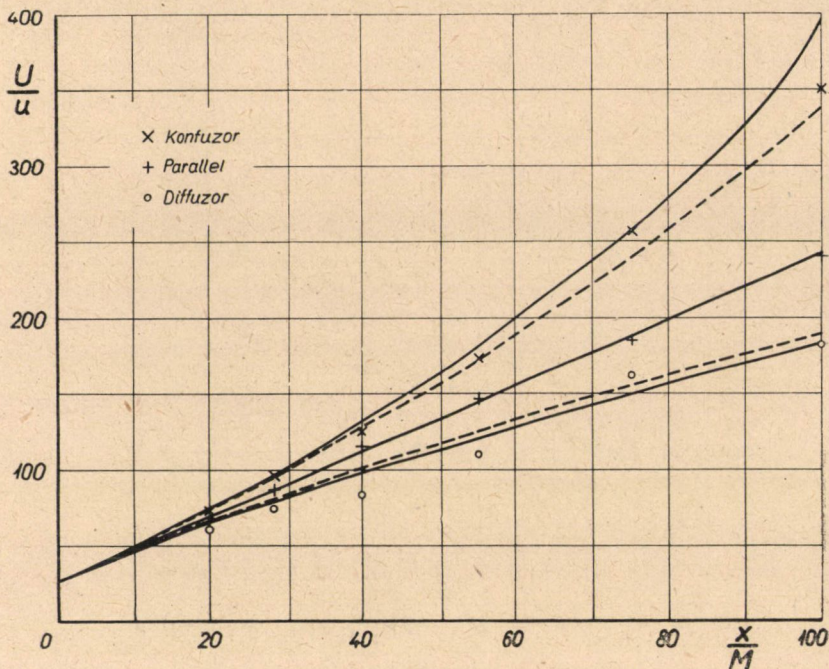


4. ábra.

összefüggéssel definiáltuk, ahol E a szita ellenállása, ρ a levegő sűrűsége, C_e -t a 4. ábrában abszcissaként használtuk fel. Ordínátául a turbulenciafokot ábrázoltuk a kiindulástól számított $\frac{x}{M} = 100$ helyen, a turbulencia a kiindulási helyen ($\frac{x}{M} = 0$) egyenletesnek tekinthető. Az ábra igen jellegzetesen ábrázolja a gyorsítás (konfuzor), vagy a lassításnak (diffuzor) a turbulenciafokra gyakorolt hatását.

A legkülönbébb telítettségi fokú sziták által a párhuzamos csatornában keltett turbulencia erősen növekszik a diffuzorban és csökken a konfuzorban. Ez a körülmény nemcsak a csatornában történő áramlás szempontjából fontos. Szárnyak mentén az áramlás részben gyorsuló, részben lassuló. Az áramló levegő (pl. a szélesatorna) turbulenciája egészen másként viselkedik a szárnyfelületmenti gyorsuló, mint lassuló áramlásban.

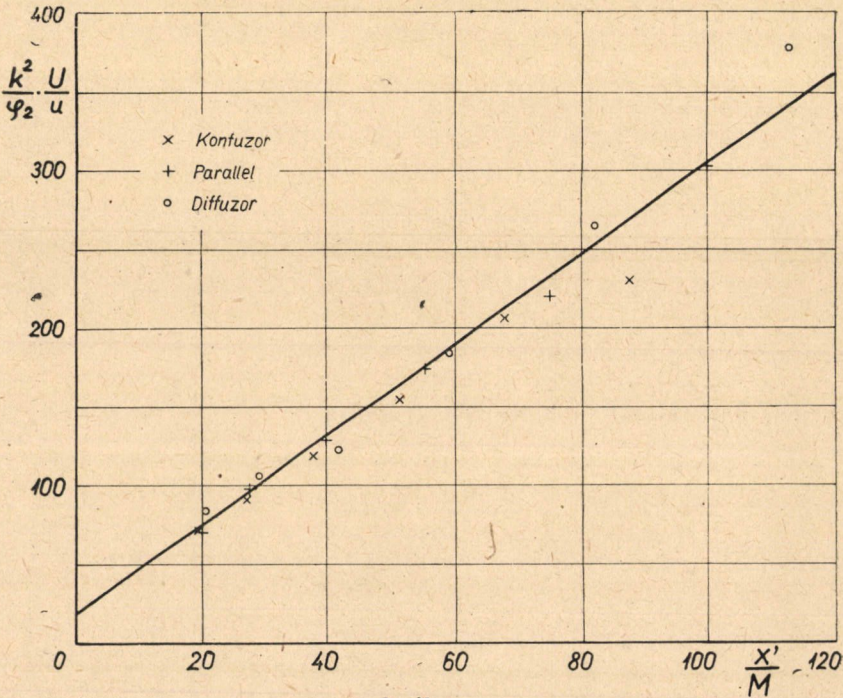
Ennek a hatásnak pontosabb vizsgálatát szolgáltatja a 3. §. (24) alatti eredménye. Az 5. ábra az A_1 jeű $C_e = 0.16$ ellen-



5. ábra.

állási tényezővel jellemzett szita által keltett turbulens ingadozást tünteti fel, a 3. §. (24) képlet alapján számítva (kihúzott, illetve szaggatott vonalak), továbbá a mérési eredményeket.

A szaggatott vonallal jelzett számítás abban különbözik a (24) alatti képlettől, hogy a (20) alatt bevezetett függvények



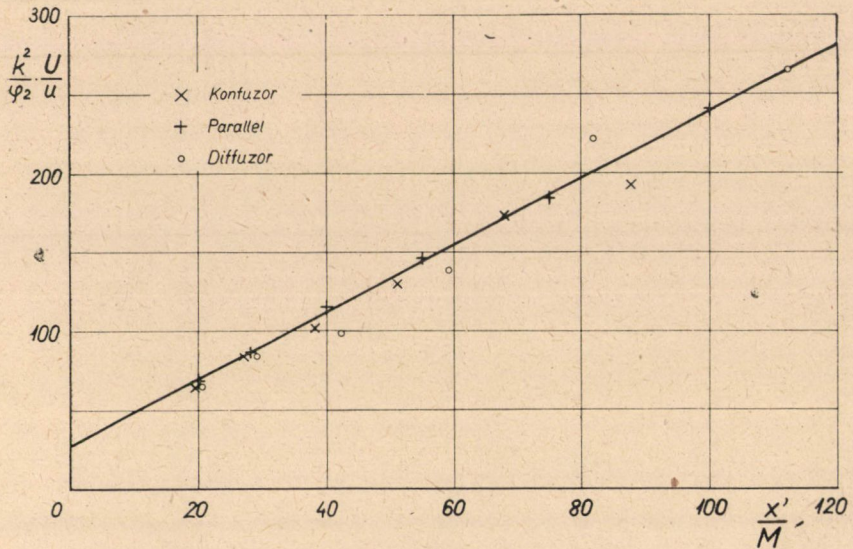
6. ábra.

közül az elsőt $f_1 = \sqrt{k}$ -nak vettük fel, ami a (24) első tagját $\frac{U}{u} \cdot k^{3/2}$ -vé módosítja.

A mért és számított értékek elég jó megegyezést mutatnak.

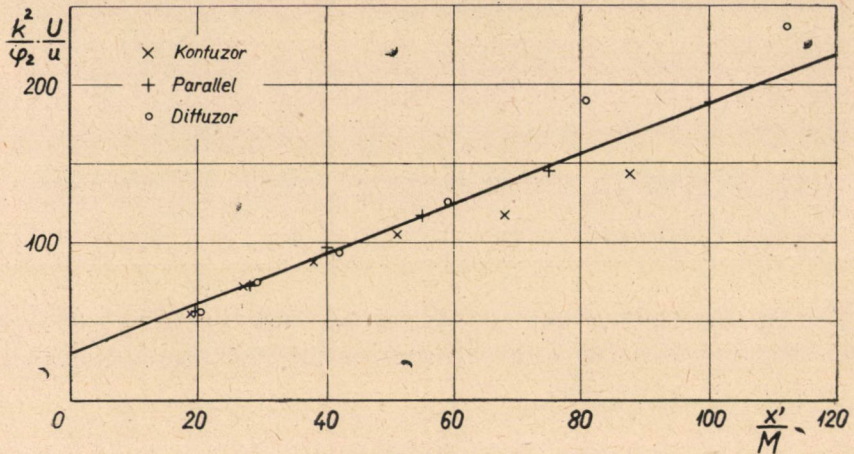
A (24) képletünk az eredmények egy másféle feltüntetését is lehetővé teszi. Ha a különféle szitákra vonatkozólag a független változó gyanánt

$$x' = \frac{x}{M} \cdot \frac{1+k}{2}$$



7. ábra.

kifejezést választjuk, ordináta gyanánt az $\frac{U}{u} \cdot \frac{k^2}{\varphi_2}$ értékeket, akkor a számítás a szita által keltett turbulenciára vonatkozólag egyenest eredményez. A méréssel meghatározott $\frac{u}{U}$, illetve $\frac{U}{u}$ értékeket $\frac{k^2}{\varphi_2}$ értékekkel kell szoroznunk, a számítással való



8. ábra.

összehasonlítás céljából és így könnyű annak megítélése, mennyire közelítik meg a mért értékek az elméleti egyenest. Ezt az összehasonlítást a 6—8. ábrákon végeztük el, az A_1 , A_2 , A_3 jelű sziták mögötti áramlásra vonatkozólag, a sziták ellenállási tényezői 0·16, 0·225 és 0·38 voltak. Bár a mérési eredmények kismértékű szórást mutatnak, az elmélet és mérés között rendszeres eltérést nem észleltünk.

A kísérletek egyelőre csak szűk körre terjedtek ki, mert erősebb kontrakció egy hosszú diffuzor készítését teszi szükségessé, ami nem állt rendelkezésünkre. Azonban tervbe vettük, hogy erősebben gyorsult áramlásra is kiterjesztjük a turbulencia változásának vizsgálatát.

(A M. Tud. Akadémia III. osztályának 1943. február 15-én tartott ülésén bemutatta Rohringer Sándor r. t.)

GLEICHMÄSSIGE TURBULENZ IN BESCHLEUNIGTER UND VERZÖGERTER STRÖMUNG.

Von ELÓD ABODY (ANDERLIK).

Der Verfasser stellte sich die Aufgabe, die gleichmässige Turbulenz in schwach beschleunigter und verzögerter Strömung zu untersuchen.

Wenn die rechtwinkligen Komponenten der turbulenten Zusatzgeschwindigkeit mit u , v , w bezeichnet werden, so wird der Ansatz

$$\begin{aligned} u &= u_1 f_1(x) \\ v &= v_1 f_2(x) \\ w &= w_1 f_3(x) \end{aligned}$$

eingeführt, wo u_1, v_1, w_1 den Gesetzmässigkeiten der in gleichmässiger Strömung entstehenden isotropischen Turbulenz folgen, f_1, f_2, f_3 sollen die Wirkung der Beschleunigung, bzw. Verzögerung berücksichtigen. Für f_1, f_2, f_3 werden später entsprechende Annahmen gemacht.

Bei der Vernachlässigung der mit u_1, v_1, w_1 bezeichneten proportionalen Glieder, erhalten wir für die Dissipationsfunktion

$$\Phi = \mu 7.5 \varphi_1 \left(\frac{\partial u_1}{\partial y} \right)^2$$

wo

$$7.5 \varphi_1 = 3(f_1^2 + f_2^2 + f_3^2) - \frac{1}{2}(f_1 f_2 + f_1 f_3 + f_2 f_3)$$

Wenn der Ausdruck $\left| \frac{f_1^2 + f_2^2 + f_3^2}{3} \right|^{\frac{1}{2}}$ mit φ_2 bezeichnet wird, so

erhalten wir zur Bestimmung der Abnahme der turbulenten Geschwindigkeit die Differenzialgleichung:

$$-\frac{2}{3}\rho U \frac{du_1^2 \varphi_2^2}{dx} = \mu \left(\frac{\partial u_1}{\partial y} \right)^2 \cdot 7.5 \varphi_1.$$

Nach Einführung des von G. J. TAYLOR bedienten Ansatzes

$$\frac{\lambda}{M} = A \sqrt{\frac{\nu}{Mu}},$$

wo λ der «Massstab» der Turbulenz, M die Teilung des die Turbulenz erzeugenden Gitters, A eine Konstante und ν die kinematische Viskosität bedeuten, erhalten wir als Lösung der Differentialgleichung

$$\frac{1}{u_1 \varphi_2} - \frac{1}{u_0} = \frac{5}{MA^2} \int_0^x \frac{\varphi_1}{\varphi_2^3} \cdot \frac{dx}{U}.$$

Ist $U = \text{konst.}$, so ist $\varphi_1 = \varphi_2 = 1$ und für die gleichmässige Strömung ergibt sich die von TAYLOR abgeleitete Formel:

$$\frac{U}{u_1} - \frac{U}{u_0} = \frac{5}{MA^2} x.$$

Die Strömung erfolgt in einem Windkanal¹, wo der Anfangsquerschnitt mit F_0 , ein beliebiger Querschnitt mit F und die Verhältniszahl $\frac{F}{F_0}$ mit k bezeichnet wurde. (F konnte bei unseren Versuchen durch Veränderung der einen Seitenlänge des quadratischen Querschnittes verändert werden.)

Für die Funktionen $f_1 f_2 f_3$ wird nach Prandtl $f_1 = k$, $f_2 = 1$, $f_3 = \sqrt{k}$ angesetzt. Bei einer zahlenmässigen Auswertung zeigte sich $\frac{\varphi_1}{\varphi_2^3}$ nahe gleich eins und so erhielten wir die gute Näherungslösung

$$\frac{U}{u} \frac{k^2}{\varphi_2} - \frac{U_0}{u_0} = \frac{5}{MA^2} x \frac{1+k}{2}.$$

Die Versuche erfolgten in dem auf Abb. 1. gezeichnetem Windkanal, dessen Turbulenzgrad im ungestörten Zustande bloss 0.25 % ist.

Es wurden eine Reihe von Drahtsieben verwendet, deren Völligkeitsgrad zwischen 0·075--0·419 veränderlich war. Die Konstante A stellte sich durch unsere Versuche als lineare Funktion von φ dar. (Abb. 2).

Die Messung der turbulenten Geschwindigkeiten erfolgte durch Hitzdrahtsonden, die Einzelheiten der Messungstechnik sind in einer Dissertation von L. v. KOVÁSZNAY zusammenfasst. Bei den Darstellungen der Ergebnisse wurde die Turbulenz der Grundströmung nach der Formel 4. §. 5. berücksichtigt. Die Formeln für die Zusammensetzung verschiedener korrelationsfreier Turbulenzen wurden durch Versuche geprüft und die Ergebnisse in Abb. 3. dargestellt.

In Abb. 4. ist der Turbulenzgrad an der Stelle $\frac{x}{M} = 100$ für verschiedene Siebe für den Diffusor, Konfusor und den parallelen Kanal dargestellt.

In Abb. 5. ist der Turbulenzgrad für den Sieb mit der Widerstandsziffer 0·16 als Funktion der Entfernung $\frac{x}{M}$ ersichtlich, wo die theoretischen Kurven und die Messwerte eingetragen sind.

In den Abbildungen 6., 7., und 8. wurde Abszisse

$$x' = \frac{x}{M} \cdot \frac{1+k}{2}$$

(in Abb. fehlerhaft $\frac{x'}{M}$ gezeichnet), als Ordinate $\frac{k^2}{\varphi_2} \cdot \frac{U}{u}$ aufgetragen; Dadurch ergibt sich im Bild der theoretische Zusammenhang als eine Gerade. Die Messpunkte zeigen eine annehmbare Übereinstimmung.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 21. Feberer 1943.)

AZ OSZLOPOK KIHAJLÁSÁNAK EGY KÉRDÉSÉRŐL.

ARODY (ANDERLIK) ELŐD- és PETÜR ALAJOSTól.

1. Bevezetés.

A rugalmasságtan klasszikus kérdésének, a kihajlásnak sok megoldott részletproblémáit. — melyeknek megoldása elvileg is érdekes lehet, — ismert monografiák¹ foglalják össze. A műszaki gyakorlat követelményei azonban minduntalan újszerű kérdéseket vetnek fel. A következő sorokban a kihajlásnak egy olyan kérdésével akarunk foglalkozni, melyet a korszerű héjszerkezetű repülőgépek szilárdságtana vetett fel.

Tegyük fel, hogy a két végén nyomott rúdra a nyomóerőkön kívül a rúd teljes hosszában megoszló erők is hatnak. E megoszló erők olyan természetűek, hogy a síkbelinek feltételezett kihajlás bekövetkeztével a rúd megváltozott alakját mindig követve, annak érintője irányában hatnak. Az egyenletesen megoszló erővel terhelt, két végén csuklós rúd kihajlító terhelésének meghatározásával GRISCHKOFF² foglalkozott annak feltételezése mellett, hogy a két végén nyomott és önsúlyával terhelt rúd esetében a megoszló erők eredeti irányukat a rúd alakváltozása után is megtartják, s így eredményeit az általunk felvetett kérdés megoldására nem használhatjuk fel.

A következőkben az általunk felvetett kihajlási kérdés egy elméletileg szigorúnak tekinthető és egy közelítő megoldását közöljük. Mindkét esetben feltételezzük, hogy a rúd egyenletes anyageloszlású, centrikus terhelésű, végein csuklós megtámasztású, terheletlen állapotban tökéletesen egyenes és a kereszt-

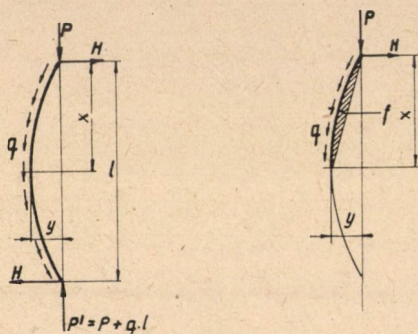
¹ S. P. TIMOSHENKO: Stabilitätsprobleme der Elastizität (AUERBACH—HORT: Handbuch der physikalischen und technischen Mechanik. 1931).

² Nachrichten der Ingenieure 1927.

metszet tehetetlenségi nyomatéka végig állandó. A nyíróerők okozta alakváltozást, mint a kihajlási feladatoknál általában szokásos, elhanyagoltuk.

2. Elméletileg szigorúnak tekinthető megoldás.

A vizsgálandó oszlop elhelyezése a koordináta rendszerben az 1. ábrán látható. Az oszlop egyensúlya megkívánja, hogy a



1. ábra.

megoszló erők nyomatékának egyensúlyozására a tartó végein a H jelű vízszintes erőket működtessük. A megoszló erők M_q nyomatéka a tartó valamely pontjára

$$M_q = -2qf \quad (1)$$

ahol

$$f = \int_0^x y dx - \frac{xy}{2}$$

továbbá q jelenti a fajlagos megoszló terhelést, x és y az oszlop rugalmas vonalának koordinátáit. Az erők összes nyomatéka az x távolságban lévő tartókeresztmetszetre

$$M = Py + Hx - 2q \int_0^x y dx + qxy. \quad (2)$$

Ezt behelyettesítve a rugalmas vonal differenciálegyenletébe és mindkét oldalt x szerint differenciálva

$$\frac{d^3y}{dx^3} + \left(\frac{P}{EI} + \frac{q}{EI} x \right) \frac{dy}{dx} - \frac{q}{EI} y = -\frac{H}{EI} \quad (3)$$

egyenletet kapjuk. A további számítások egyszerűsítésére bevezetjük az

$$\left. \begin{aligned} a^2 &= \frac{Pl^2}{EI} \\ \beta^2 &= \frac{ql^3}{EI} = \frac{Ql^2}{EI} \\ &(Q=ql) \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

jelöléseket, továbbá a méret- (dimenzio) nélküli koordinátákra térve át, a

$$\xi = \frac{x}{l}; \quad \eta = \frac{y}{l} \quad (5)$$

összefüggések szerint, a differenciálegyenlet alakja

$$\frac{d^3\eta}{d\xi^3} + (a^2 + \beta^2\xi) \frac{d\eta}{d\xi} - \beta^2\eta = -\frac{Hl^2}{EI}$$

melyet még egyszer differenciálva ξ szerint, a következő egyenletet nyerjük:

$$\frac{d^4\eta}{d\xi^4} + (a^2 + \beta^2\xi) \frac{d^2\eta}{d\xi^2} = 0. \quad (6)$$

Bevezetve a $v = a^2 + \beta^2\xi$ új változót ($\beta^2 \neq 0$)

$$\frac{d^4\eta}{dv^4} + \frac{v}{\beta^4} \frac{d^2\eta}{dv^2} = 0. \quad (7)$$

Ez utóbbi Bessel-függvénnyel és kétszeres integrálással megoldható, ugyanis $u = \frac{d^2\eta}{dv^2}$ helyettesítéssel

$$\frac{d^2u}{dv^2} + \frac{vu}{\beta^4} = 0 \quad (8)$$

melynek megoldása ³

$$u = \sqrt{v} \cdot Z_{\frac{3}{2}} \left(\frac{2}{3\beta^2} v^{\frac{3}{2}} \right) \quad (9)$$

ahol $Z_n = J_n + J_{-n}$ és J_n és J_{-n} a Bessel-féle differenciálegyenletnek elsőfajtájú megoldásai. Innen

$$\eta = \int_0^{\xi} \int_0^{\chi} u(\xi) d\xi d\chi \quad (10)$$

³ KAMKE: Differentialgleichungen.

A differenciálegyenlet általános megoldása

$$\eta = C_1 U_1(\xi) + C_2 U_2(\xi) + C_3 \xi + C_4 \quad (11)$$

ahol

$$\left. \begin{aligned} U_1(\xi) &= \int_0^\xi \int_0^\chi \sqrt{\alpha^2 + \beta^2 \zeta} J_{\frac{1}{3}}(\zeta) d\zeta d\chi \\ U_2(\xi) &= \int_0^\xi \int_0^\chi \sqrt{\alpha^2 + \beta^2 \zeta} J_{-\frac{1}{3}}(\zeta) d\zeta d\chi \end{aligned} \right\} \quad (12)$$

A kihajlító erő értékét a kerületi feltételekből kaphatjuk meg. Ezek a tartó végein, azaz a $\xi = 0$ és $\xi = 1$ helyeken a következők:

$$\eta(0) = \eta''(0) = \eta(1) = \eta''(1) = 0. \quad (13)$$

E homogén lineáris egyenletrendszerből kell a C_1 , C_2 , C_3 és C_4 állandók értékét meghatározni. Ha a kihajlás létrejön $\eta \neq 0$, az állandók zérustól különbözőek, kell tehát, hogy az egyenletrendszer determinánsa zérus legyen. Ez a következő:

$$\begin{vmatrix} U_1(0) & U_2(0) & 0 & 1 \\ U_1''(0) & U_2''(0) & 0 & 0 \\ U_1(1) & U_2(1) & 1 & 1 \\ U_1''(1) & U_2''(1) & 0 & 0 \end{vmatrix} = 0.$$

A determinánst kifejtve,

$$U_1''(0) U_2''(1) - U_1''(1) U_2''(0) = 0. \quad (14)$$

Ha U'' értékét behelyettesítjük, továbbá a

$$\left. \begin{aligned} \rho &= \frac{2\alpha^3}{3\beta^2} \\ \nu^3 &= \frac{\beta^2}{\alpha^2} + 1 \end{aligned} \right\} \quad (15)$$

jelöléseket bevezetjük, a kihajlás feltétele

$$\frac{J_{\frac{1}{3}}(\rho)}{J_{-\frac{1}{3}}(\rho)} = \frac{J_{\frac{1}{3}}(\rho\nu^3)}{J_{-\frac{1}{3}}(\rho\nu^3)}. \quad (16)$$

A $J_{-\frac{1}{3}}$ függvény helyett a második fajta Bessel-függvényt $Y_{-\frac{1}{3}}$ -t használhatjuk, s ahol a számítás folyamán célszerűnek mutatkozott, használtuk is. A (16) egyenletből összefüggést kaphatunk a P nyomóerő és a Q megoszlóan ható erő között, ha

a rúd az adott terhelésre a stabilitás határán van. Az I. diagrammban az erőkkel arányos α^2 és β^2 között adtuk meg az összefüggést. Az összetartozó értékpárok számítása úgy történt, hogy ρ értékét tetszőlegesen felvéve, a transcendens egyenletről $\rho\nu^3$ meghatározható, s e kettőből α^2 és β^2 már számítható

$$\alpha^2 = \left| \frac{3\rho}{2} (\nu^2 - 1) \right|^2,$$

$$\beta^2 = \alpha^2 (\nu^2 - 1).$$

Mialatt ρ felveszi a $0 \rightarrow$ pozitív $\rightarrow \infty \rightarrow$ negatív $\rightarrow 0$ értékeket, α^2 a $0 \rightarrow \pi^2 \rightarrow 18.95$ pozitív értékeket veszi fel.

Elvégezhető a számítás az $\alpha^2 < 0$ (a rúd egyik végén húzóerő hat) és $\alpha^2 > 18.95$ esetekre is, ekkor a Bessel-függvényt a komplex-tartományban kell vizsgálni. Bevezetve a

$$\left. \begin{aligned} \rho &= \frac{2|\alpha^2|}{3\beta^2} \\ \mu &= \frac{\beta^2}{|\alpha^2|} - 1 \\ i &= \sqrt{-1} \end{aligned} \right\} \quad (17)$$

jelöléseket, a stabilitás határa a következő transcendens egyenletről számítható:

$$\frac{J_{\frac{1}{3}}(i^3 \rho)}{J_{-\frac{1}{3}}(i^3 \rho)} = \frac{J_{\frac{1}{3}}(\rho \mu^3)}{J_{-\frac{1}{3}}(\rho \mu^3)}. \quad (18)$$

Ez utóbbi egyenletet, hogy a kész függvénytáblázatokat⁴ használhassuk, célszerű átalakítani a következő alakra:

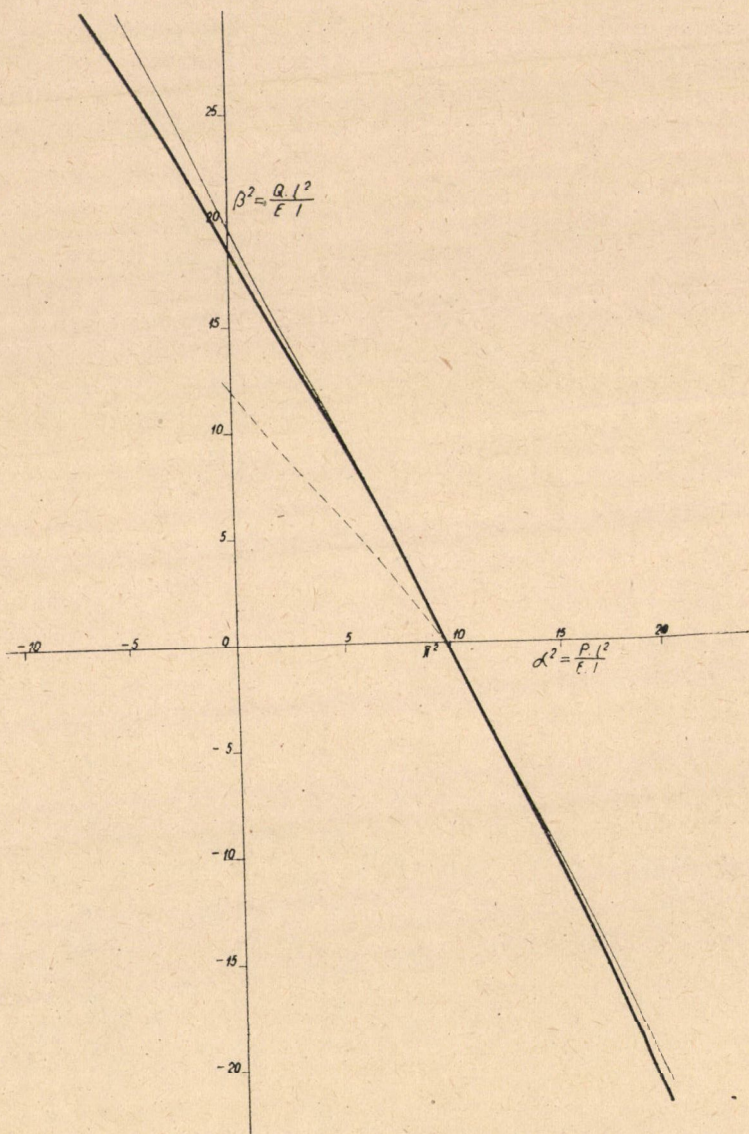
$$-\frac{i^{-\frac{1}{3}} J_{\frac{1}{3}}(i\rho)}{i^{\frac{1}{3}} J_{-\frac{1}{3}}(i\rho)} = \frac{J_{\frac{1}{3}}(\rho \mu^3)}{J_{-\frac{1}{3}}(\rho \mu^3)}. \quad (19)$$

A számítás menete ismét az, hogy felvett ρ értékhez $\rho \mu^3$ értékét meghatározzuk, s a kettőből

$$|\alpha^2| = \left| \frac{3\rho}{2} (\mu^2 + 1) \right|^2$$

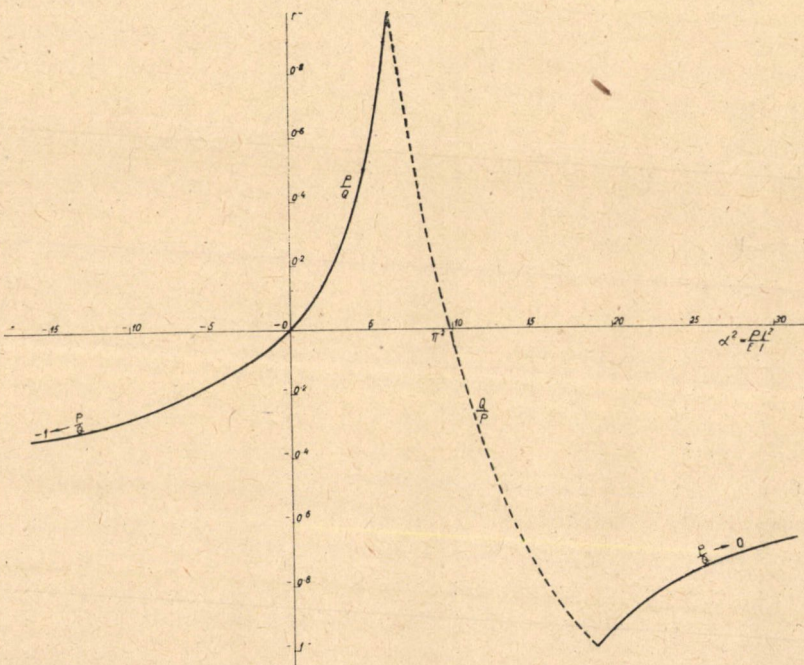
$$\beta^2 = |\alpha^2| (\mu^2 + 1).$$

⁴ JAHNKE—EMDE: Funktionentafeln.



I. diagramm.

Ez utóbbi eredmények szintén az I. diagrammban láthatók, mint a valós q értékekhez tartozó görbe folytatása. A diagramm görbéjének $\alpha^2 < \pi^2$ és $\alpha^2 > \pi^2$ szakasza pusztán csak abban különbözik egymástól, hogy a kihajlásra vizsgált rúdnak melyik



II. diagramm.

végén ható terhelést (tehát P vagy P') tesszük vizsgálat tárgyává.

Gyakorlati használhatóság szempontjából célszerűbb P/Q értékét ábrázolni $\alpha^2 = \frac{Pl^2}{EI}$ függvényében (II. diagramm). Ennek segítségével, ha P és Q értéke adott, $\frac{Pl^2}{EI}$ -t megkapjuk, s ebből a szükséges keresztmetszeti tehetetlenségi nyomaték számítható. A $P/Q > 1$ szakaszon Q/P értékek vannak feltüntetve.

3. A kérdés közelítő megoldása.

Tételezzük fel, hogy $M_q \approx 0$, de H erő nyomatékát továbbra is figyelembe vesszük. Ekkor

$$\frac{d^2 y}{dx^2} = -\frac{P}{EI} y - \frac{H}{EI} x \quad (20)$$

egyszerűsített egyenletet kapjuk. Ha megint a ξ, η viszonykoordinátákat vezetjük be (5) szerint, akkor

$$\frac{d^2 \eta}{d\xi^2} = -a^2 \left(\eta + \frac{H}{P} \xi \right).$$

Ennek megoldása

$$\eta + \frac{H}{P} \xi = A \sin a\xi + B \cos a\xi.$$

Térjünk át ezekután a kerületi feltételek vizsgálatára. $\xi = 0$ helyen $\eta(0) = \eta''(0) = 0$, ebből $B = 0$. A $\xi = 1$ helyen $\eta(1) = 0$, ebből $H/P = A \sin a$. További feltétel, hogy $\eta''(1) = 0$. E legutolsó feltételből $A \sin a = 0$ következne, azaz csak a két végén terhelt rúd stabilitásának határát kapnánk. Vizsgáljuk e legutolsó kerületi feltétel helyett az egész rúd egyensúlyát, ezzel mintegy az eddig elhanyagolt megoszló erők nyomatékát ellensúlyozva. H meghatározható a nyomatéki egyensúlyból

$$H = 2ql \int_0^1 \eta d\xi = 2ql \left[-\frac{H}{P} + \frac{A}{a} (1 - \cos a) \right].$$

Ebbe behelyettesítve a kerületi feltételekből A -ra kapott értéket, a stabilitás határa a

$$\beta^2 = \frac{a^2}{\frac{2}{a} \frac{1 - \cos a}{\sin a} - 1} \quad (21)$$

egyenletből kapható. Az ehhez tartozó görbe az I. diagrammban szaggatott vonallal van feltüntetve. Az eltérés a szigorú és közelítő tárgyalás által nyert eredmények között elég nagy s ez indokolja a szigorú tárgyalást.

A Lord RAYLEIGH által bevezetett energitikus módszerrel, melynek részleteit e helyen nem akarjuk ismételni, igen jó közelítő eredményt kaphatunk a következő összefüggéssel:

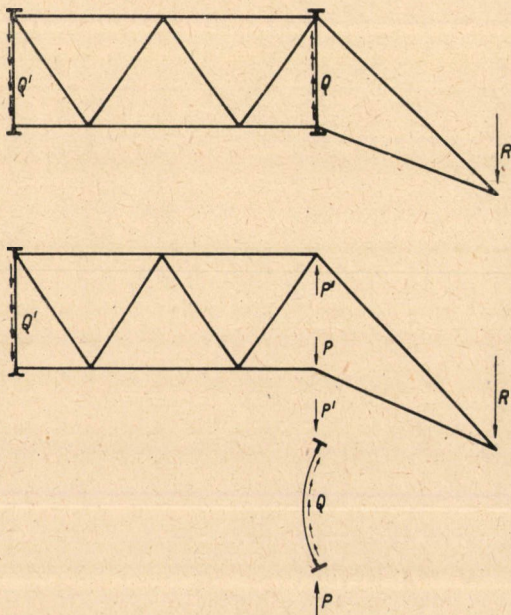
$$P + \frac{Q}{2} = \frac{\pi^2 EI}{l^2} \quad (22)$$

mely az I. diagrammban látható vékony vonallal rajzolva.

Bár az általunk tárgyalt kérdés elvi szempontból is érdekesnek tekinthető, reá kell mutatnunk, hogy gyakorlati problémák megoldására is közvetlenül felhasználható. Az alkalmazás a repülőgépek szilárdságtanának körébe vág, ahol a különösen vékony lemezek alkalmazása teszi vizsgálatainkat időszerűvé.

4. Szilárdságtani alkalmazás.

Gyakorlati alkalmazásként a 2. ábrán látható repülőgép-szárny (motor, futómű) bekötés elülső főtartó merevítőjét, illetve



2. ábra.

annak szilárdsági számítását említjük meg. A külső erők hatásaként a reakciók Q és Q' a két főtartó síkjában mint nyírófolyamok adódnak át a gerinclemezről a főtartó függőleges merevítőjére. A merevítő kihajlása esetén a vékony gerinclemez követi a rúd alakját, s a nyírófolyam mindig érintőleges marad. A merevítő ezenkívül, mint a rácsos szerkezet rúdja, nyomóterhelést is kap.

(A Magyar Tudományos Akadémia III. osztályának 1943 június hó 21-én tartott ülésén bemutatta Szily Kálmán I. t.)

ÜBER EINE FRAGE DER KNICKUNG DER SÄULEN.

Von ELŐD ABODY (ANDERLIK) und ALAJOS PETŐR.

Die Verfasser behandeln diejenige Aufgabe der Stabknickung, bei welcher auf den an beiden Enden gelenkig gelagerten Stab, ausser den an beiden Enden wirkenden Druckkräften auch noch verteilte Kräfte wirken. Dieses Problem ist insofern abweichend von dem in der Literatur auffindlichen Knickproblem eines mit Eigengewicht belasteten Stabes, als in dem letzterem Falle die verteilten Kräfte ihre ursprüngliche Richtung beibehalten, — während die in unserem Falle behandelten verteilten Kräfte von solcher Natur sind, dass sie, die Form des geknickten Stabes folgend, immer in der Richtung seiner Tangente wirken. Für die Aufgabe gibt es eine streng theoretisch zu betrachtende und eine annähernde Lösung. Die Frage wird auch für den Fall verallgemeinert, wenn am Ende des Stabes eine Zugkraft wirkt.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 21. Juni 1943.)

A SZERVEZET ANYAGCSERÉJÉNEK ÁTHANGOLÁSA TEJ- (HÚS-), VEGYES ÉS NÖVÉNYI TÁPLÁLKOZÁS ESETÉN.

(Hátrahagyott székfoglaló értekezés.)

WELLMANN OSZKÁR (†) r. tagtól.

A munkatársaimmal együtt éveken át folytatott kísérletes vizsgálatok megállapították, hogy a szervezet anyagcserejére az állat faja, fajtája és kora vannak befolyással, azonkívül azonban még számottevő individuális eltérések is észlelhetők. Anyagcsere-élettan alapon különösen szembetűnő különbségek adódnak a hús-, a minden- és a növényevő állatok anyagforgalmában.

Jelesül az ásványi anyagok forgalma tekintetében kiderült, hogy a húsevők a tápláléknak foszfor-, a növényevők viszont annak kalciumfeleslegét viselik el könnyebben szervezetük ártalma nélkül. Már GÄHTGENS (2) és SALKOWSKI (5) csaknem egyidőben kimutatták, hogy a húsevő állatok az ásványi savak-mérgező hatásával szemben sokkal ellenállóbbak mint a növényevők. Amíg ugyanis savbevitel hatására a kutya vizeletében alig módosul az alkálisók mennyisége, a házinyúl hasonló körülmények között számottevő mennyiségben veszít alkáliákat. LASSAR (4) megállapította, hogy sav adagolására a hús- és a növényevőkben egyaránt csökken a vér alkálisótartalma, ez a megkevesbedés azonban a növényevőkben nagyobb mérvű. A vér szabad széndioxid-tartalmának meghatározása alapján ennek magyarázatát WALTER (6) abban találta meg, hogy a húsevők szervezetéből kiküszöbölt savnak legnagyobb részét, mintegy 75 %-át, ammoniák közömbösítheti, ami az alkálitartalom jelentékeny megkímélését jelenti. Továbbmenőleg KETNER (3) a hús- és a növényevők anyagcserejében fennálló eltérésnek okát abban keresi, hogy a húsevők a karbamid felépítésének folyamatából ammoniákat vonnak el és azzal közömbösítik a savakat, ezzel szemben a növényevők erre a célra alkalisókat vesznek igénybe. Másfelől

WINTERBERG (7) vizsgálatai kimutatták, hogy a növényevő állatok is kiürítenek vizeletükkel némi ammoniákat, nevezetesen a házinyúl az összes *N*-nek 0·2—0·6%-át, a ló SALKOWSKI (5) szerint naponta 3 g nitrogént ilyen alakban.

A vázolt vizsgálati eredményekből következik, hogy a hús- és a növényevők anyagcseréjében nincsen alapvető eltérés, hanem csupán fokozatbeli különbség, annyiban, hogy a húsevők a fehérjedús táplálkozásuknál fogva bőségesebben rendelkezésükre álló ammoniákat, a növényevők viszont a növényi anyagokkal nagyobb mennyiségben felvett alkalisókat használják fel a szervetlen savak közömbösítésére.

A hús-, minden- és növényevő állatok anyagcseréjét a jelzett vonatkozásban azért sem lehet egymással szemben elhatárolni, mert arra az alkalibevitel mennyisége is van módosító befolyással. Ugyancsak erre, vagyis a mennyiségileg különböző alkalibevitelre, kell visszavezetni az életkorral kapcsolatos eltéréseket is. CAMERER (1) kimutatta ugyanis, hogy a csecsemőkben, a bő fehérjefogyasztással összefüggésben, a vizelet ammoniákértéke a legnagyobb, azután a kor előrehaladásával csökken, úgy hogy a kifejlődött emberben a legalacsonyabb fokot éri el. Ezek szerint a kizárólagosan tejen élő csecsemő anyagcseréje a húsevők anyagcseréjére emlékeztet, a kor előrehaladásával, illetőleg a vegyes táplálkozásra áttérés után, a mindenevők és esetleg a növényevők anyagcseréjének ismérveit veszi fel.

A munkatársaimmal már régen nagy arányban folytatott kísérletek sok tekintetben világosságot vetettek a savi, illetőleg a lúgos természetű táplálékoknak kihatására az ásványi anyagok anyagforgalmára és ezzel kapcsolatban az anyagcserének eltolódására az acidosis, illetőleg az alkalosis irányában. Ezeknek az eredményeknek kiegészítéséül kívánatosnak mutatkozott az anyagcsere áthangolódását tej-, illetőleg hús-, vegyes- és növényi táplálkozással kapcsolatban ugyanabban az állatban szabatosan tanulmányozni. Kísérleti állatul egy szimmentáli fajtájú bikaborjú szolgált, amely megszületése után 46 napon át kizárólag anyatejen élt, tehát — mondhatni — húsevő állat módjára táplálkozott, azután öt hónapig a tejjel együtt zabot és szénát, tehát vegyes táplálékot, majd végül csupán növényi takarmányt, nevezetesen zabot, lenmagpogácsát, lucernaszénát és amellet vizet fogyasztott.

Megfelelő hozzászoktatás után a borjú három szakaszban 10—10 napig anyagcsereszekrényben élt és ezekben az időszakokban kémiai analízis céljaira az összegyűjtött vizeletben és bélsárban a nitrogén, a kalcium, a magnézium és a foszfor tartalmát

meghatároztuk. Az ammoniák meghatározását mellőzni kellett, minthogy az anyagforgalom nézőpontjából arra alkalmas vizeletnek kvantitatív összegyűjtése katéter segítségével bikaborjában az anatómiai viszonyok miatt nem lehetséges.

Anyagcsere állati eredetű táplálkozás esetén.

Az átlagosan 46·5 kg súlyú borjú az anyjából kifejt rendszeres összetételű tejet pontosan lemért mennyiségben fogyasztotta, mégpedig a 10 napos anyagcserekísérlet ideje alatt összesen 68 kg-ot, vagyis naponta 1000 kg élősúlyra 146·2 kg-ot. A 10 napos kísérlet folyamán testsúlya 9 kg-mal, 1000 kg élősúlyra számítva, naponta 19 kg-mal növekedett. A kizárólag tejjel táplálkozó fiatal szervezet a tejfehérjének 96·6, a kalciumnak 99·2, a foszfornak 99·0, a magnéziumnak 98·3%-át használta ki, 1 kg súlygyarapodása közben pedig 34·9 g N-t, 11·9 g CaO-ot, 15·5 g P₂O₅-ot és 1·0 g MgO-ot tartott vissza szervezetében. A ki nem használt táplálóanyagok kiadásának megoszlása szerint azok legnagyobb része, nevezetesen 83—95 %-a, a vizelettel és csupán töredékmenységük, 5—17%, a bélürülékkel távozott el. Az ásványi anyagok befolyását a szervezet sav-bázisviszonyaira egyfelől a visszatartott mész és foszfor arányából (Ca/P), másfelől az egy-egy kísérleti szakasz végén az állatból vett vér savójának Ca-, Mg- és P-tartalmából, illetőleg Ca/P-arányából igyekeztem megállapítani. Kiderült ennek alapján, hogy a —30 mg egyenértékű földalkaliakalicitással rendelkező tejtáplálék a Ca/P-arány értékét csökkenti, vagyis a sav-bázis-egyensúlyt az acidosis felé befolyásolja.

Anyagcsere vegyes (tej- és növényi) táplálkozás esetén.

Az ebben a szakaszban átlagosan már 66·5 kg súlyú, 49 napos borjú a 10 napos anyagcserekísérlet idejében összesen 46·2 kg tejet, 1·3 kg zabot és 1·7 kg lucernaszénát fogyasztott, mégpedig 1000 kg élősúlyra 69 kg tejet, 1·95 kg zabot és 2·90 kg lucernaszénát. Ez a vegyes táplálék 10 nap alatt a borjú súlyát összesen 7·0 kg-mal, 1000 kg élősúlyra naponta 10·5 kg-mal növelte. A kihasználás értékei: 90·5% fehérje, 82·0% mész, 93·9% foszfor és 65·7% magnézium. 1 kg testsúlygyarapodás közben 32·1 g N.

15·1 g CaO , 15·4 g P_2O_5 és 0·93 g MgO maradt vissza a szervezetben. A ki nem használt táplálóanyagok 11—75%-a, tehát már kisebb hányaduk, távozott el a vizelettel a szervezetből, míg a bélsárra 25—89% esik. A visszatartás Ca/P -aránya 1·61 volt, tehát erősen emelkedett és ugyanezt mutatta a vérsavó Ca/P -arányának 1·67 értéke a —2·8 mg egyenértékű földalkalialkalicitással felruházott vegyes táplálék hatására.

Anyagcsere növényi táplálkozás esetén.

A harmadik szakaszban az akkor átlagosan már 151 napos és 132·2 kg súlyú borjú a 10 napos anyagcserekihívás ideje alatt 12·0 kg zabot, 6·0 kg lenmagpogácsát, 24 kg lucernaszénát és 148·5 kg vizet, 1000 kg élősúlyra naponként 9·1 kg zabot, 4·5 kg lenmagpogácsát, 18·1 kg lucernaszénát és 112·5 kg vizet fogyasztott. A vízfogyasztás tehát kevesebb, mint a felvett tejnek egység-súlyra vonatkoztatott mennyisége. A 10 napos súlygyarapodás 7·5 kg, 1000 kg élősúlyra számítva, naponta 5·7 kg. A kizárólagosan növényi táplálék kihasználásának értékei: 79·2% fehérje, 15·6% mész, 41·9% foszfor és 44·0% magnézium. Eszerint a borjú szervezete 1 kg súlygyarapodás közben 47·7 g N -t, 8·2 g CaO -ot, 19·4 g P_2O_5 -ot és 17·3 g MgO -ot tartott vissza. A kihasználatlan táplálóanyagok kiadásának megoszlása szerint a N 70·2%-a a vizelettel, 29·8%-a a bélsárral távozott el, míg a kiürített ásványi anyagokból csupán 2—16% esik a vizeletre, a többi 84—98% a bélsárra. A visszatartott hamuanyagok Ca/P -értéke nagymértékben csökkent, 0·69-re, a vérsavóban ellenben jelentékenyen emelkedett, 2·0-re, a —53 mg egyenértékű földalkalialkalicitásának bizonyult növényi táplálék bő Ca -tartalmának befolyására.

A három anyagcserezakasz eredményeinek összehasonlítása.

A három 10 napos szakaszban átlagban 20, 49, 151 napos és 46·5, 65·5, 132·2 kg súlyú bikaborjú az egyes szakaszok szerint tejjel, vegyes, illetőleg tisztán növényi táplálékkal naponta 1000 kg élősúlyra 18·22, 12·06, 29·02 kg szárazanyagot, 5·18, 3·09, 4·40 kg emészthető fehérjét és 22·81, 12·86, 13·57 kg keményítőértéket vett fel. A 2. kísérleti szakaszban a neki még szokatlan növényi

anyagokból csak keveset evett, viszont a 3. szakaszban a tisztán növényi takarmányból aránylag sokat fogyasztott. Feltűnő továbbá, hogy a 2. szakaszban a részben szilárd takarmány fogyasztása ellenére az állat nem ivott vizet és folyadékigényét kizárólag a tej vízartalmával elégítette ki. A súlygyarapodás általában kedvezően alakult, sőt olyan volt a 2. szakaszban is, az akkor hiányos táplálékfelvétel ellenére, nevezetesen a napi átlag 700 g-ra rúgott. Az 1000 kg-ra számított napi súlygyarapodás szakaszonként 19·35, 10·53 és 5·67 kg volt és hűen tükrözi vissza a növekedési energiának feltűnő hanyatlását az életkor előrehaladásával.

A bélürülék mennyisége a tejfogyasztásos első szakaszban volt a legkevesebb, viszont a kizárólagos növényi táplálkozással kapcsolatban a 3. szakaszban a legnagyobb, százalékos összetételében pedig a víztartalma a növényi táplálék hatása alatt a legbővebb, tejtáplálkozás esetén közel ugyanakkora, a vegyes táplálkozás idejében a legkisebb, minthogy az állat a részben szilárd takarmány fogyasztása ellenére sem ivott vizet. A bélsár százalékos *N*-tartalma fordított arányban áll a bélsár mennyiségével, akképpen, hogy a tejtáplálkozás szakaszában a *N*-tartalom a legnagyobb, a tisztán növényi takarmányozással kapcsolatban a legkisebb.

Az ásványi anyagok közül a tejfogyasztásos 1. szakaszban a bélsár feltűnően kevesebb *Ca*-ot és *Mg*-ot tartalmazott, mint a 2. és a 3. szakaszban a vegyes, illetőleg növényi táplálkozás esetén. A *P* százalékos mennyisége ellenben nem tüntet föl számottevő eltéréseket.

A kísérleti borjú a tejjel, a vegyes táplálékkal és a tisztán növényi takarmánnyal, továbbá a 3. szakaszban megivott vízzel naponta 1000 kg élősúlyra 128·62, illetőleg 115 kg vizet vett fel emésztőcsövébe. A felvett vízből az 1. szakaszban 0·5%, a 2. szakaszban 3% és a 3. szakaszban 16% hagyta el a szervezetet a bélürüléssel, míg a vizelet mennyisége 57, 45, illetőleg 46%-ra rúgott. Eszerint a táplálékkal és az ivóvízzel felvett folyadékból az egyes szakaszokban 43, 52, illetőleg 28% állott a szervezet anyagcséréjének rendelkezésére. A 3. szakasz legkisebb ez irányú értéke a légszáraz takarmány bő szárazanyagtartalmával állott összefüggésben, a 2. szakasz legmagasabb értéke pedig arra vezet-

hető vissza, hogy a borjú csak kevés szárazanyagot vett fel és egyúttal a tej mellett egyáltalán nem ivott vizet.

Az egységsúlyra számított *N*-felvétel a 2. kísérleti szakaszban volt a legcsekélyebb, nevezetesen 1000 kg élősúlyra számítva, naponta 546 g-ra rúgott, szemben az 1. szakaszban felvett 845 g és a 3. szakaszban 889 g mennyiséggel. A *N*-kihasználás a fiatal állatban, mint általában, igen jó volt és legkedvezőbb az 1. szakaszban, míg a következő két szakaszban hanyatlott, nevezetesen a három szakasz sorrendjében a következőképpen alakult: 97, 91, 79%. A fokozatosan hanyatló kihasználás egyrészt az életkor előrehaladásával kapcsolatos növekedési energia csökkenésére vezethető vissza, másrészt a magas biológiai értékű fehérjének elvonására és helyettesítésére az alacsonyabb biológiai értékű növényi fehérjével. A viszonyokat még feltűnőbben szemlélteti a visszaszartás értéke, amely a szakaszok sorrendjében 80, 62, 30% volt.

Az 1000 kg egységsúlyra számított abszolút *CaO*-bevétel az 1. szakaszban 242 g-nak, a 2. szakaszban 200 g-nak és 3. szakaszban 353 g-nak felelt meg. A 2. szakasz alacsony értéke a hiányos táplálékfelvételben, a 3. szakasz magas értéke viszont az etetett lucernaszéna bőséges *Ca*-tartalmában találja magyarázatát. A *CaO* kihasználása nagyjában az *N*-kihasználás szerint igazodott és az 1. szakaszban a tejtáplálkozással kapcsolatban belőle a bélsárral 2 g, a 2. szakaszbeli vegyes táplálkozás idejében 36 g és a 3. szakaszbeli kizárólagos növényi táplálkozás esetén 298 g távozott el a szervezetből. Ehhez képest a *CaO* kihasználása 99%-kal az 1. szakaszban volt a legkedvezőbb, azután rohamosan esett a 2. szakaszban 82%-ra és a 3. szakaszban 16%-ra. Megállapítható tehát, hogy a fiatal állat, egyfelől még nagy növekedési energiájánál, másfelől igen nagy mészsükségleténél fogva, az anyatej *Ca*-ját feltűnően jól, csaknem teljes egészében használja ki. A 3. szakaszban az igen rossz *Ca*-kihasználás okát egyfelől a növényi táplálék mésztartalmának nehéz asszimilálhatóságában és a túlbőséges *Ca*-bevételben, másfelől a kihasználásnak a kor előrehaladásával járó növekedési energiacsökkenés feltételezte hanyatlásában kell keresni. Emellett a *Ca*-visszatartás értéke hasonló a kihasználás értékéhez (95, 80, 13%), annak folytán, hogy a szarvasmarha csak elenyésző *Ca*-mennyiségeket ad ki a vizeletével.

Az 1000 kg élősúlyra számított napi P_2O_5 -bevitel az 1. szakaszban, a tejtáplálkozással kapcsolatban, volt a legnagyobb és 363 g-ra rúgott, a hiányos táplálékfelvétel befolyása alatt a 2. szakaszban a legkisebb, 211 g, a 3. szakaszban pedig 277 g. A *Ca*- és *P*-bevitel arányát feltüntető *Ca/P*-arány ezek szerint a szakaszok sorrendjében 1:1, 1:6, 2:1 volt és ehhez képest a viszonylagos *P*-bevitel az 1. szakaszban a legnagyobb, a 3. szakaszban, a növényi táplálék hatására, a legkisebb. A bélsárral a bevitt *P*-nak az 1. szakaszban 1%-a, a 2. szakaszban 6·5%-a és a 3. szakaszban 58·1%-a hagyta el a szervezetet, a *P*-kiadás tehát a tejtáplálkozás szakaszában a legkisebb, a növényi táplálkozás hatása alatt ellenben erősen fokozódott.

A magnézium kihasználása a szervezetben, a kalciummal ellentétben, nem hanyatlik annyira, mindenesetre egyrészt a bevitt mennyiségnek csekélyége, másrészt bizonyára könnyebb oldhatósága folytán. Kiderül ez a szakaszok sorrendjében a *Ca*- és a *Mg*-kihasználás százalékos értékeinek szembeállításából: az 1. szakaszban *Ca* 99%, *Mg* 98%, a 2. szakaszban *Ca* 82%, *Mg* 66%, a 3. szakaszban *Ca* 16%, *Mg* 44%. Mégis megállapítható azonban, hogy a növényi táplálék *Mg*-tartalmát a szervezet nem használja ki olyan arányban, mint a tejben foglaltat. Ezzel ellentétben a *Mg*-visszatartás alakulása bizonyos fokig emlékeztet a *Ca*-kihasználás értékeinek viselkedésére, azzal a különbséggel azonban, hogy a növényi táplálkozás szakaszában a borjú több mint kétszer annyit tart vissza a *Mg*-ből, mint a *Ca*-ból, ami annál feltűnőbb, mert a test állományának felépítésében a magnéziumnak összehasonlíthatatlanul kisebb szerep jut, mint a mésznek.

A vízforgalomról szóló számbeli adatok azért nem tükröztetik vissza a valódi állapotot, mert a meghatározott mennyiségek nemcsak a táplálkozással kapcsolatban bevitt víz, hanem a közbeeső anyagforgalom során keletkezett víz együttes mennyiségére vonatkoznak. A vízkihasználás értékének csupán a vízbevitelre vonatkoztatásából az állapítható meg, hogy a borjú a táplálékkal bevitt vízből az 1. szakaszban 99%-ot, a 2. szakaszban 97%-ot, a 3. szakaszban 74%-ot használt ki és ezekből a mennyiségekből szervezete 43, 52, illetőleg 29%-ot tartott vissza, részint az új testállomány felépítésére, részint a vízpárolgás céljaira.

Összefoglalás.

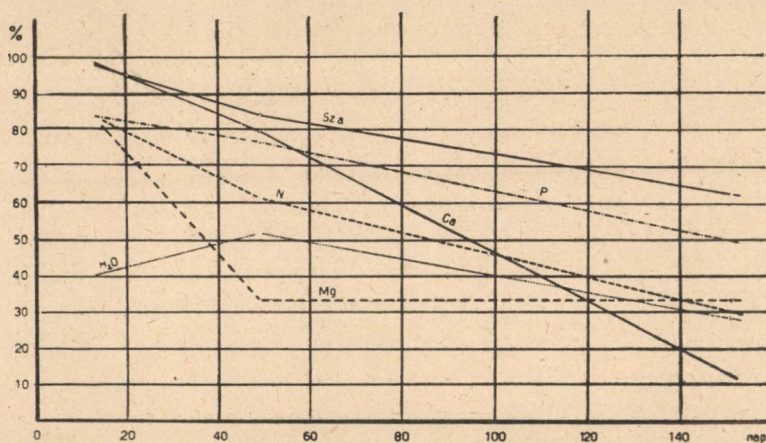
A szervezet anyagcserejének áthangolását a természetében és összetételében eltérő (tejes, vegyes, növényi) táplálkozással kapcsolatban úgy látszott legszabatosabban tanulmányozni, hogy fajbéli természeténél fogva növényevő emlősállat újszülöttje hosszabb időn át anyatejen, majd később az anyatej mellett növényi anyagokkal, vagyis vegyes táplálékon, végül pedig kizárólagos növényi takarmányon él. Minthogy a tejhez, mint állati eredetű tápszerhez közel hasonló a hústáplálék, ennek a kísérleti módszernek alkalmazása megbízható betekintést ígért az anyagcserefolyamatok átállításának mikéntjére, ha a szervezet a tej-, illetőleg hústáplálkozásról vegyes táplálkozásra és végül tisztán növényi diétára tér át.

Az egyenkint hosszú időre szabott három eltérő diéta-szakasz során egy, szimmentáli fajtájú bikaborjú három különböző alkalommal 10—10 napig anyagcserezsekrényben pontosan lemért eleségen és a 2. és 3. szakaszban egyúttal ivóvizen is élt, hogy a nitrogén-, kalcium-, magnézium- és foszfortartalomnak elemzéssel meghatározása céljából a vizeletet és a bélürüléket pontosan összegyűjteni lehessen. A vizeletammoniak meghatározásának mellőzését szükségessé tette az, hogy az anatómiai viszonyok nem engedik a bikaborjú vizeletének összegyűjtését közvetlenül a húgyhólyagból katéter segítségével. Az ásványi táplálóanyagoknak, jelesen a táplálék földalkaliaklicitásának a szervezet savbázisviszonyaira azonban ennek ellenére is lehetséges volt megítélni a szervezetben visszatartott Ca/P -arányból és az egyes szakaszok végén vett vér savójának Ca -, Mg - és P -tartalmából, illetőleg Ca/P -arányából.

Annak folyományaképpen, hogy a méhenkívüli életben a test növekedési energiája és ezzel összefüggésben a táplálóanyagszükséglet is a *tejes szakaszban* volt a legnagyobb, a kísérleti borjú a bevitt fehérjét (N -t) 96·7, a Ca -ot 99·2, a P -t 99·0, a Mg -ot 98·3%-ig, tehát majdnem egészében használta ki, 1000 kg egység súlyra számítva, testállománya 19 kg-mal gyarapodott és 1 kg súlygyarapodásra 34·9 g N -t, 11·9 g CaO -ot, 15·5 g P_2O_5 -ot és 1·0 g MgO -ot tartott vissza szervezetében. A kihasználatlan anyagok 88—95%-a a vizelettel és mindössze 5—17%-a a bélsárral távozott el. A —30 mg egvenértékű, negatív földalkaliaklicitással rendel-

kező tejtáplálék a sav-bázisegyensúlyt az acidosis irányában befolyásolta és ehhez képest a visszatartott, továbbá a vérsavóban megállapított Ca/P -arány értéke csökkent, a viszonylagosan nagyobb P -visszatartás következtében.

A tisztán növényi táplálkozás szakaszában, amikor a már idősebb borjú növekedési energiája valamennyire alábbhagyott és egyúttal a természeténél fogva kisebb biológiai értékű és a táplálékanyagok kihasználására kevésbé előnyös növényi táplálékon élt, a kihasználás értékei jelentékenyen estek, nevezetesen a fehérje



A táplálék és az életkor befolyása a táplálékanyagok visszatartására. Sz: szárazanyag; P: foszfor; Ca: kalcium; N: nitrogén (fehérje); H₂O: víz; Mg: magnézium.

kihasználása 79·2%-ra, a Ca -é 15·6%-ra, a P -é 41·9%-ra, a Mg -é 44·0%-ra, az 1000 kg élősúlyra számított testsúlygyarapodás pedig 5·7 kg-ra csökkent. Viszont 1 kg súlygyarapodásra számottevően több, 47·7 g N , ellenben kevesebb CaO , valamivel több, 19·4 g P_2O_5 és 17·3 g MgO visszatartása esett. A kihasználatlanul kiürült táplálékanyagok eloszlása a vizelet és a bélsár között abban az irányban változott meg, hogy mennyiségük a vizeletben 2—16%-ra esett, a bélsárban ellenben 84—98%-ra, tehát erősen emelkedett, különösen, ha az ásványi anyagokat vesszük figyelembe. A visszatartás Ca/P -aránya erős esést mutat a gyarapodó testállományban a foszfornak nagyobbarányú visszatartása követ-

keztében, a vérsavó Ca/P -arányának értéke viszont jelentékenyen emelkedett, a Ca -nak viszonylagosan nagyobb mérvű visszatartása folytán, ami a tápláléknak igen erősen pozitív (+53 mg egyenértékű) földalkaliakalicitásában találja magyarázatát.

A *vegyes táplálkozással összefüggésben* az egyes értékek általában átmenetet tüntetnek fel a tejes és a tisztán növényi táplálkozás között, egyúttal pedig már mutatják a kihasználatlan ásványi anyagok kiküszöbölési útjának eltérítését a bél felé, illetőleg megfogásukat a vizeletben.

A földalkaliakalicitás, vagyis a táplálékban az ásványi anyagok kölcsönös mennyiségaránya, akképpen befolyásolja a szervezet *savbázisviszonyait*, hogy a tejtáplálkozás szakában a —30 mg egyenértékű, erősen negatív, földalkaliakalicitás kiváltotta acidosisos irány (a visszatartási Ca/P -arány 1·26, a vérsavóban 0·94) a vegyes táplálkozás szakán keresztül mindjobban az alkalosis irányában tolódott el, nevezetesen a —2·83 mg egyenértékű földalkaliakalicitással kapcsolatban a vegyes táplálkozás idejében a visszatartás, illetőleg a vérsavó Ca/P -értéke 1·61-re, illetőleg 1·67-re, a növényi táplálék +53·27 mg egyenértékű földalkaliakalicitásának hatása alatt a vérsavóban 2·0-re emelkedett.

Mint általában, az 1000 kg súlyegységre vonatkoztatott testsúlygyarapodást a növekedési energiának az életkorral haladó fogyása és a magas biológiai értékű táplálék helyettesítése az ebben a tekintetben hátrányban levő növényi takarmánnyal fokozatosan jelentékenyen csökkentették.

Az elmondottak szerint az anyagcsere áthangolásának menete a tejes és a hozzá hasonló hústáplálkozásról a vegyes, majd azután tisztán növényi takarmányozásra áttérés alkalmával a következő: *Tej-, illetőleg hústáplálkozás esetén az anyagcsere kompenzált acidosis irányában halad, vegyes táplálkozással kapcsolatban az alkalosis felé terelődik, tisztán növényi táplálkozás pedig azt a kompenzált alkalosis irányában téríti el. Ezzel lépést tart a kihasználatlan táplálékanyagok kiküszöbölésének mind erősebb áttolódása a vesékből a bél, illetőleg a vizelet felől a bélsár felé.*

Az anyagcsere átállításával kapcsolatos változások a szervezetben nem maradnak kihatás nélkül az ellenállóképességre a különböző belső és külső ártalmakkal szemben, oly irányban, hogy az életnek

ezekben a szakaszaiban a szervezet sérülékenyebb, mint különben. A fiatal növekedő állatok életében három ilyen szakaszt különböztethetünk meg. Közvetlenül a megszületés után az állat nemcsak kénytelen anyagcseréjét átállítani a placentáris táplálkozásra, hanem azonkívül elveszíti az anyaméh védelmét is különböző környezetbeli behatásokkal szemben. A második ilyen veszélyes időszak az elválasztást megelőző vegyes táplálkozás és végül s különösen mint harmadik, az anyagcsere menetébe mélyen belenyúló áttérés a növényi táplálékra a teljes elválasztás idejében.

Irodalom.

1. CAMERER, W. jr.: Z. f. Biol. 43, 13, 1902.
2. GÄHTGENS, W.: Dorpat. med. Zschr. 2, 189, 1871.
3. KETTNER, A.: Arch. f. exp. Path. u. Pharm. 47, 178, 1902.
4. LASSAR, O.: Pflügers Arch. 9, 44, 1874.
5. SALKOWSKI, E.: Arch. f. exp. Path. u. Pharm. 7, 421, 1877.
6. WALTHER, F.: Arch. f. exp. Path. u. Pharm. 7, 148, 1877.
7. WINTERBERG, H.: Z. f. physiol. Chem. 25, 202, 1898.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1943. jún. 21-én tartott üléséből.)

UMSTELLUNG DES STOFFWECHSELS IM TIERKÖRPER BEI MILCH- (FLEISCH-), GEMISCHTER UND PFLANZLICHER ERNÄHRUNG.

Von O. WELLMANN.

Für eine genauere Erforschung der biochemischen Vorgänge zur Zeit der Umstellung des tierischen Stoffwechsels im Zusammenhange mit dem Übergang von einer Milch- (oder dieser sehr ähnlichen Fleisch-) Ernährung auf eine gemischte und dann auf eine reine pflanzliche Fütterung liess sich ein zuverlässiges Ergebnis erwarten von einer solchen Versuchsanordnung, wo ein seiner Gattungseigentümlichkeit nach den Pflanzenfressern angehörendes neugeborenes Säugetier eine geraume Zeit hindurch zunächst mit Muttermilch, darauf mit Muttermilch und Pflanzenfutter und schliesslich mit Pflanzenfutter allein ernährt wird.

Im Verlaufe der drei verschiedenen, jemals langdauernden Diät-Perioden erhielt ein Stierkalb der Simmentaler Rasse je 10 Tage lang in einem Stoffwechselkasten genau abgewogene Mengen der betreffenden Nahrungsstoffe (Muttermilch, Muttermilch mit Hafer und Luzernenheu, schliesslich Hafer und Luzernenheu allein), im 2. und 3. Abschnitt daneben auch abgewogene Mengen von gewöhnlichem Leitungswasser. In dem quantitativ gesammelten Harn und Kot wurde der Stickstoff-, Calcium-, Magnesium- und Phosphorgehalt analytisch genau bestimmt, eine Bestimmung des Harn-Ammoniaks jedoch unterlassen, weil die anatomischen Verhältnisse der Harnröhre beim Stierkalb einem quantitativen Abzapfen des Harnes mit dem Katheter im Wege stehen. Eine Beurteilung des Einflusses der mineralischen Nähr-

stoffe, m. a. W. der Erdalkali-Alkalizität in der Nahrung auf die Säure-Basenverhältnisse im Körper war trotzdem möglich unter Zugrundelegung des im Körper retinierten Ca/P -Verhältnisses.

Als Ergebnis wurde vor allem festgestellt, dass in der Periode der reinen Milchdiät, in engem Zusammenhang mit der im extrauterinen Leben nach der Geburt am höchsten stehenden Wachstumsenergie und auch dem hier grössten Nährstoffbedarf, die aufgenommenen Nährstoffe geradezu restlos ausgenützt wurden, namentlich von Eiweiss (N) 96·7%, von Ca 99·2%, von P 99·0%, von Mg 98·3%. Die auf 1000 kg Lebendgewicht bezogene Gewichtszunahme betrug 19 kg, die für 1 kg Gewichtszuwachs bezogene Retention bei N 34·9 g, bei CaO 11·9 g, bei P_2O_5 15·5 g, bei MgO 1·0 g. 83—95% der unausgenützten Nährstoffe verliessen mit dem Harn den Körper, 5—17% mit dem Darmkot. Bei einer —30 mg Äquivalenzen betragenden Erdalkali-Alkalizität der Milchnahrung wurde das Säure-Basengleichgewicht in azidotischer Richtung beeinflusst und dementsprechend ein Wertabfall des retinierten sowie des im Blutserum ermittelten Ca/P -Verhältnisses festgestellt.

In der Periode reiner pflanzlicher Ernährung fiel ein namhafter Abfall der Ausnützungswerte auf, in Abhängigkeit von der in diesem Alter des Tieres bereits etwas nachgelassenen Wachstumsenergie und auch von der Ernährung mit ihrer Natur nach im biologischen Werte niedriger stehenden sowie für die Ausnützungsvorgänge sich weniger eignenden Futterstoffen. Insbesondere belief sich der Ausnützungswert für N nur auf 79·2%, für Ca auf 15·6%, für P auf 41·9%, für Mg auf 44·0%. Der für 1000 kg berechnete Gewichtszuwachs ging auf 5·7 kg herunter. Es konnte andererseits eine namhafte Erhöhung des für 1 kg Gewichtszuwachs berechneten Retentionswertes für N auf 47·7 g, für P_2O_5 auf 19·4 g, für MgO auf 17·3 g, hingegen eine mässige Erniedrigung für CaO festgestellt werden. Eine Veränderung in der Verteilung der Ausscheidung der unausgenützt gebliebenen mineralischen Nährstoffe zwischen Nieren und Darm trat in der Richtung ein, dass die Ausscheidung mit dem Harn auf 2—16% abgefallen, die mit dem Darmkot auf 84—98% gestiegen war. Weiterhin zeigt das Ca/P -Verhältnis einen starken Wertabfall zufolge einer vermehrten P -Retention in der sich vermehrenden Körpermasse, der Ca/P -

Quotient im Blutserum dagegen einen bedeutenden Wertzuwachs infolge einer verhältnismässig vermehrten *Ca*-Retention im Zusammenhang mit der stark positiven (+53 mg Äquivalenzen) Erdalkali-Alkalizität der Nahrung.

In der Periode der gemischten Ernährung lassen die einzelnen Werte einen Übergang zwischen der reinen Milch- und der reinen pflanzlichen Ernährung erkennen. Es fällt dabei auch schon eine beginnende Verschiebung der Ausscheidungsverhältnisse zugunsten des Darmes auf.

Auch durch die Erdalkali-Alkalizität, m. a. W. durch das gegenseitige Mengenverhältnis der in der Nahrung enthaltenen Mineralstoffe, werden die Säure-Basenverhältnisse im Körper in der Richtung beeinflusst, dass in der Milchperiode die durch eine —30 mg Äquivalenzen betragende Erdalkali-Alkalizität bewirkte azidotische Richtung (Retentionswert für *Ca/P* 1·26, im Blutserum 0·94) über die Periode der gemischten Ernährung immer mehr nach der alkalotischen Seite hin verschoben wurde, insofern als bei einem Erdalkali-Alkalizitätswert von —2·83 mg der *Ca/P*-Wert für die Retention auf 1·61, im Blutserum auf 1·67, in der Periode reiner Pflanzennahrung mit einer Erdalkali-Alkalizität von +53 mg im Blutserum auf 2·0 gestiegen war.

Nach den geschilderten Versuchsergebnissen schlägt die Umstellung des Stoffwechsels beim Übergang von reiner Milch- bzw. Fleischnahrung auf eine gemischte und dann auf reine pflanzliche Fütterung folgenden Weg ein. Bei Milch- oder Fleischnahrung bewegt sich der Stoffwechsel in der Richtung einer kompensierten Azidose, bei gemischter Nahrung wird er leicht nach alkalotischer Richtung abgelenkt und bei reiner pflanzlicher Fütterung in der Richtung einer kompensierten Alkalose verschoben. Hand in Hand hiermit geht eine immer stärkere Verschiebung der Ausscheidung der unausgenützten Nährstoffe von den Nieren bzw. dem Harn dem Darm zu.

Die mit der Umstellung des Stoffwechsels zwangsläufig einhergehenden Veränderungen im Körper bleiben nicht ohne Einfluss auf dessen Widerstandsfähigkeit den verschieden inneren und äusseren schädlichen Einwirkungen gegenüber, insofern als in diesen Lebensperioden der Organismus anfälliger ist. Im Leben

der jungen wachsenden Tiere gibt es drei solche Perioden: Beim Übergang vom uterinen zum postnatalen Leben muss das Tier eine Umstellung seines Stoffwechsels von der plazentären Ernährung auf die doch nicht absolut gleichwertige Milchnahrung vollführen und wird zu gleicher Zeit der Schutzwirkung der Gebärmutter des Muttertieres verlustig; der zweite bedenkliche Lebensabschnitt beginnt mit der Aufnahme fremder Nahrung bei noch vorhandener Milchernährung und der dritte nach erfolgter gänzlicher Entwöhnung zufolge des nun sehr tiefgehenden Eingriffes in die Stoffwechselvorgänge.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 21. Juni 1943.)



A THYMUS RETICULUMA.

ZIMMERMANN ÁGOSTON 1. tagtól.

A thymus-mirigy, magzatmirigy, egyike a legréjtélyesebb belső elválasztású mirigyeknek, mely bár régóta ismert, állítólag már HIPPOKRATES is tudott róla, (HAMMAR a kiváló thymus-kutató szerint görög eredetű neve utal arra, hogy a klasszikus korban ismerték), mégis szerkezete és működése nem eléggé tisztázott.

A thymus-mirigy neve HYRTL Onomatológiája szerint az ajakos, Labiata, démutka, Thymus vulgaris, németül Thymian, nevétől származik, ugyanis az állatok lebenykes szerkezetű magzatmirigye némileg hasonló az áldozatok alkalmával tömjénként használt, a levágott állatokkal együtt megsütött, megégetett, ill. füstölt Thymus szemecskés virágzatához, illetőleg terméséhez, capituláihoz, *ὁ θυμός* a démutka görög neve (*θυω* = áldozók, így HIPPOKRATES); de ezenkívül *ὁ θυμός* (oxytonon, szemben a *ὁ θυμός* paroxytononnal) lélek, érzés jelentésű, ezért egy másik etymologia szerint, ARISTOTELES nyomán, a magzatmirigy görög eredetű neve helyzetétől származtatandó, ugyanis a mellüregben főleg a szívhez fekszik, mely szervet az érzelmek, a lélek székhelyének tartották. Az előbbi értelmezés valószínűbbnek látszik.

A közelmúltban elhunyt kitűnő pathologus, ASCHOFF LAJOS a belső elválasztású mirigyek nomenklaturájáról szóló posthumus dolgozatában kiemeli, hogy a thymus szó masculini generis, egyes német szerzők által használt «die Thymus» helytelen (de: die Thymusdrüse, das Bries).

A magyar nyelvben a thymus-mirigy több synonymája használatos. A régies *kedeszmirigy* szót a ked-tőből származtatták (ad vocem: kedély, veszély, dagály stb., némileg hasonló *ὁ θυμός*-hoz), nevezik *csecsemőmirigynek* (KISS FERENC, GORKA), *magzat-*

mirigynek, mert fiatalkorban éri el fejlődése és működése teljességét és a nemi érettség idején túl elsorvad; használatos még a topographiai jellegű *gátormirigy* név is, LENHOSSÉK is így nevezte, mert gyermekeken az elülső gátorközben, mediastinum anterius s. praecardiale, helyezkedik a szívburok és az ebből kilépő nagy erek előtt, ezekkel és a szegycsonttal laza kötőszövet fűzi össze. Utóbbi összeköttetésétől nyerte továbbá a *szegymirigy* nevet. Az összehasonlító anatómiában azonban nem találó a gátormirigy és a szegymirigy név sem, mert a kétoldali harmadik belső zsigerbarázda entodermabéléséből sarjadzó thymus két hosszú lebeny alakjában a *nyakon*, a gégecső két oldalán *páros* szervként halad a mellkas bejárata felé, ahol a *pars cervicalis* két lobusa (dexter et sinister) egyesül a páratlan *tractus centralis* s. *pars thoracica*ban; innen a magzatmirigyet *páratlan* szervnek tekintik, holott páros a fejlődése (evvel szemben egy másik branchiogen belsőelválasztású mirigyet, a pajzsmirigyet, glandula thyreoidea, páros szervnek minősítik, pedig eredetileg páratlan szerv, a nyelv gyökeréről egységesen sarjadzik és csak azután oszlik két lebenyre). A csecsemőmirigy neve állatoknál szintén nem helytálló, az állati magzatokat nem szokás csecsemő névvel illetni; ezért a magzatmirigy elnevezés látszik a legmegfelelőbbnek.

Amint topographiai alapon HAMMAR háromféle thymust különböztet meg: *t. cervicalist*, *t. thoracalist* és *t. cervicothoracalist* (ilyen a borjúé és a sertésé, mely a nyakon kétoldalt a gégeig terjed, a mellüregben pedig a szegycsonton a szívburokig; németül Kalbsmilchnek, népiesen Brieselnek nevezik, mely utóbbi szó elferdítve magyarban is használatos; főzve, sütve eszik), addig az élet folyamán a thymus szerkezete is szintén háromféle alakban mutatkozik, a thymus pályafutása során három átalakuláson megy keresztül. Mint már előbb jeleztem, a harmadik belső zsigerbarázda, egyes állatfajokban a negyedikből is, ventralis részének entodermás hámból sarjadzik lefelé, közben tömött bogyszerű oldalsó sarjakat hajt, apró lebenyeket, *lobuli thymi*, képez, melyekben sötétebben festődő *kéreg*- és világosabb *velőállomány* különböztethető meg. E magzatkorbeli thymusmirigy tehát főleg és túlnyomórészt hengeres háms sejtekből épült fel, míg a szomszédos mesenchyma körülötte tömörül és állományába interstitiumként benyomulva kisebb

lebenykéket különít el. E *thymus epithelialis* kezdetben csőszerű, hámsó alakjában jelenik meg, csakhamar azonban elveszti ürterét.

Több év előtt, 1930-ban, néhány belső elválasztású mirigy histogenesisére vonatkozó vizsgálataim során borjú- és sertésmagzatok thymusában az azokat a szomszédságtól elhatároló kötőszöveti burokból kiinduló és a thymust lebenyekre osztó kötőszöveti kötegeket és ezekből a thymus-lebenyekbe hatoló finom rostú kötőszöveti *reticulum*ot sikerült kimutatni. Erre már akkor a BIELSCHOWSKY-féle eljárásnak a kötőszöveti rostok impregnálására alkalmas módosítását használtam. BIELSCHOWSKY ugyanis 1904-ben ismertetett eljárását idegrostok feltüntetésére ajánlotta; csakhamar reámutattak azonban eljárásának ama hátrányára, hogy vele nemcsak a neurofibrillumok, hanem az enyvadó rostok, az argyrophil rácsrostok és a rugalmas rostok is jól előtűnnek. Ezért többen, MARESCH, STUDNICKA, LEVI, kötőszöveti rostok feltüntetésére is felhasználták BIELSCHOWSKY eljárását, a máj kötőszöveti alapvázának, sőt a hyalinporcok alapállományában kötőszöveti rostok kimutatására, oly módon, hogy az alkalmazott oldatok koncentrációját és ezen oldatok behatásának idejét változtatták meg. Az impregnációs eljárások gyakran teljesen exakt kivitelük mellett tökéletlen és egyenetlen képet adnak, sikerük az előzetes kezeléstől, a metszetek vastagságától és sok egyéb körülménytől függ. Módosul az eredmény az egyes szervek szöveti szerkezete szerint is, úgyhogy egységes szabályok felállítása általában alig lehet megfelelő. Még ugyanazon szerv, pl. a máj kötőszöveti állományának impregnálására is WOLFF, MARESCH, STUDNICKA, BIELSCHOWSKY eljárását más-más módosításban használta.

A borjú és a tengerimalac, *Caria cobaya*, thymusában, ezenkívül a submandibularis nyálmirigyében és nyirokesomóiban a kötőszöveti rostok, e szervekben a kötőszöveti váz *reticulum*ának kimutatására folytattam kísérletes vizsgálatokat a BIELSCHOWSKY-féle impregnációs eljárás különféle módosításaival és végül sikerült oly eljárást találni, mellyel a legfinomabb kötőszöveti rostok is jól észrevehetően feltüntethetők és a legkisebb elágazásaik is követhetők voltak.

A 10%-os neutralis formoldatban történt rögzítés után a

további kezelés előtt a formolt legalább egy fél napon át jól ki kell mosni, célszerű továbbá ezután még néhány órára destillált vízben áztatni a megvizsgálandó anyagot. Ezután fokozatosan erősebb alkoholba, majd a paraffinbeágyazást megelőző intermediumba (e célra itt cédrusolaj szolgált), végül paraffinba helyeztetek a kb. 5 mm vastag szervrészletek. Az ezekből készített 5 μ vékony metszetek kevés tojásfehérjével tárgylemezre felragasztva kerültek további kezelésre, miután a paraffin belőlük xylol segítségével kiolvasztatott.

MARESCH a paraffinnal együtt vitte a metszeteket az ezüstoldatokba és csak a kezelés végén, az aranyozást követőleg ragasztja fel azokat a tárgylemezre, ugyancsak ezután oldja ki belőlük a paraffint. A paraffin-metszetek ilyen kezelése kényelmetlenebb, a paraffin morzsolódik, a metszetek töredeznek.

Előzetes ezüstimpregnációra a metszetek 48 órán át 2%-os *pokolkőoldatba* kerülnek (STUDNICKA 3% oldatot négy napon át, MARESCH 12—24 órát, WOLFF egy hetet ajánl), mire teljesen és egyenletesen impregnálódnak. Destillált vízben való leöblítés után *ammoniakos ezüstoldatba* vitetnek át a metszetek, mely minden egyes alkalomra külön, frissen készítendő szigorúan az eredeti BIELSCHOWSKY-féle utasítás szerint, nagy figyelmet fordítva arra, hogy minden csepp nátronlúg, majd utóbb minden csepp ammoniák gyakran feloldja teljesen a csapadékot és szabad ammoniák marad vissza, mely az impregnáció sikerét veszélyezteti. Ezért célszerűbb a csapadék egy részét oldatlanul hagyva, az egészet megsűrni és a szűrletet négyszerannyi desztillált vízzel hígítani. Az ammoniakos ezüstoldat csak rövid ideig marad meg használható állapotban, nagyon érzékeny a fény iránt, ezért az ezüstözést sötét helyen kell végezni. Az ammoniakos ezüstoldatban egy félórán át maradnak a metszetek, amíg sárgásbarna színeződést vesznek fel. Ezután destillált vízben leöblítve redukálás céljából 5%-os formololdatba kerülnek az ezüstözött készítmények. BIELSCHOWSKY a redukció előtt még jégecetoldatban való kezelést is ajánl a periferiás idegek feltüntetésére; ahol azonban a kötőszöveti rostok impregnációja az eljárás célja, az minden hátrány nélkül mellőzhető. MARESCH 20% formololdatot alkalmaz az ezüstsók redukációjára; de ez a töményebb oldat sok és alig eltávolítható csapadékot okoz, úgy-

hogy célszerűbbnek látszik az 5%-os formoldat alkalmazása mintegy 10—15 percen keresztül, addig t. i., míg a metszetek sárgásbarna színe teljesen elsötétedik. Már ekkor meg lehet arról győződni mikroszkópos vizsgálattal, hogy vajjon mennyire sikerült az impregnálás, mert a kötőszöveti rostok ilyenkor már gyenge nagyítás mellett is jól előtűnnek.

A redukció után a vízben újból kimosott lemezek az ezüst-impregnálás fixálása céljából gyenge, 1‰ *aranychlorid* oldatba helyeztetnek $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ órára. E halványsárgás oldatban a metszetek sötétbarna színe palaszürkévé változik át, mikroszkóp alatt pedig a rostok inkább ibolyás árnyalatú sötétkék színben tűnnek elő. Ezután a még nem redukált ezüst eltávolítása, feloldása céljából 10—15 percre 5%-os fixáló nátronoldatba, nátriumhyposulfátba kerülnek a metszetek, melyek itt jóval átlátszóbbakká válnak. Ezt követőleg 6—12 órán keresztül vízben alaposan kimosatnak. A víz alkohollal kivonatik és xylollal történt derítés után a metszetek kanadai balzsamban lefedetnek. Utófestés feleslegesnek látszik, mert a többi, nem impregnált szövetelem is ilyenkor jól előtűnik.

A sikerült készítményekben a kötőszöveti rostok általában intenzív sötétszürke vagy sötét ibolyáskék színben, a *sejtek* és *magvak* pedig valamivel világosabb árnyalatban tűnnek elő. Az impregnáció által helyenként a *zsírsejtek* szélei is jól megkülönböztethetők. Az impregnáció élesen és tökéletesen emeli ki a kötőszöveti rostokat környezetükből, miről nemcsak a fetalis, hanem az újszülött, sőt az epithelialis thymuson túl a lymphoid és zsíros thymuson is meggyőződni lehet.

Az *újszülött thymusa* egy ideig növekedik; arra irányuló vizsgálatokkal megállapítást nyert, hogy a régebbi nézettel szemben nem az újszülöttön éri el a fejlettség legmagasabb fokát, hanem a nem érés idején, ezután fogy, de teljesen sohasem tűnik el. Ha már az újszülöttön feltűnő nagy a thymus, ez kóros állapotnak felel meg, amelyet PALTAUF *status thymicolymphaticus*nak nevezett és amelynél a szervezet nyirokszervei, a nyirokcsomók, a lép, a mandulák is nagyobbak a rendesnél, megduzzadtak, e mellett genitális hypoplasia kíséri.

A fejlődés során azonban a thymusnak nemcsak nagysága változik meg, hanem *szerkezete* is átalakul. A tiszta hámszerv, a *thymus*

epithelialis, a thymus életpályájának következő, második szakában azután legnagyobbbrészt nyirokszervvé, *thymus lymphaticusszá* alakul át. A ma általánosan elismert felfogás szerint ez az átalakulás nyiroksejtek bevándorlása, *immigratio*, útján jön létre, nem pedig a hámsejteknek, tymussejteknek nyiroksejtekké való átalakulása, *transformatio s. metaplasia* útján (újabbán PETRI a nyiroksejteket a thymus reticulumsejtjeiből származtatja). A thymus epithelialis hámsejtjei közé kívülről nagy tömegben bevándorló nyiroksejtek elnyomják a hámsejteket, HAMAR szerint hálózatos rendszerre sorvasztják el, mely hálózat, a thymus lymphaticus *reticuluma* tehát hámeredetű volna. A reticularis váz hézagaiba, recéibe typosos nyiroksejtek, lymphocyták, kerek, sötéten színeződő magvú sejtek, keskeny plasmazegéllyel, vannak beágyazva. A lymphocyták között elvétve a fehérvérsejtek, leukocyták többi féleségei is előfordulnak, de a nyiroksomók csírázó középpontjához hasonló másodlagos göbök, *centrum germinativumok* nem találhatók.

A thymuslebenyekék sötétebb *kéregállományában* a sejtek sűrűbben vannak a recés vázba beágyazva, a sejtek kisebbek, kevesebb a protoplasmájuk, mint a világosabb *velőállományban* látható kevesebb számú, lazábban álló, nagyobb, halványabb nyiroksejteké.

A velőállományban található a változatos alakú, többnyire gömbölyded, és koncentrikusan rétegzett HASSAL-féle *testecskék*, *corpora concentrica thymi*, melyek állítólag hagymalevélszerűen egymásra rétegzett hámsejtekből állnak; magvaik gyengén festődnek, plasmájuk erősen eosinophil, amit elfajulásos jelenségnek minősítenek.

A thymus epithelialis hámsejtjei tehát a thymus lymphaticus reticulumában és a HASSAL-féle testecskékben maradnának meg. Az előbb ismertetett ezüst impregnációs eljárással, BIBLSCHOWSKY eljárásnak módosításával azonban úgy a borjú, mint a sertés, a tengerimalac és a vakondok thymus lymphaticusában is sikerült a többek által kétségbevonat ugyanolyan *finom kötőszöveti rostosvázat* kimutatni, mint a thymus epithelialisban, a kötőszöveti reticulum itt éppen oly élesen kiemelkedik, mint az előző stadiumban a hám-környezetből. *A thymus-reticulum tehát a lymphoidthymusban is kötőszöveti eredetű, recés kötőszövet.*

A kötőszöveti rece csomópontjain, de egyebütt is hámsejtek kötegszerű elrendeződésben különböztethetők meg a lymphocyták között, úgyhogy ez alapon is a thymus *lymphoepithelialis szervnek* minősíthető, ugyanúgy mint a mandolák, melyek szintén eredetileg tisztán hámszervekként fejlődnek a második belső zsigerrés táján és csak kevéssel a születés előtt infiltrálódnak fehérvérsejtekkel.

A thymus reticuluma ezek szerint nem hámeredetű, hanem mesenchymaszármazék, ellenben benne a thymus epithelialis maradványai különböztethetők meg nagy, halvány, ovális sejtek alakjában.

Úgy mint a thymus reticulumát, ugyancsak az embryonalis thymushámtelep közvetlen maradványának tekintik sokan a thymus jellemző alkotórészeit képező *HASSAL-féle testecskéket* is, *corpora concentrica thymi*, melyek a thymus-lebenykék velőállományában már gyenge nagyítással is észrevehetőek. Ennek azonban ellene szól az, hogy már a thymusepithelialisban is találhatóak, amikor még nem nyomhatták össze bevándorló fehérvérsejtek azokat. A születés után számuk növekedik, legnagyobb számban a thymus hanyatló átalakulása, involutiója alkalmával mutathatók ki. HAMMAR felfogása szerint a HASSAL-féle testek a thymus hámtelepének származékai ugyan, de nem közvetlenül ebből keletkeznek, hanem ezen hámtelepből fejlődő *reticulumsejtek* mitosisos szaporodása hozza létre azokat oly módon, hogy a sarjadzó reticulumsejtek közül egyesek lefűződnek és a HASSAL-féle testecskék alakjában koncentrikusan rétegeződnek fel.

Az előbb ismertettek szerint a thymus kötőszöveti eredetű reticulumán valóban epithelioid sejtek foglalnak helyet, amelyeknek leválásával és a lebenykék középpontja felé vándorlásával magyarázható a HASSAL-féle testecskék keletkezése és későbbi gyarapodása is, amikor egyebütt a thymusban a nyiroksejtképződés és felhalmozódás előbbrehaladtával a hámelemek kevesbednek.

Újabban PETRI a HASSAL-féle corpora concentricakat nem a thymus hám-maradványainak, tehát entoderma-eredetűnek, zsigerhasadék hámjából eredőnek tekinti, hanem a thymus velőállományába hatolt *hajszálerékből* származtatja, tehát *angiogen-*, mesodermaeredetűnek tartja. Szerinte a duzzadt és sarjadzó hajszálerendothelsejtek hagsymalevélszerűen, koncentrikusan rendeződnek el

egymás mellett, a közöttük és körülöttük megalvadtt plasma és fibrin is rétegzetesen rakódik fel a véráram lassúdása, torlódása során.

PETRI felfogása nem új, mert AFANASSIEW már 1877-ben adott kifejezést ama nézetének, hogy a HASSAL-féle testecskék érendothelből származnak, de e nézete HAMMAR nézetével, a HASSAL-féle testek hámeredetével szemben háttérbe szorult, míg most PETRI felújította. Beigazolása további vizsgálatoknak van fenntartva.

A thymus *erei* a mirigy szerkezetének megváltozásával, átalakulásával kapcsolatban szintén változáson mennek keresztül. E változást, a thymus ereinek *functionalis szerkezetét és átalakulását* házinyúl thymusán vizsgáltam; e célra ugyanis nagyobb megfelelő vizsgálati anyag állt rendelkezésemre, más irányú régibb vizsgálatokból is. A thymus arteriái, *aa. thymicae*, részben az a. thoracica internából erednek (házinyúlban ez az a. subclavia ága, a truncus bronchooesophagicus pedig a jobboldali a. thoracica interna ága), részben mint *rami thymici* az elülső gátorközi arteriából, a mediastini cranialis, indulnak ki a thymus tractus centralisához, az a. mediastini cranialis viszont az a. cervicalis profunda ága; a thymus két nyaki lebenye a felhágó nyakarteriából, a. cervicalis ascendens, és a pajzsmirigy hátulsó arteriájából, a. thyreoidea caudalis, mely gyakran az előbbiből, az a. cervicalis ascendensből, máskor a közös fejarteriából indul ki, kapja a vért; de a kétoldali a. carotis communisből közvetlenül is kerülnek apró ágak a thymus két oldalsó, nyaki lebenyéhez.

Mindezek az arteriák nagyjában egyforma erősek, szerkezetükben azonban a thymus különböző fejlődési szakai, valamint az állat életkora szerint már nagyobb, jellemző eltéréseket tüntetnek fel. A fetalis és az újszülött házinyúl thymusában, kb. a kéthónapos korig, a thymus arteriáin, úgy a belépő, nagyobb ágakon, mint a benne eloszló kisebb ereken is feltűnően *erősen kifejlődött adventitia* található, mely a tunica media két-háromszorosát is elérheti. A praecapillaris arteriákon, arteriolákon az elágazó, változatos alakú pericytákon főképp harántágak különböztethetők meg, ezeken belül a basalis hártya, melyből azután tunica elastica interna alakul ki, rugalmas, erősen fénytörő, hosszant elterülő hártya formájában. Az adventitia kötőszöveti rostjai is BIELSCHOWSKY módosított eljárásával jól feltüntethetők.

A thymusban az erek a lebenykék kéregállományában találhatók nagyobb számban, a velóállomány ereiben szegényebb. Az erek erősen fejlett adventitiájának a thymus reticuluma mellett támasztó szerepe van, vázat alkot, az erek itt a vérvezetésen kívül mint *tartószerkezetek* is szerepelnek és közelfekvő a feltevés, hogy igénybevételük, megterheltetésük szerint szerkezetük is megváltozik.

A thymus állományában, szerkezetében az eddig jelzett két állapot, a thymus epithelialis és a thymus lymphaticus után életpályája harmadik fokozatán sorvadni kezd. Először a kéregállományában fogyatkoznak meg a nyiroksejtek, majd a velóállományban is, miközben a lebenyek közötti, interstitialis kötőszövet sejteinek elzsírosodása által keletkezett zsírszövet foglalja el a nyirokszövet helyét és így a *thymus adiposus s. involutionis*, a *corpus adiposum thymicum* áll elő. A thymus involutiója, sorvadása a nemi érés idején túl következik be. A sorvadás eleinte gyorsabban, majd lassabban halad előre. A thymus-szövet helyére lépő zsírszövetben vizsgálataink szerint különösen a ló és a sertés thymusában mindig található még mikroszkóppal *thymusrészletek*, teljesen nem tűnik el a thymus és nagyon valószínű, hogy maradványai az egész élet folyamán hatást fejtenek ki a szervezetre.

Régebben (1918) végzett vizsgálataimmal különösen jól táplált herélt lovakban és sertésekben a szívburok előtt zsírban beágyazottan halványszürkés vörös lebenyes kötegeket sikerült találni, melyekben zsíros kötőszövetbe foglalva lymphocytahalmazok. HASSAL-féle koncentrikus testecskék, világos hámsejtek stb. voltak kimutathatók. Hasonló eredményre vezettek a később marhán, juhon, kutyán és házinyúlón ilyen irányban végzett vizsgálatok, melyek szerint tehát a magzatmirigy részleges megmaradása normalis jelenség. De előfordult sertésben több esetben a thymusnak felnőtt, kifejtett állatban csaknem teljes nagyságban való jelenléte, a *thymus persistens* is.

A thymus e szerint nem teljesen múltékony szerv, nemcsak átmeneti, transitorius jelentőségű, később sem tűnik el teljesen, amire már a XVII. században GLISSON, később COOPER 1739-ben, majd WALDEYER és különösen HAMMAR, a kiváló thymus-kutató hívta fel a figyelmet.

A thymus adiposusban az ereknek az imént ismertetett szerkezete megváltozik, mert igénybevételük csökken. Először a nyaki lebenyekhez térők szűkülnek, összeesnek; a nyaki lebenyek elsorvadásával elzárulnak, helyükön kötőszövet marad vissza. Faluk szerkezetében a külső réteg, a tunica adventitia erős fejlettségéből veszít, úgyszintén csökken a rugalmas elemek mennyisége is, míg végül a zsírszövettől körülvevett arteriák falán az adventitia már csak nagyon vékony réteget képvisel.

A thymus persistens kifejezett eseteiben az a. thoracica interna és a. mediastini cranialis thymuságai is jól fejletten megmaradtak, falukon az adventitia erősebb, mint a media és több rugalmas rostot is foglal magában. Az erősen fejlett adventitiának a thymusban támasztó szerepe van, vázat alkot és amikor az involutio bekövetkezésével az interstitium növekedik, az adevntitia támasztó szerepe csökken, vele együtt fogy rugalmas rostjainak mennyisége is.

A thymus adiposusban a BIELSCHOWSKY-féle ezüstimpregnációs eljárással szintén sikerült kötőszöveti recét kimutatni és hasonlóképen a thymus persistensben is, úgyhogy e szerint a thymus reticuluma kezdettől végig megmarad, amely jelenség szintén hámeredete ellen szól; megtalálható a reticulum a thymus epithelialisban a hámsejtek között, a thymus lymphaticusban, ahol a nyiroksejtek ágyazottak belé, és végül a thymus adiposusban a zsírsejtek között és a thymus-maradványokban.

A thymust általában branchiogen, transitorius *endokrinmirigy*-nek tekintik, de e mellett más működést is fejt ki.

Az a körülmény, hogy a thymus hámeredetű, mirigyes állománya a fiatal, fejlődő szervezetben van legerősebben képviselve, arra enged következtetni, hogy váladéka, hormonja a *fejlődő szervezet* növekedésére, különösen a csontváz növekedésére hat; kiirtására ugyanis a hosszú csöves csontok maradnak el fejlődésükben. De kivonatának befecskendése hatástalan.

Miután a thymus a hanyatló átalakulása a pubertas idejére, hímeken a spermio genesis idejére esik, valószínű, hogy működése a *nemimirigyekkel correlatió*ban áll; thymektomia után a herékben, petefészkekben, de más belsőelválasztású mirigyekben, a pajzsmirigyben, az agyfüggelékben, a mellékvesékben stb. észleltek hypertrophiát. A thymektomia után a kísérleti állatok kezdet-

ben híznak, izmaik elpetyhüdnek, farkasétvágy jelentkezik, később lesoványodás, csontlágylás, aluszékonyság, psychés zavarok. *coma thymicum* következik be. A thymust általában *anyagcseremirigy*-nek tekintik, a mézlerakodásra, növekedésre hat. Mint lymphatikus szerv nucleoproteidok raktára; feltűnő cholinban való gazdagsága is.

Hormonja a lymphocytákban található; ezek már a mirigy velőállományában veszik fel a hormont, a kéregállományba vándorolva tartalékolják és alkalmilag, szükség szerint, a vérbe jutva, a megfelelő helyen leadják. A thymus működése az agyfüggelék befolyása alatt áll, de ha a thymus működését röntgenbesugárzással kirekesztik, az agyfüggelék növekedési hormonja nem hat. A thymus hormonjáról kiderült, hogy vízben oldódik, a máj glykogenjét kihajtja, a vérben a fehérvérsejtek mennyiségét növeli, a nemimirigyek fejlődését gátolja, de a pajzsmirigy működésére is gátlólag hat. A thymus és a pajzsmirigy antagonizmusa a két mirigy súlyviszonyában a különböző életkorok szerint is meg nyilvánul.

Megemlíthetem még, hogy GALENUS a thymusnak, úgy mint a pankreasnak, tisztán mechanikai hatást tulajdonított, azt ugyanis, hogy védi és helyzetükben tartja a nagy ereket.

HAMMAR szerint méregtelenítő hatást is fejt ki, védő hatást mérgezőekkel szemben.

A belső elválasztáson kívül kétségtelen a thymus másik működése szövettani szerkezetének tanúsága szerint a *nyiroksejtek termelése*, mely működése különösen lebenykéinek kéregállományához fűződik; PERRI a thymust nem tartja belső elválasztású mirigynek, hanem *vérképzőszervnek*, mely recés kötőszövetből fejlődik. Szerinte a thymus belsőválasztású működése még nem nyert beigazolást, úgyszintén vitamintermelő vagy tároló működése sem, sőt azt is állítja, hogy a thymus megbetegedése vagy művi eltávolítása nem jár súlyosabb zavarokkal. Ez erős túlzásokkal szemben állanak a thymektomia kísérleti eredményei. Az azonban kétségtelen, hogy a thymusra vonatkozó ismeretek még további vizsgálatokra szorulnak, nem egy problémája még megoldásra vár, működéséről, chemismusáról stb. részben eltérő, sőt ellentmondó adatok vannak elterjedve.

A thymus reticulumára vonatkozólag a BIELSCHOWSKY-féle ezüstimpregnációs eljárás módosításával sikerült megállapítani, hogy az nem háms-, hanem kötőszöveti eredetű; rajta, főleg csomópontjain háms sejtek, részben kötegszerűen, foglalnak helyet, melyek a thymus epithelialis maradványai. A kötőszöveti rece úgy a thymus epithelialisban, mint a thymus lymphaticusban, de a thymus-adiposusban is kimutatható.

Irodalom.

HAMMAR, A.: Fünfzig Jahre Thymusforschung. Ergebnisse der Anatomie und Entwicklungsgeschichte. Bd. 19. 1909—10.

HAMMAR, A.: Die normalmorphologische Thymusforschung im letzten Vierteljahrhundert. Leipzig, 1936.

HYRTL, J.: Onomatologia anatomica. Wien, 1880.

LENHOSSÉK M.: Az ember anatómiája. II. kötet. Budapest, 1923.

NÉMET G.: Adatok a sertés thymusának persistenciájáról. Közlemények az összehasonlító élet- és kórtan köréből, XVIII. k., 1—4. f. 1925.

PETRI, E.: Die Stellung des Thymus im Organismus. Virchow's Archiv für pathologische Anatomie und Physiologie. 310. Bd., 1. H. 1942.

SCHAFFER, J.: Über den feineren Bau der Thymus. Sitzungsbericht der Wiener Akademie, Bd. 102.

ZIMMERMANN, Á.: Über die Anwendung der Methode von Bielschowsky zur Darstellung der Bindegewebsfibrillen. Zeitschrift für wissenschaftliche Mikroskopie und mikroskopische Technik. 25. Bd., 1908.

ZIMMERMANN, Á.: Über Thymuspersistenz. Berliner Tierärztliche Wochenschrift. 39. évf., 10. sz. 1923.

ZIMMERMANN, Á.: Zur Histogenese einiger Endokrindrüsen bei Rindsfeten. Anatomischer Anzeiger. Ergänzungsheft, 72. Bd. 1931.

ZIMMERMANN, Á.: A magzatmirigy megmaradásáról. Állatorvosi Lapok, 64. évf., 17. sz., 1941.

ZIMMERMANN, Á.: A magzatmirigy, glandula thymus, arteriáinak functionalis anatómiájáról. Közlemények az összehasonlító élet- és kórtan köréből, 30. k., 7. f. 1942.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1943. okt. 18-án tartott üléséből.)

ÜBER THYMUS-RETICULUM.

Von A. ZIMMERMANN.

Mit einer Modification der Méthode von BIELSCHOWSKY (s. Zeitschrift für wissenschaftliche Mikroskopie und mikroskopische Technik, Bd. 25., 1908.) gelang es sowohl im Thymus epithelialis, wie auch im Thymus lymphaticus und Thymus adiposus beim Rind, Schwein, Kaninchen und Maulwurf ein Bindegewebs-reticulum nachweisen, das *nicht vom Entodermepithel abstammt*, sondern vom Mesenchym aus entsteht. Die Epithelzellen des Thymus gestalten sich nicht als Reticulum um, sondern bleiben teilweise am Reticulum haftend auch im späteren Stadien nachweisbar. Die Thymusdrüse stellt ein lymphepitheliales Organ dar, mit doppelter Funktion, teils als Endokrindrüse, anderseits als Blutbildungsstätte.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 18. Oktober 1943.)

SZÖVETDARABOK LÉGZÉSE MAGAS OXYGENNYOMÁS MELLETT.

ISSEKUTZ BÉLA 1. tagtól.

Miután az oxigen csekély diffuzióképessége miatt WARBURG számítása szerint 0.5 mm-nél vastagabb szövetdarabok oxigen ellátása 1 atm. oxigen-tenzió mellett nem kielégítő, a 2—5 mm vastag szövetdarabok belsejében levő sejtek oxigent már egyáltalán nem kapnak, az ilyen szövetdarabok légzésének mérése olyan eredményt ad, mely elsősorban nem a sejtek tényleges oxigenfogyasztóképességétől, hanem a szövetdarab vastagságától függ. Az ilyen szövetdarabok oxigenellátását az oxigennyomásnak emelésével lehet megjavítani. E célból egy olyan differenciál manometert készítettem, melynek segítségével 5 atm. nyomás mellett pontosan lehet mérni a szövetdarabok légzését. Különböző állati izmok és szervek oxigenfogyasztását 1 és 5 atm. mellett mérve megállapítottam, hogy ez a WARBURG-féle képletnek megfelelőleg az oxigennyomás négyzetgyökével arányosan emelkedik, vagyis 5 atm.-nál $\sqrt{5}$ -ször nagyobb, mint 1 atm. oxigennyomásnál. Ebből az következik, hogy a sejtek oxigén fogyasztása tág határok között az oxigenellátás függvénye. Mindaddig, amíg minden sejt nem kap optimális mennyiségű oxigent, a szövetdarabok légzése az oxigenellátás javulásával arányosan emelkedik.

Szervdarabok	Kísér- letek száma	O ₂ fogyasztás		
		5 Atm	1 Atm	Q
Kutya izom	16	860	396	2·17
Patkány «	7	1067	371	2·80
« máj	7	1576	690	2·30
Béka izom	2	348	164	2·11
« vese	2	1400	520	2·70
« máj	2	331	124	2·68
Patkány izom Dinitrophenol után	7	1576	580	2·70

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1943. jún. 21-én tartott üléséből.)

DIE ATMUNG VON GEWEBESTÜCKEN BEI HOHEM SAUERSTOFFDRUCK.

Von B. v. ISSEKUTZ.

Da zufolge des geringen O_2 -Diffusionsvermögens die O_2 -Versorgung 2—5 mm starker Gewebestücke bei 1 Atm. O_2 -Druck nicht ausreichend sein kann, versuchten wir sie durch Steigerung des O_2 -Druckes zu verbessern. Es gelang uns für diesen Zweck ein Differentialmanometer zu konstruieren, bei dessen Anwendung es möglich ist, die Atmung der Gewebestücke auch bei 5 Atm. O_2 -Druck genau zu messen. Durch den Vergleich der Atmung von Hunde-, Katzen- und Rattenmuskelstücken, sowie von Nieren- und Leberstücken bei 1 und 5 Atm. O_2 -Druck stellten wir fest, dass der bei 5 Atm. gemessene O_2 -Verbrauch der WARBURG schen Formel entsprechend $\sqrt{5}$ -mal grösser ist als bei 1 Atm. Die Zellatmung ist demnach innerhalb weiter Grenzen Funktion der O_2 -Versorgung. Der O_2 -Verbrauch der Gewebestücke wächst proportional dem Angebot solange, bis jede Zelle eine optimale Menge Sauerstoff erhält. Da im Lebendigen der Muskelstoffwechsel von der Blutversorgung reguliert wird, der des ausgeschnittenen Muskelstücks dagegen von Schichtdicke und O_2 -Druck abhängt, so kann man von der auf diese Weise gemessenen Atmung kaum auf den Stoffwechsel im Lebendigen schliessen.

Ausführlich erscheint in Schmiedebergs Archiv 202 (1943) 550.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 21. Juni 1943.)

A HŐSZABÁLYOZÁS IDEGI SZERVEZÉSE.

117. ISSEKUTZ BÉLÁ-161.

A gerincagy nyaki részének átvágása után elveszett hőszabályozó képesség néhány nap múlva, ha mérsékelt formában is, visszatér. Ez azt a látszatot keltette, hogy a hypothalamusban levő hőszabályozó központon kívül van még perifériás hőszabályozás is. Miután korábbi kísérleteim bebizonyították azt, hogy a nyaki gerincagy átvágása után még a vagus és szimpatikus idegek összekötik a hőszabályozó központot a perifériával, most a következő kísérletekkel bizonyítottam azt, hogy a látszólag perifériás hőszabályozás tulajdonképpen centrális eredetű. A nyaki gerincagy átvágása után mértem az egyik hátsó végtag anyagcserejét és megállapítottam, hogy az orrnak és nyaknak hűtésére ez éppen úgy anyagcsere-fokozódással reagál, mint a normális állaté. Ezután a gerincagy háti és lumbális részét teljesen kiirtva hűtöttem az egyik hátsó végtagot és megállapítottam, hogy a másik hátsó végtagnak az anyagcsereje ekkor is el kezd növekedni, mihelyt a végbél hőmérséklete mintegy 1 fokkal csökken. Ezt úgy kell magyaráznunk, hogy a központi idegrendszerből teljesen elszakított hátsó végtag hűtésére csökkent a vér hőmérséklete, ezt érezte meg a hőszabályozó központ és a fennálló vegetatív idegkapcsolaton keresztül fokozta a végtag anyagcserejét.

Ezen kísérletek és az irodalmi adatok tanulmányozása alapján azt a következtetést vontam le, hogy az élettan klasszikus tanítása helyes a hőszabályozás székhelye a hypothalamus.

(A Magyar Tudományos Akadémia III. osztályának 1943. jún. 21-én tartott ülésén bemutatta Issekutz Béla I. t.)

ÜBER DIE NERVÖSE ORGANISATION DER WÄRMEREGULIERUNG.

B. v. ISSEKUTZ jun.

Während die klassische Physiologie auf Grund der Untersuchungen von OTT (1, 2), ISENSCHMIED (3) u. A. lehrte, dass die Wärmeregulierung homoiothermer Tiere von einem im Hypothalamus sitzenden Wärmezentrum bewerkstelligt wird, und dass die hierzu erforderlichen Nervenbahnen unterhalb des 1. Dorsalsegmentes vom Rückenmark abgehen (FREUND, u. A.), führten die Forschungen der letzten Jahre zu Ergebnissen, die in scharfem Widerspruch zu dieser Lehre zu stehen scheinen.

Nach den Untersuchungen POPOFFS (4), sowie THAUERS (5) vermochten nämlich die Tiere einige Tage nach Durchtrennung des Halsmarkes in einer Umgebung von 18—20° C ihre normale Körpertemperatur aufrechtzuerhalten. An diesem Zustande wurde weder durch Exstirpation des Rückenmarks, noch durch Durchschneidung des cervikalen vago-sympathischen Stammes oder Entfernung der abdominalen sympathischen Kette etwas geändert. Die Richtigkeit dieser Befunde, die von mehreren Seiten bestätigt wurden (v. ISSEKUTZ jun. (6), v. ISSEKUTZ, LEINZINGER u. v. ISSEKUTZ jun. (7), MANSFELD u. MÉSZÁROS (8)), unterliegt keinem Zweifel. Umstritten ist lediglich die Erklärung der Wiederherstellung dieses Wärmeregulierungsvermögens: Nach POPOFF (l. c. 4) erlangt «das periphere Netz von Ganglienzellen» eine selbständige Tätigkeit und vermag auf diese Weise die vegetativen Funktionen zu regulieren, THAUER (l. c. 5) schreibt (1935), dass «die völlig dem Einfluss des Zentralnervensystems entzogene Peripherie die Fähigkeit erlangt, selbständig für die Aufrechterhaltung der normalen Körpertemperatur zu sorgen».

Demgegenüber besitzen Halsmarktiere nach MANSFELD u. MÉSZÁROS (l. c. 8) gar kein echtes Wärmeregulierungsvermögen, denn sie kühlen nach Karenz bereits bei Zimmertemperatur stark ab. Nach diesen Verfassern fressen Halsmarktiere aussergewöhnlich viel, vermögen jedoch nichts zu stapeln, sie verbrennen alles, was ihre Wärmeproduktion wesentlich steigert. Andererseits kehrt der Tonus der nach Halsmarkdurchtrennung erweiterten Hautgefäße allmählich zurück, diese verengern sich wieder, weshalb die Wärmeabgabe geringer wird, wodurch die Tiere bei Zimmertemperatur zu leben vermögen. Zwecks Beweisführung kühlten sie den vom Wärmezentrum abgetrennten hintern Körperteil halsmarkdurchschnittener Kaninchen und massen deren Gasstoffwechsel. Da dieser aber nicht zu-, vielmehr eher abnahm, schlossen sie, dass es eine zentrenlose Wärmeregulierung nicht gäbe.

Zur Entscheidung der Frage genügt es meiner Meinung nach nicht, den Gasstoffwechsel des ganzen Tieres zu messen, vielmehr muss untersucht werden, ob der vom Wärmezentrum abgeschnittene hintere Körperteil der Halsmarktiere eine chemische Wärmeregulierung aufweist, d. h. ob bei Kühlung dessen O_2 -Verbrauch zunimmt. Zu diesem Zwecke durchschnitt ich an Hunden das Rückenmark in der Höhe des 7. Halssegments (9). 6—7 Tage nach der Operation, als das Wärmeregulierungsvermögen bereits wiederhergestellt war, mass ich an der einen V. fem. mittels der REINschen Thermostromuhr die Menge des hindurchgeflossenen Blutes. Den O_2 -Gehalt der Arterie und der Vene zeitweilig entnommenen Blutprobe bestimmte ich nach meiner Methode mit dem lichtelektrischen Kolorimeter (10). Die arteriovenöse O_2 -Differenz mal die durch die Vene hindurchgehende Blutmenge ergibt den O_2 -Verbrauch der Extremität. Auf diese Weise gelang mir der Nachweis, dass Kühlung sowohl des Halses wie der einen hinteren Gliedmasse den O_2 -Verbrauch der anderen Extremität beträchtlich steigert, dass also *die vom Wärmezentrum abgeschnittene Gliedmasse eine chemische Wärmeregulierung besitzt, auf Kühlung hin mit einer Stoffwechselzunahme reagiert.*

Hat aber 6—7 Tage nach Halsmarkdurchtrennung der unterhalb der Schnittstelle befindliche Körperteil eine chemische Wärmeregulierung erlangt, so taucht die Frage auf, in welcher Weise

diese zustande kommt. Nahe liegt der Gedanke, dass die Wärmeregulierung solcher Tiere vom Rückenmark bewerkstelligt werde. In der Tat erweisen zahlreiche Untersuchungen, dass einzelne Faktoren der physikalischen Wärmeregulierung vom Rückenmark her auslösbar sind. So reagiert der infraläsionale Körperteil nach Halsmarkdurchtrennung nach BÖWING (11) bzw. FOERSTER (12) auf einen Kältereiz mit ausgeprägter Piloarreaktion, LUCHSINGER (13) aber beobachtete an Rückenmarkkatzen Schwitzen, wenn er deren Bluttemperatur durch warme Kochsalzlösung erhöhte. Zum Beweise dafür, dass hier tatsächlich ein vom Rückenmark herrührender Reflex vorliegt, extirpierte er das gesamte Rückenmark, worauf die Reaktion unterblieb. Diese Untersuchungen stimmen mit den Beobachtungen von PARI (14), FRÖHLICH u. ZACK (15), sowie GUTTMANN u. LIST (16) überein, nach deren Durchschneidung der peripheren somatischen Nerven zu völliger Anhydrose des denervierten Gebietes führt, d. h. dass diese Bahnen in den cerebros spinalen Nerven verlaufen.

Demgegenüber ist die chemische Wärmeregulierung von Halsmarktieren nicht vom Intaktsein des Rückenmarks abhängig. Sowohl POPOFF (l. c. 4) wie THAUER (l. c. 5) berichten über Versuche, bei denen sie das gesamte dorsale bzw. lumbale Rückenmark entfernten, wonach die Tiere auch weiterhin bei Zimmertemperatur erhaltbar blieben. Der Beweis, dass solche Tiere tatsächlich über eine chemische Wärmeregulierung verfügen, gelang mir durch den Nachweis (l. c. 9), dass auch nach Entfernung des lumbalen Rückenmarks auf Kühlung der einen Extremität hin der Stoffwechsel der anderen Gliedmasse zunahm. Die Steigerung kam jedoch erst dann in Gang, als die Bluttemperatur bereits erheblich ($0.5-1.0^{\circ}$ C) gesunken war. Dieses Verhalten erklärt sich dadurch, dass während unter normalen Umständen die kälteempfindlichen Nerven — wie von REIN nachgewiesen — die Stoffwechselerhöhung reflektorisch in Gang setzen, liefert zufolge Unterbrechung dieser Bahnen die Bluttemperatursenkung den dazu erforderlichen Reiz.

Hat das Rückenmark keinen Anteil an der Wiederherstellung der Wärmeregulierung, dann könnte man seine Ursache noch peripherer suchen und an das vegetative Nervensystem denken.

Diese Möglichkeit wird nicht ausgeschlossen durch die Untersuchungen von CANNON (17), sowie BACQ, BROUHA u. HEYMANNS (18, 19), die den ganzen sympathischen Grenzstrang exstirpierten, ohne dass in der Wärmeregulierung der Tiere eine schwerere Störung eingetreten wäre. Diese Ergebnisse können nämlich auf Grund KEN KURÉ, ARAKI u. MAÉDAS (20) Versuche erklärt werden, aus denen hervorgeht, dass bei der chemischen Wärmeregulierung der Muskeln nicht allein das sympathische, sondern auch das parasympathische Nervensystem eine Rolle spielt. Nach diesen Forschern gehen diese Bahnen vom Rückenmark mit den hinteren sensiblen Wurzeln ab. Deshalb verliert die Gliedmassenmuskulatur ihre Wärmeregulierung erst nach gleichzeitiger Durchtrennung der hinteren Wurzeln mit der Entfernung des sympathischen Grenzstrangs, und sie reagiert auf Kühlung hin nicht mit Stoffwechseleerhöhung, sondern mit deren Senkung. *Bisher gibt es noch keinen beweisenden Versuch dafür, dass die sympathischen Ganglien eine selbständige wärmeregulierende Tätigkeit auszuüben vermöchten.*

Gegen eine noch peripherer gelegene Lokalisation sprechen (GRAFES (21) Versuche, die dartun, dass isolierte Gewebe über keinerlei Wärmeregulierungsvermögen verfügen und der VAN T'HOFFSchen Regel gehorchen, nach der eine Temperaturerhöhung von 10° C die Geschwindigkeit chemischer Reaktionen und damit den Stoffwechsel, um 100% steigert. FREUND u. JANSSEN (22) fanden gleichfalls, dass die denervierte Katzenextremität auf Kühlung hin mit einer Stoffwechselabnahme, auf Wärmung hin dagegen mit einer Stoffwechselsteigerung reagiert, also eine Wärmeregulierung nicht aufweist.

Immerhin beziehen sich diese Untersuchungen nur auf die chemische Wärmeregulierung, so dass man die Möglichkeit einer peripheren physikalischen Wärmeregulierung nicht ausschliessen kann. Dafür spricht die Beobachtung FREEMANS (23), laut welcher beim Menschen die Blutgefäße des sympathektomierten Armes sich verengern, wenn auf die Brustoberhaut ein Eiswürfel gelegt wird. Es scheint danach, dass dieser Faktor der physikalischen Wärmeregulierung auch ohne Mitwirkung des Zentralnervensystems funktionsfähig bleibt. Fraglich ist indessen, inwieweit

man diese Reaktion als Wärmeregulierungsvermögen ansehen darf, denn Kälte bzw. Wärme verengt bzw. erweitert bei der Einwirkung auf die glatte Gefäßmuskulatur nicht allein die Hautgefäße, sondern auch alle anderen Blutgefäße. Hinsichtlich der chemischen Wärmeregulierung liegen die Verhältnisse völlig anders; dieses Vermögen besteht in der Erhöhung der Wärmeproduktion auf Kältewirkung hin, in ihrer Senkung bei Wärmewirkung. Allein, da Durchtrennung des Rückenmarks, selbst seine Entfernung die Wärmeregulierung des zugehörigen Körperteils nicht aufheben, wohl aber Denervation die Aufhebung bewirkt, so muss gesagt werden, dass Halsmarkdurchschneidung bzw. Dorsalmarkentfernung nicht identisch sind mit völliger Denervation. Dies aber bedeutet, dass jene beiden Eingriffe nicht alle mit dem Wärmezentrum bestehenden Verbindungen der Extremität aufheben.

Nach dem Durchtrennen des Halsmarks im 5—6. Halssegment stehen dem hypothalamischen Wärmezentrum zwecks Wirkung auf die Peripherie noch zwei Wege zur Verfügung. Der eine ist der hormonale Weg über Hypophyse, Pankreas und Schilddrüse hinweg, der andere durch jene Nervenbahnen hindurch, die die Verbindung zwischen Zentrum und Peripherie auch nach Durchtrennung des Halsmarks aufrechterhalten.

Zunächst sei der hormonale Weg betrachtet. Die Wiederherstellung des Wärmeregulierungsvermögens wird in der neuesten Auflage von MEYER u. PICK's Handbuch der exp. Pharmakologie (S. 860) auf die Weise erklärt, dass das Wärmezentrum solcher Tiere über Hypophyse und Schilddrüse hinweg eine wärmeregulierende Tätigkeit zu entfalten vermag. Nach MANSFELD's (24) Meinung erfolgt die chemische Wärmeregulierung normalerweise über die Schilddrüse hinweg, indem diese auf Kältewirkung hin Thyroxin abgibt, das auf die Hypophyse wirkend, ein den Stoffwechsel sofort erhöhendes Hormon produzieren lässt.

THAUER (25) stellt der hormonalen Auffassung einen wenig überzeugenden Versuch gegenüber, in dem er das Mittel- und Grosshirn exstirpierte und beobachtete, dass das 3 Tage am Leben bleibende und hyperthermische Tier bei Zimmertemperatur nicht abkühlte. Solche Hyperthermien sah er oft auch an halsmark

bzw. zwischenhirndurchschnittenen Tieren, ohne jedoch dies als Wärmeregulierung aufzufassen (S. 495). Ursache der Hyperthermie konnte auch die Erregung der tiefer liegenden Stoffwechselzentren (PICK u. GLAUBACH [26]) oder der Stoffwechselbahnen sein.

Dass dem hormonalen Wege unter normalen Umständen keine bedeutende Rolle zukommt, beweisen in einleuchtender Weise die Versuche REIN u. OTTO's (27), die nachwiesen, dass beim Hunde auf Kühlung der Nase hin in der hinteren Gliedmasse die Durchblutung, sowie die arterio-venöse Temperaturdifferenz bereits nach 8–10 Sekunden zu steigen beginnt, nach einigen Minuten den Höhepunkt erreicht, und die Wärmeproduktion fast sofort nach dem Einstellen der Kühlung abnimmt. Diese Reaktion, die durch oberflächliche Narkose oder Denervation der Extremität aufhebbar ist, kann nur auf nervösem Wege zustande kommen. JITARIU, KOCH u. OTTO (28) berichten, dass bei Katzen der auf die Nase ausgeübte Kältereiz gleichfalls binnen einigen Sekunden die Wärmeproduktion der Leber steigert, und dass sie nach Aufhören des Reizes sofort wieder absinkt. In der Narkose ist auch diese Reaktion nicht auslösbar.

Auf Grund von alledem ist es also nicht wahrscheinlich, dass die auch nach Halsmarkdurchschneidung bestehende chemische Wärmeregulierung auf hormonalem Wege zustande käme, dies umso weniger, als ich in meinen Versuchen (l. c. 9) bei Kühlung von Nase und Hals von Halsmarkhunden nach 10–20 Minuten den O_2 -Verbrauch der Extremität bereits in solch hohem Masse gesteigert fand, das zur Annahme berechtigte, die Stoffwechselerhöhung sei sofort nach Anbringung des Kältereizes in Gang gekommen.

Nach Durchtrennung des Halsmarkes verbleibt jedoch nicht allein der hormonale Weg, vielmehr verbleiben auch die aus dem verlängerten Mark und den höheren Halssegmenten kommenden Nervenbahnen. Zu ersteren gehören die beiden Vagi, zu letzteren die von BROEK (29) beschriebenen N. vertebrales, die die aus dem Halsmark austretenden sympathischen Fasern sammeln und entlang der A. vertebrales verlaufend in das Ganglion stellatum ziehen.

Bereits POPOFF hat nachgewiesen, dass im Zustande von

Halsmarkhunden, deren Vagi durchschnitten wurden, keinerlei Änderung eintritt. Ich selbst fand ebenfalls bei solchen Hunden auch nach Vagidurchtrennung ein unverändertes chemisches Wärmeregulierungsvermögen, indem ihr Stoffwechsel auf Kühlung hin erheblich zunahm. Auch Exstirpation der Ganglia stellata beraubte nicht das Tier seiner Wärmeregulierung. Durchschneide ich jedoch einem seiner Ganglia stellata beraubten Halsmarkhunde die Vagi in 1—2wöchigen Abständen, dann verlor das Tier nach Durchtrennung des letzten Vagus plötzlich seine chemische Wärmeregulierung, und sein Stoffwechsel nahm auf Kühlung hin nicht zu, sondern ab. Es scheint demnach, dass eine der 4 Bahnen für die Gewährleistung der chemischen Wärmeregulierung ausreicht. Aus dem Umstande, dass Durchtrennung der Halsvagi in 1—2wöchigen Abständen die Wärmeregulierung nicht aufhebt, darf meiner Ansicht nach nicht geschlossen werden, dass diese darin keine Rolle spielten; man darf daraus vielmehr nur folgern, dass bei solchen Tieren die über dem Ganglion stellatum hinweg verlaufenden sympathischen Bahnen an der chemischen Wärmeregulierung teilnehmen. Das gleiche gilt auch in umgekehrter Weise: Die stufenweise Durchtrennung der letzteren Bahnen verursacht keine Störung, weil jetzt die Vagi zu einer grösseren Rolle gelangen. Sobald jedoch alle 4 Bahnen unterbrochen sind, verlieren die Tiere ihre chemische Wärmeregulierung, die dann auch nicht wiederkehrt. Solche Tiere leben dann aber auch nicht länger als 4—5 Tage.

THAUER (l. c. 25) beanstandet bei diesen Versuchen die Reihenfolge der Operationen, und da seiner Meinung nach die Durchtrennung der Halsvagi für sich allein für das Hervorbringen von Poikilothermie ausreichend zu sein vermag, seien meine Versuche für die Mitwirkung der Ganglia stellata nicht beweisend. Betreffs der Wirkung der Vagusdurchtrennung sind indessen zwischen den einzelnen Tierarten wesentliche Unterschiede bemerkbar. Während nämlich in meinen Versuchen, wie in denen POPOFF's, Vagusdurchschneidung bei Hunden keinerlei Wirkung hatte, machte der gleiche Eingriff Halsmarkkatzen in unseren früheren Versuchen poikilotherm (v. ISSEKUTZ, LEINZINGER u. v. ISSEKUTZ jun. l. c. 7). Dagegen beobachtete THAUER bei Kaninchen nach Vagidurch-

trennung lediglich eine vorübergehende Störung der Wärmeregulierung. Es scheint demnach, dass die sympathischen Bahnen, die nach Vagidurchtrennung die Verbindung zwischen Wärmecentrum und Peripherie auch weiterhin aufrechterhalten, je nach Tierart unterschiedlich entwickelt sind. Da ich jedoch in Parallelversuchen sah, dass Halsvagusdurchschneidung bei Halsmarkbunden die Wärmeregulierung nur dann aufhebt, wenn ich die Ganglia stellata vorher entfernte, so schloss ich mit Recht auf deren Rolle. Operationstechnik und Schonung der Tiere machten es erforderlich zunächst die Ganglien zu entfernen und die Durchschneidung des 2. Vagus, als in kleiner Lokalanästhesie durchzuführenden Eingriff, zuletzt vorzunehmen, um dem Einwande, der Operationschock könnte Ursache des Verlusts der Wärmeregulierung sein, vorzubeugen.

Angenommen, die THAUER'sche Auffassung wäre richtig, dass nämlich die völlig dem Einfluss des Zentralnervensystems entzogene Peripherie für die Aufrechterhaltung der Körpertemperatur Sorge, dann läge keinerlei Grund vor, dass dieser letzte geringe Eingriff den lange vorher erworbenen und stabilisierten Zustand verändere. Hätten die Vagi in der Wärmeregulierung keinerlei Rolle, dann dürfte deren Durchtrennung die Tiere nicht poikilotherm machen, da ohne Entfernung der Ganglia stellata die gleiche Operation unwirksam bleibt.

Ein weiteres Argument THAUER's ist, dass in den von FREUND (30) beschriebenen Versuchen der beim Halsmarkkaninchen angebrachte Wärmestich ohne Wirkung blieb. Dies würde die Unterbrechung jedwelcher Verbindung zwischen Zentrum und Peripherie nach Halsmarkdurchschneidung bedeuten. Allein FREUND nahm den Wärmestich 3 Tage nach Halsmarkdurchtrennung vor, und gerade von THAUER's Versuchen her ist es bekannt, dass Kaninchen 6—7 Tage für die Wiederherstellung des verlorenen Wärmeregulationsvermögens benötigen. Aus der Mitteilung geht denn auch in der Tat hervor, dass FREUND seine Tiere im Thermostat bei 29—30° C hielt und sie als poikilotherm betrachtete. In solch langer Zeit nach Halsmarkdurchschneidung haben also die verbliebenen Bahnen die Leitung der chemischen Wärmeregulierung nicht übernommen. Wie könnte

man aber die Wirksamkeit des Wärmestichs bei solchen Tieren erwarten?

HERMANN, JOURDAN, MORIN u. VIAL (31) teilen wohl einen Versuch mit, in welchem der Hund auch nach Entfernung des Dorsal- und des Lumbalmarks, der Ganglia stellata, sowie nach Vagusdurchschneidung die Körpertemperatur aufrechtzuerhalten vermochte, da indessen Stoffwechselfmessungen nicht vorgenommen wurden, ist es nicht bekannt, ob dieses Tier über eine chemische Wärmeregulierung verfügte. Die Feststellung BROUHA's (l. c. 18, 19), dass das Wärmeregulationsvermögen auch nach Sympathektomie und Vagidurchtrennung erhalten bleibt, steht nicht im Widerspruch mit unseren Versuchen, denn das Rückenmark seiner Tiere war nicht durchschnitten und blieb funktionsfähig. Bei solchen Tieren bedeutet also Vagusdurchschneidung nicht die Unterbrechung der letzten Bahn.

Dass auch nach Halsmarkdurchtrennung das Wärmezentrum mit der Peripherie verbindende Bahnen noch verbleiben, gelang mir auf die Weise zu beweisen (l. c. 9), dass ich an Halsmarkhunden den Stoffwechsel der einen hinteren Extremität nach der erwähnten Methode mass und Nase, Hals des Tieres mittels Eisbeuteln kühlte. Den O_2 -Verbrauch der Gliedmasse fand ich bereits 10—20 Minuten nach Beginn der Kühlung erhöht, obgleich die Rektaltemperatur überhaupt noch nicht gesunken war. Diese Reaktion ist jedoch erst 3—5 Tage nach der Operation auslösbar, also wenn die chemische Wärmeregulierung bereits wiederhergestellt ist. Da das rasche Auftreten der Reaktion, sowie die erwähnten REIN'schen Versuche gegen den hormonalen Weg sprechen, so ist sie mit Recht als auf nervösem Wege, d. h. über die noch verbliebenen sympathischen und Vagusbahnen hinweg zustande gekommene Stoffwechselzunahme zu betrachten. *Auf Grund dessen ist es als bewiesen zu betrachten, dass auch nach Halsmarkdurchschneidung zwischen Wärmezentrum und Peripherie nervöse Verbindungen bestehen bleiben, die bei der chemischen Wärmeregulierung eine wichtige Rolle spielen.*

Zwecks völliger Isolierung des Wärmezentrums von der Peripherie arbeiteten THAUER u. PETERS (l. c. 25) die sog. «Fadenmethode» aus, mit deren Hilfe es bei Kaninchen gelang, den Hirn-

stamm allmählich zu durchschneiden und die Tiere bei sorgfältiger Pflege längere Zeit (etwa 6 Wochen) am Leben zu erhalten. Solche Tiere vermochten ihre normale Körpertemperatur 15—30 Tage nach der Operation auch in einer Umgebung von 19—20° C aufrechtzuerhalten. Die tiefste Temperatur, die sie ohne Unterkühlung ertrugen, lag bei 14—15° C, die höchste aber nur bei 29—30°, sie übertraf also kaum um einen Grad die kritische Temperatur, bei der der Stoffwechsel der Kaninchen am geringsten ist. Die Tiere vermochten sich also gegen Kälte erheblich erfolgreicher zu schützen als gegen Wärme. Leider geschahen keine Gasstoffwechselbestimmungen, weshalb es nicht bekannt ist, ob die Tiere über eine chemische Wärmeregulierung verfügten. Sie berichten ausserdem über 3 auf diese Weise operierte Tiere, bei denen teils zufolge spontaner Infektion, teils zufolge Piriferenspritzung Fieber auftrat. Aus diesen Versuchen leitete THAUER die Schlussfolgerung ab, dass die Wärmeregulation «nach Durchschneidung des Hirnstammes hinter dem angenommenen Wärmezentrum nicht verloren geht».

Die an Mittelhirnkatzen durchgeführten Versuche KELLER's (32) führten zu ähnlichem Ergebnis, wogegen es ihm nicht gelang, beim Hunde die Besserung der Wärmeregulierung nachzuweisen.

THAUER (33) nimmt in seine Monographie über die Wärmeregulierung anstatt eines anatomisch einheitlichen, streng begrenzten Zentrums ein funktionell einheitliches Regulationssystem auf, an dem der ganze Organismus des Warmblüters mehr oder minder beteiligt ist.

Im Widerspruch mit dieser Auffassung stehen die Untersuchungen von MAGOUN, HARRISON, BROBECH u. RANSON (34). Sie arbeiteten mit dem HORSLEY—CLARK'schen Gerät, mit dem sie einzelne Gebiete des Hypothalamus punktartig umschrieben reizten oder verletzten, weshalb ihre Ergebnisse erheblich zuverlässiger sind als die älteren, nach weniger feinen Methoden durchgeführten Versuche. Es gelang ihnen an Katzen durch Wärmung einzelner Stellen des Hypothalamus mittels hochfrequentem, niedergespanntem elektrischen Strom festzustellen, dass im prae- und supraoptischen Hypothalamusteile ein scharf umgrenzbares Gebiet vorhanden ist, dessen mässiges, das physiologische Mass nicht überschreitendes Erwärmen polypnoeisches Keuchen, sowie Schwitzen

auslöst, ohne dass eine Erhöhung der Rektaltemperatur einträte. Bei ihren (35) weiteren Versuchen stellten sie fest, dass die Tiere infolge Zerstörung des praeoptischen und des anterolateralen Teils des Hypothalamus ihr Schutzvermögen gegen Wärme endgültig einbüßen, ferner, dass obgleich die Rektaltemperatur in einer Umgebung von 40°C auf 41.3°C steigt, Polypnoe überhaupt nicht oder in nur ganz geringem Masse auftritt. Kühlung gegenüber erwiesen sich jedoch die Tiere von der gleichen Widerstandsfähigkeit wie normale Katzen. Erfolgte die Verletzung auf dem posterolateralen Hypothalamusteile, dann wurden die Tiere Kälte wie Wärme gegenüber schutzlos. Während normale Katzen bei einer Temperatur von $4-8^{\circ}\text{C}$ sich höchstens um 0.5°C abkühlen, sank die Rektaltemperatur der auf diese Weise operierten Tiere (2, selbst 4 Monate nach der Operation) um $2-5^{\circ}\text{C}$.

Eine Übereinstimmung mit THAUER's Ergebnissen liegt nur darin vor, dass die Katzen binnen 12 Tagen die Fähigkeit zurück-erlangten, ihre Körpertemperatur in einer Umgebung von $21-31^{\circ}\text{C}$ aufrechtzuerhalten. Affen vermochten erst einen Monat nach der Operation auch ausserhalb des Thermostats zu leben, was RANSON u. MAGOUN damit erklären, dass die stärkere Behaarung der Katzen die Wärmeabgabe beträchtlich vermindert. Dies mag z. T. auch die Ursache des Widerstandsvermögens der THAUER'schen Kaninchen gegen mässige Kühlung gewesen sein. Ausserdem kann mit der Muskeltonussteigerung, sowie mit der Aufnahme und Verbrennung grösserer Nahrungsmengen die Wärmeproduktion so sehr zunehmen, dass die Tiere in der Lage sind, ihre Körpertemperatur aufrechtzuerhalten. Wird zudem noch in Betracht gezogen, dass die unmittelbare verengernde bzw. erweiternde Wirkung von Kälte bzw. Wärme auf die Hautgefässe auch gewisse Regulationsmöglichkeiten bietet, so muss gesagt werden, dass auf Grund der Versuche THAUER's, sowie KELLER's noch nicht möglich ist, die entscheidende Bedeutung eines im Hypothalamus tätigen Wärmecentrums zu bezweifeln. Zum Beweise, dass ein Tier über eine Wärmeregulierung verfügt, genügt meiner Meinung nach nicht die Feststellung, dass es bei Zimmertemperatur nicht abkühlt, es gehört vielmehr noch dazu, dass auf Kühlung und Wärmung hin Veränderungen in der Wärmeproduktion und -abgabe in Erschei-

nung treten, die die Verschiebung der Körpertemperatur in irgendeiner Richtung verhindern.

Beweisender scheinen die Versuche zu sein, in denen bei Mittelhirnkaninchen auf die Wirkung von Infektion oder Piriferinspritzung hin Fieber auftrat. Allein auch hier lässt sich nicht mit völliger Sicherheit behaupten, dass das Fieber ohne Mitwirkung des Wärmezentrums entstand, denn die allmähliche Temperatursteigerung schliesst nicht die Möglichkeit aus, dass die Erregung des Wärmezentrums ihre Wirkung auf hormonalem Wege ausübte. Diesbezüglich müssen noch die neueren Untersuchungen RANSON's u. Mitarb. (36) erwähnt werden, die bei Katzen nach Verletzung des anterolateralen Hypothalamusteiles die Wirkung von Typhus-Paratyphusvakzine auf die Temperatur untersuchten und feststellten, dass nur 1 von 21 Tieren normale Fieberreaktion zeigte, die Temperatur von 14 Katzen sank, die übrigen 6 Tiere aber mit atypischem Fiebergang reagierten, der sich in einer das Normale übertreffenden Wärmesenkung und es unterbietenden Wärmehöherhöhung äusserte.

RANSON u. MAGOUN (37) gelangen auf Grund von an mehr als 100 Katzen und zahlreichen Affen durchgeführten Versuchen zu folgender Meinung: Im prae- und supraoptischen Teile des Hypothalamus ist ein scharf umgrenzbares wärmeempfindliches Gebiet vorhanden, das «afferentähnliche Elemente» enthält und von dem aus die Bahnen an beiden Hypothalamuseiten nach hinten zu (anterolaterale Bahnen) gegen ein efferentes Zentrum noch unbekannter Lokalisation hin ziehen. Dieses Gebiet hat die Aufgabe, den Organismus gegen Überhitzung zu schützen, sein Reiz bewirkt Polypnoe, Schwitzen, vielleicht Vasodilatation, sein Wegfall, sowie Verletzung der anterolateralen Bahnen hebt den Schutz gegen Wärme auf. Der Schutz gegen Kälte: Stoffwechseleerhöhung, Gefässverengung, Piloarrektion ist Aufgabe der im Hypothalamus befindlichen sympathischen Zentren. Die hier entspringenden Bahnen verlaufen über den hinteren-seitlichen Hypothalamusteil hinweg lateral und dorsolateral von den Corpora mamillariae gegen das Mittelhirn zu. Wahrscheinlich ist dies die Ursache, dass die Verletzung der Posterolateralen Hypothalamusbahnen die Widerstandsfähigkeit gegen Unterkühlung herabmindert.

Auf diese Weise ist man zur klassischen Auffassung zurückgelangt, und auch auf Grund der neueren Untersuchungen scheint es unzweifelhaft, dass die Wärmeregulierung unter normalen Umständen von den im Hypothalamus befindlichen Zentren bewerkstelligt wird, sowie dass man entsprechend der Hypothese H. H. MEYER's (38) ein Kühl- und ein Wärmungszentrum zu unterscheiden hat.

Die Wärmeregulierung setzt sich aus zahlreichen Einzelaktionen des Nervensystems zusammen, deren Zentren im ganzen Zentralnervensystem zerstreut sind. Während die untergeordneten Zentren der für die physikalische Wärmeregulierung erforderlichen Reflexe im Rückenmark sitzen, ist das Zentrum der chemischen Wärmeregulierung im hypothalamischen sympathischen Zentrum gelagert, und zu diesem gehören vielleicht auch die den Muskeltonus regulierenden extrapyramidalen Zentren, über die hinweg das von Kälte bewirkte Muskelzittern zustande kommt. Aufgabe der hypothalamischen Wärmezentren ist es, die vielerlei Funktionen in Einklang zu bringen und im erforderlichen Masse in Tätigkeit zu setzen. Werden auch einzelne Gebiete des zentralen Nervensystems exstirpiert, so wird der Hypothalamus mit Hilfe der verbliebenen Zentren und Bahnen nach einiger Zeit befähigt, die Wärmeregulierung innerhalb gewisser engerer Grenzen aufrechtzuerhalten; daraus kann jedoch nicht der Schluss abgeleitet werden, dass die in Wegfall kommenden Gebiete keinerlei Rolle in der Wärmeregulierung gespielt haben. Wird hingegen das Wärmezentrum ausgeschaltet, dann vermag nach einiger Zeit der Tonus der Einzelfunktionszentren soweit zurückzukehren, dass zwischen Wärmeproduktion und -abgabe ein Gleichgewichtszustand sich herausbildet, ohne dass eine wirkliche Wärmeregulierung bestände. Es ist jedoch auch möglich, dass im wärmezentrumlosen Tiere infolge Veränderung der Bluttemperatur die einzelnen wärmeregulatorischen Reflexe selbständig in Tätigkeit treten, so beobachtete man z. B. auch beim Medullatiere Zittern auf Kühlung hin (DWORKIN [38]); da jedoch das koordinierende Wärmezentrum fehlt, bleibt die Wärmeregulierung solcher Tiere stets unvollkommen.

Schrifttum.

1. OTT, I.: J. nerv. Diss. 11, 141 (1884).
2. OTT, I.: J. nerv. Diss. 18, 431 (1891).
3. ISENSCHMIED, R. u. L. KREHL: Naunyn—Schmiedeberg's Arch. 70, 109 (1912).
4. POPOFF, N. F.: Pflüg. Arch. 234, 137 (1934).
5. THAUER, R.: Pflüg. Arch. 236, 102 (1935).
6. V. ISSEKUTZ jun., B.: Pflüg. Arch. 238, 787 (1937).
7. V. ISSEKUTZ, B., L. M. EINZINGER u. B. V. ISSEKUTZ jun.: Naunyn—Schmiedeberg's Arch. 185, 673 (1937).
8. MANSFELD, G. u. A. MÉSZÁROS: Naunyn—Schmiedeberg's Arch. 196, 609 (1940).
9. V. ISSEKUTZ jun., Pflüg. Arch. 247, 204 (1943).
10. V. ISSEKUTZ jun., B.: Naunyn—Schmiedeberg's Arch. 197, 332 (1941).
11. BÖWING, H.: Klin. Wochenschr. 1923, II, 2117.
12. FOERSTER, O.: Handbuch d. Neurologie. Bd. 5. S. 1 (1936).
13. LUCHSINGER, B.: Pflüg. Arch. 14, 369 (1871) u. ebenda 22, 126 (1880).
14. PARI, G. A.: Gazz. Osp. 41, 513 (1920).
15. FRÖHLICH, A. u. E. ZACK: Naunyn—Schmiedeberg's Arch. 168, 620 (1932).
16. GUTTMANN, L. u. C. F. LIST: Z. Neur. 116, 504 (1928).
17. CANNON, W. B.: Erg. d. Physiol. 27, 380 (1928).
18. BACQ, Z. M., L. BROUHA et C. HEYMANNS: Arch. int. Pharmacodynamie 48, 429 (1934).
19. BACQ, Z. M., L. BROUHA et C. HEYMANNS: C. r. Soc. Biol. Paris 117, 255 (1934).
20. KURÉ, KEN, E. ARAKI u. T. MAÉDA: Pflüg. Arch. 225, 372 (1930).
21. GRAFE, E.: Handbuch der Biochemie 9, 1 (1921).
22. FREUND, H. u. S. JANSSEN: Pflüg. Arch. 200, 96 (1923).
23. FREEMAN, N. F.: Amer. J. Physiol. 113, 384 (1935).
24. MANSFELD, G.: Die Hormone der Schilddrüse und ihre Wirkungen. Basel (1943).
25. THAUER, R. u. G. PETERS: Pflüg. Arch. 239, 483 (1937).
26. GLAUBACH, S. u. E. PICK: Naunyn—Schmiedeberg's Arch. 173, 571 (1933).
27. REIN, H. u. U. OTTO: Pflüg. Arch. 243, 303 (1940).
28. JITARU, P., A. KOCH u. U. OTTO: Pflüg. Arch. 245, 317 (1941).
29. BROEK, A. J. P. van den: Gegenbaurs J. b. 37, 202 (1908).
30. FREUND, H.: Naunyn—Schmiedeberg's Arch. 72, 304 (1913).
31. HERMANN, H., F. JOURDAN, G. MORIN u. J. VIAL: C. r. Soc. Biol. Paris 132, 11 (1939).

32. KELLER, A. D.: Amer. J. Physiol. **113**, 746 (1935) u. Amer. J. med. Sci. **185**, 746 (1933).
33. THAUER, R.: Erg. d. Physiol. **41**, 607 (1939).
34. MAGOUN, H. W., F. HARRISON, J. R. BROBECK and S. W. RANSON: J. of Neuropsychiol. **1**, 101 (1938).
35. CLARK, G., H. W. MAGOUN and S. W. RANSON: J. of Neurophysiol. **2**, 61 (1939).
36. RANSON, S. W., JR. M. D. GEORGE CLARK, M. S. and H. W. MAGOUN PH. D.: Journ. Lab. et clin. med. **25**, 160 (1939).
37. RANSON, S. W. and H. W. MAGOUN: Erg. d. Physiol. **41**, 56 (1939).
38. MEYER, H. H.: Verh. dtsch. Kongr. inn. Med. Wiesbaden **30**, 15 (1913).
39. DWORKIN, S.: Amer. J. Physiol. **93**, 227 (1930).

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 21. Juni 1943.)

A PLANKTON-LÉNYEK MÉRETEINEK MEGHATÁROZÁSA.

Hj. SZABÓ ZOLTÁN-tól.

Az élővizek termelőképességének a meghatározása a plankton mennyiségének megállapítása útján történik. E célra a limnológiában kétféle eljárás használható. Mind a két eljárásnál adott vízmennyiséget szűrnek át plankton-hálón és a szüredéket konzerválják. Az egyik esetben a szüredék (*seston*) térfogatát állapítják meg, a másik esetben pedig a plankton egyedeinek a számát határozzák meg. Ezen eljárások egyike sem nyújt azonban kielégítő vagy pontos eredményt. A térfogat mérésénél ugyanis a *seston*ban az *abioseston*t is mérjük és a lények elhelyezkedése sem mindig ugyanaz. Egyedszámlálás esetén pedig nem ismeretesek az egyedek átlagos méretei.

A plankton-lények pontos méreteit — hossz- és átmérő kivételével — nem ismerjük. Az irodalomban az átlagtérfogat, -sűrűség, -tömeg értékére csupán becült adatokat találunk.

Számos kutató (WOLTERECK, OSTWALD, GELEI, V. VARGA) a plankton-lények aktív és passzív mozgásával, növekedésével és alkalmazkodó képességével foglalkozva oly törvényszerűségeket észlelt, melyek ugyan kapcsolatba hozhatók a lények alaki változatosságával, felületi kialakultságával és átlagos sűrűségével, azonban számszerű adatokat ezek sem adnak.

A plankton-lények testanyagának kémiai összetételét és tápértékét analitikai úton meghatározott számadatok, vagy légszárász, vagy teljesen nedvességmentes szárazanyagra vonatkoztatva adják meg, melyek azonban a valóságos méretek ismeretének hiányában messzemenő következtetésekre nem használhatók fel.

A tudományos kutatás eme hiányát hidalják át a plankton-lények méreteinek (átlagtérfogat, -fajsúly, -tömeg) meghatározására vonatkozó módszereim.

A meghatározás ARCHIMEDES elvén alapuló differenciál mérés. A meghatározást tehát piknométerrel végeztem, a hőmérséklet ingadozásainak kiküszöbölésére szobahőmérsékletre időzített termosztátot használtam. A méréshez a plankton-lények mindenkor pontosan ismert és különböző számú egyedét használtam fel és azt különböző ismert, de a plankton-lényeknél kisebb sűrűségű folyadékban végeztem.

A kísérleti meghatározásaimnál tehát a következő tömegeket mértem le: piknométer üresen; piknométer a két egymástól különböző, de a plankton-lények sűrűségénél kisebb sűrűségű folyadékkal töltve; végül a piktométert kitöltő két folyadékba különböző, de határozott (pontosan ismert) számú plankton-lényt téve. Összesen: 8 tömegmérés.

A tömegmérések elvégzése után a keresett méreteket a következő megfontolás alapján számítottam ki:

Legyen: s_d a plankton-lény átlagos sűrűsége, s_r , ill. s'_r a használt folyadékok sűrűsége; n_1 , ill. n_2 a plankton-lények egyedszáma; δ_1 és δ_2 tömegek pedig az n_1 és n_2 egyedszámmal mért s_r sűrűségű folyadék tömege, míg δ'_1 és δ'_2 tömegek pedig az n_1 és n_2 egyedszámmal mért s'_r sűrűségű folyadék tömege, akkor:

az s_v sűrűségű folyadékban, ha $s_d > s_v$ a meghatározott δ_1 és δ_2 értékek a

$$d_1 + v_1 = \delta_1$$

és

$$d_2 + v_2 = \delta_2$$

egyenlőségekből adódnak. Az alsóból a felsőt kivonva nyerjük, hogy

$$(d_2 - d_1) + (v_2 - v_1) = \delta_2 - \delta_1. \quad (1)$$

Ezen egyenlőségekben d a megszámlolt n lény átlag tömegével azonos, ha τ egy lény átlag térfogata, s_d pedig a lény átlag sűrűsége, úgy egy lény átlag súlya: τs_d , akkor $d = n \tau s_d$. Azaz

$$d_1 = n_1 \tau s_d$$

és

$$d_2 = n_2 \tau s_d$$

minthogy $n_2 > n_1$, így $d_2 > d_1$, azaz $d_2 - d_1 > 0$, tehát

$$d_2 - d_1 = \tau s_d (n_2 - n_1). \quad (2)$$

Az (1) egyenlőségben v a zárt rendszerben (piknométerben) lévő lényeket minden oldalról körülvevő ismert sűrűségű (s_v) folyadék tömege. Azaz: $v = Ts_v - n\tau s_v$, hol T a piknométer térfogata, τs_v pedig egy lény térfogatával megegyező folyadék tömege.

Tehát

$$v_1 = Ts_v - n_1 \tau s_v$$

és

$$v_2 = Ts_v - n_2 \tau s_v$$

Minthogy $n_2 > n_1$, az $n_2 \tau s_v > n_1 \tau s_v$, tehát $v_1 > v_2$, azaz $|v_1 - v_2| > 0$, így

$$v_1 - v_2 = \tau s_v (n_2 - n_1) \quad (3)$$

Az (1) egyenlőséget rendezve és abba a (2) és a (3) egyenlőség értékét behelyettesítve kapjuk, hogy:

$$\tau s_d (n_2 - n_1) = (\delta_2 - \delta_1) + \tau s_v (n_2 - n_1)$$

miből

$$\tau s_d - \tau s_v = \frac{\delta_2 - \delta_1}{n_2 - n_1} \quad (4)$$

Ahol a $\tau s_d - \tau s_v$ nem egyéb, mint egy lénynek a folyadék felhajtó-erejével csökkentett átlagos súlya.

Az s'_v sűrűségű folyadékban pedig, ha $s'_v > s_v$ és $s_d > s'_v$ a meghatározott (lemért) δ'_1 és δ'_2 értékekből a fentiek szerint kapjuk, hogy:

$$\tau s_d - \tau s'_v = \frac{\delta'_2 - \delta'_1}{n_2 - n_1} \quad (5)$$

A (4) és (5) egyenlőség összevonható, mivel $s'_v > s_v$, így $\tau s'_v > \tau s_v$, tehát a $|\tau s_d - \tau s_v| > |\tau s_d - \tau s'_v|$ alapján képzett: $(\tau s_d - \tau s_v) - (\tau s_d - \tau s'_v) > 0$ lesz:

$$\tau s'_v - \tau s_v = \frac{(\delta_2 - \delta_1) - (\delta'_2 - \delta'_1)}{n_2 - n_1},$$

azaz ebből

$$= \frac{(\delta_2 - \delta_1) - (\delta'_2 - \delta'_1)}{(n_2 - n_1)(s'_v - s_v)} \quad (6)$$

A (4) és az (5) egyenlőségekből külön-külön a plankton-lények átlag sűrűségének (s_d) értéke is kiszámítható:

$$s_d = \frac{\delta_2 - \delta_1}{\tau(n_2 - n_1)} + s_v$$

illetőleg

$$s_d = \frac{\delta'_2 - \delta'_1}{\tau(n_2 - n_1)} + s'_v \quad (7)$$

A plankton-lények átlagos tömege lesz:

$$\vartheta = \tau s_d \quad (8)$$

Ezen elméleti megfontolások tanulmányozása során a plankton-lények méreteinek meghatározására a fenténél egyszerűbb módszer alkalmazása is számításba jöhet. Ezen módszer-nél meghatározzuk az ismert (s_v , $s_d > s_v$ feltételnek megfelelő) sűrűségű folyadék tömegét (m_1), majd ebbe határozott számú (n) egyedat vive, a rendszer tömegét ismét mérjük (m_2). Méréseinket egy másik ismert (s'_v és az $s_d > s'_v$, illetőleg $s'_v > s_v$ feltételeknek megfelelő) sűrűségű folyadékkal és az előző megmérésnél használt határozott (n) számú lénnel megismételjük (a mérési eredmény m'_1 és m'_2 lesz).

Azaz az s_v sűrűségű folyadék esetén, ha $s_d > s_v$ kapjuk, hogy

$$p + v = m_1$$

és

$$d + v = m_2$$

E két egyenlőség összevonásakor v kiesik és lesz:

$$d - p = m_2 - m_1 \quad (9)$$

hol az előző módszer megfontolásai alapján: $d = n\tau s_d$, illetőleg $p = n\tau s_v$ és $v = Ts_v - n\tau s_v$. Mivel $s_d > s_v$, így $n > p$, tehát $|m_2 - m_1| > 0$, azaz lesz, hogy

$$n\tau s_d - n\tau s_v = m_2 - m_1$$

illetőleg

$$\tau s_d - \tau s_v = \frac{m_2 - m_1}{n} \quad (10)^*$$

* L. 4. számú egyenlőség, ha $n_1 = 0$.

Az ismert s'_v sűrűségű folyadék használata esetén pedig:

$$\tau s_d - \tau s'_v = \frac{m'_2 - m'_1}{n}. \quad (11)^*$$

Mivel $s'_v > s_v$, a $|\tau s_d - \tau s_v| > \tau s_d - \tau s'_v$, tehát $m_2 - m_1 > |m'_2 - m'_1|$, azaz

$$(m_2 - m_1) - (m'_2 - m'_1) > 0.$$

A (10) és a (11) egyenlőségek segítségével a τ , s_d és ϑ (a keresett méretek) kiszámíthatók:

$$\tau = \frac{(m_2 - m_1) - (m'_2 - m'_1)}{n(s'_v - s_v)}, \quad (12)$$

$$s_d = \frac{m_2 - m_1}{n\tau} + s_v,$$

illetőleg

$$s_d = \frac{m'_2 - m'_1}{n\tau} + s'_v \quad (13)$$

$$\vartheta = \tau s_d \quad (8)$$

Elméletileg feltételezhető egy harmadik módszer alkalmazása is, melynél tulajdonképpen két mérést kell csak végezni. Ez a második módszer olyan leegyszerűsített alkalmazása, ahol csupán az n számú egyed tömegét mérjük meg (m_2 és m'_2) az ismert sűrűségű (s_v és s'_v) folyadékokban.

Azaz: csak a $d+v=m_2$ és a $d+v'=m'_2$ értékeket határozzuk meg, ahol a d , v és v' értékei:

$$d = n\tau s_d, \quad v = Ts_v - n\tau s_v \quad \text{és} \quad v' = Ts'_v - n\tau s'_v,$$

miből a második rendszer szerinti összevonásokat elvégezve nyerjük, hogy

$$\tau s_d - \tau s_v = \frac{m_2 - Ts_v}{n}, \quad (14)$$

illetőleg

$$\tau s_d - \tau s'_v = \frac{m'_2 - Ts'_v}{n}. \quad (15)$$

* L. 5. számú egyenlőség, ha $n_1=0$.

Valamennyi felhajtó-erővel csökkentett súlyértéket összevetve egymással, azt találjuk, hogy

$$\tau s_d - \tau s_v = \frac{\delta_2 - \delta_1}{n_2 - n_1} = \frac{m_2 - m_1}{n} = \frac{m_2 - T s_v}{n},$$

illetőleg

$$\tau s_d - \tau s'_v = \frac{\delta'_2 - \delta'_1}{n_2 - n_1} = \frac{m'_2 - m'_1}{n} = \frac{m'_2 - T s'_v}{n}.$$

Általánosságban tehát írhatjuk, hogy

$$\tau s_d - \tau s_v = a$$

és

$$\tau s_d - \tau s'_v = b,$$

azaz egy lénynek a felhajtó erejével csökkentett súlya egy adott hőmérsékleten az illető folyadékra jellemző és állandó érték (ARCHIMEDES elve).

A fenti két egyenlőségből nyerjük végeredményben, hogy

$$\tau = \frac{a \cdot b}{s'_v \cdot s_v} \quad (16)$$

és

$$s_d = \frac{a}{\tau} + s_v, \quad s'_d = \frac{b}{\tau} + s'_v, \quad (17)$$

illetőleg

$$\vartheta = \tau s_d \quad (8)$$

Mindezekből pedig a meghatározás lényege nem egyéb, mint állandó és azonos hőmérsékleten tartott ugyanazon üveg-edényt kitöltő folyadékok és különböző, de pontosan meghatározott és fokozatosan emelkedő számú kísérleti (plankton)-lény együttes tömegének a pontos megállapítása. A tömegmérés eredményéből egy egyednek a felhajtó erejével csökkentett súlya a használt folyadékokra kiszámítható, miből a (16), (17) és (8) képlet segítségével a lény átlagtérfogata $[\tau]$, -sűrűsége $[s_d]$ és -tömege $[\vartheta]$ szintén adott.

A meghatározás előnye az, hogy a tömeg mérése folyadékban történik, azaz a plankton-lények átlagméreteit saját (biotópuszolgáló) természetes környezetükben határozhatjuk meg. Ugyanis az eddigi becslésen alapuló adatok levegőn történt tömegmérések

eredményei, mely meghatározásokat a lények felületéhez tapadó, sokszor a valóságos súlyuknál nagyobb tömegű és állandóan párolgó víz bizonytalanná tett.

Az ismertetett és elméleti alapon megállapított módszerek gyakorlati alkalmazhatóságát kísérleti úton ellenőriztem.

E célra a Palicsi tóban nagy mennyiségben található vizi-bolhaféleséget (*Daphnia magna* STRAUS) használtam fel. Kísérleti állataimat 2°-os és 4%-os formaldehyd-oldatban konzerválva tartottam. Gyűjteményemet többször átmostam és kiszűrtem, hogy lehetőleg tiszta állománnyal dolgozhassam.

Méréseimhez mindig előzetesen gondosan megszámolt mennyiségű Daphniát használtam. 1000, 4000, 6000, 8000 és 12,000 állatot számoltam meg egyenként több ízben is, úgyhogy együttesen mintegy 100,000 állat megméréséből kaptam a közölt adatokat.

Méréseimhez különböző piknométereket és szobahőmérsékletre beállítható elektromos fűtésű vízhűtő-köpenyeges termostátot (melynek hőszabályozó képessége $\pm 2^\circ$ C volt) használtam. A méréseket 0.1 mg érzékenységgű analitikai mérlegem, lengéscsillapítóval, rézsúlyokkal végeztem. Különböző sűrűségű folyadékokat (úgy mint desztillált és glicerinnel nehezített desztillált vizet, valamint 4%-os formaldehyd és glicerinnel nehezített formaldehydoldatot) használtam, melyekkel állataimat gondosan, többször átmostam, és áztattam.

Valamennyi mérés eredménye ugyanazon szélső értéket adta. A szélső értékek törvényszerű előfordulását a különböző mérési hibaforrások idézhették elő. Ezen hibaforrások lehetnek például a csekély súlykülönbségek lemerése, mely értékek közel állottak a mérleg érzékenységéhez, továbbá a lemerés alatt beálló kisebb hőingadozások, valamint az is előidézhette, hogy a mérésekhez nem mindig ugyanazokat a plankton-lényeket használtam fel, hanem más és más megszámolásból származóakat.

A mérésnél felhasznált plankton-lények testhossza: 545.5—2863.4 μ között váltakozott, középértékben 1597.413 μ . A legnagyobb testszélesség: 318.2 μ -tól 1954.4 μ között ingadozott, általában a mérések: 75.2%-ban a testhossz $\frac{2}{3}$ -a volt a testszélesség; középértékben tehát: 1064.942 μ volt. Ezen ada-

tokat 266 egyed leméréséből kaptam. (Okulár-mikrométeres mikroszkóppal.)

A megszámlált állatok között a gondos mosás és kiszűrés ellenére kb. 2·95% *Cyclops* és *Diatomus* sp. volt. Ez a tömegmérést lényegesen semmiesetre sem befolyásolta. A leszámolt «*Daphnia magna*»-k közül 1·8‰ volt az ephipiumos állatok száma, ez szintén teljesen elhanyagolható hibaforrás. A megszámlált állatok nagyságrendi eloszlása 9706 állatból számítva középértékben, nagy: 7·08%, közép méretű: 54·13% és kisméretű: 33·53% volt.

1. KÍSÉRLET-SOROZAT.

A használt folyadékok: desztillált víz ($s_v=0\cdot99717$) és glicerinnel nehezített desztillált víz ($s'_v=1\cdot01081$). Hőmérséklet: 23·8°—25·0° C; középértékben: 24·4° C.

Piknométer súlya üresen:	— — — — —	25·9411 g
“ “ desztillált vízzel:	— — — — —	50·8634 “
“ “ 6000 Daphniával:	— — — — —	50·9145 “
“ “ 12,000 “ :	— — — — —	50·9764 “
“ “ nehezített desztillált vízzel:	— — — — —	51·1384 “
“ “ 6000 Daphniával:	— — — — —	51·1844 “
“ “ 12,000 “ :	— — — — —	51·2213 “

Méréskor 24,000 Daphniát számoltam le.

E lemért súlyértékekből számított τ értékek mm³-ben nagyságrendben csoportosítva:

0·0868	0·1282	0·1839	0·2499
0·1179	0·1527	0·2187	0·3055
0·1179	0·1735	0·2395	0·3057

E 12 eredmény középértéke: 0·1900 mm³. Eme eredményből számított átlag sűrűségértéke 1·04675, illetőleg 1·04660.

2. KÍSÉRLET-SOROZAT.

Használt folyadékok: 4%-os formaldehydoldat ($s_v=1\cdot01058$) és glicerinnel nehezített 4%-os formalinoldat ($s'_v=1\cdot02286$).

Hőmérséklet: 21·2° C volt.

Piknométer súlya üresen : — — — — —	39·0276 g
“ “ desztillált vízzel : — — — — —	88·6588 “
“ “ 4%-os formaldehyddel : — — — — —	89·1834 “
“ “ 1000 Daphniával : — — — — —	89·1876 “
“ “ 5000 “ : — — — — —	89·2140 “
“ “ 13,000 “ : — — — — —	89·2583 “
“ “ 25,000 “ : — — — — —	89·3480 “
“ “ glicerinnel nehezített formalinoldattal : — — — — —	89·7931 “
“ “ 1000 Daphniával : — — — — —	89·7940 “
“ “ 8000 “ : — — — — —	89·8380 “
“ “ 20,000 “ : — — — — —	89·8843 “

E meghatározásokat összesen 45,000 Daphniával végeztem el. Az adatok kiszámításakor 32 értéket kaptam a τ értékére.

0·0316	0·1032	0·1601	0·1788
0·0629	0·1121	0·1607	0·2136
0·0744	0·1163	0·1609	0·2233
0·0799	0·1217	0·1656	0·2300
0·0869	0·1299	0·1681	0·2314
0·0870	0·1367	0·1689	0·2322
0·0964	0·1454	0·1698	0·2410
0·0977	0·1512	0·1766	0·2945.

Egy «Daphnia magna» átlag-térfogata középértékben 0·1503 mm³. A «Daphnia magna» átlagsűrűsége pedig középértékben: 1·04874.

3. KÍSÉRLET-SOROZAT.

Használt folyadékok : tiszta desztillált víz ($s_v = 0·997565$) és glicerinnel nehezített desztillált víz ($s'_v = 1·01072$). Hőmérséklet: 23·8° — 23·0° C.

Piknométer súlya üresen : — — — — —	25·9411 g
“ “ desztillált vízzel : — — — — —	50·8760 “
“ “ 6000 Daphniával : — — — — —	50·9270 “
“ “ glicerinnel nehezített desztillált víz : — — — — —	51·1437 “
“ “ 6000 Daphniával : — — — — —	51·1813 “

Egy *Daphnia* átlag-térfogata: 0.1698 mm^3 , az átlag-sűrűség értéke pedig: 1.04762 . — Megjegyzés: mindkét folyadékban ugyanazt a 6000 *Daphniát* használtam.

E három egymástól független különböző számú *Daphnia* magnával és különböző sűrűségű folyadékokban végrehajtott meghatározásnál összesen 45 értéket kaptam egy lény átlag térfogatára. A méréseknél a hőmérséklet ingadozása — valamennyi mérést összevetve — nem haladta meg a $\pm 2^\circ \text{ C}$ -t, (azaz a termosztát hőszabályozó képességét). Így valamennyi mérés középhőmérséklete 22.76° C volt.

A három meghatározásnál kiszámított 45 τ értékéből a következő eredményre jutottam:

$$M_\tau = 0.1614 \text{ mm}^3.$$

Meghatároztam a 45 érték hibáját (h) és ezek négyzetösszegét:

$$\Sigma(h^2) = 17036938 \times 10^{-14}.$$

Ennek segélyével a középhibák is meghatározhatók voltak.

Egy mérés középhibája: $h_m = \pm \sqrt{\frac{\Sigma(h^2)}{n-1}}$, hol $n = 45$.

A középérték középhibája pedig: $h_M = \pm \sqrt{\frac{\Sigma(h^2)}{n(n-1)}}$.

A végeredmény ennek alapján:

$$\tau = M_\tau \pm h_M.$$

Számításaim szerint: $h_m = \pm 0.06222$, ill. $h_M = \pm 0.00928$,* miből

$$\tau = 0.1614 \pm 0.0093 \text{ mm}^3.$$

A *Daphnia magna* átlagos-sűrűségének értéke: 1.04824 , így az átlag-tömeg középértékben a hibával együtt:

$$165.33 \gamma \pm 9.51 \gamma.$$

* A középérték középhibája %-ban: 5.76% .

Irodalom.

- BERLINER: Lehrbuch der Physik. 1928.
BRAUER—KELHACK: Süßwasserfauna Deutschlands. Heft 10. 1909.
BUCHBÖCK: Physikai-chemiai mérőműszerek. 1922.
BUZÁGH: Kolloidik. 1936.
JUDAY: The Produktivity of Green Lake. Wisconsin. (Verhandlungen d. Intern. Verein f. theoretische und allg. Limnologie 1923. S. 357.)
KOHLEAUSCH Lehrbuch der praktischen Physik. 1910.
KOLEWITZ: Pflanzenphysiologie. 1935.
KUHN: Kolloidchemisches Taschenbuch. 1935.
KÜSTER: Rechen tafeln für Chemiker. 1929.
RYLOV: Das Zooplankton der Binnengewässer 1935. (A. THIENEMANN Die Binnengewässer, Bd. XV.)
SCHÄPERCLAUS: Lehrbuch der Teichwirtschaft. 1933.
WEBER: Variations und Erblichkeits Statistik. 1935.

(A M. Tud. Akadémia III. osztályának 1943. okt. hó 18-án tartott ülésén
bemutatta MAUCHA REZSŐ l. t.)

METHODE FÜR DIE BERECHNUNG DER DIMENSIONEN DER PLANKTONORGANISMEN.

Von ZOLTÁN SZABÓ jun.

Bei meinen produktionsbiologischen und limnologischen Untersuchungen hatte ich nur das Ziel gesetzt die bisher unbekannt Dimensionen der Planktonorganismen (Volumen, Dichte und Masse) genau zu bestimmen. Dazu habe ich mir eine neue Methode ausarbeiten müssen.

Diese Methode beruht auf dem Archimedischen Prinzip. Bezeichnet man das Volumen der Planktonorganismen mit « τ » und ihre Dichte mit « s_d », so wird die Masse der einzelnen Planktonorganismen « ϑ » gleich « τs_d » sein. Sei « s_v » die Dichte der Flüssigkeit, dann bedeutet « τs_v » das Gewicht der Flüssigkeitsmenge die durch die einzelnen Organismen verdrängt worden ist. In diesem Falle ergibt « $\tau s_d - \tau s_v$ » den Auftrieb.

Der Auftrieb kann mit der pyknometrischen Methode bestimmt werden. Derselbe ist für ein und dieselbe Flüssigkeit stets konstant. Man hat jedenfalls solche Flüssigkeiten zu wählen, deren Dichte kleiner ist, als jene der Planktonorganismen. Bringt man in zwei Flüssigkeiten von verschiedener Dichte (s_v , s'_v) eine bestimmte Anzahl (n_1 und n_2) von Planktonorganismen, so erhält man als die Gewichtsziffern der vier Systeme: δ_1 , δ_2 und δ'_1 , δ'_2 . Aus diesen Werten lassen sich der Auftrieb bzw. die gesuchten Dimensionen, wie folgt, berechnen:

$$\tau s_d - \tau s_v = \frac{\delta_2 - \delta_1}{n_2 - n_1} \quad \text{und} \quad \tau s_d - \tau s'_v = \frac{\delta'_2 - \delta'_1}{n_2 - n_1}$$

in welchen Formeln τ und s_d unbekannt sind. Dennach ergeben

sich für die Dimensionen der einzelnen Organismen die folgende Gleichungen

$$\tau = \frac{(\delta_2 - \delta_1) - (\delta'_2 - \delta'_1)}{(n_2 - n_1)(s_v - s_d)}, \quad s_d = \frac{\delta_2 - \delta_1}{\tau(n_2 - n_1)} + s_v$$

oder

$$s_d = \frac{\delta'_2 - \delta'_1}{\tau(n_2 - n_1)} + s_v$$

und

$$\vartheta = \tau s_d$$

So habe ich für die «*Daphnia magna* STRAUS» folgende Durchschnittswerte erhalten: $\tau = 0.1614 \pm 0.0093 \text{ mm}^3$, $s_d = 1.04824$ und $\vartheta = \tau s_d = 165.33 \pm 9.51 \text{ } \gamma$.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 18. Okt. 1943.)

A FEKETEROZSDA PYCNIDIUMÁNAK ÉS AECIDIUMÁNAK FEJLŐDÉSI KAPCSOLATAI.

OLGYAY MIKLÓS-tól.

Szerző részletes monográfiájában, amely a Növényegészségügyi Évkönyv II/III. kötetében fog megjelenni, a leírt és ismertető részek után a gomba biológiáját, mégpedig a pycnidium és aecidium fejlődési kapcsolatait tárgyalja. Ez utóbbiról a következő eredményeket állapítja meg:

1. A Berberis levelén található pycnidiumos és aecidiumos thallusok fejlődésében a sejttani, valamint a metszetekről készült vetületi képek és grafikonok összehasonlítása alapján négy típus különböztethető meg.

2. Az I. típus a monosporidiumos haplophasis-cyclus állapota. Jellemző tulajdonsága a vegetatív myceliumhálózat és ezzel a stroma gyors és erőteljes terjeszkedése, a pycnidiumok végtelen sorának számszerű gyarapodása, a nélkül azonban, hogy aecidiumok még kezdemények alakjában is mutatkoznának.

3. A II. típusban már az aecidiumkezdemények is kialakulnak. A thallusok méretszerinti osztályait összehasonlítva az I. típusával, azt találjuk, hogy amint az aecidium-kezdemények megjelennek, a haplophasis-cyclus működése és a pycnidiumok számszerű gyarapodása megszűnik.

4. Az aecidium kifejlődésére legkedvezőbb a III. típusba sorolt fejlődési forma. A haplophasis legkorábban szüneteti be működését. A pycnidiumok száma az I. és II. típusok hasonló osztályaihoz viszonyítva méginkább csökken. E típusban az aecidiumok legszabályosabban és leggyorsabban fejlődnek, s már olyan stromán is, hol a levél színén 3, a fonákán 2 pycnidium van, kifejlődött aecidium és kétsejtmagvú aecidiumspóra található.

5. A IV. typus tulajdonképpen a II. és III. typus fejlettebb alakja. Ennek megfelelően beszélhetünk *haplophasis typusról*, ha a haplophasis volt hosszabb ideig uralkodó, vagy *diplophasis typusról*, ha korán alakul meg a diplophasis.

6. A fejlődési kapcsolat a pycnidiumok életkorének kezdetétől az aecidiumok kifejlődéséig a grafikonokon átmenetszerűen jól szemléltethető. Az I. typusban csak pycnidiumok találhatók, a II. typusban megjelenő aecidiumkezdemények a pycnidiumhoz viszonyítva centrális elhelyezkedésűek, a III. typusban a kezdetben még együtt haladó szórási szélességük az aecidiumok javára fokozódik, míg a IV. diplophasis typusban a vezető szerepet teljesen az aecidiumok veszik át és a pycnidiumok válnak centrális helyzetűvé.

7. A pycnidiumok és aecidiumok fejlődési kapcsolatait a thallus haploid vagy diploid volta szabja meg. Ezek szerint vagy csak a pycnidiumok fejlődését teszi lehetővé (aecidium még mycéliumszövedékalakban sincs), vagy a heterothallismus alapján a pycnidiumok szerepének megszűntével az aecidiumok fejlődése lép előtérbe

(A Magyar Tudományos Akadémia III. osztályának 1943. május 17-én tartott ülésén előterjesztette Szabó Zoltán r. t.)

ZUSAMMENHÄNGE IN DER ENTWICKLUNG DER PYKNIDIEN UND AECIDIEN DES SCHWARZROSTES.

Von M. OLGYAY.

Verfasser befaßt sich in dieser Abhandlung mit der Biologie des Schwarzrostes sowie mit den in der Entwicklung der Pyknidien und Aecidien nachweisbaren Zusammenhängen, während eine eingehende Monographie des genannten Pilzes im Növeg. Évk. (Jahrbuch des amtlichen Pflanzengesundheitsdienstes) Bd. II/III erscheinen wird. Über den letzteren können folgende Ergebnisse festgestellt werden:

1. In der Entwicklung der Pusteln der auf Berberitzenblättern befindlichen Pyknidien und Aecidien können auf Grund der Projektionsbilder von mikroskopischen Schnitten sowie auf Grund der über den letzteren hergestellten graphischen Darstellungen vier Typen unterschieden werden.

2. Den ersten Typus stellt der monosporidiale Thallus, der zyklische Zustand der Haplophase dar. Als eine charakteristische Eigenschaft dieses Typus kann das vegetative Myceliumgewebe und im Zusammenhang damit die rasche und kräftige Ausbreitung der Stroma angesehen werden, ebenso die zahlenmäßige Zunahme endloser Reihen von Pyknidien, ohne jedoch die Aecidien sogar nur in der Anlage wahrnehmen zu können.

3. Der zweite Typus ist die Phase der Ausbildung der Aecidienansätze. Ein Vergleich der verschiedenen, nach Dimensionen aufgestellten Klassen der Pusteln, mit denjenigen des Typus I, zeigt einen Rückgang der zyklischen Tätigkeit der Haplophase, wie auch einen solchen in der zahlenmäßigen Zunahme der Pyknidien. Gleichzeitig tritt — im Verhältnis zu dem Umfang der Stroma — der in der Entwicklung mehr vorgeschrittenere Zustand der Aecidienansätze in den Vordergrund.

4. Der dritte Typus stellt den auf die Entwicklung des *Aecidium*s günstigsten Entwicklungstypus dar. Die Haplophase stellt ihre Tätigkeit am zeitigsten ein. Der Rückgang in der Zahl der Pyknidien ist im Vergleich zu den betreffenden Klassen der beiden vorhin besprochenen Typen noch bedeutender. Bei diesem Typus schreitet die Entwicklung der *Aecidien* am schnellsten vor und läuft am regelmäßigsten ab und vollentwickeltes *Aecidium*, ferner zweikernigen *Aecidium*sporen können sogar auf einer Stroma aufgefunden werden, bei welcher auf der Blattoberfläche nur 3, blattunterseits nur 2 Pyknidien vorhanden sind.

5. Der vierte Typus stellt eigentlich die entwickeltere Form des II. und III. dar. Dementsprechend können wir auch von einem Haplophasentypus sprechen, sollte die Haplophase längere Zeit hindurch eine herrschende Rolle gespielt haben, oder von einem Diplophasentypus, falls sich die Diplophase zeitig entwickelt.

6. Die Zusammenhänge in der Entwicklung können auf den graphischen Darstellungen, vom Anfang des pyknidialen Lebenszyklus bis zu dem vollentwickelten Zustand der *Aecidien*, in der Form von Übergängen deutlich wahrgenommen werden. In dem I. Typus sind nur Pyknidien vorhanden, im Typus II nehmen die *Aecidium*ansätze im Vergleich zu den Pyknidien eine zentrale Lage ein, im III. Typus nimmt die anfangs gleiche Streubreite zugunsten der *Aecidien* zu, während im IV., dem durch die Diplophase charakterisierten Typus die führende Rolle endgültig durch die *Aecidien* eingenommen wird und die Pyknidien in die zentrale Lage gelangen.

7. Die Zusammenhänge in der Entwicklung der Pyknidien und *Aecidien* werden durch die haploide oder diploide Eigenschaft der Pustel bedingt. Danach ist entweder nur die Entwicklung von Pyknidien möglich (*Aecidium* ist nicht einmal in Form eines Mycelgewebes vorhanden) oder es tritt auf Grund des Heterothalismus, nachdem die Rolle der Pyknidien aufgehört hat, die Entwicklung der *Aecidien* in den Vordergrund.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 17. Mai 1943.)

A KÖZETEK ÜVEGTARTALMÁNAK KVANTITATIV MÉRÉSÉRŐL.

VENDEL MIKLÓS-tól.

A kőzetek üvegtartalmának mérése sok esetben kívánatos, nem is szólva arról, hogy a kristályosságnak a legbiztosabb meg-
szabója az eredeti üvegtartalom s így segítségével az üvegtartalmú
kőzet kristályosodottsága jól jellemezhető, amint ezt SZÁDECZKY-
KARDOSS ELEMÉR professzor a közelmúltban nyomatékkal ki-
emelte.¹ Minthogy azonban az üvegnek a megállapítása eddig
nagyon nehéznek bizonyult, továbbá instabilitása (devitrifikáció),
valamint korlátolt előfordulása általános használatát a kristályo-
sodottság mérésére szerinte nem teszi alkalmassá, azért annak
mértékéül célszerűen az alapanyagkristályok szemnagyságát veszi.
E vizsgálatai során a CLOOS-SCHNEIDERHÖHN-féle intruziónívók el-
különítésének problémáját is felveti s ezzel kapcsolatban érdekes
eredményekre jut.

Az üvegmennyiség néha egyszerű integrációval könnyen ki-
mérhető. Nehézséget okoz azonban tényleg a mérés a nagyon finom
alapanyagú kőzetek, pl. hialopilités strukturák esetében. Ha
ugyanis arra gondolunk, hogy az ilyen alapanyagokban nem ritkán

¹ SZÁDECZKY-KARDOSS, ELEMÉR: Vorläufiges über den Kristallinitäts-
grad der Eruptivgesteine und seine Beziehungen zur Erzverteilung.
A m. kir. József Nádor Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem bányá-
és kohómérnöki osztályának közleményei. 1942. Bd. XIII. pp. 250—277.

Erzverteilung und Kristallinität der Magmagesteine im inner-
karpathischen Vulkanbogen. Ibid. pp. 273—306.

² V. ö. még e kérdéshez: KLÜPFEL, W.: Die Altvulkane und ihre
Abstammung. Ein Beitrag zum Eruptionsgesetz der vorquärteren Vul-
kane. Cbl. f. Min. Abt. B. 1941. 249—269. dolgozatát. KLÜPFEL a zeolit-
képződményekre támaszkodva jelez különbséget a felszíni ömlések és a
szubvulkáni intruziók (Flachintrusionen) közt.

még a mikroszkópi feloldóképesség határán mozgó kristályos képződményekkel is találkozunk, sőt a kristályok kivételesen szubmikroszkópikusak is lehetnek, valóban nem mondható kedvezőnek a helyzet ilyenkor integrációs munkára. A használt 20—30 μ vastagságú vékonycsiszolatokban továbbá az egyes parányi komponensek: mikrolitek és üvegrészek egymással akár többszörös fedésbe is kerülhetnek s azért, a szokásos ROSIWAŁ-féle integráció elméletileg végtelen vékonyságú lemezt, vagyis olyant kívánna meg, amelyben fedés nem lehetséges. Ilyen finom strukturák esetében a mérés tehát legalább is bizonytalan. Az üvegtartalmú kőzeteknek azonban mondhatni a zöme ilyen finom szerkezetű.

Az üvegmennyiségnek megállapítása a kristályosodottságon kívül még más szempontból is hasznos lehet. Így például a benne található gáz-, elsősorban víztartalom nem egy esetben geológiai manométerül szolgálhat és segítségével, főleg GORANSON ismert kísérleteire támaszkodva¹ következtetést vonhatunk a dermedésnél fellépő nyomásviszonyokra. Ilyen módon az üvegtartalmú kőzetek ásványos és kémiai összetételének figyelembevételével nem egyszer sikerülhet az «extruzív» vagy «effuzív» néven összefoglalt eruptív kőzetek szétválasztása tényleges effuzívumokra, lávákra és mélyebb helyzetű szubvulkáni vagy teléres kőzetekre. Ezenkívül pl. még arra is gondolhatunk, hogy az üvegzárványokat dúsabban tartalmazó öregszemek (földpátok, pyroxének) víztartalmának és üvegmennyiségének meghatározása alapján közelítő következtetést vonhatunk az öregszemek kiválásánál fellépő nyomásviszonyokra s így esetleg az intruzió mélységére is. (Legbiztosabban a recens lávák öregszemei érdemelnek figyelmet ebből a szempontból.) Ezekre vonatkozó eddigi vizsgálataimról egy következő dolgozatban óhajtok beszámolni. E vizsgálatokkal, valamint a propilités kőzetek vízzel összefüggő viszonyaival kapcsolatosan merült

¹ GORANSON, R. W.: The Solubility of water in Granite Magmas Amer. Journ. of Science. 1931. 55 series. Vol. XXII. 481—502.

Some notes on the melting of Granite. Ibid. Vol. XXIII. 1932. 227—236.

Silicate-Water Systems: The Osmotic Pressure of Silicate Melts The American Mineralogist. 1937. Vol. 22. 485—490.

SHEPHERD E. S.: The gases in rocks and some related problems. American Journal of Science. 5. series. Vol. XXXV. A. 1938. 311—351.

fel azután az a kérdés, vajjon nem lenne-e lehetséges egy olyan eljárásnak a kidolgozása, amely az igen finom alapanyagszerkezetű kőzetek alapanyagában az üveg és mikrolitek megbízható kimérését megengedné. Egy további gondolat azután a finom alapanyagok ásványos összetételének teljes részletező kvantitatív kimérési lehetőségére, azaz teljes alapanyagvizsgálat úgy, amint ez a nagyobb szemmagyságok esetén keresztülvihető.⁴ (E dolgozatban egyébként a teljes részletező alapanyagvizsgálattal még nem foglalkozom, bár az ismertető módon ez is megoldható.)

Mintthogy először csak az izotrop üvegek a meghatározása lebegett céllal előttem, úgy véltem, hogy optikai úton célt érhetnek. Elgondolásom az volt, hogy lehetővé vékonyra készített vékonycsiszolatban egy érzékeny foto cella segítségével mérem nikollok közt homogén fényben az alapanyag egy ismert kiterjedésű részén átjutó fény intenzitását s ebből következtetek az üveg mennyiségére. Bármilyen egyszerűnek is látszik ez az út, annál járhatatlanabbnak bizonyult a valóságban. A kiértékeléshez szükséges optikai számítások ugyanis olyan bonyodalmasok voltak, hogy erről az eljárásról már csupán ebből a szempontból sem lehetett szó.

Ennek felismerése után fontolóra vettem, vajjon a ROSIVAL-féle módszer számára szükséges lemezevékonyságot nem lehetne-e valamilyen módon elérni. Ezzel kapcsolatos vizsgálódásaim során azután arra a felismerésre jutottam, hogy bizonyos fogással az gyakorlatilag elérhető s így ezt a módszert teljesen kielégítően lehet még az ilyen finom munkára is használni. Ebből a célból az alapanyag finomságához mérten nagy numerikus aperturájú objektívet, rendszeresen a LEITZ-féle 1/12 immerziósat használva, azt a vékonycsiszolatra cseppentett cédrusolajba merítettem (a kondenzorlencse és a vékonycsiszolat közé nem kell ok-j) és a vékonycsiszolat felső síkjának, — felületének, — a képét állítottam mindig be. Mintthogy pedig a nagy numerikus aperturájú objektíveknek mélységi feloldóképessége csekély, ily módon azt értem el, hogy gyakorlatilag tényleg csak nagyon vékony lemezeben végezhettem el az integrációt. A nagy apertúra továbbá a nagyon finom struktúra feloldását is lehetővé tette szinte a szubmikroszkópikus határig.

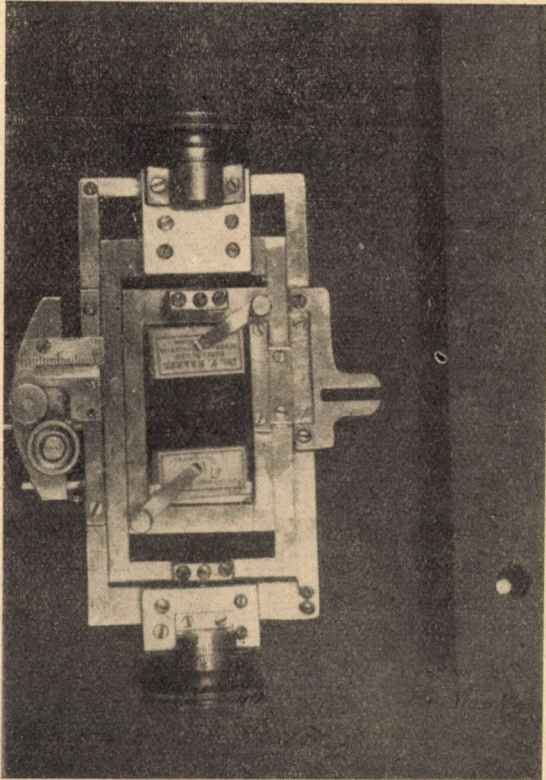
⁴ Szubmikroszkópos nagyságrendű struktúrák természetesen nem jönnek figyelembe.

Minthogy azonban a vékonycsiszolat felülete nem ideálisan-sík (amelyen egyébként REINHARD M.¹ vizsgálatai szerint segíteni lehetséges), a tubus mikrométercsavarjával való csekély emeléssel vagy süllyesztéssel érhető el munka közben a felső felület mindenkori éles beállítása. Célszerűnek látszott e munkánál egyébként a teljesen éles beállításnál egy parányival még valamivel magasabbra állítani a tubust, mert így egyrészt a mélyebb részek képe még tökéletesebben hiányzott, másrészt pedig az egyes komponensek (üveg, kristályok) közti fénytörésbeli különbségeket is felhasználhattam a felismerésben. Ugyanezt a célt szolgálta továbbá a kondenzor kis mérvű süllyesztése is. Végül kétes esetben néha célszerűnek látszott az üvegnek a kristálytól való biztos megkülönböztetésére a nikolok időnkénti keresztezése is.

Miután láttam, hogy az elgondolás célravezető, szükségessé vált egy megfelelő érzékenységgű olyan integrátornak a készítése, amellyel legalább 1 mikronnyi részecske kimérése még lehetséges. Minthogy a rendelkezésemre állott hat orsós, egyébként kitűnő-LEITZ-féle integrátorral a nagy numerikus aperturájú objektívekkel való mérés annak jelen alakjában nem lehetséges, mert a vékonycsiszolathoz a kondenzorlencse a kellő megvilágításhoz szükséges mértékben nem közelíthető, az első kísérletek céljából házilag készítette KATÓ BALÁZS egyetemi műszaki főtiszt az 1. ábrán látható kétsavaros integrátort, amely szerkezeti felépítésben sokban az ismert SHAND-félére támaszkodik. Ezzel a készülékkel a mikrintegrációt teljesen kielégítően végezhettem el. E tisztán házi használatra, illetve kísérleti célból készült ideiglenes készüléken egyébként 0.5μ elmozdulás még leolvasható, illetve még észlelhető. Az elmozdulást létesítő csavarok hajtókereke aránylag nagyra méretezett és így kis elmozdulása a vékonycsiszolatnak ezeknek aránylag nagy elfordítására következik be, ami a mérési biztonságot feltétlenül fokozza. Különös gonddal történt továbbá a szerkezetnek a tárgyasztalra való masszív felerősítése is, hogy a csavarmozgatás következtében beálló igénybevételre a

¹ REINHARD, M.: Über die Dicke der Gesteinsdünnschliffe und den darin vorkommenden Mineralkomponenten. Schweiz. Mineral. und Petr. Mitteilungen. 7. 1927. p. 40.

beállított képfelület helyzetét ne változtassa. A mutatkozó, egyébként teljesen jelentéktelen készítési hibákat úgy elimináltam, hogy egy- és ugyanazon komponensre (pl. üvegre) egy méréssorozatban az egyes vonalak átmérésében a két csavart felváltva használtam.



1. ábra.

Természetes egyébként, hogy megfelelőbb munkagépekkel a készülék még tökéletesíthető, akár más konstrukciós alakban is.

Mielőtt az elvégzett mérések ismertetésére térnék, közlöm még az üveg felismerésére vonatkozóan azt, hogy ennek hozzávetőleges mennyiségét már a csiszolat szegélyén megállapíthatjuk. Az alapanyagásványoknak a legtöbb esetben többé-kevésbé fejlett kris-

tályalakjuk van s így meglehetősen élesen kiválnak az alaktalan üvegből. Ugyancsak élesen kiválik abból az érc is. Az üvegmennyiség ily módon történő hozzávetőleges megbecsülésében az üveg törésmutatója is jó szolgálatot tehet, különösen akkor, ha törésmutatója kisebb a kanadabalzsaménál (ami igen gyakran így is van), lévén az alapanyagásványoké a legtöbb esetben annál nagyobb. Ezenkívül színes üveg esetében a színesség is tekintetbe jöhet a közelítő vizsgálatnál. Elvékonyodott és többé-kevésbé egyenes vékonycsiszolatszegélyrészen szinte integráció és lehetséges néha. Általában mindig célszerű az integrációs mérések megkezdése előtt az alapanyag sajátjaival először a vékonycsiszolatszegélyen megismerkednünk.

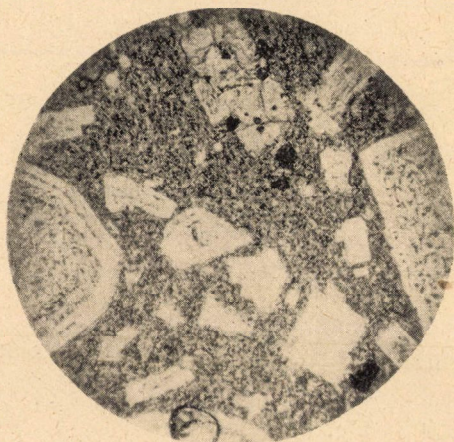
Maga az integráció alig nehezebb annál, amelyet kisebb numerikus aperturájú objektív és nagyobb szemnagyság esetén megszoktunk. Megjegyzem, hogy céлом egyáltalában nem a Rosiwal-féle módszer pontosságának vizsgálata, hanem csupán csak annak a megmutatása volt, hogy vele az üvegtér fogat kvantitatív mérése még a legfinomabb struktúrák esetében is az általam javasolt módon kielégítően lehetséges.¹

A 2., 3. és 4. ábrán láthatjuk egy felsőbányai hiperszténaugitandezit (lásd később 5. szám alatt) mikrofotográfiáit,² amelyek a mérésnél használt beállítás előnyeit, azt hiszem, eléggé megvilágítják. Az alapanyagban ércszemek, piroxén- és földpátmikrolitek vannak. Az alapanyag hialopilitésnek jelezhető. A 2. ábra adja a vékonycsiszolati képet kb. 34-szeres lineáris nagyításban. (LEITZ-féle 0.25 num. aperturájú achromattal.) A 3. és a 4. felvétel pedig a vékonycsiszolat egy- és ugyanazon helyéről készült egy LEITZ-féle 1/12 jelzésű 1.30 numerikus aperturájú objektívvel mintegy 340-szeres lineáris nagyításban. A 4. kép az általam javasolt vékonycsiszolat felső felületre való (illetve még kissé emelt tudusos) beállítással, a 3. kép pedig a normális középmagasságú beállítással vettett fel. (Megjegyzem, hogy a mikroszkópi integrációs munká-

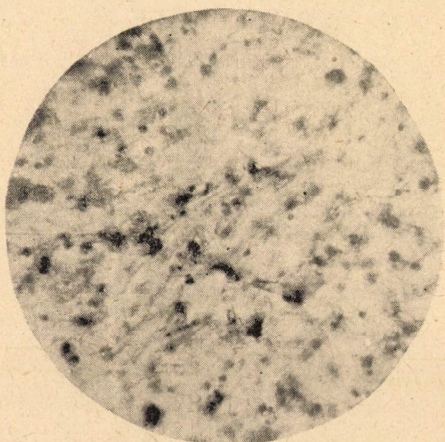
¹ A Rosiwal-féle módszer használhatóságára és pontosságára nézve v. ö. pl. ESPER S. LARSEN and FRANKLIN S. MILLER: The Rosiwal method and the modal determination of rocks. *The American Mineralogist*. 20. 1935. pp. 260—273., ahol bő irodalom is található erről a kérdéstről.

² A mikrofelvevételek elkészítésében BALÁZS ISTVÁN professzor barátom segített. Fogadja szíveségeért é helyen is köszönetemet.

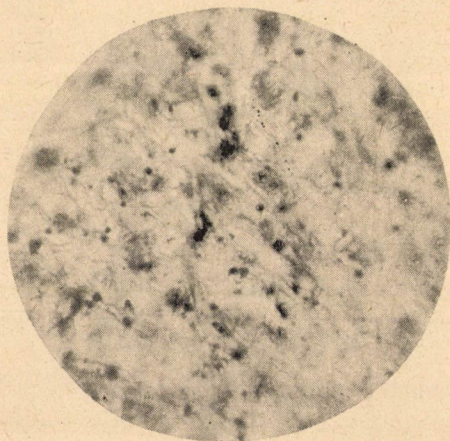
ban a LEITZ-féle 1/12 immerziós objektívet a III. számú nagy látómezejű okulárral használtam, amely kombináció a cég szerint 720-szoros nagyítást ad, vagyis a közölt mikrofelvételeknél jóval



2. ábra.



3. ábra.



4. ábra.

nagyobbat.) Érdemes megfigyelni a két eltérő alapanyagképet. A valóság egyébként sokkal jobb képet ad, mint amelyet e felvételek mutatnak, azonban ezekből is látható, hogy gyakorlatilag tényleg sikerül ily módon egy kellő vékonyságú lemezben elvégezni az

integrációt. Jól megfigyelhető, hogy a kisebb ércszemek, földpát-lécek és piroxénszemek nem azonosak a két képből, vagyis egyesek eltűnnek teljesen, mások pedig csak homályos konturral vagy képpel jelennek meg, ami azt jelenti, hogy nem esnek bele a képfelületbe. A 4., kissé emelt magasságú képnek a szegélyén észlelhető a lencsehibából eredő elmosódottság jelzi világosan a felemelést. Mintogy mindig csak a szálkereszt metszéspontja alatti kép érdekel bennünket, a szegély elmosódottsága semmi zavart nem okoz. Azt is megfigyelhetjük, hogy a 3. képből kevesebb kristály látszik, mint a 4.-ben, ami természetes, mert a 3. képen beállított felső képfelület felett már nincs kőzet.

Hat különböző üvegtartalmú kőzeten vizsgáltam meg az eljárás használhatóságát. Ezek a következők: 1. Liparitobszidián, Lipari. A KRANTZ-féle gyűjtemény 158. számú vékonycsiszolata. Vitrofir (Szurokkő), Arran sziget, Skócia. A KRANTZ-féle gyűjtemény 155. számú vékonycsiszolata. 3. Bazalt. Rheirdarfjördur, Izland. KRANTZ-féle vékonycsiszolat. 4. Hipersztéandezit, St. Egidii, Stiermark. KRANTZ-féle vékonycsiszolat. 5. Hipersztéandezit, Felsőbánya 982. Saját gyűjtésből. 6. Olivinmentes bazalt, Grosser Nickus. A KRANTZ-féle gyűjtemény 221. számú vékonycsiszolata.

A méréseket, minthogy az általam használt integrátor, sajnos, csak két mérőcsavarral bírt, rendszeren úgy végeztem el, hogy először külön kimértem az öregszemek és az alapanyag térfogatát, azután pedig külön mérésorozattal tagoltam tovább az alapanyagot üveges és kristályos részletre. Az így nyert eredményeket azután egymással kiegészítve nyertem a teljes kőzet összetételét három és pedig: öregszem, alapanyagkristály (alapanyagm. krolit) és alapanyagüveg részre tagolva térfogatszázalékokban.

A mérési pontosságot mintegy 2 térfogatszázalék körüli érték elérése esetén az üvegkimérésben már elegendőnek tartom s ennél nagyobb pontosságra nem is törekedtem egyébként az öregszem-alapanyag viszony kimérésében sem. Céлом ugyanis nem az volt, hogy egy-egy kőzetet minél pontosabban analizáljak (1—1 vékonycsiszolat vagy kézipéldány erre mindig nem is elegendő,) hanem azt akartam csak bemutatni, hogy kvantitatív üvegmérés még a nagyon finom strukturák esetében is lehetséges.

1. *Liparitobszidián. Lipari.*

A megvizsgált vékonycsiszolat javarésze szintelen, a balzsam-
nál gyengébb fénytörésű üvegből áll.¹ Ez alapanyagban rendkívül
ritkán egy-egy földpát tűnik fel, melyek egyikének nagysága ki-
vételesen a 350 μ -t is eléri, rendszeren azonban csak 2—50 μ közöttiek.
Átlag 2—15 μ közötti ércszemecskék is megfigyelhetők imitt-amott.
A földpátnál jóval gyakoribbak azután gyengén kettősentörő
szferolitok, melyeknek nagysága rendszeren 60—280 μ közötti, az
üvegben még a láthatóság határáig csökkenő globulitok is láthatók.

Két egymástól 1—1 mm-re eső vonalat mértem át, az átmért
hossz 21,788·0 μ -t tett ki, tehát a kívánt mérési pontosságnak fel-
tehetően kielégítő. A kétes globulitokat az alapanyagkristályok-
hoz számítottam, semmi sem állt volna egyébként útjában annak,
hogy ezeket egy külön méréssel kiértékeljem. A mérési eredmé-
nyeket alábbi összeállítás adja (a szferolitok kimérése nem külön
mérés során, hanem úgy történt, hogy a reájuk eső hosszt az üveg
és kristályos mérése közben külön leolvasással állapítottam meg) :

Vonal	Vonalhosszúság μ -ban			Vonal	Térfogatszázalék		
	Kristály + globulit	Szferolit	Üveg		Kristály + globulit	Szferolit	Üveg
1	283·5	84·5	11,940·0	1	2·32	0·7	97·0
	368·0				3·0		
2	278·0	—	9,202·0	2	3·0	—	97·0
Σ	561·5	84·5	21,142·0	Σ	2·6	0·4	97·0
	21,788·0 μ				3·0		

¹ V. Ö. ROSENBUSCH, H.: Petrographisches Praktikum. Beschreibung einer Sammlung von 336. Gesteinen und Dünnschliffen nach den «Elementen der Gesteinlehre» von H. ROSENBUSCH. II. Auflage. Stuttgart, 1901. Für den Unterricht an Universitäten etc. Katalog Nr. 13. Herausgegeben von Dr. Krantz, p. 62.

² Hangsúlyoznom kell, hogy a tizedig való százalékmegadás nem akar tizedpontosságot jelezni. Rendes mérésnél a legközelebb eső százalékra kerekítendő a nyert érték, kivéve az 1%-nál kevesebb térfogattal jelentkező komponenst.

2. *Vitrofir (Szurokkő). Arran sziget, Skócia.*¹

A közel 4 cm² területű vékonycsiszolatban csupán egyetlenegy földpátszemet láttam. Bár ennek nagysága 470×620 μ , jelenlétére különösebb tekintettel még sem kellett lennem, mert térfogat-százalékban 0·1 alatt marad.

A jellegzetesen ismert fenyőfaserű, halványzöldessárga színű, hosszú és vékony amfiboltúkkal kapcsolatos trichites szerkezet jellemzi a kőzetet. A tűk hossza kivételesen a 800 μ -ig emelkedik, azonban csak mintegy 400 μ átlaghosszal és 8—10 μ átlagszélességgel számolhatunk. Igen-igen ritkán egy-egy biotit is feltűnik, szemnagysága legfeljebb 190 μ volt a vizsgált vékonycsiszolatban. Pár nagyobbacska és több parányi magnetitzsem is megfigyelhető, a mért nagyságok 1—27 μ közt mozogtak. A mikroszkópi képből azután feltűnik még nagyon ritkán egy-két köteges-szálak, az üvegnél valamivel kisebb fénytörésű zeolitos (?) ásvány is. (A pontosabb meghatározással nem vesződtem, az üvegmennyiség szempontjából közömbös, hogy miféle fajta.) Az egyes szálak hosszúsága átlagosan 40—230 μ , szélessége pedig 3—22 μ köztinek vehető. Végül igen ritkán egy-egy zirkonszem is feltűnt a képből. A szemnagyság 40 μ fölé nem emelkedik. Itt-ott továbbá látható még a kőzetben pár szürke, zavaros folt is az üveg felé elég éles határral. A vékonycsiszolatban mért átmérők 80—250 μ közt adódtak. Találtam a kőzetben egyetlenegy, de meglehetősen nagy, rezorbeált kvarcszemecskékből álló halmazt is, méretei 334×484 μ -nak adódtak. Az egyes szemek nagysága a halmaz méreténél természetesen jóval kisebb. Igen-igen ritkán végül egy-két vashidroxidos foltocska is feltűnt.

Az alapanyag dús, színtelen, a balzsamnál kisebb fénytörésű üveg. Trichitek nemcsak az említett túalakú kristályokkal összefüggésben, hanem szabadon is láthatók az üvegben. Az üvegnél fénytörőbbek. A mérésben a kristályokhoz vettem őket. Külön méréssel egyébként ezeknek térfogatmennyisége is megállapítható lett volna. E trichiteknek hossza átlagban 2—10 μ , szélességük pedig 0·7 μ körül van. A vékonycsiszolatban egyes helyeken a tűk

¹ V. ö. ROSENBSCH H.: 1. c. p. 62.

mellől széles sávban hiányoznak már a trichitek, vagyis a teljes kristályosodás e részekben már teljesen megtörtént. A trichitdús részekben igen nagy nagyítással apró, pontszerű, sötétnek tűnő képződmények is észlelhetők (globulitok?), amelyek a tubus emelésekor megvilágosodva jelzik, hogy fénytörőbbek az üvegnél. Nagyságuk már a láthatóság határán van, legfeljebb 0.5μ -nyiak. Ezeket a képződményeket is a kristályhoz mértem. A feloldhatók kimérése egyébként szintén lehetséges lett volna.

Ebben a kőzetben négy egymástól 1—1 mm-re eső egyenes vonalat mértem át, mérés közben külön megjegyezve az említett sárgásszürke, zavaros foltokat. Az átmért összhosszúság $23,616.5\mu$ volt, ami a szemnagyság-közéértékek és a megállapított mérési pontossági szempont figyelembevételével elegendőnek látszik. Az egyetlenegy kvarc szem-halmazocska egyik mérési adatot sem befolyásolja jelentősen. (Térfogatszázaléka még a 0.1-et sem érne el), így erre sem kellett, hasonlóan a földpáthoz, különösebb tekintettel lenni.

Vonal	Vonalhosszúság μ -ban			Vonal	Térfogatszázalék		
	Kristály + trichit + globulit	Üveg	Sárgás-szürke zavaros folt		Kristály + trichit + globulit	Üveg	Sárgás-szürke zavaros folt
1	408.5	5,137.5	225.5	1	7.1	8.1	3.8
						92.9	
2	363.0	5,650.0	—	2	6.0	94.0	—
3	344.5	5,501.0	115.5	3	5.8	92.3	1.9
						94.2	
4	288.0	4,583.0	—	4	4.9	95.1	—
Σ	1,404.0	21,871.5	341.0	Σ	6.0	92.6	1.4
	23,616.5						

3. Bazalt. Rheirdarfjörður. Island.

Jól fejlett öregszemek : plagioklász, hipersztén, augit, magnetit, igen ritkán amfibolmaradvány, kevés kloritos folt, valamivel több biotit. Az öregszemplagioklászok becslés alapján 800--850 μ körül vannak, a piroxéneké valamivel kevesebb. A legnagyobb plagioklász egyébként 668 \times 1670 μ , a legnagyobb piroxén pedig 1.336 \times 1,336 μ volt, egy a legkisebbek közé sorozható plagioklász viszont csak 33 \times 50 μ -nak s egy megfelelő piroxént pedig 33 \times 33 μ -nak találtam. A magnetitek a plagioklászoknál általában kisebbek.

Az alapanyagban sok, a kanadabalzamnál fénytörőbb üveg, benne nagyon sok, nem opak kristallit, főleg léces földpát alakban és apró ércszemek. Az alapanyagban az átmért kristallitok közül a legnagyobb 8 \times 54 μ nagy volt.

Ebben a kőzetben először kimértem egy méréssorozatban az öregszemek és az alapanyag térfogatviszonyát, majd ennek meg-

1. vonal:

Vonalrészlet	Vonalhosszúság μ -ban	
	Kristály	Üveg
1.	217.0	1,056.5
2.	133.0	593.5
3.	57.0	392.0
4.	76.0	374.0
5.	44.0	358.0
6.	40.0	331.0
Σ	567.0	3,105.0
	3,672.0	

2. vonal:

Vonalrészlet	Vonalhosszúság μ -ban	
	Kristály	Üveg
1.	122.0	974.0
2.	56.0	198.0
3.	62.0	415.5
4.	133.0	600.0
5.	92.5	442.0
6.	91.5	566.4
Σ	557.0	3,196.0
	3,753.0	

történte után egy új méréssorozattal az alapanyagban a kristály és az üveg térfogatarányának megállapítását végeztem el, öregszemtől öregszemig eső részletvonalakon. Az öregszem-alapanyagviszony megállapítása 8 egymástól 1—1 mm-re eső egyenes vonalon át 123,585·0 μ hosszúságban, az alapanyagnak üvegre és kristályra való kimérése pedig két, egymástól 5 mm-re eső vonalon 7,425·0 μ összhosszúságon történt. Az elsőnek említett mérések alapján az öregszemek térfogatszázaléka 37·1, az alapanyagé pedig 62·9-nek adódott. Az alapanyagra vonatkozó méréseket, amelyek, amint említettem feljebb, két egyenes mentén több részletben történtek, teljes egészében az előbbi oldalon levő két táblázat adja.

A végső eredményt pedig a következő összeállításban látjuk.

Vonal	T é r f o g a t s z á z a l é k		
	Öregszem	Alapanyag-kristályok	Üveg
1.	37·1	9·7	53·2
2.	37·1	9·3	53·6
Közép	37·1	9·5	53·4

4. *Hiperszténandezit. St. Egidii. Steiermark.*

A vékonycsiszolat alapján következtetve a kőzet nem mondható kedvező homogenitású kőzetnek, amennyiben a finomabb szemnagyságú alapanyagzömön kívül durvább, doleritesebb jellegű részletek is vannak. Öregszemekként plagioklász, rombos piroxén (hipersztén), augit és magnetit adható meg. Az öregszemek sorában a plagioklászok és a piroxének nagyjában egyenlő nagyok. A legnagyobb plagioklászt 668×1169 μ -nak, a legnagyobb piroxént pedig 418×835 μ -nak, a legkisebbek közül mért egyik plagioklász-öregszemet végül 17×84 μ -nak, a megfelelő piroxént pedig 33×85 μ -nak mérhettem. Becslés alapján a plagioklászöregszemek nagyságát átlagban kb. 500 μ -nak, a piroxénekét pedig ennél valamivel kisebb értékkel vehetjük számba. Az alapanyagban a halvány sárgásbarna színű üveges bázisban (az üvegnél a balszam fény-

törőbb) a mikrolitek sorában plagioklászleceket, piroxénleceket és opak ércszemeket ismerhetünk fel. Az alapanyagban, különösen a doleritesebb részletekben, zöldesbarnás üvegszerű foltok is feltűnnek még, gyenge kettőtörésű erezés is jelentkezik e foltokban. (Fénytörésük ezeknek is kisebb a balzsaménál. Az alapanyag üvegbázisában látható mikrolit-kristályok nagyságában eltérés van a dolerites és a sűrű részek közt. Az alárendelt dolerites részben a legnagyobb földpátlecect (általában a földpátok a legnagyobbak) $11 \times 162 \mu$ -nak, az uralkodó sűrű részben pedig $5 \times 68 \mu$ -nak, egy kicsi földpátot pedig $4 \times 5 \mu$ -nak mérhettem. A dolerites részben a földpátok átlagértéknagyságát kb. $8 \times 40 \mu$ -nak, az uralkodó sűrű részekben pedig ennél kisebbnek adhatjuk meg. Az ércszemek nagysága egészen a láthatóság határáig süllyedő, maximálisan pedig 8μ körüli az értékük.

A térfogatviszonyok megállapítása ebben a kőzetben a Rheirdarfjörduri bazalthoz hasonlóan történt, vagyis külön méréssorozatban mértem az alapanyag-öregszem arányt és azután további két egyenes mentén részletmérésekben még az alapanyagkristályok és az üveg arányát. Az öregszem-alapanyagarány megállapítása 5, egymástól 3—3 mm-re eső vonalon $52,865 \cdot 0 \mu$ (a rendelkezésemre álló vékonycsiszolat több töredékrészből állt csak, ami megakadályozta nagyobb hossz megfelelő átmérését), az alapanyag tagolása kristályra és üvegre pedig két, egymástól 5 mm-re eső vonalon $4,601 \cdot 0 \mu$ alapanyaghossz átmérésével történt. Az öregszemekre az első méréssorozat alapján 42,2, az alpanyagra pedig 57,8 térfogatszázalék esett. Mellőzve a részletértékeket alábbi összeállításban adom a mérési eredményeket :

Vonal	Vonalhosszúság μ -ban		Vonal	Alapanyagra vonatkoztatott térfogat-százalék	
	Alapanyag-kristály	Üveg		Alapanyag-kristály	Üveg
1.	330·0	1,969·5	1.	14·3	85·7
2.	324·0	1,977·5	2.	14·1	85·9
Σ	654·0	3,947·0	Σ	14·2	85·8
	4,601·0				

	T é r f o g a t s z á z a l é k		
	Öregszem	Alapanyag-kristály	Üveg
1.	42·2	8·3	49·5
2.	42·2	8·1	49·7
Σ	42·2	8·2	49·6

5. *Hiperszténauigitandezit. Felsőbányu* \diamond 982.

Jellegzetes hialopilites szövetű kőzet. (L. a 2., 3. és 4. mikrofelvételeket). Öregszemek: plagioklász, hipersztén, augit, magnetit. A plagioklászöregszemeknek kb. a legnagyobbikát $935 \times 1,543 \mu$ -nak, a legnagyobb augitot $317 \times 551 \mu$ -nak, a legnagyobb hipersztént $250 \times 568 \mu$ -nak s a legnagyobb ércszemet végül $134 \times 134 \mu$ -nak mérhettem. A legkisebb plagioklászöregszemet (?) pedig $25 \times 25 \mu$ -nak, a legkisebb piroxént, egy hipersztént, pedig $35 \times 51 \mu$ -nak találtam.

A hialopilites alapanyagban mikrolitlécek és ércszemecskék láthatók. A mikrolitek közt léces plagioklász, piroxén és ércszemecskék ismerhetők fel. A léces mikrolitek méretei kb. 1-től 30μ -ig terjedők, az ércszemecskék pedig átlagosan 1-- 5μ közöttiek, de vannak jóformán a láthatóság határáig süllyedő nagyságúak is közöttük. Az alapanyagban látható üveg áteső fényben majdnem teljesen színtelen, fénytörése a kanadabalzsaménál kisebb és nagyon gyenge devitrifikációt vagy feszültséget jelez rendkívül gyenge, alig felismerhető kettőtörés alakjában.

A nagyobb földpátok sorában látunk olyanokat is, amelyeknek öregszemként való kezelése már kétséges, amennyiben nagyságban közelednek az alapanyag földpátjaihoz. E kétesek térfogatszázalékát külön is megállapítottam, mert ezeket akár még az öregszemekhez vagy pedig már az alapanyaghoz is számíthatjuk. A méréseket egyébként a rendszeren követett módon végeztem; némi eltérés csupán abban adódott, hogy az alapanyagnak üveg

és kristályra való tagolásánál az említett kétes szerepű földpátok kimérését is elvégeztem úgy, hogy az egyes reájukvonatkozó átmért értékeket mindig külön feljegyeztem s a végén ez értékeket összegeztem. Az öregszem-alapanyagarány megállapítása oéljából 14, egymástól $\frac{1}{2}$ — $\frac{1}{2}$ mm-re eső vonalon 136,319·0 μ , az alapanyagból az alapanyagkristály-üvegarány meghatározására pedig két egymástól 5·4 mm-re eső vonal mentén 6,828·0 μ hosszúságot mértem át. Az első méréssorozat alapján az öregszemek térfogatszázalékát 38·7-nek az alapanyagot pedig 61·3-nak találtam. (Ebben a méréssorozatban a kétes földpátokat az alapanyaghoz vettem!) Alábbi összeállításban összesítve adom az eredményeket:

Vonal	T é r f o g a t s z á z a l é k			
	Öregszem	Kétes földpát	Alapanyagkristály	Üveg
1.	38·7	2·1	22·3	36·9
2.	38·7	2·6	20·0	38·7
Σ	38·7	2·3	21·2	37·8

6. Olivinmentes bazalt. Grosser Nickus.¹

Az átvizsgált vékonycsizolat tanúsága szerint a kőzet szövete interszertális, a plagioklászlecek és augitok közti hézagokat tölti ki sötét, barnaszínű, ércszemecskékkel impregnált aránylag kevés üvegmezosztázis. Itt-ott kalcitos és kíséretében áteső fényben szürkészöld színű, izotrópna mutatkozó, a balzsamnál egy hajszállal kisebb fénytörésű ásványos anyagból álló üregkitöltéseket is látunk. Az ásványelosztás elég egyenletes, ami a mérések szempontjából igen kedvező.

A legnagyobb plagioklász nagyságot 132×902 μ -nak mértem.

¹ V. Ö. ROSENBUSCH, H. l. c. p. 82.

a léces habitusban jelentkező földpátok hosszúságát közepesen általában azonban legfeljebb csak mintegy $500\ \mu$ -nak s szélességét $80\text{--}130\ \mu$ -nak becsülhetjük. A piroxénöregszemek legnagyobbikának mérete $501 \times 668\ \mu$ volt, de ez értéknél általában jóval kisebbek egyénei, sőt nagyságuk $5 \times 5\ \mu$ -ig, tehát alapanyagbeli nagyságrendig is, lecsökken. A kalcitos és a szürkészöld izotropanyagú üregkitöltések legnagyobbikát $584 \times 701\ \mu$ -nak mértem. Különkülön véve a kalcitot és a szürkészöld anyagot, mindegyikre jóval kisebb érték adódik természetesen a megadottnál. Egyébként maguk az üregkitöltések is általában jóval kisebbek a fent megadott maximális értéknél.

Az alapanyagban a már említett kalcitból és zölesszürke színű anyagból álló üregkitöltéseken kívül barnaszínű üvegben az ércszemecskék mellett, amelyek érdekes módon nem ritkán hosszú léces alakúak is, ugyancsak léces és általában hosszú, de nem mindig teljesen éles konturu földpátokat is találunk. Egy igen hosszú alapanyagbeli érclececske méretét $3 \times 116\ \mu$ -nak mérhettem. Rendszeren azonban jóval rövidebbek s ezenkívül vaskosabbak is. Egyébként az ércszemecskék közt sok apró, egészen a láthatóság határáig csökkenő szemnagyságút is észlelhettem. Öregszemnek számító érc csak kevés van. Ilyennek tartható pl. egy $17 \times 234\ \mu$ méretű nagy szem. A földpátok sorában a legnagyobbat $8 \times 176\ \mu$ -nak mértem, általában azonban közepes nagyságuk csak mintegy $3 \times 50\ \mu$ -ra tehető. Az üvegnél mind a plagioklász, mind pedig a kanadabalzsam is fénytörőbb.

E kőzetben méréseket a következőképpen végeztem: Először két egymástól kb. 1 mm-re eső egyenes vonalon át kimértem egyrészt az üveg, másrészt pedig a kőzet összes kristályos komponenseinek együttesen a térfogatszázalékát $22,087 \cdot 0\ \mu$ átmért hosszon. Minthogy a két egymástól közel (1 mm-re) eső vonal igen egyező eredményeket adott, megelégedtem vele s további vonalak mérését a javasolt mérési eljárás szempontjából nem láttam szükségesnek s azután külön méréssorozatban öt egymástól 1--1 mm-re eső vonalon $59,369 \cdot 0\ \mu$ hosszon át az öregszemeknek az alapanyaghoz való viszonyát határoztam meg (az alárendelt jelentőségű üregkitöltéseket az öregszemekhez számítottam, külön való megállapításuk egyébként természetesen lehetséges lett volna). E mérés-

sorozat alapján az öregszemek és az alárendelt üregkitöltések együttesen 74·8, az alapanyag-mezosztázis pedig 25·2 térfogatszázaléknak adódtak. A meghatározott üvegtérfogatszázalékot végül levonva az alapanyag térfogatszázalékából nyertem az alapanyagkristályok térfogatszázalékát. Megjegyzem, hogy az itt alkalmazottnál az alapanyagra vonatkozóan biztosabbnak érzem az előbbi kőzetekben követett közvetlen mérési eljárást. Az öregszem-alapanyag térfogatviszonyának a mérésében esetleg jelentkező (pl. a nem teljesen egyenletes eloszlásból stb.) hiba itt ugyanis az alapanyagkristályokat terheli. Alábbi két összeállítás adja a mérés feljebb még nem közölt eredményeit :

Vonal	Vonalhosszúság μ -ban		Vonal	Térfogatszázalék	
	Öregszem + alapanyagkristály	Üveg		Öregszem + alapanyagkristály	Üveg
1.	7,947·5	1,891·0	1.	80·8	19·2
2.	10,057·5	2,191·0	2.	81·1	17·9
Σ	18,005·0	4,082·0	Σ	81·5	18·5
	22,087·0				

T é r f o g a t s z á z a l é k		
Öregszem	Alapanyagkristály	Üveg
74·8	6·7(=25·2—18·5)	18·5

Áttekintve a mérési eredményeken, ezeket kielégítőnek mondhatjuk. Az üvegnek a kőzetre vonatkozó térfogatszázalékai közti eltérés a 2%-ot csak az Arransziget vitrofirjának esetében haladta meg. Ha azonban ebben a kőzetben az üreget helyettesítő szerepű, helyenkint feltűnő sárgásszürke zavaros foltokat is az üveghez számítjuk, ami nagyon is megengedhető, a legnagyobb

eltérés csak 2-2 térfogatszázalék, általában azonban 1% alatt maradt az. (Jóllehet nem minden esetben történt meg a ROSIWAL-módszerrel újabban szokásos hosszúság átmérése.) Amint a bevezető-részben már kiemeltem, szándékunk csak mintegy 2 térfogatszázalék mérési pontosság volt, ezért tényleg mondhatjuk, hogy ezt a pontosságot általában sikerült elérnünk, s ily módon az üvegtartalmú kőzet jellemzésére és az üveggel kapcsolatos további megfontolások céljára kívánatos üvegtérfogatot kielégítően mérnünk.

A teljes alapanyagvizsgálat gyors elvégezhető céljából azonban nagyon kívánatos lenne egy több orsós érzékeny integrátor-nak a megszerkesztése, illetve a meglévő ilyeneknek, — amennyiben szükséges — pl. a LEITZ-félének a megfelelő átalakítása.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1943. febr. 15-én tartott üléséből.)

**ÜBER DIE BESTIMMUNG DES GLASGEHALTES
DER GESTEINE.**

Von MIKLÓS VENDEL.

Die Arbeit wird in deutscher Sprache in den «Mineralogischen und Petrographischen Mitteilungen» erscheinen.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 15. Febr. 1943.)

KARBONKORSZAKÚ KŐSZÉN A ZEMPLÉNI SZIGETHEGYSÉGBEN.

VITÁLIS ISTVÁN I. tagtól.

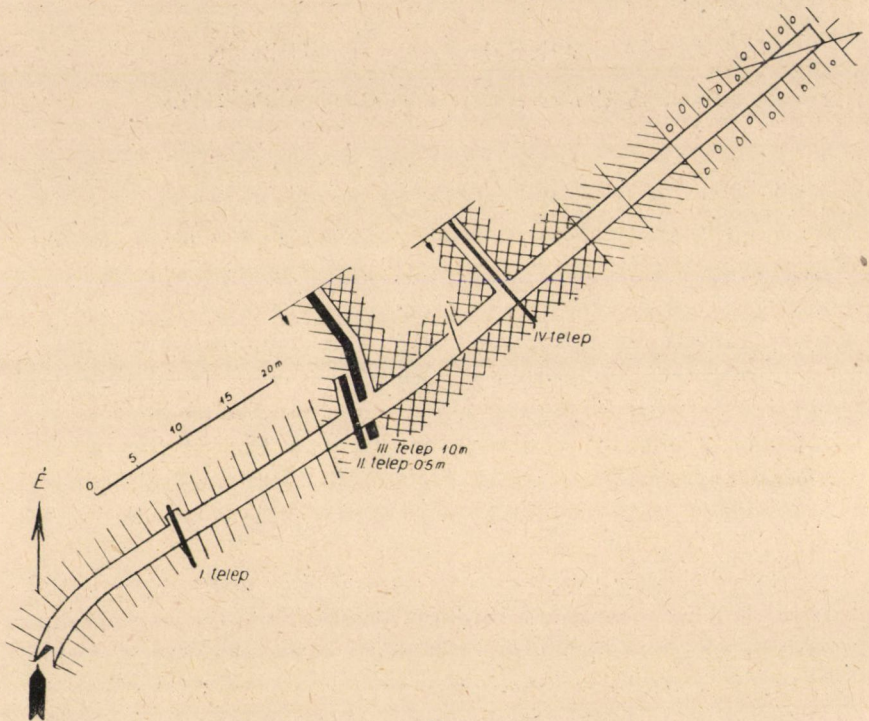
Hazánkban a kiásott: a fosszilis szén-féleségeket *tőzeg (turfa)*, *ignit. barnaszén, fekete szén, kőszén* és *antracit* elnevezésekkel különböztetjük meg egymástól.

Valódi: *karbónkorszakú kőszén* a trianoni békediktátumot megelőzően egész Magyarország területén is csak Krassó-Szörény vármegyében Resicabányától keletre *Kemenceszék* (Szekul) és az Al-Duna mellett, Berzászka-Orsova között *Tiszafa* (Eibental)-*Ujbánya* (Bain Noua) községek határában bányásztak, de az Magyarország 1910. évi széntermelésének csak nem egészen 1%-a volt (1). (I. p. 919.)

Sátoraljaújhely közelében, a *Zempléni Szigethegység*ben BEUDANT francia geológus már 1818. évi magyarországi utazása alkalmával felismerte a karbónkorszakú üledeket, sőt a legényei dombon néhány *páfrányra* emlékeztető lenyomatot is talált; (2) PARTSCH osztrák geológus pedig a múlt század ötvenes éveiben a *Zempléni Szigethegység* északi végén, a jelenleg Szlovákiához átcsatolt *Velejte* község határában olyan növénymaradványokat gyűjtött, amelyek a *felső: a produktívus karbón* üledékeire utaltak.

WOLF HENRIK 1869-ben a bécsi Földtani Intézet által végzett első részletes földtani felvétel alkalmával a *Zempléni Szigethegység* több helyén lelt *szenesedett növényeket*, és azokban STUR DÉNES osztrák geológus ős-páfrányt: *Cyatheites* (= *Pecopteris*) *arborescens*-t ismert fel, az pedig a felső karbón felső részének: az *ottweili* (stefanien) emeletnek egyik leggyakoribb növénymaradványa. (3)

Az osztrák földtani felvételt 1891-ben SZÁDECZKY GYULA reambulálta. SZÁDECZKY észrevette, hogy Nagytoronya mellett növénymaradványokat is tartalmazó *grafitos* és *antracitos* sedimentek fordulnak elő. (4) 1897-ben pedig «A Zempléni Szigethegység geológiai és kőzettani tekintetben» című monográfiájában azt



1. ábra.

közölte, hogy Toronya község határában, a Gyopáros és a Disznós völgyek felől jövő patak feltárásában, *0,5 méter vastag antracitos réteg* látható, amely kelet-északkelet felé lejtősödik. (5)

Fél méter vastag antracit-köszén-telep természetes kibúváson már gyakorlatilag is figyelmet érdemel. Gróf SZÉCHENYI DOMOKOS oronyai nagybirtokos az 1905—1906. évben előbb Nagytoronya északi szélén, a zsidó temető mellett, majd RÉZ GÉZA selmecbányai bányászati főiskolai tanár javaslatára Nagytoronya délkeleti szé-

lén, az ókori üledékek csapásirányára merőlegesen, északkeleti irányban második kutatótárót hajtott ki.

Ez a táró **HOFFMANN RICHÁRD** bányaigazgató 1906. évi megállapítása szerint 30 méter hosszban kvarcos homokkőben haladt, s annak a közepe táján vékony: 5 centiméter vastag kőszéntelepecskét talált. Majd 4 méter vastagságban gyúrható agyagot szelt át. Azután 2.2 méter vastag szenes telepet harántolt *0.5 és 1.1 méter vastag antracitos kőszénpad*dal. A két szénpadot 0.6 méter vastag agyagközbetelepülés választja el egymástól. (Lásd az 1. sz. ábrát).

A kutató-tárót azután csillámdús kvarcos homokkőben hajtották tovább, és 17 méterrel távolabb újabb vékony: 10 centiméter vastag kőszéntelepecskét harántoltak.

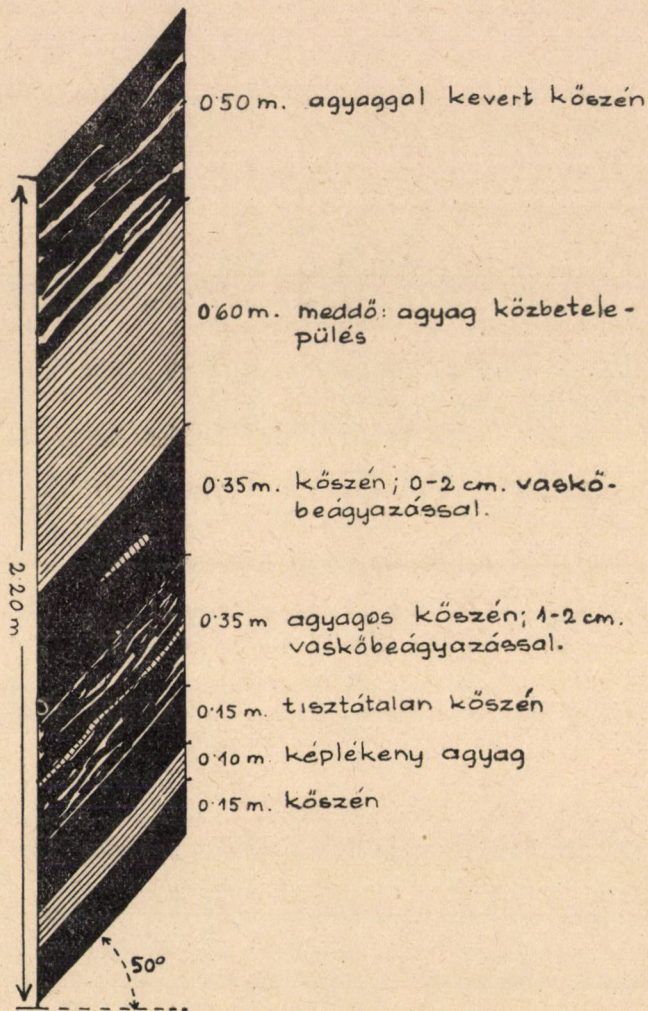
9.3 méterrel tovább a homokkő fedőjében *fekete agyagpala* következett, amelyet 11.5 méter hosszban harántoltak. Azután öregszemű csillámdús *homokkő*ben haladtak előre, de miután újabb kőszéntelepet nem találtak, a táró hajtását kereken 100 méterben abba hagyták.

A 2.2 méter vastag telep 0.5 méter vastag kőszénpadját csapás irányban északnyugat felé 3.5 méter hosszban, az 1.1 méter vastag kőszénpadot pedig 11.5 méter hosszban szintes bányavágattal is feltárták, ámde ott vetőlaphoz értek, és a további kutatást abba hagyták.

A 2.2 méter vastag kőszénpad szerkezete **HOFFMANN RICHÁRD** 1906. évi megállapítása szerint a következő (Lásd a 2. sz. ábrát): 0.5 méter vastag kőszénpad; 0.6 méter vastag agyagközbetelepülés; 35 centiméter kőszén, 0—2 centiméter vastag vaskőbeágyazással; 35 centiméter vastag földes kőszénpad, 1—2 centiméter vastag vaskőrétegbeágyazással; 15 centiméter vastag meddővel kevert kőszénpad; 10 centiméter vastag képlékeny agyagréteg; 15 centiméter vastag kőszénpad.

A kutatóvágatokból kivájt kőszén elraktározták ugyan, de az nem került forgalomba.

A gróf **SZÉCHENYI DOMOKOS** által abbahagyott kutatást, **JEX SIMON** bányaigazgató javaslatára, a Magyar Általános Kőszénbánya R. T. folytatta, és — a **VADÁSZ ELEMÉRT**ől szerzett információ szerint az 1906—1911. évben megszakításokkal — a következő munkákat végezte:



2. ábra.

1. Nagytoronya déli szélén a II. sz. gróf Széchenyi-féle tárot 100 métertől tovább hajtotta 200 méterig, de újabb, fejtesre méltó kőszéntelepét nem talált. Nagytoronya-Csörgő községek között a Fekete-hegy keleti lábánál a patak mellett mély fúrást is indított, de 411 méter mélységig nem harántolt kőszéntelepét.

2. *Kistoronyán* az első fúrásban 36.3 méter mélységtől kezdve 0.4 méter vastag felső kőszéntelepet talált, 55.2 méterben pedig 1.0 méter vastag alsó kőszéntelepet harántolt; a fúró azután 193 méter mélységig nem lelt újabb kőszéntelepet.

A *kistoronyai* második fúrást MICHAEL javaslatára a réteglejtősődés irányára merőlegesen, vagyis a legrövidebb *ferde* irányban mélyítették, de az, MICHAEL véleménye szerint, csak 40 méter vastagságban haladt korbón-üledéken át, a nélkül, hogy kőszéntelepet harántolt volna, azután kvarcit-kőzetbe jutott, és mint-hogy azt *devon*-korszakú fekvőnek tekintették, a fúrást 75 méter mélységben abba hagyták.

Kistoronyán a M. Á. K. három, egyenként 200, 40 és 223 méter hosszú kutatótárót is hajtott, de eredménytelenül.

3. *Legenyén* rövid táróval és 215 méter mély fúrással,

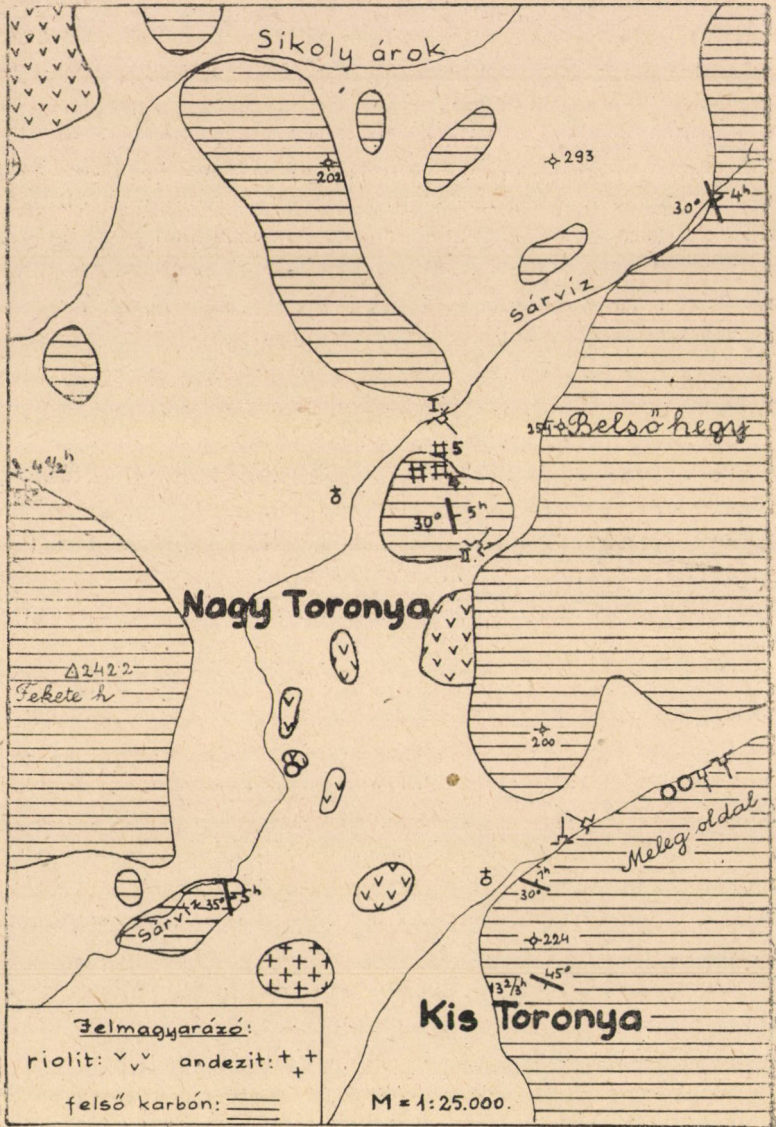
4. *Velejtén* 22 és 25 méter mély fúrással kutatta a M. Á. K. a korbón-kőszéntelepeket, de sikertelenül.

Az ismertetett kutatótárók, aknák és fúrások helyeit (lásd a 3. sz. ábrát) AUGUSZT JÁNOS nagytoronyai kovácsmester mutatta meg, ő ugyanis annak idején a M. Á. K. fúrásainál mint kovács volt alkalmazva.

Megemlítem még, hogy az ismertetett kutatások megkezdése előtt és folyamán külföldi és hazai szakértőktől is kértek tanácsot. MICHAEL véleményének a lényege az volt, hogy Nagy- és Kistoronyán *terrestricus* eredetű, *kis kiterjedésű kőszénlencse* képződött. KOCH ANTAL a *sigillariák* hiányából arra következtet, hogy a toronyai kőszéntelepes üledék a korbón legfelső részéből átvezet a *diaszhoz*, amelyben a fejtésre méltó kőszéntelepek megfigyelhetőek. BÖCKH HUGÓ véleménye szerint a *toronyai kőszénelőfordulás értéktelen*.

A röviden ismertetett kutatás első periódusát a kinemelégitő kutatások és kedvezőtlen szakvélemények következtében két évtizeden át nem követte újabb kutatás.

A kutatás második periódusa a megszállás után következett, amikor 1932—1936. évben NIKKEL és LAVRINENKÓ cseh vállalkozók táróval és aknával újból felnyitották a már ismert kőszénlencsét, sőt Nagytoronya északi szelén a 22 méter mély akna segítségével néhány vagón kőszént ki is termeltek.



3. ábra.

Az 1939. év tavaszán, amikor Cseh-Szlovákia széthullási folyamatával kapcsolatban a magyar csapatok visszafoglalták az Erdős Kárpátokat, és így a magyarorszagi föld, mint autonóm országrészt, visszatért a Magyar Szent Korona birodalmához, csakhamar felhívtam egyik nagy szénvállalatunk igazgatóságának a figyelmét a nagy- és kistoronyavidéki karbonkorszakú kőszénelőfordulásra. Sajnos, sem a csehek által Kistoronyán kihajtott táró, sem a Nagytoronyán mélyített akna, illetve az ott visszamaradt kőszén vizsgálatainak az eredménye nem támasztotta alá az általam felhozott földtani indokokat, amint az a következőkből is kitetszik.

A cseh NIKKEL által Kistoronya keleti szélén JUSZKÓ MIHÁLY telkén 1935-ben kihajtott tárót SÁNDOR fiam, amennyire a felgyülemlett víz és sár megengedte, bejárta. A táró északnyugati (22 óra) irányban haladt, s a telektulajdonos JUSZKÓ MIHÁLY bemondása szerint 82 méter hosszú volt, de csak a táró szájától 15 méter távolságban mutatkoztak *szénnyomok*. A táró fekete agyaggalát harántolt, amelyben homokkő-közbetelepülések vannak. A rétegek 30—50 fok alatt észak-északkeleti (1 óra) irányban lejtősödnek.

Nagytoronya északkeleti szélén a ref. templom és a zsidó temető között SOLTÉSZ, illetve BAJZÁTH PÉTER MIHÁLY kertjében, vagyis a gróf Széchenyi-féle I. sz. tárótól délre NIKKEL-LAVRINENKÓ 1935—1936-ban aknával nyitotta fel a már ismert kőszén. A telektulajdonos SOLTÉSZ bemondása szerint az akna 22 méter mély volt és *három kőszéntelep*et találtak benne. A legvastagabb: az 1.4 méter vastag telepet csapás mentén a telepben haladó bányavágattal is felhívták és a termelést is megkezdték.

Az akna hányóján kvarcos homokkő, fekete agyagpala és grafitos pala látható. A fekete agyagpalában sok növénymaradvány gyűjthető. Az akna készletterén még 1939. év nyarán is ott hevert mintegy 3—4 vagon átrostált kőszén.

A nagytoronyi Lavrinenkó-féle akna készletteréről hozott átrostált kőszén fűtőértéke, két helyen végzett vizsgálat szerint, 6425—6491 kalória/kg.; a karwini felső karbon-kőszéné átlagban 7000 kalória. A mi viszonyaink között ez az 500 kalória hiány nem lett volna akadálya a kutatásnak és a termelésnek. Kedvezőtlen volt azonban az a körülmény, hogy a Lavrinenkó-féle akna készletteréről hozott kőszén meleg kályhában lángoló és jó parázslappal

bíró tűzön, *természetes huzat mellett, nem sikerült elégetni*. Nem sikerült a nagytoronyai kőszenet meggyújtani úgy sem, hogy a kályha rostélya alá, ventilátor beiktatásával, kisebb-nagyobb mennyiségű levegőt adagoltak. Majd úgy helyezték el a nagytoronyai kőszenet, hogy más, jól égő szén paraszára szórták, és föléje fából gerjesztettek tüzet, ámde a toronyai átrostált kőszén így «két tűz» közé fogva sem gyulladt meg, sőt teljes egészében izzásba sem jött, úgy hogy a tüzelési maradék között a nagytoronyai antracit-kőszén nagyobb része *elégetlen* volt.

Ezek a kedvezőtlen kályha-kísérletek ugyan nem jelentik, hogy az eltüzelésnél ipari kazánokban is hasonló nehézségek állnak fenn, mert hiszen ott a begyújtási és elégetési viszonyok mások; ilyen kísérlet céljaira azonban próbavagón, vagy legalább is néhány métermázsa kőszénre lett volna szükség.

Noha a kályhafűtési kísérletek kedvezőtlen eredményhez vezettek, részemről 1939-ben «Magyarország szénelőfordulásai» című könyvemben, (6) 1940-ben pedig a Bányászati és Kohászati Lapok hasábjain igyekeztem felkelteni a figyelmet a nagy- és kistoronyai «félreismert» kőszén iránt. (7)

A második világháborúval kapcsolatban fellépett nagy szénhiány új *szénkutatósi lázat* indított meg, és így nem is szénvállalat, hanem a «Sörg Antal Építőipari R. T.» figyelme irányult rá a Zempléni Szigethegység, illetve Nagy- és Kistoronya kőszénelőfordulására.

*

A Zempléni Szigethegységben már az első világháború kitörése előtt termeltek egy kevés *vas- és rézércet*. (8) Legenye-Csörgő-Nagytoronya között az andezit-riolit-extruzióval kapcsolatban «*rudas*», a toronyai kőszéntelepben pedig *szénvaskő: blackband* fordul elő. Mindezek szegényes leletek ugyan, de mégis arra indították egyik nagy iparvállalatunkat, hogy megbíztak a Zempléni Szigethegység földtani bejárásával. 1943. év március havának a második felében e megbízás folytán megtekintettem a Zempléni Szigethegység feltárásait: a kőbányákat, a vízvájta árkokat, a patakok völgyeit, s a figyelmem az érceken kívül kiterjedt más hasznosítható ásvány-kőzet-anyagokra is, így a kőszénre és a grafitra is.

A következő sorokban az antracit-kőszén- és a grafit-előfordulásra vonatkozó megfigyeléseimet közlöm.

Csörgő és *Nagytoronya* között emelkedik ki a Fekete-hegy. SZÁDECZKY GYULA — úgymint régebben WOLF H. — a Fekete-hegy homokkővét *devon*korszakúnak vette, és így érthetőnek tűnik fel, hogy a Fekete-hegy keleti oldalán a Magyar Általános Kőszénbánya R. T. által lemélyített fúrás 411 méter mélységig sem harántolt kőszéntelep.

Saját megfigyelésem alapján azonban részemről ehhez a véleményhez nem csatlakozhatom. Csörgő északkeleti szélén, az utolsó házaktól délre, a Fekete-hegy kőzetét kőfejtővel jól feltárták. Zöldes és sárgásszürke színű csillám (muscovit)-dús homokkő látható itt. A homokkő általában öregszemű, sőt helyenként a mogyorónagyságú kavicsbeágyazások következtében konglomerátumszerű; lemezes-pados szerkezetű. A padok kissé hullámosak, északnyugat-délkeleti (8—20 óra) irányban csapnak és 25—45 fok alatt északkeleti (2 óra) irányban lejtősödnek. A homokkő-testet kelet-nyugati csapású és 60 fokkal déli irányban lejtő, valamint északkelet-délnyugati csapású és függőlegesen álló hasadékok járják át, amelyek mentén elvetődések észlelhetők. Ebben a homokkőben kőületmaradványt nem leltem.

Az ismertetett csörgői homokkőfejtőtől a Nagytoronya felé vezető utat követve a 1.4—1.7 kilométerek között, az útmenti vízlevezető árok feltárásában azt vehetjük észre, hogy az ismertetett homokkő padjai közé 44, 30, 10 méter vastag, zöldesszürke színű agyagpalarétegek iktatódnak. Az agyagpalarétegeket kalapáccsal kissé feltárva, megfigyelhetjük, hogy azoknak a színe csak a felszínen, kifakult állapotban zöldes és sárgásszürke, frissen *fekete*. Csapásirányuk északnyugat-délkeleti, és 36—42 fokkal keletészakkeleti ($4\frac{1}{2}$ — $4\frac{2}{3}$ óra) irányban lejtősödnek.

A fekete agyagpala elválási lapjain *calamitesek* ágmaradványait, *sphenophyllum* és *annularia*-levélörveit leltem, vagyis a Fekete-hegy homokkőpadjai, a közbeiktatott *fekete agyagpalával* együtt nem a devon, hanem a *felső karbon*-korszak üledékes kőzetei.

A Fekete-hegyet észak-déli irányban is átszeltem. Az erdővel fedett területen ugyan nincsen jó feltárás, de a hegy délkeleti lábánál, a Nagytoronya felől jövő Sárvíz-patak völgyében ugyanesak

észak-északnyugat—dél-délkeleti a csapásirány és a réteglejtősődés 35 fok alatt kelet-északkeleti (5 óra).

A Sárvíz régi árterületén a Fekete-hegy—Kis- és Nagytoronya között málladék takarja a medence felszínét, de a zöldes agyag arra enged következtetni, hogy a málladék alatt a könnyen elmálló felső karbonkorszakú fekete agyagpala rejtőzik. Ennek a csekélyebb ellenállást kifejtő réteglapjai között törtek ki azok az andezitek és riolitok, amelyeket SZÁDECZKY GYULA pontosan térképezett, és amelyeknek, mint látni fogjuk, jelentős szerepük lehetett a karbonkőszén metamorfózisában.

A Fekete-hegy kőzetével azonosította SZÁDECZKY GYULA csapás mentén északnyugat felé, *Legenye* község felé a 168 és a 171, továbbá Legenyénél a 188 méter magas dombhát, valamint ugyanott, a község északi részén, a Szent András-hegy kőzetét is. Ezek a dombok ugyanis az atmoszferiáliás hatással szemben jobban ellentálló homokkőből állanak.

Megfigyelésem szerint azonban ezek a kőzetek sem a devon, hanem a felső karbon üledékei, amiről Legenye délkeleti szélén, a 188 méter magas domb kőfejtőiben lehet a legkönnyebben meggyőződni. Ott ugyanis három kőfejtővel jól feltárták a kőzeteket. Itt is ugyanaz a zöldes, durvaszemű csillámdús kvarcos homokkő az uralkodó kőzet, mint a Fekete-hegyen. Itt is észak-déli csapásirányú és arra merőleges, vagyis kelet-nyugati csapásirányú és igen meredek hasadékok szeldelik a kőzetcsoportot és a hasadékok, mint vetőlapok mentén itt elmozdulások: szerkezeti zavargások észlelhetők. Ámde e homokkővek padjai között is ott láthatók, pl. közvetlenül a szekér út mellett a kifakultan zöldes, frissen *fekete agyagpala*-rétegek.

Legenyétől keletre a medence felszínét itt is zöldes agyagmálladék takarja, de az alatt bizonyára a könnyen elmálló felső karbonkorszakú fekete agyagpala rejtőzik, és a Kincsesárok északi és déli oldalán a 194 és a 227 méter magas dombok viszonylag nagyobb tömegű és fejtés alatt álló riolitja is a felső karbon agyagpala levelei közötti kisebb ellenállású réseken tört ki.

SZÁDECZKY GYULA devonkorszakúnak vette az említett riolit-kitöréstől tovább keletre a nagytoronyai «fürdőház» felé a Kincses- és a Sikoly-árok között a 221. valamint a Sikoly-árok

és Nagytoronya között a 202 méter magas dombhát homokkővét is.

Ha azonban a legényei Szent András-hegy felől kelet felé felmegyünk a 281 méter magas Kér-hegyre, vagy ha a Kincses-árok völgyében a nagytoronyai «fürdő» felé haladunk, a homokkő padjai között újra és újra ott látjuk a kifakultan zöldes, frissen *fekete agyagpalákat*. Ugyanezt a fekete agyagpalát tárta fel az egyik cseh ágyúállás a Sikoly-árok északi sarkán is.

A felsorolt dombok homokkőpadjai, a közbetelepült fekete agyagpalával ugyancsak nem a devon, hanem a *felső karbon* üledékei.

A devonhoz vette SZÁDECZKY GYULA Nagytoronya beltelkein a keleti részek kőzeteit is, noha ott éppen ő volt az, aki a magyar geológusok közül elsőként ismerte fel, hogy Nagytoronyán növénymaradványokat is tartalmazó grafitos és antracitos sedimentek fordulnak elő, sőt hogy azok között 50 centiméter vastag *antracitos* réteg látható.

Nagytoronya délkeleti és északi szélén a vízvájta árkokban, mint természetes feltárásokban a folyó év tavaszán magam is láttam a homokkőpadok között a *grafitos fekete agyagpalát* és gyűjtöttem belőlük *növénymaradványokat*. Különösen szép növénylenyomatokat találtam Nagytoronya északi szélén a zsidó-temető felett a folyó évben mélyített új (5. sz.) akna hányóján. Gyűjtésemet volt kedves tanítványom: AJTAY ZOLTÁN okl. bányamérnök, bányaiigazgató is gyarapította. A növénymaradványok között nem szerepeltek eddig a listákban a szépen megtartott *Sphenophyllum emarginatum* BRONGN. és *radiatum* BRONGN. ék-forma levelkéi, amelyek a szár körül örvökben helyezkednek el (lásd a 4. sz. ábrát). Tömegesen gyűjthetők a *Calamites ramosus* ARTIS, a *C. suckowi* BRONGN. a *C. cfr. cisti* BRONGN. szárának lenyomatai, lapított ágai és levélörvei: az *annuláriák*. Megletem a *Cordaites cfr. brassifolius* STERNBG levelét is, amelyet már WOLFH. gyűjtéséből STUR is felismert. Találtam *Trigonocarpus cfr. noeggerathi* BRONG. magot is (14). Mindezek még közelebbi meghatározásra várnak, annyi azonban kétségtelen, hogy a *nagytoronyai kőszéntelepés üledék felső karbonkorszakú lepződmény*.



4. ábra.

Nagytoronya vidékén a kőszénkutató harmadik periodusát a «Sorg Antal Építőipari R. T.» indította meg az 1943. évben, miután előzetesen megszerezte a Zempléni-Szigethegység községeinek a határait a szénkutató és szénkitermelési jogokat.

Sorgék Nagytoronya délkeleti és északi szélén a régi II. és

I. sz. gróf Széchenyi-féle tárók, illetve a Lavrinenkó-féle akna közelében 5 új kutatóaknát mélyítettek. Három új akna Nagytoronya délkeleti szélén a gróf Széchenyi-féle II. sz. táró közelében van, a 4. és az 5. számú új akna pedig a régi gróf Széchenyi-féle I. sz. táró előtt, a zsidó-temető és a ref templom között. (L. a 3. ábrát.)

A 4. sz. új aknát a Lavrinenkó-féle aknától keletdélkeletre vajták ki mintegy 52 méterrel távolabb, kissé magasabb térszinten. 31 méter mély, és három kőszéntelepét tárt fel. A felső viszonylag vékonyabb kőszéntelep a felszín alatt 14—15 méter között fekszik. A középső telep 19 méter mélységben kezdődik és a vastagsága az aknából a telepben csapás és lejtősödés mentén kihajtott elővájások szerint 0.4—2.5 méter között változik, hullámos településű: a lejtőszög 28—70 fok. Az alsó telep 30—31 méter mélységközben 0.6 méter vastag.

A Sorg-féle 4. sz. új aknából március hó végén, amikor Nagytoronyán voltam, még csak 20 méter hosszban volt a hullámos lejtősödés mentén a középső telep feltárva, május végén АТТАУ ЗОЛТАН üzemirányító okl. bányamérnök szíves információja szerint az elővájó bányavágot csapásmentén 50 és lejtősödés mentén 30 méter hosszú volt, vagyis e szerint mintegy $(50 \times 30 \times 1.0 \times 10 =)$ 15.000 métermázsa grafitos agyaggal kevert kőszéntelep lehetett ki-termelésre előkészíteni. Sőt március hónaptól kezdve már próbavagónszállítmányok is mentek Debrecenbe, Szegedre, Pécsre stb.

A Sorg-féle új (4. sz.) akna készletterén március végén ottléteimkor mintegy 70 fuvar kitermelt kőszéntelep láttam. A termelvény túlnyomó része porszén, amelyben csak elvétve látni darabos szenet. Ha a készlethől *átlagmintát* veszünk, a *grafit* erősen megfesti a kezünket.

A nyers, az előkészítetlen fejtmény vegyi összetétele KAMARÁSGYÖRGY okl. vegyész-mérnök vizsgálata szerint a következő:

nedvesség	4.33%
<i>hamu</i>	34.17 «
karbón	55.57 «
hidrogén	1.54 «
<i>kén</i>	0.48 «
égesmeleg	4671 kal.
<i>fűtőérték</i>	4561 «

Minthogy a nagytoronyai szenes termelvényben, úgy amint az aknából kikerül, több mint egy harmadrész a «hamu», vagyis a meddő: a *grafitos* agyag, érthető, hogy LAVRINENKÓ a fejtményt átrostálta. Ennek a Lavrinenkó-féle átrostált szénnek a vegyi összetétele a következő volt:

nedvesség	4.40%
hamu	11 47 «
kén	0.85 «
égésmeleg	6752 kal.
fűtőérték	6491 «

A rostált kőszén fűtőértéke tehát 1931 kalóriával, vagyis majdnem egy harmaddal javult. Összehasonlításként megemlítem, hogy jól megegyezik vele a *kemenceszéki* karbon kőszén fűtőértéke, az t. i. GRITNER megállapítása szerint 6463 kalória. (9)

A m. kir. Technológiai Intézet vegyi laboratóriuma *mosással* kísérte meg a fűtőérték növelését, ez azonban nem vezetett olyan jó eredményre, amennyiben a mosott kőszénben még mindig 24.00% a hamu és így a fűtőérték csak 5430 kalória.

Sokkal jobb eredmény érhető el flotálással.

Azt már szabad szemmel észre lehet venni, hogy a nyers termelvény két fő komponensből áll: az egyik a fényes, fekete színű *kőszén*, amelynek a karca fekete, a másik komponens meg sötét színű *grafitos* agyag. A nyers termelvénynek kb. 70%-a kőszén és 30%-a *grafitos* agyag.

KAMARÁS GYÖRGY okl. vegyészmérnök vizsgálatainak az eredménye e két komponensre vonatkozólag a következő:

I. A nagytoronyai elkülönített átlag-kőszén:

nedvesség	4.73%
hamu	11 75 «
karbón	77.75 «
hidrogén	1.28 «
kén	0 68 «
égésmeleg	6739 kal.
fűtőérték	6631 «

II. A grafitos agyag összetétele:

nedvesség	1.30%
hamu	87.58 «
karbón	6.54 «
hidrogén	0.66 «

Ezek szerint látnivaló, hogy a nagytoronyai nyers kőszénterményből előkészítéssel — egy harmad veszteség mellett — 6500 — 6600 kalória fűtőértékű kőszént lehet előállítani.

Mínthogy az elkülönített kőszéndarabok között vannak tisztábbak és palásabbak, kiválasztottam néhány egészen tisztának látszó kőszéndarabot, s megkértem KAMARÁS GYÖRGY okl. vegyész-mérnököt, hogy azt is vizsgálja meg. A vizsgálat eredménye a következő:

nedvesség	1.77%
hamu	2.30 «
égésmeleg	7653 kal.
fűtőérték	7573 «

Ennek a tiszta kőszénnek a fűtőértéke tehát vetekszik a karwini felső karbón kőszénével.

Már említettem, hogy 1939. nyarán a Lavrinenkó-féle akna készletteréről hozott rostált kőszént nem sikerült meggyújtani. Mínthogy a Sorg-féle új (4. sz.) akna csak 52 méterrel van távolabb, a régibb Lavrinenkó-féle aknától, indokoltnak látszott a kísérletet más által megisméttetni. A nagytoronyai kőszént most sem sikerült meggyújtani, sőt indirekte hevítve is csak addig tartott az izzása, amíg a hevítést meg nem szüntették.

Összehasonlításként megemlítem, hogy — HANTKEN szerint (10) — a tiszafa-újványai felsőkarbón kőszént is nehezen gyullad meg és csak rövid lánggal ég.

Önként felvetődött a kérdés: mi okozza a toronyai kőszénnek ezt a sajátos viselkedését?

Nagyon feltűnő, hogy a nagytoronyai felsőkarbón kőszénben az ismertett elemzések szerint csak 1.28–1.54% a hidrogénium, holott a felsősziléziai és a többi felsőkarbón kőszénben a hidrogéntartalom 5% körül van.

Ilyen csekély hidrogén-tartalom a *koksra* jellemző. A karwini felsőkarbón kőszénből égetett koksban pl. GRITNER elemzése szerint 1.01% a hidrogénium, a pécsi koksban pedig SVEHLA GYULA vizsgálata szerint 0.67—0.74%. (11)

Valószínű tehát, hogy a Nagytoronyán feltárt kőszén a felsőkarbón üledékes kőzetein át áttört vulkáni kőzetek: az andezit- és a riolit-erupció hője alakította át koks-szerűvé, s feltehetőleg ezzel függ össze a grafit-képződés is.

A vulkáni kitöréseknek ilyen koksosító hatása hazánk más szénterületein már régóta ismeretes. Így Salgótarjánban az első világháború előtt a Károly-akna bányamezejében magam is láttam a bazalt-nyél körül a felületre merőlegesen elhelyezkedett oszlopocskákban, mintegy arasznyi vastagságban vulkáni hő hatására keletkezett termés-koksot. A Mecsek-hegységben Vasason, Komlón, Szászvároton a liasz kori feketeszen-telepeken áttört trachidolerit-dajkok mellett: a kontakt-udvarban a szén ugyancsak koksosodott. Szászvároton én is láttam ilyen természetes koksot. Komlón a VIII. sz. széntelepben, valamint az Új-akna IV. szintjén az észak felé hajtott harántvágatban feltárt telepeken a szénnek ugyancsak jelentős része koksosodott, a trachidolerit-dajkok mellett.

A vulkáni hő hatására a természetes koksban erősen megcsökken a hidrogén-tartalom. Így a salgótarjáni természetes koksban 2.20% a hidrogénium, holott az ottani barnaszén hidrogéntartalma GRITNER 37 elemzésének az átlaga szerint 3.85%; a szászvári természetes koksban a hidrogénium 1.77%, holott a vulkáni hő hatásának ki-nem-tett szászvári feketeszenben átlag 3.9%.

Jellemző a koksra a csekély éghető *illórész* és a kis *bitumen-*, illetve csekély *kátrány*-tartalom is. A nagytoronyai felsőkarbonszakú kőszénből az andezit- és a riolit-erupció hőjének a hatására keletkezett természetes koksban az illórész csak 3.14%, holott pl. a karwini felsőkarbón kőszénben GRITNER vizsgálatai szerint az illó-rész 28—32%. Rendkívül csekély a nagytoronyai természetes koksban a *kátrány*-tartalom is: 0.16%, vagyis a nagytoronyai kőszén nagyon *«sovány»*-szén.

Ez a csekély hidrogénium- és illóréz-tartalom arra indított, hogy megkértem KAMARÁS GYÖRGY vegyész-mérnököt; állapítsa meg: kokszolható-e a nagytoronyai kőszén? Kiderült, hogy *nem sül össze*, vagyis nem kokszolható. A kokszolást ugyanis már a természet erői elvégezték.

Összehasonlításként megemlítem, hogy HANTKEN szerint a tiszafa-újbanyi karbon kőszén sem kokszolható, ellenben a kemenceszéki karbon kőszén, a resicabánya-dományi liaszkorú fekete-szénnel keverve, jó kocszot ad.(10)

Önként felmerül tehát az a kérdés, hogy mire használható a nagytoronyai felső karbon-korszakú kocsz-szerű kőszén?

Már az első világháború előtt felvetődött az a probléma, hogy a rosszul égő *komlói* természetes kocszot, amely «tüzet eloltja», hogyan lehetne felhasználni? HORVÁTH BÉLA vegyész-mérnök már 1909-ben azt javasolta, hogy az olyan természetes úton elkocszosodott szeneket, mint aminők a komlói VIII. számú telepben vannak, amelyekben a hidrogén-tartalom 4.97%-ról 3.38%-ra, az illóréz pedig 24.67%-ról 10.48%-ra csökkent *1. a vegyi iparban redukációs célokra, 2. a szénpor-fűtésnél, és 3. szurokkal brikettezve igyekezzenek értékesíteni.*(12)

A komlói természetes kocszra vonatkozólag, hosszas kísérletezés után, tényleg megtalálták a módját, hogy azt a szénpor-tüzelésnél fel lehet használni.

Valószínű, hogy a porszén-tüzeléshez a nagytoronyai természetes kocsz-szerű kőszén is értékesíthető lesz.

A *Sorg*-cégnak máris sikerült a nagytoronyai porszénből *brikettet*, sőt nagy fűtőértékű *kocsz-brikettet* előállítani. Külföldi szurok helyett esetleg derna-tatarosi vagy bogácsi szurokot lehetne használni.

A nagytoronyai felsőkarbonkorszakú kőszénben, amint a közölt elemzésekből látható, csak 0.48—0.85% *a kén-tartalom*. Ha tehát a nagytoronyai sovány kőszénhez «kövérítés» végett néhány százalék külföldi felső karbonkorszakú kövér kőszén keverünk: a nagytoronyai brikett és kocszbrikett csekély kén-tartalommal kerülhet forgalomba, s esetleg a vasgyártásnál is használható lesz.

Az eddigi kutatások szerint csak Nagytoronya keleti szélén, illetve a Belső-hegy nyugati lábánál, a régi gróf Széchenyi-féle II. számú táróval és a Lavrinenkó-féle aknával tártak fel fejtszre méltó vastagabb kőszéntelepeket. Ugyanezekben a helyeken nyitották fel *Sorgék* is a már régóta ismert három kőszéntelepet.

Kistoronyán a Magyar Általános Kőszénbánya R. T. első fúrása, amint már említettük, 0.4 és 1 m vastag kőszéntelepet harántolt, de a további kutatás sikertelen volt.

Nagy- és Kistoronya községek között az eddigi kutatások alapján a produktívusnak tekinthető terület kiterjedése kerekben 300,000 m²-re tehető. A valószínű kőszénmennyiség tehát 1 méter átlagvastagsággal számítva ($300,000 \times 1 \times 10 =$) 3.000.000 métermázsá.

PAPP KÁROLY 1913-ban 0.5 km² területet vett produktívusnak, ámde az alatt a valószínű kőszénkészletet csak 10,000 métertonnára, vagyis csak 100.000 métermázsára becsülte. PAPP KÁROLY azonban nagyon óvatosan kalkulált, hiszen ő maga is említi, hogy a toronyai kőszén SZÁDECZKY GYULA szerint már a természetes kibúváson is 0.5 méter vastag. Ez szerint a *valószínű készlet* ($500,000 \times 0.5 \times 10 =$) 2.500 000 métermázsá és nem 100,000 métermázsá.

Ámde PAPP KÁROLY bizonyára nem értesült arról, hogy a gróf Széchenyi-féle nagytoronyai II. sz. táróval, továbbá a Magyar Általános Kőszénbánya R. T. kistoronyai első fúrásával már régen 0.5 és 1 méter vastag kőszéntelepet harántoltak. Ezek szemellett tartásával ugyanis nem is 0.5, hanem legalább 1 méter átlagos kőszénvastagsággal lehet számítani, amikor Nagy- és Kistoronya között a *valószínű kőszénmennyiség* ($500,000 \times 1 \times 10 =$) 5 000 000 métermázsára volna becsülhető. Ez sem nagy mennyiség ugyan, de — a mi viszonyaink között — figyelemreméltó.

Sajnos, a *Sorg*-féle 4. sz. újaknából kihajtott feltáró vágatok szerint a kőszéntelepek vastagsága 0.4—2.5 méter között nagyon gyorsan változik, ugyancsak így a meddő közbetelepülések vastagsága is. Mindez arra enged következtetni, hogy a nagytoronyai felsőkarbonkorszakú kőszén lokális *delta*-képződmény. A produktívusnak bizonyult terület alatt a mélység felé további kőszéntele-

pek felkutatására az eddig lemélyített fúrások nem sok reményt nyújtanak.

Kedvezőtlen, hogy az eddigi kutatások szerint a produktivitás korlátoltnak látszik. Nagytoronyán a *Sorg*-féle 5. sz. aknától észak felé a régi gróf Széchenyi-féle I. táró nem talált művelésre méltó vastagabb kőszéntelep. Nagytoronyától nyugat felé a Fekete-hegy lábánál a Magyar Általános Kőszénbánya R. T. által lemélyített fúrás 411 méter mélységig sikertelen volt. Dél felé Kistoronya keleti szélén ugyan a Magyar Általános Kőszénbánya R. T. első fúrása 0.4 és 1 m vastag kőszéntelep harántolt, de az északkeleti irányból jövő patak völgyének a két oldalán telepített tárok és fúrások nem találtak fejtésre méltó kőszéntelep. (L. a 3. ábrát.)

A nagytoronyai Sárvíz-patak völgyét északkelet felé a Strekó-Torony-Csókás-hegy gerincéig bejártam, ott két grafitos telep némi reményt nyújt arra, hogy Nagytoronyától keletre a Belső-hegy alatt ott rejtőzhet a kőszén is. Az egymással váltakozó felsőkarbonkorszakú homokkő- és agyagpalarétegek 30—36 fok alatt északkeleti (4—4 $\frac{1}{3}$ óra) irányban lejtősödnek, és így a Belső-hegy területe viszonylag nyugodt településűnek látszik, ott tehát indokolt néhány kutatófúrás lemélyítése.

További kutatófeltárások: fúrások, tárok, aknák és vágataik vannak tehát hivatva eldönteni, hogy különösen a Belső-hegy területe alatt nem rejtőzik-e több széntelep, hiszen a külföldi felsőkarbon korszak üledékeiben, amelyeknek az összvastagsága 2—4 ezer méter, 70—104—176—233 kőszéntelep ismeretes.

Valószínű, hogy az andezit-riolit-kitöréstől távolabb a kőszén nem metamorfizálódott.

*

Egész Magyarország területén a Gömör-Szepesi-Érchegységben és a Déli-Kárpátokban, a petrosényi Szurdukban fordul elő *grafit*, az a két előfordulás azonban a megszállt területen maradt.

Részemről ugyan a borsód-hevesi Bükk- és a biharvármegyei Rézhegységben is találtam grafitos agyagtelepeket, s azok között 1—2 méter vastag is van, ámde bennök a tiszta grafit (a C-tartalom) csak 1.5—2%.

Említettem már, hogy Nagytoronyán nemesak kőszén, hanem

grafit-telep is előfordul, és hogy az valószínűleg az andezit-riolit-extruzióval kapcsolatban keletkezett. A megszállás idején a NIKKEL-LAVRINENKÓ-féle akna segítségével csak a kőszemet igyekeztek értékesíteni, a grafit felhasználására, — úgy látszik — nem gondoltak. Még március hó vége-felé, amikor Nagytoronyán jártam, a *Sorg*-cég is keverten fejtette a 4. számú aknából a kőszemet és a grafitos anyagot. Ebből a kevert fejtményből — mint már említettem — mintegy 30% esik a grafitos anyagra, ámde abban — az előbb már közölt elemzés szerint — csak 6.54% a C-tartalom, vagyis kevés benne a tiszta grafit.

Az előzőekben közöltem azt is, hogy a nagytoronyai Sárvíz völgyének a felsőbb részében természetes kibúváson két *grafitos telepet* is láttam. Az egyik grafitos agyagtelep elég tiszta. A vegyi vizsgálat szerint abban a C-tartalom 19.69%. Összehasonlításként megemlítem, hogy számos elemzés átlaga szerint a nagy tömegben előforduló és így feldolgozható grafitok közül a passauiban 42.67, a csehországiban 43.92, a morvaországiban 53.0, a ceyloniban 62.5, a stájerországiban 73.30% a C-tartalom. (13) A nagytoronyai nyers grafitban ugyan a C-tartalom ezeknél jóval kisebb, ámde előkészítéssel, pl. flotálással annyira feldúsítható, hogy azt remélhetőleg forgalomba lehet majd hozni.

A grafitot — tudvalevőleg — ceruza (ír-ón, *Bleistift*), s a tűzállótégelyek készítéséhez, a vastárgyak fényesítésére: vaspor, (recte grafitpor), gépeknél a csapágyak kopásának csökkentése végett kenőcs helyett, s a villamos iparban (villamos ívlámpa) használják. Magyarország évi grafit-behozatala mintegy 150 vagón. Remélhető, hogy ezt a szükségletet a nagytoronyai grafit ki fogja elégíthetni.

Irodalom.

1. PAPP KÁROLY: A magyar birodalom vasérc- és kőszénkészlete. Budapest, 1915.
2. BRUDANT F. S.: Voyage minéralogique et géologique en Hongrie pendant l'année 1818. II. Paris, 1822.
3. WOLF, H.: Erläuterungen zu den geologischen Karten der Umgebung von Hajdunánás, Tokaj und Sátoraljaújhely. Jahrb. d. k. k. geol. R.-Anst. Bd. XIX. Wien, 1869.
4. SZÁDECZKY GYULA: A Pilishegy Nagybári mellett. Földtani Közlöny. XXI. k. Budapest, 1891. p. 227.

5. SZÁDECZKY GY.: A Zempléni Sziget-hegység geológiai és kőzettani tekintetben. Budapest, 1897.
6. VITÁLIS ISTVÁN: Magyarország szénelőfordulásai. Sopron, 1939.
7. VITÁLIS ISTVÁN: Néhány félreismert szénelőfordulásról. Bányászati és Kohászati Lapok, 1940. évf. 10. szám.
8. MAGYAR BÁNYAKALAUZ. Nyolcadik évfolyam, 1914.
9. GRITNER ALBERT: Szénelemzések. Budapest, 1906.
10. HANTKEN MIKSA, PRUDINKI: A magyar korona országainak széntelepei és szénbányászata. Budapest, 1878.
11. SVEHLA GYULA: Magyar szenekkel végzett kokszolási kísérletek Bány. és Koh. Lapok. Budapest, 1933. p. 274.
12. HORVÁTH BÉLA: Közlemények a m. kir. Földtani Intézet kémiai laboratóriumából. Évi jelentés 1909-ről. Budapest, 1911. p. 222.
13. DAMMER FRIEDRICH: Die nutzbaren Mineralien. I. Bd. Stuttgart, 1913. p. 75.
14. HOFFMANN-RYBA: Leitpflanzen der paleozoischen Steinkohlenablagerungen in Mittel-Europa. Prag, 1899.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1943. jún. 21-én tartott üléséből.)

KARBONISCHE STEINKOHLE IM ZEMPLÉNER INSELGEBIRGE.

Von ISTVÁN v. VITÁLIS.

Vorliegende Abhandlung erscheint in den Mitteilungen der berg- und hüttenmännischen Abteilung an der Kgl. ungar. Palatin Josef-Universität für technische und Wirtschafts-Wissenschaften. Sopron, Bd. XV. 1943.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 21. Juni 1943.)

A NAGYBÁNYAI KERESZTHEGY ÉRCÁSVÁNYAI.

SZTRÓKAY KÁLMÁN-tól.

(Öt szövegközti képpel és az I—III. táblával.)

I.

A nagybányakörnyéki érces terület a Gutin-hegység hatalmas tömegű andezitvulkánosságának déli peremén húzódik végig. Ez a nagyjából K—Ny irányú szegélyöv számos helyen érces teléreket rejt magába, míg a Gutin-hegység főtömege mindezeideig meddőnek bizonyult.

Az érces szegélyzónához tartozik a nagybányai Kereszthegy is, melynek 501 m magas kúpja a várostól É-ra, a Fernezely- és Zazar-patakok összefolyásánál emelkedik. A hegy geológiai felépítéséről az első részletesebb adatokat, valamint szelvényt és alaprajzot PÁLFFY M. (10) munkájában találhatunk. A terület hazatérése óta megindult új magyar földtani és vulkanológiai felvétel pedig a részletek kiderítésére törekszik. Az eddigi eredmények egybevetéséből az derül ki, hogy a területen lezajlott vulkáni tevékenység a pannonidőszakban indult meg. A Kereszthegy lábánál folyó Zazar-patak medrében pannóniai agyag van feltárva (8), ez területünk legrégebb képződménye. E fölé kerültek a vulkáni erupciók termékei. A vulkáni működés egyes szakaszai, a belőlük származó termékek alapján, többé-kevésbé elkülöníthetők. Így a Kereszthegy felépítésében is három erupciótermék vesz részt: a hegy alapját s valószínűleg főtömegét a Gutin-hegységre legjellemzőbb dacitos andezit (lepelandezit) alkotja, melyet egy sötétebb, zöldköves piroxénandezit tört keresztül; majd legvégül egy kovasavban gazdag, a riolithoz közelálló lávaömlés következett, mely a mai Kereszthegy kúpalakú tetejét sapka vagy gomba módjára fedi be. Hogy PÁLFFY eme bányageológiai szelvénye mennyiben helytálló, azt az említett újabb felvételi eredmények fogják eldönteni. Bizonyosnak látszik, hogy itt is.

miként az érces szegélyzónának számos más pontján (Herzsa, Kapnik), az erupciós tevékenység megújulásával, ill. megismétlődésével számolhatunk.

II.

A mai felfogásunk szerint tehát a Kereszthegy felépítését erupciós kürtőképződésnek minősítjük. A benne végigfutó telérsasadék a kürtőt átlósan, majdnem a közepén szeli át. A telér csapása ÉK—DNy, hossza mintegy 1200 m, melyből kb. 700 m a műrevaló. A telér dőlése átlagosan 75° ÉNy. A telér vastagsága néhány dm-től 7 m-ig változik. Az eddig feltárt mélysége (a felszíni kibúvástól számítva) 600 m.

A telérképződés földtani viszonyaira érdekes fényt vet, hogy az eruptív kürtőt mint masszív oszlopot kell elképzelnünk, mely az aránylag lazább és engedékenyebb, tufás lepelképződésekbe ágyazódik. Ha tehát tektonikai hasadék nyitott volna utat az érc-hozó oldatoknak, úgy e síknak ki kellett volna térnie a szilárd kürtő elől s a széleken-peremeken hozzásímulni a felületéhez. De nem ez történt, hanem a telér, mint előbb említettük, közepén szelte ketté a tömör kőzetet, sőt szelvénye és ásványos kitöltése szerint kétszer is felhasadt és újra ércesedett (1). Nyilvánvaló tehát, hogy a hidrotermális maradékoldatok útja itt ugyanaz volt, mint a feltörő kőzeteké s így egyazon az úton, azaz a magmatűzhely kivezető gyűjtőcsatornáján át, ismételt és változó folyamatok zajlottak le. A hidrotermális oldatoknak pedig, különösen a kritikus hőmérsékleti viszonyok felett van akkora saját nyomása, hogy utat tudnak nyitni akár a már megszilárdult eruptívákban is (20. p. 220).

Eme ismételt érces folyamatnak eredménye lehet az a két kisebb telér is, mely a feké felől, az altárho szintje alatt, kb. az I. mélyszint táján hajlik ki DK felé a főcsapásból. Azonban a két «csóra»-telér, úgy látszik, nem kiágazása a főtelérnek, hanem önálló, a főtelértől független üregkitöltés.*

* A fenti vizsgálatok befejezésekor nyert értesülés szerint a csórák alaposabb kikutatása most van folyamatban. A mélyebb szinteken folyó feltárások annyit máris elárulnak, hogy a csapás hűen követi a főtelért és a telérkitöltésben helyenként jelentős mennyiségű ércanyag is részt vesz. A szfalerit, galenit és kalkopirit mellett Au-tartalom is szépen mutatkozik.

III.

A kereszthegyi telér ércásványain első ízben A. HELKE végzett korszerű vizsgálatokat. Megfigyeléseit a Kárpát-medence fiatal-harmadkori érctelepeiről szóló monográfiájában közölte (1). Művében ismételten hivatkozik ugyan E. THAMM ércmikroszkópi és teleptani vizsgálataira is, a munka azonban csak kéziratként, mint a freibergeri bányászakadémiához benyújtott disszertáció állott rendelkezésére. Mivel e mű nyomtatásban nem jelent meg, jelen vizsgálataink alkalmával — sajnos — nem volt felhasználható.

Az alábbiakban néhány megfigyeléssel egészítjük ki a kereszthegyi érctelérre vonatkozó általános ismereteinket. A főtélér műrevalóságát a nemesfémtartalom biztosítja. A nemesfémeken kívül több-kevesebb ólom is kitermelhető még, azonban ennek jelentősége mindig szerény keretek közt mozog. A román impériumi utolsó éveinek termelési adatai szerint (2) a lefejtett zúzóérc elemzési átlagértékei kb. ezek:

<i>Au</i>	12—14 g/t
<i>Ag</i>	36—40 g/t
<i>Pb</i>	0·3%
<i>Cu</i>	0·05%
<i>Zn</i>	1·0%

Az eddigi tapasztalatokból kiderül, hogy a főtélér átlagos aranytartalma meglehetősen állandó; azonban az arany eloszlása mégis jelentős ingadozásoknak van alávetve. A fenti 12—14 g/t-ás átlag, különösen a nyugati telérrészekén, néha az 5 g alá is leesik, máskor pedig a 100 g/t is meghaladja. Szabad szemmel látható szabadarany a jelen fejtésekben nem ismeretes. Mikroszkópi eloszlásáról, szemcseméretéről az alábbiakban lesz bővebben szó. Az ezüsttartalomra vonatkozólag HELKE megállapítása az, hogy a dűsezüst majdnem minden szinten előfordul, azonban nem egyenletes eloszlásban, hanem egy ú. n. oszlop alakjában, mely a felsőbb szintektől lefelé következetesen kinyomozható. Ez a dűsércoszlop kb. a VI. szint feküszalagjától a III. szintig húzódik; benne a makroszkópos pirargirit is gyakorta megjelenik; átlagosan 240 g/t ezüst-, 80 g/t aranytartalma van.

A telér legáltalánosabban elterjedt érce a pirit, mellette még galenit és szfalerit látható szabad szemmel. A mélység felé a galenit mennyisége némileg növekszik, míg a felsőbb, immár művelésen kívül álló szinteken a szfalerit volt a mainál gyakoribb érce a telérnek. Helyenkint még csekély mennyiségben kalkopirit társul a fenti ércásványokhoz.

A telérásványok eloszlását illetőleg azt kell mondanunk, hogy az ércjellegnek alapvető változása sem a csapás mentén, sem a mélység felé nem állapítható meg.

A meddőásványok zömét a kvarc és ennek különféle változata alkotja, majd hozzá, különösen a mélyebb szinteken, több-kevesebb mész- és mangánpat járul.

*

A kereszthegyi főtélér szerkezete az ismételt ércesedés ellenére igen egyszerű; úgy a fekü, mint a fedő felől általában síma telérzalag választja el a mellékkőzettől s így a határ majdnem mindig éles. A telér, miként már fentebb is említettük, két ízben szakadt fel és ércesedett. A két ércesedés inkább szerkezetben, mint ásványos összetételben különbözik egymástól:

1. Az idősebb telérrész fedühelyzetben van; az egész telérvastagságnak mintegy a felét vagy kétharmadát alkotja. Általában sötétebb színű; színét a sötétszürke, helyenként feketés árnyalatú kvarcos meddőtől nyeri. Szerkezete breccsás, tömeges. A kovás meddőben kvarcosodott, de még teljesen fel nem dolgozott andezittöredékek ágyazódnak. Jellegzetes még, hogy e telérrészt finomabb, néhány milliméter vastag kvarcos és jamesonitos mészpáterek hálózák be.

2. A fiatalabb, második érces folyamat terméke az egész csapás-hosszban a fekvő-részt alkotja. A teljes vastagságnak $\frac{1}{3}$ -át, legfeljebb az $\frac{1}{2}$ -ét teszi ki. Általában világosabb színű, szerkezete réteges-lemezses. Szelvényére a kvarcnak-piritnek ritmikus ismétlődése jellemző, amelyhez még kalcit, galenit, szfalerit társul. A mélyebb szinteken a szulfidokat vaskosabb tömegben tartalmazza, amikor is a szfalerit és pirit ritmikus, 8—15 cm vastag kérgeket alkot. E világosabb telérrész aranyban gazdagabb és úgy látszik, hogy az ezüstös dúsércoszlop is inkább ehhez tartozik.

Bőségesebb kalcedontartalmát HELKE (1. p. 59) a jobban lehűlt, illetve az alacsonyabb hőmérsékletű kovás oldatokból származtatja.

IV.

A nagybányai főtélér érceinek mikroszkópos vizsgálatakor nyomban megállapítható, hogy itt is a magyar medence ú. n. «fiatal-forináció»-jának ércesedésével van dolgunk. Az andezites magmához kapcsolt hidrotermák termékei csupáncsak «átfutó» (9) ércásványokból állanak. Az érc-asszociációból hiányzik a tipomorfi jelleg: a keletkezés körülményeinek tisztázásánál csakis olyan bélyegek felkutatására lehet szorítkoznunk, melyek a hidrotermális genezis *keretein belül*, a kisebb részletek kinyomozására törekszik.

A télér főércei a tekintélyes mennyiségű pirit mellett: galenit és szfalerit. Azonban a tüzetesebb mikroszkópai vizsgálat alapján, kb. a gyakoriság sorrendjében a következő ásványokat lehetett megállapítani:

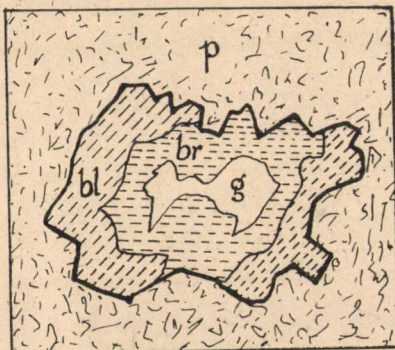
pirit	FeS_2
szfalerit	ZnS
galenit	PbS
kalkopirit	$CuFeS_2$
fakóérc	$Cu_3(Sb, As)_2S_2$
arany	Au
jamesonit	$Pb_2Sb_2S_5$
boulangerit	$Pb_5Sb_4S_{11}$
hournonit	$CuPbSbS_3$
semseyit	$Pb_9Sb_8S_{21}$
pirargirit	Ag_3SbS_3
niargirit	$AgSbS_2$
polibáztit	$(Ag, Cu)_9SbS_6$
pirrhotin	FeS
markazit	FeS_2
stefanit	Ag_5SbS_4
diszkrazit	Ag_3Sb
arzenopirit	$FeAsS$
berthierit	$FeSb_2S_4$
antimonit	Sb_2S_3
fülöppit	$Pb_2Sb_6S_{11}$
fizélyit	$Pb_5Ag_2Sb_8S_8$

Pirit.

A pirit elterjedése nagyon általános és változatos. A paragenézisben elfoglalt kora nagyon változó; sohasem tömeges vagy vaskos; leginkább vékonyabb, 2—3 cm-es kérgekben, övekben képződött. Csiszolati felszíne nagyon egyenetlen és lyukaeszkák tömege miatt «habos» a felülete. A mellékkőzetben hintésként éppúgy, mint a telér-odorokban fennőtt (legkésőbbi) kiválásként is előfordul.

A tömött érben csak ritkán automorf. Leginkább gumós, kérges, héjas és porózus.

Zárványként úgyszólván minden telérványban, meddőben, érben egyaránt fellelhető. Mint gazdaásvány többféle zárványt rejt magába; pl. a VIII. szint egyik mintájában a következő



1. ábra. Szétkülönüléssel zárvány a piritben. *g* = galenit; *br* = bournonit; *bl* = boulangerit; *p* = pirit.
Nagyítás kb. 100:1.

képet (1. ábra) látjuk: legbelül galenit-mag, e körül bournonit-burok, majd legkívül boulangerit tölti ki a még fennmaradó teret. Nyilvánvaló, hogy itt a *Cu-Pb-Sb*-rendszernek a gyors differenciálódása zajlott le. Számos helyen láthatunk kalkopiritet a piritbe zárva, de legtöbbször a kalkopirit mellett több-kevesebb fakóérc is fellelhető, avagy a zárvány tisztára fakóércből áll. A VIII. szint elvetett telérrészenek egyik próbájában a tiszta galenitzárvány belsejében kisebb arany-

szemcsék is felismerhetők. Különböző a galenitzárványosság egészen általános jelenség, s némely jobban sikerült csiszolaton az látszik, hogy a pirit habos-lyukaeszkos felületét részben finom eloszlású és lágyabb viselkedésű galenitzárványok okozzák.

Külön kell megemlékeznünk a piritben lévő aranyzárványokról. Egyes mintákban igen gyakori jelenség; ugyanis vannak készítmények, melyek piritje sűrűn hintve van arannyal. E jelen-

ségről még alább is szólnunk kell, itt csak annyit, hogy az arany leginkább a félig automorf, avagy alakatlan pirit szélei felé, a kvarcos meddő közelében lelhető fel. Előfordul, hogy az aranylemezkék füzéresen sorakoznak s mintegy övet alkotnak a szélek felé (2. ábra). Egyes dúsérc mintákban a korrodált pirit részeit arany tartja össze.

A pirit szemek mérete és kifejlődése, valamint aranytartalma között bizonyos összefüggés sejthető, mert dúsabb aranytartalom inkább a kisebb méretű, a kvarcban ritkán hintett piritanyagban lelhető fel, mintsem a tömött, kevésbé automorf szemcséjű kérgekben. (V. ö. 14. p. 384—385!)

A pirit mikroszkópi képében nem ritkák a megemésztési, kiszorítási képletek sem. Így pl. a VIII. szint 10-es gurítója mellől vett mintában jól látszik, hogy a pirit rovására galenit és szulfo-sók törtek előre. Különösen a boulangerszerű szulfo-só, mint legkésőbbi képződmény, az idős piritet átítatja és koncentrikus csatornák vagy egyenes lefutású erek formájában emésztli meg. De más kiszorítási jelenség is gyakori: a fakóércel vegyes kalkopirit-erek és csatornák húzódnak előre, a tömöttebb piritmezők belsejébe.

A pirit optikai viszonyaira jellemző, hogy ritkán teljesen izotrop. Teljes izotropiát inkább csak az idősebb, az imént említett megemésztési folyamatoknak kitett piritéknél figyelhetünk meg; későbbi kiválások piritanyaga keresztezett nikolok közt többkevesebb anizotrop viselkedéssel tűnik ki, sőt akad rá példa, hogy az anizotróp színek már a markazitéhez állanak közel.

Szfalerit.

A szfalerit egyike a legáltalánosabban elterjedt ásványoknak. A fejtett ércekben való gyakorisága némileg felülmúlja a galenitét.

Mikroszkópi képe legfeltűnőbb sajátosságaira már HELKE is



2. ábra. Arany-«zóna» az automorf piritkristályban.
p = pirit; kv = kvarc.
Nagyítás 100 : 1.

felhívta a figyelmet (1. p. 100), a nélkül azonban, hogy a részletek kivizsgálásába hocsátkozott volna. A kereszthegyi szfalerit rendkívül gazdag szételegyedési testecskékben és mikroszkópikus zárványokban. E jelenség olyan általános és jellegzetes, hogy segítségével a kereszthegyi ércanyag a szatmári bányavidék érci közt első látásra felismerhető és megkülönböztethető.

A zárványok zöme kalkopiritből, kisebb része pirrhotinból áll. A mikroszkópi testecskék mérete és eloszlása igen különböző. A tüzetesebb vizsgálat során kiderül, hogy legnagyobb részük szételegyedés révén keletkezett, azonban az általánosításban nagy óvatosságra van szükség, mert mint alább látható, a kérdés eléggé bonyolult. E zárványosságot a részletesebb vizsgálat alapján a következő jelenségcsoportokra bonthatjuk:

a) A testecskék alakja nyúlt, lemezes, rudas; keresztmetszetben kör-, tojás- vagy cseppalak. Méretük haránt irányban $1-5 \mu$, hosszirányban átlag $50-120 \mu$ közt változik. Leginkább párhuzamos sorokban rendeződnek, határozott orientációjuk van. A sűrűn felsorakozó lécek és lemezek a szfalerit alapanyagot izometrikus mezőkre osztják; a mezők négyzet-, téglalap- vagy rombuszalakúak, néha szinte rácsozatszerűen hálózják át a szfaleritet (I. tábla 1. kép). E lemezkék közé, különösen a kvarccal határos részeken egy-egy aranylemezke is beilleszkedik. Az elrendeződés határozottan a szfalerit hasadása szerinti orientációnak felel meg. Bizonyosra vehető, hogy ez a jelenség *nem* szételegyedés révén jött létre, hanem későbbi nyomás vagy diszlokációs hatás folyományaképpen az eredetileg finomszemű szfalerit rekrisztallizációja és nagyobb egyedekbe tömörülése során, a hasadási síkokba való parallel beilleszkedés útján keletkezett.

Ugyanebbe a csoportba kell sorolnunk némely szfalerit-szemnek zónás felépítődését is. Ilyenkor ugyanis több egymásután következő kalkopirit-öv ritmikus kiválással követte a szfalerit-kristály növekedését, összefüggő szalagokat alkotva a kristály körül, mint ezt a I. tábla 2. képen jól megfigyelhetjük.

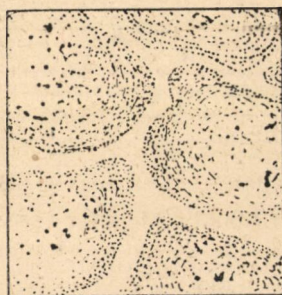
b) A kalkopirit-zárványosság második csoportját jellemzi, hogy a szemecskék átlagos mérete alig $1-3 \mu$; tehát a jelenség az előbbinél lényegesen finomabb szerkezetet árul el. A testecskék alakja leginkább rövid pálcika, orsó vagy ellipszis. Sűrű, filcszerű

szövedéket alkotnak, többé-kevésbé rendezettek, e mellett egy főirány szerint közelítőleg párhuzamosan sorakoznak. (I. tábla 3. kép.) Az előbbi csoporttal szemben itt már tipikusabb bélyegeket lehet felismerni, azaz e képletek keletkezése már legjobban szételegyedési folyamatokkal magyarázható.

Jellemző sajátága még e típusnak, hogy a μ -nyi testecskék egy része nem kalkopirit, vagy legalábbis nem teljesen kalkopirit! Nagyobb nagyítással jól látható, hogy egyes testecskék reflexiós színe barnás rózsaszín és anizotrópiájuk erős, élénk színű. E *pirrhotin*-kiválások különösen a szabálytalan alakú, nagyobb szemecskéken figyelhetők meg; egyes szemek tisztára pirrhotinból állnak; másoknak csak az egyik fele, a belső magja, avagy a külső pereme pirrhotin. E felismerés is a mellett tanúskodik, hogy e zárvány-típus csakis szételegyedés útján keletkezhetett.

A szételegyedések képletéhez tartozik az a jelenség is, melyet csak egy esetben sikerült megfigyelni. Automorf szfaleritkristály körvonalaival párhuzamosan zónás sáv futott körül, hűen követve az éleszögletes kristályfelületet. E sáv maga igen finom ($0.5-1 \mu$) szemcséjű, szabályszerűen elrendezett testecskék tömegéből tevődött össze. E szételegyedési sáv a külső, homogén perem után a kristály belseje felé kétszer megismétlődött.

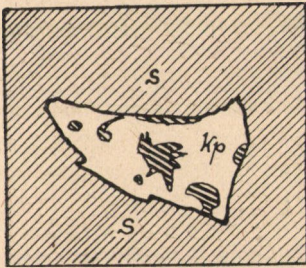
c) Érdekes jelenség, de csupáncsak egyszer, a VII. szintnek 1941. évi márc. 14-i vájvégén vett mintában fordult elő az a kép, melyet vázlatosan a 3. ábra szemléltet. A finom hintésű szfaleritben szabálytalan lefutású, homogén csatornák láthatók. Ezek a tiszta, zárványmentes erek, miként a növényiszövetekben a sejtfalak, kisebb-nagyobb szigeteket (sejteket) választanak el egymástól, melyek belül hintve vannak kalkopirit-szemecskékkel. A szigetek középponti részén ritkább, de nagyobb szemű kalkopiritet, míg a szélek felé sűrű, igen finomszemű hintést láthatunk. E jelenség minden bizonynal



3. ábra. Gél-szerkezet maradványa a szfaleritben. A kalkopirit-testecskék a széleken sűrűbben, befelé ritkábban, de nagyobb szemcsékben láthatók. A «csatornák» teljesen tiszták, homogének. 80:1.

a legelső képződési szerkezetnek, a *gél*-szerkezetnek a maradványa. Az egyes szfalerit-kristályok körvonalai bizonytalanok, legömbölyödöttek, bennük a gél-állapotú szételegyedés már megindult.

d) Utoljára kell szólnunk a kereszthegyi szfalerit talán legérdekesebb sajátságáról: a «bevándorlási» képletekről. Szinte megcáfolhatatlan képek számolnak be arról, hogy az ércanyagot egy magasabb hőfokú, másodlagos felmelegedés érte: a szfaleritmezők szélein lévő nagyobb kalkopirit-tömegek felől másodlagos «beszívódás» vagy «bevándorlás» indult meg. Sugaras, tollszerű vagy felhőszerű sávok, parallel vagy rendezetlen sorok és füzérek vezetnek a szfalerit belsejébe. (II. tábla 7. és 8. kép.) Gyakran látható, hogy a két érc érintkezésének határa fűrészkes, csipkézett vagy rácsozatszerű és világosan látszik a kalkopirit befelé törekvése s felemészítő igyekezete. Az így keletkezett szemecskék mérete igen változatos, eloszlásuk nem egyenletes. Helyenkint igen finom hintésben láthatjuk a testecskéket, majd olvasószerű füzérekben, orsóokban, lemezekben, sőt nagyobb szigetekben csoportosulnak.



4. ábra. Nagyobb kalkopirit-zárvány a szfaleritben. Kalkopirit belsejében pirrhotin. *s* = szfalerit; *kp* = kalkopirit; vastagabb vonalozás = pirrhotin.

Nagyítás 120 : 1.

E folyamatból származó zárványokat azonban, különösen a nagyobb szfaleritmezők belseje felé, nem lehet elkülöníteni a valódi szételegyedésektől, mert sem szemcsenagyságban, sem alakban, sem eloszlásban nem különböznek emezektől. Gyakorta tapasztalható, hogy nagyobb testecskéi szintén pirrhotinból, vagy részben pirrhotinból állanak. Ilyen nagyobb, $200 \times 300 \mu$ méretű kalkopiritzárványról készült a 4. sz. kép is: a kalkopirit belsejében, a közepén éppúgy, mint a széleken, pirrhotint lehetett megfigyelni.

A fentiek alapján azt kell mondanunk, hogy a zsúfolt zárványosságú szfaleritnek kalkopirit-testecskéi részint szételegyedés útján, részint parallel összenövésével keletkeztek. Helyenkint bizo-

nyos gél-struktúra is felismerhető, ami szintén a szételegyedési folyamat kezdő szakaszáról tanúskodik. A szételegyedés helyes megítélése mellett bizonyít a pirrhotin megjelenése, illetve gyakorisága is. Ritkább jelenség, s az irodalom is csak szórványosan említi (12. p. 1033) a kalkopirit másodlagos behúzóását a szfaleritbe. E folyamat csakis úgy képzelhető el, hogy a telepet újabb felhevítés érte. A különböző módon létrejött zárványosság azonban a legtöbb készítményben alig különíthető el egymástól. Tüzetes vizsgálat és szerencsés csiszolat szükséges ahhoz, hogy kellőképpen tájékozódni lehessen.

*

A szfalerit zárványairól szólva meg kell emlékeznünk az aranyról, mely egyes mintákban oly nagy számban jelentkezik, hogy a szfalerit fontos aranyércnek nevezhető. Ismételten megfigyelhető volt az is, hogy egy-egy aranylemezke a parallel orientációjú kalkopirit mellé sorakozott be, különösen a kvarccal érintkező szélek közelében.

Zárványként fordul elő még a galenit is. Kisebb-nagyobb cseppekben vagy automorf szigetekben jelenik meg; nem ritkán párhuzamos elrendezésű, a kalkopirit-lemezekre emlékeztető képletekben is megfigyelhető.

A korábban kivált szfaleritet a későbbi ércek és meddők helyenként szétronsolták, megemésztették. Ilyen kiszorítási képződményeket hoztak benne létre: fakóerc, kalkopirit, bournotit, de főleg a boulangerit és a kvarc. E két utóbbi ásvány előnyomulási csatornáiban a maradék szfaleritrögöcskék orientált zárványossága még megmaradt s jól összeillik a főtömeg belső mezejének szerkezetével.

A kereszthegyi ércanyag szfaleritje egyébként nem nyújt szép mikroszkópi képet: a felszíne erősen lukacsos, korrodált és helyenként átlátszó, automorf kvarckristálykák is beléagyazódnak.

A szfalerit kiválása a galenit után vagy ezzel egyidőben történt. A kiszorítási képletek alapján megállapítható, hogy a telep legnagyobb részében később vált ki a galenitnél.

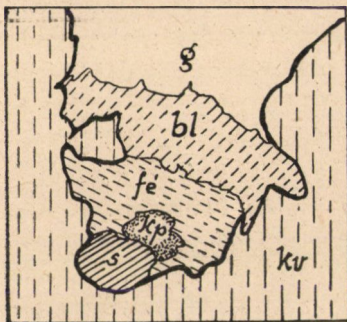
Galenit.

A galenit a szfalerithez hasonlóan nagyon elterjedt ásványa az ércetelérnek, azonban gyakorisága mellett a mennyisége cseké-

lyebb emezénél. A megjelenése leginkább hézag-töltő, alaktalan; nagyobb tömegeket ritkán alkot. A kialakulás során benne és belőle más ásványok keletkeztek, melyek zárványként, avagy a galenitmezők szélein szegély gyanánt figyelhetők meg.

HELKE-vel ellentétben, aki csak egy ízben látott benne arany-zárványt (1. p. 114), azt kell mondanunk, hogy a galenit igen gazdagnak mutatkozik aranytestecskékben. Az arany leginkább a szfalerittel szomszédos széleken, gyakorta kalkopirittal vegyesen jelenik meg. Helyenkint az aranytartalom olyan bőséges, hogy a szfaleritével vetekszik. (I. tábla 5. kép.) A galenitben lévő arany-szemek alakja csepp- vagy körformájú, általában határozottabb körvonalú és mindig lekerekített. A méretek különbözők: 1—2 μ -tól 50—80 μ -ig, a szemecskék leginkább csoportosan vagy falkákban jelennek meg.

A galenit-szigetek szélein igen gyakori egyes szulfo-sók megjelenése: boulangerit, semseyit, bournonit s több-kevesebb fakóérc húzódik meg a sarkokban. E képletek legnagyobb valószínűség



5. ábra. A galenit-mezők egyik sarka a jellegzetes szétkülönüléssel. *g* = galenit; *bl* = boulangerit; *fe* = fakóérc; *kp* = kalkopirit; *s* = szfalerit. A környezet kvarc. Nagyítás 100:1.

szerint szétkülönülés révén jöttek létre. A kvarcos alapba ágyazott galenit-sziget sarkában boulangerit, majd fakóérc, kevés kalkopirit és szfalerit követik egymást, ahogy ezt pl. az 5. sz. ábra is szemlélteti.

A galenit társaságában némelykor kevés antomonit és jamesonit is megfigyelhető. A szfalerit részéről történt kiszorítások mentén gyakori az önálló kalkopirit-zárványosság is.

Szételegyedésnek kell minősítenünk ama igen kis szemecskékben (2—10 μ) megjelenő zárványosságot, mely a bánya VIII. szint-

jének egyes próbáiban jelenik meg. A galenitben elhíntve kétféle érczárványt figyelhetünk meg: az egyik fehér, gyengén krémsárga színű, igen erős reflexiójú ásvány, a másik szürkés rózsaszínű, alacsonyabb reflexióval. Az előbbit diszkrazitnak, az utóbbit stefanit-

nak sikerült meghatározni. (L. bővebben ezüstérceknél.) Alakjuk szögletes, léces (diszkrazit) vagy kör-, ill. cseppformájú (stefanit). A megfigyelt jelenségek alapján feltehető, hogy a kereszthegyi galenit másutt is, esetleg a mikroszkópi nagyítással el nem érhető dimenziókban, ezüstérc-szételegyedéseket tartalmaz. A kereszthegyi ércelőkészítőműben végzett kísérletek alapján RomwALTER A. argentit-zárványok jelenlétét tételezi fel (14. p. 386), ennek azonban a vizsgált próbákban nem sikerült nyomára akadni.

A galenit maga zárványként más ércekben gyakorta előfordul. Leginkább szfaleritben alkot orientált összenövéseket (a kalkopirithez hasonlóan) vagy szétágazó szigeteket. Nem ritkán kisebb-automorf kockák is megfigyelhetők. Ugyancsak ilyen automorf avagy alaktalan zárványokban látható a tömöttebb pirit belsejében is.

Kalkopirit.

A kalkopirit egyike a legelterjedtebb érceknek. Ennek ellenére a mennyisége aránylag igen csekély. Nagyobb mezőket a szfalerit szegélyén találhatunk belőle, amikoris származása nem kétséges: szételegyedéssel kiszorult és felszaporodott. Némelykor a galenitben szabad szemmel is kivehető szigeteket alkot. Máskor pedig legutolsó érc kiválás gyanánt, avagy szekunder képződményként (?), a fakóérccezel egyesesen, erek-csatornák módjára hálózza be a teléranyagot, ércet-meddőt egyaránt. Zárványként való előfordulásáról és viselkedéséről már fentebb szövegeztünk, de a szfaleriten és galeniten kívül még piritben, aranyban (tábla 6. kép) és szulfo-sókban is előfordul. A kalkopiritben leginkább aranyat, fakóércet és pirrhottint (l. 4. sz. ábra) figyelhetünk meg zárványként.

Optikai viselkedése alapján két fajtáját, ill. generációját lehet megkülönböztetni: *a*) a szfalerit belsejéből kiszorult, illetve az újabb hő- és nyomásváltozáskor újra befelé szivárgó kalkopirit-szigeteket, melyek túlnyomórészt ikerlemezesek és több kristályszemcséből álló halmazok; *b*) descendens jellegű, azaz másodlagos eredetű kalkopirit-ereket és csatornákat; anyaguk teljesen homogen, anizotrópiájuk feltűnően gyenge, ill. alig észrevehető.

Fakóérc.

A fakóérc elterjedtsége nem sokkal kisebb a kalkopiritnél. Azonban mindenütt csak igen csekély mennyiségben jelentkezik. Ritkán fennőtt kristályokban is előfordul (8); úgy látszik, hogy eme kristályos druzák a főtélér második érces folyamata során keletkeztek. Összetételét a reflexióképesség és szín alapján *Sb*-fakóércnek minősíthetjük. A készítményekben való előfordulásáról az mondható, hogy leginkább kalkopirit és galenit társaságában figyelhetjük meg, de igen gyakori a szulfo-sókkal, főleg bournonittal együtt, sőt a legkésőbbi kiválású semseyit, boulangérit és plumozit mellett sem ritka. Az ezüstércek közül a pirargirit-miargirit mellett is megtalálható; a fizélyit leggyakrabban fakóércel együtt, avagy a fakóérc zárványaként fordul elő. (III. tábla 12. kép.)

(Genezisét tekintve az látszik, hogy az érces fázis későbbi szakaszában keletkezett, azonban e csoportban a legidősebb *Sb*-tartalmú ásvány. Idősebb a *Pb*—*Sb*-szulfo-sóknál, az önálló ezüstérceknél és az antimonitnál is.

Arany.

Az arany a kereszthegyi bányászat fő féme; a mikroszkóp alatt megkülönböztetett érdeklődésre tarthat számot. Fentebb már, a gyakoribb ércek jellemzése során, több ízben meg kellett emlékeznünk róla, mint fontos zárványról. Arról nincs tudomásunk, hogy «szabad» állapotban, azaz makroszkóposan is jól észrevehető alakban előfordulna. Egyes nagyobb zárványok (100—150 μ -os lemezkék) az előzetes mikroszkópi tájékozódás után már jól felcsillannak és nagyító berendezés nélkül is felismerhetők, de csak a megfényezett ércfelületeken. Hogy eme nagyobb méretű szemecskék a jól begyakorlott szem számára a nyers érc felszínén is észrevehetőek, az nem lehet kétséges, azonban szabadarany előfordulásról gyakorlati értelemben mégsem beszélhetünk.

Az arany mérete, alakja és előfordulási módja igen változatos. Méreteiben az 1—2 μ -nyi cseppecskéktől a 100—150 μ -os lemezkékig minden átmenetet megtalálhatunk. A megfigyelt szemek nagyságában a 20—40 μ az uralkodó méret. Az alakját illetően

azt kell mondanunk, hogy automorf, azaz kristályos körvonalú kifejlődésben nem volt alkalmunk megfigyelni. Kör-, csepp- vagy ellipszis-formától a legváltozatosabb határú, szabálytalan alakú testecskék sokféle variációja vált ismeretessé. Mindig más ásványok belsejében zárványként jelenik meg. Gazdaásványaként a pirit, szfalerit, kvarc, galenit jelölhető meg; de nem ritka kalkopiritben, fakőércben, sőt az ezüstércek (pirargirit-miargirit) társágában sem.

Az ércekben való eloszlására jellemző, hogy csak ritkán található egyes szemekben, leginkább csoportosan, jól kinyomozható vonalak, «zsinórok» mentén, kisebb-nagyobb falkákban jelenik meg. E tapasztalat nagyban elősegítette a készítmények aranytartalmának kinyomozását.

Megfigyeléseink szerint a szfaleritben fordult elő leggyakrabban. Helyenkint olyan mennyiségben, hogy a szfaleritet fontos «arany-érc»-ként jelölhetnénk meg. A szfaleritben való előfordulására az jellemző, hogy a szélek, főleg a kvarc felé eső szegélyek mentén lelhető fel leggyakrabban. Néhány ízben a szfaleritben lévő kalkopirit-testecskékkal párhuzamosan, az uralkodó orientáció szerint aranylemezkék sorakoztak s mintegy helyettesítették a kalkopiritet, avagy ezzel összenőve folytatásként illeszkedtek.

A szfaleritben lévő aranytestek alakja a legváltozatosabb; tojás- vagy csillagszerű képletek, avagy az egysejtű amőbák körvonalaira emlékeztető formák minden változatban előfordulnak. Leggyakrabban kis galenit, kalkopirit vagy fakőérc, avagy pedig egy ismeretlen, szürkeshínú, alacsony reflexiójú érc apró szemecskéi társulnak a színarany zárványokhoz.

A galenit nem mindig önálló gazdaásványa az aranyaknak, mert gyakran az aranyat tartalmazó galenit is csak zárvány a szfaleritben. Helyesebben a galenit-szfalerit érintkezésén találjuk a legdúsabb aranyhíntést s előfordul, hogy a galenitbe több aranyzárvány jut. Azonban vannak egyes ércmintáink, melyekben a galenit határozottan mindig dúsabban aranyos, mint más ásványok (pl. VII. színt 9-es gurító mellett). A galenitben levő arany alakja jellegzetesebb, mert mindig kör- vagy cseppalakú, beöblösödések nélkül. (I. tábla 5. kép.)

A piritnek, mint gazdaásványnak szintén igen nagy a jelentő-

sége. A megfigyelt részletek szerint a benne foglalt arany inkább lemezalakú s csak gyengén csipkézett körvonalú. Leggyakrabban a szélek, kvarcba nőtt peremek felé tartalmaz aranyat. Vannak ércmintáink ugyancsak a VII. szintről, melyekben a szép kiszorítási képletek figyelhetők meg az arany javára, azaz az arany a piritbe benyomult s a felmorzsolts részecskéket arany cementálja össze. Egy-két esetben a pirit galenitzárványt tartalmazott, mely utóbbi sűrűn hintve volt 1—2 μ -os aranyecseppekkel. Az automorf kifejlődésű piritbe foglalt «aranyövről» már fentebb, a pirit sajátóságainál megemlékeztünk. Más helyen az tapasztalható, hogy a kvarc szélén lévő pirit csak félig, mintegy fogó módjára csípi be az aranylemezkét.

Az általános jelekből ítélve azt kell mondanunk, hogy a pirit igen fontos, talán a legfontosabb «aranyhordozó», azonban ez mikroszkóppal nem mutatható ki kellőképpen; márcsak azért sem, mert a pirit szerkezete s hólyagos-ragyás felülete sok részletet elrejt a vizsgáló elől.

A kalkopirit inkább társként, mint gazdaásvány fordul elő. Megfigyelhető egyes készítményben, hogy aranyat zár magába, de ezt inkább az egymásmelletti előfordulásból származó kedvező metszési sík állítja így elénk. Fordított helyzet is előfordul: a nagyobb aranszigetek gyakran zárnak be kisebb kalkopirit-szemeket. (I. tábla 6. kép.) A két érc viszonyára az a legjellemzőbb, hogy a szfaleritbe vagy galenitbe zárt aranszemek öblében vagy csúcsokhoz tapadva több-kevesebb kalkopirit is megjelenik.

A fakóérc is megemlítendő gazdaásványként, bár jelentősége még csekélyebb az előbbinél. Néhány esetben az volt látható, hogy tiszta fakóércben csak igen pirinyó, μ -nál kisebb szemecskék fordulnak elő; a nagyobbak a kalkopirit és fakóérc határán sorakoznak inkább.

Egy ércmintában a pirargirit- és a vele társult miargiritmezők széleihez tapadt kisebb aranszemcsét is megfigyelhettünk.

A kvarcnak, mint gazdaásványnak a fontossága mikroszkóp segítségével nem tisztázható kellőképpen. Annyi azonban megállapítható volt, hogy az aranytartalmú mintákban az ércek és a kísérő kvarc érintkezésének szegélyöve mindig dúsabb volt aranyban. De nemcsak az érces szegélyen, hanem a tiszta kvarchan is

jelentős mennyiségű aranyzárványt lehetett megfigyelni. Az arany-tartalmú kvarcot jellemzi, hogy mindig világosszínű, eres-csíkos, kalcedonszerű megjelenése van. Jellemzéséről bővebben alább, a kvarcon megfigyelt sajátságok összefoglalásánál emlékezünk meg.

Pb—Sb-szulfó-sók.

A *Pb—Sb-szulfó-sók* megjelenése a kereszthegyi paragenézisben nem váratlan, sőt a genetikai körülmények és kiválási viszonyok jellegének megfelelően, teljesen indokolt. Elterjedésük általánosnak mondható. Fennőve, illetve makroszkóposan csak a tollérc (plumozit), bournonit és újabban a semseyit ismeretes. A *plumozit* helyenkint gazdag bevonatot alkot és az odorokban megjelenő ásványoknak elmaradhatatlan kísérője. Mikroszkóp alatt csak igen vékony tűk hálózataként jelentkeznek; leginkább karbonátos, ritkábban kovás meddőbe ágyazódik.

Mikroszkóp alatt talán a *boulangerit* a legelterjedtebb szulfó-só. Sugaras, lemezes szigetei fakóérccel, kalkopirittal együtt, de leginkább galenittel, ennek szélei mentén, a sarkokban-zúgokban fordul elő. Ilyenkor a körvonala bizonytalan és a környezetbe alkalmazkodó; e kisebb szigetek apró, egymásba illeszkedő, izometrikus szemcsékből tevődnek össze.

A *semseyit* is gyakori résztvevője a szulfó-sócsoporthoz; főleg fakóérc szomszédságában vagy galenittel együtt lehetett megfigyelni. Azonban jól elkülöníteni — főleg a *boulangerit*től — az optikai sajátságok alapján nem mindig sikerült; a környező érceknek kedvezőtlen viselkedése és a nagy hasonlóság miatt a *semseyit* szerepe nem tisztázható kellőképpen.

Újabban a *semseyit*et kristályos alakban, fennőlve is megtalálták. A ritka fizélyittel együtt 1942. januárjában, a VII. szint elvetett telérrészén tekintélyes mennyiségben fordult elő. A kristályos anyag vizsgálatát dr. ZSIVNY VIKTOR nemz. múzeumi igazgató úr végezte el; vizsgálatairól a Magyarhoni Földtani Társulat 1942. október 7-i szakülésén számolt be «A *semseyit* és *fizélyit* előfordulása Nagybányán» címmel. Az előadás rövid ismertetése sajtó alatt van és a Földtani Közlöny ezévi (1943) kötetében fog megjelenni.

HELKE megfigyeléseivel ellentétben (1. p. 124) a *bournonit* megjelenése is igen gyakorinak mondható, sőt időnként fennőtt kristályokban is előfordul (15). Számos készítményben, különösen fakóérc és galenit mellett, kisebb ereket, csatornákat vagy szigeteket alkot. Nem ritkán a miargirit társaságában is fellelhető.

Ezüstércek.

Az ezüstércek közül a *pirargirit* említendő első helyen, bár elterjedtsége nem mondható általánosnak. Előfordulása főleg arra a «dúsércoszlopra» korlátozódik, melyet fentebb a II. fejezetben ismertettünk. Makroszkóposan cm-es kristályokban is előfordul (8, 22, 24). Mikroszkóp alatt csakis olyan próbákban vizsgálhattuk, melyekben szabad szemmel láthatóan is jelen volt. Társaságában miargirit, galenit, fakóérc és *Pb—Sb*-szulfo-sók láthatók. A pirargirites mezők szemesei homogének, izometrikusak vagy megnyúltak. A szomszédos ércekkel való érintkezésén látszik, hogy fiatalabb képződmény s ez utóbbiak tőle több-kevesebb kiszorítást szenvedtek el. Ikerlemezes szerkezetet néhány esetben módunkban volt megfigyelni. Az egyik, egymást szögben keresztező lemezrendszeren úgy látszott, hogy az ikerlemezeség nyomás hatására jött létre; a I. tábla 4. képén látható lemezek alsó végén is enyhe görbülést lehet megfigyelni.

A *miargirit* a másik fontos ezüstérce a telérnek. Fontossága és elterjedtsége sokkal nagyobb a *pirargirit*énél. Fennőtt kristályokban gyakorta előfordul. Régebben a felsőbb szinteken, főleg a IV. szinten találták. Eme előfordulások anyagát vizsgálta meg Löw M. (7); munkájában alig mm-es kristályokat említ, melyek *pirargirit* társaságában voltak láthatók. Az utóbbi években előkerült kristályos *miargirit* az alsóbb szintek valamelyikén fordult elő s ugyancsak *pirargirit*tal együtt, nagyon szépen fejlett, 4—5 mm-es kristálycsoportban jelenik meg. Lapjain a jellegzetes rostozottságot látni; a kristályok termete nem táblás, mint a régebbi előfordulásokon, hanem inkább izometrikus; az egyes kristálykák bonyolult összenövésben, csoportosan ülnek a fehér, kovás telér anyagon. Mikroszkóp alatt a *miargirit minden* *pirargirit*tartalalmú készítményben megfigyelhető. A vaskos, tömött ezüstérceben a

mennyisége alig marad a pirargirité mögött. Eltérő reflexiós színén, valamint a gyengén jelentkező belső reflexen kívül, különösen a két érc érintkezésénél keletkező fényétetésről könnyen felismerhető. Azonban a miargirit a pirargiritától függetlenül is, leginkább a vaskos galenites—szulfo-sós készítményekben, főleg a szulfo-sókhöz társulva, kisebb szigetecskékben szintén fellelhető.

A *polibázit* nevezhető talán a kereszthegyi ércpróbák legelterjedtebb ezüstércének. Apró szemecskékben, 6—8 μ nagyságú lécecskékben, kalkopirittel, fakóércel együtt fordul elő. Leginkább zárvány a szfaleritben, az ércet szegélyező kvareban vagy a kvarcos-karbonátos telérkitöltésben.

HELKE ugyancsak említi már a polibázitot, azonban ő «polibázit-pearceit» nevet használ, mivel egyes mintákban az arzenopirit jelenléte is kimutatható volt (1. p. 97). Hogy ez az elnevezés jogos-e, azaz, hogy pearceit-tulajdonságú szemecskék is előfordulnak-e, arról a rendelkezésre álló ércanyagban nem lehetett megbizonyosodni.

Még két ezüstércet kell megemlítenünk. Igaz, hogy ezek csupán egy gyűjtési pont mintáiban fordultak elő és így a gyakoriságot illetően később kellene rólok megemlékeznünk, azonban egyszerűbb, ha mindjárt az ezüstércek csoportjába soroljuk be őket. Mindkettő mint a galenit szételegyedési terméke vált ismeretessé. A bányának VIII. szintjén, a 10-es gurító tájáról vett mintákban voltak megfigyelhetők. A sötétszínű, finom plumozit-szövedékkel átítatott karbonátos-kvarcos mintában kisebb, szulfo-sóval vegyes galenitszigetecskék láthatók. A galeniten belül, különösen a szélek felé, 2—10 μ átmérőjű testecskék vonták magukra a figyelmet. Az egyik fajta színe sárgás árnyalatú fehér, de igen erős a reflexióképesége, úgyhogy mellette a galenit tompa, piszkosszürkének látszik. Pleochroizmust nem lehet látni, az anizotrópia, különösen olajimmerzióban, jól megfigyelhető. A szemecskék alakja izometrikus sokszög; avagy nyúltak, elágazók, lécalakúak. E szételegyedés révén keletkezett zárványokat viselkedésük és megjelenésük alapján *diszkrazit*nak keli minősítenünk. A másik, inkább kör- vagy cseppalakú, 8—10 μ átmérőjű, a galenitnél gyengébb reflexiójú, enyhén rózsás vagy barnás rózsaszínű zárvány. E testecskék keményebbek a galenitnél, ennek síkjából párnaszerűen emelked-

nek ki és + nikolok között élénkszínű, igen jól megfigyelhető anizotrópiát árulnak el. E szemecskék viselkedése teljesen a *stefanit*éval egyezik.

Itt tehát nyomára bukkantunk két fontos «ezüst-hordozónak» mely a gyakorlat számára útbaigazítást nyújthat a galenit állandó ezüsttartalmára vonatkozóan. Feltehető, hogy a bánya más részén, is tartalmaz a galenit *Ag*-szételegyedéseket, csupán a jelenségnek még finomabb szerkezete, ill. a méretek csekélysége akadályozza azok mikroszkóppal való kivizsgálását. (V. ö. a galenitnél 13. old.)

Pirrhotin.

A kereszthegyi főtélér pirrhotinjáról már fentebb, a szfalerit-tel, illetve kalkopirittel kapcsolatban megemlékeztünk, azonban jelentőségére nem térhettünk ki bővebben. A pirrhotin megjelenése mindenképpen meglepetést jelent. Elsősorban is a ritkább jelenségek közé tartozik, hogy tisztára hidrotermális telepek paragenézisében résztvegyen (a környéken a kisbányai Herzsá-hegy bányájából volt eddig ismeretes). Más oldalról pedig az a meglepő, hogy olyan általánosan, majdnem minden megvizsgált érces mintában fellelhető legyen. Eredetét bizonyosan az magyarázza, hogy telérünk ú. n. kürtőhasadék, tehát létrejöttékor magasabb kezdeti nyomás és hőmérsékleti viszonyokkal kell számolnunk, másodsor pedig az, hogy a telér másodsor is felhasadt s ugyanakkor vagy a hőmérséklet vagy a nyomás, avagy mindkettő újra jelentősen megemelkedett s a rendszer fizikokémiai állapota bizonyos tekintetben a hipoabisszikus szakasz körülményeihez állt közel. (20. p. 48, 198.)

A pirrhotin fennőve, avagy szabadszemmel vizsgálható méretekben nem jelenik meg. Mindig csak a szfaleriten belül, mint szételegyedés, avagy ritkábban mint bennőtt, automorf lemez mutatkozik. A szételegyedésre az jellemző, hogy a kalkopirit-szemekkel együtt, vegyesen vagy önállóan alkot kis testecskéket. Néha nagyobb kalkopirit-szigetecskékben apróbb pirrhotin-szemek úsznak; a magot alkotják, vagy a szélekhez tapadva jelennek meg. (L. 4. ábra.) Máskor a kalkopirit-szemek a felét, kétharmadát, ill. a vékony rudacskák folytatását alkotják. Méretük átlagosan nem

éri el a 10 μ -t. Kétféle szételegyedési fázisból származtathatók:

1. a szfalerit primer szételegyedésekor keletkeztek (19. p. 109);
2. a telér szfaleritje utólagos nyomás- és hőmérsékletemelkedés alkalmával a már korábban kivált kalkopiritet újra vissza-«szívták». Ennek a szekunder benyomulásnak testecskéi szintűgy szételegyedési képletek s sok pirrhotint tartalmaznak (l. még fentebb, szfaleritnél).

Van azonban még egy ú. n. bennőtt pirrhotin is, melynek méretei már jelentősebbek. Automorf kristályok, a bázis szerint táblás lemezek; metszetben lécs- és oszlopalakúak. Hosszúságuk 150–200 μ , szélességük 15–25 μ . Előzetes mikroszkópos tájékozódás után az ércsiszolat felületén néha szabadszemmel is felismerhetők. A kristálykák legtöbbször frissek, épek, másutt részben vagy egészen lemezes szerkezetű piritté alakultak át (III. tábla 13., 14. kép). Anyaguk homogén, kalkopirit mentesek. Ugyancsak szfaleritben ágyazódnak. Ez a szfalerit nagyobb, eléggé automorf szemek halmaza, melyet kvarc és karbonát ragaszt össze. E szfaleritnek még nevezetessége, hogy benne fordult először elő a kristályos semseyit és fizélyit, valamint az arzenopirit is.

Markazit.

Usupán egy mintában (VIII. sz. 10. guritónál) volt a markazit megfigyelhető; típusos anizotrópia, meglepően szép automorf metszetek hívták fel rá a figyelmet. A környezetében lévő pirit is élénk anizotrópiát árult el. A kísérő meddő hajszászerű szulfo-sókkal átitatott kovás-karbonátos alapanagy volt.

Arzenopirit.

Az arzenopirit kereszthegyi megjelenését HELKE említi már, amikor utal a kéziratban maradt THAMM-féle vizsgálatokra. Ennek alapján a paragenézisben való megjelenését, illetve részvételét többé-kevésbé ismertnek kell minősítenünk. Szép automorf kifejlődésben, egyes vagy (110) szerinti ikerkristályokban jelenik meg. (II. tábla 9. kép.) Mérete 80 μ -tól 160 μ -ig változik. Leginkább a kvarc és karbonát szegélyén csoportosan található vagy kisebb

kristályhalmazból álló erceskét alkot a meddőben. Felszíne, különösen a csillagalakú ikermetszeteké, zónás. Egyes nagyobb kristálykák a csiszolatban szabadszemmel is felismerhetők. Csupán a fizélyit-semseyites szfalerit környezetében fordult elő.

Berthierit és antimonit.

A VIII. szint 10-es gurítója mellől gyűjtött anyagban a hidrotermális paragenézis e két ásványa is képviselve van. Azonban mennyiségük és jelentőségük csekély. Megjelenésükre az jellemző, hogy szivacszerű kovás meddőben apró szigetecskék láthatók, melyeket finoman összeszövődött antimonit-berthieritből álló halmaz tölt ki. E fészekszerű szigetecskéken kívül is, a lukacos alapon elszórva, laza hálózatot alkotnak. Ez utóbbi képletekben való meghatározásuk, illetve elkülönítésük, a tűk rendkívül vékonysága és a meddőtől eltérő nagy keménységkülönbség miatt, már nagy nehézségbe ütközik. Ellenben a tömötten csoportosult berthierit és antimonit az igen jellegzetes pleochroizmus, szín és anizotrópai alapján jól felismerhető.

E két ásvány kétségtelenül a legkésőbbi, azaz alacsony hőmérsékleten kivált tagja az ércársaságnak, ezt bizonyítja az ugyanezen mintákban lelt automorf markazit megjelenése is.

Fülöppit.

A fülöppit igen ritka tagja a paragenézisnek. Először 1928-ban a III. mélyszinten fordult elő; KOCH SÁNDOR (5) fedezte fel és írta le új ásvány gyanánt. Összetételére nézve jól beillik a Pb—Sb-szulfidok csoportjába, azonban nagy ritkasága miatt mégsem sorolhattuk be a fentebb jellemzett s a paragenézisben állandóbb szulfo-sók közé. Fennőtt kristálykáin tapasztalt szögértékek alapján monoklin prizmás szimmetriája van. Ércmikroszkóp alatt a szulfo-sókra általában jellemző optikai sajátságokat árul el. Reflexióképesége közepes, a galeniténél kissé gyengébb. Reflexiók színe levegőn: gyengén szürkésbarna árnyalatú fehér; pleochroizmus gyöngye, a szemcsék szélén azonban jól látszik: kékes fakószürke, — enyhén sárgásfehér. Anizotrópia levegőn erős és élénkebb színű: fehéres szürke v. szürkésbarna — sötét tompazöld vagy kékes-

zöld. Olajimmerzióban az optikai sajátságok a következők: a reflexióképesség erősen csökken; a pleochroizmus kifejezettebbé válik: sárgásfehér—piszkos zöldesszürke, a fakóérchez hasonló. Az anizotrópia színei aránylag kevésbé élénkek: fehér, fehéreszürke—sötét szürkészöld.

Helyenként mintha vörös belső reflex is mutatkoznék apró pontocskák alakjában.

A fülöppit mellett egy tús, hajszálszerű kísérőásványt is meg lehet figyelni, melyet már Kocsi is említ idézett dolgozatában. Erről az ásványról még nem tudjuk bizonyosan, hogy a *keeleýit*-tel azonos-e, avagy a zinkenitnek csak egy változata, de Kocsi S. szerint az is lehetséges, hogy egészen új ásvány. Írcmikroszkóp alatt csak annyit lehetett megállapítani róla, hogy finom tús kristálykái a fülöppitet mintegy átjárják, átszövik, azonban a fülöppittől mindig jól megkülönböztethetők. Optikai tekintetben igen hasonlítanak a többi *Pb—Sb*-szulfidhoz. A reflexióképessége kb. a fülöppitével egyező. A pleochroizmus levegőn: hosszanti irányban gyengén barnás árnyalatú fehér, \perp fakó szürkésfehér; az anizotrópia tompább színekben igen jól észlelhető. Olajimmerzióban a reflexiópleochroizmus: hosszanti irányban fehér, némi sárgás árnyalattal, \perp kékeszöld árnyalatú világoszürke. Olajban az anizotrópia gyengébb s színek alig mutatkoznak.

A fülöppit társaságában azonban még egy másik ére is megfigyelhető, mely állandó kísérőnek látszik. Reflexiója, színe, anizotrópiája és belsőreflexe alapján miargiritnek bizonyult. Egyébként még szfalerit és galenit egészíti ki e minták érc-társaságát.

Fizélyit.

A fizélyit is jellegzetes magyar ásvány. Először KRENNER J. fedezte fel és írta le a kisbányai Herzsahegy bányájából (6). Eddig egyedüli lelőhelyének csakis Kisbányát tartottuk, ahol fennőtt semseyit társaságában fordult elő. Újabban a kereszthegyi bányában is megtalálták, a VIII. szint elvetett telérrészén; ZSIVNY V. ismerte fel és mutatta be a Magyarhoni Földtani Társulat szakülésén (v. ö. 307. old.). A kereszthegyi fizélyit szintén fennőtt semseyittel együtt fordul elő. Feketésszürke, tömött, aprószemű szfaleritkéreg üregeiben találjuk a mm-es vastagságú, $\frac{1}{2}$ —1 cm hosszú kristályokat. A nyúlt, prizmás termetű kristályok felülete erősen rostozott, síma lap nem található rajtuk, terminális forma

szintén nem figyelhető meg. A kisebb-nagyobb üregekben sugarasan ülő kristályok fémfényűek, világos ezüst- vagy ónfehér színűek.

Ércmikroszkóp alatt jellegzetes sajátságok tapasztalhatók. A nyúlt, lécs- vagy oszlopalakú kristályok legtöbbször kisebb, allotriomorf fakóércsomón ülnek. A fakóérc színe erősen zöldes-árnyalatú szürke (*Ag*-fakóérc), mely helyenként folyamatosan megy át fizélyitbe. A fizélyit lágy, jól fényezhető, mindamellet a felülete, még nagyon óvatos kezelés után is, finoman karcos. Reflexióképessége közepes, kb. a galenitével egyezik; színe fehér, gyengén kékes-szürke árnyalattal; pleochroizmus jól észrevehető (levegőn, galenithez hasonlítva): $c \parallel$ -an szürkésfehér, enyhe zöldeskék árnyalattal, \perp -en tompább szürkésfehér. Anizotrópiája jelentős, de élénkebb színek nincsenek: zöldesszürke—barnás árnyalatú feketésszürke. Olajimmerzióban a jelenségek még szembetűnőbbek; a reflexióképesség kissé csökken; pleochroizmus, különösen az ikerlemezek mentén igen jól kivehető: $c \parallel$ -an tompa szürkésfehér némi zöldes árnyalattal, \perp -en olaj- vagy sárgászölddel kevert piszkosszürke. Az anizotrópia is kifejezettebb, de a színek most sem élénkebbek: kékes-(pala-)szürke—zöldes- vagy piszkosbarnás színnel vegyes feketésszürke.

Igen jellegzetes a fizélyit ikerlemezes szerkezete. Erről a tulajdonságáról bármikor könnyen felismerhető, mert eddig az összes készítményekben ikerstruktúrát árult el. Az ikerlemezszerkezet kétféle irány szerint rendeződik: a hosszanti (c -) tengelyvel párhuzamosan szélesebb és hosszabb lemezek láthatók, majd erre az irányra merőlegesen finomabb, rövidebb és sűrűbb lemezsor helyezkedik el. Jellemző az, hogy egyik lemezszerkezet tagjai sem teljesen párhuzamosak, hanem ék-, nyelv- vagy fésűfogszerűen végződnek és nem futnak ki mindig a kristály határvonaláig. E felépítési módot különösen az egyes, hosszanti metszésű kristályokban lehet jól észlelni; ha több kristály vagy kristálycsoport halmozódik össze, úgy a fenti ikerszerkezetnek bonyolult és szövevényes képe áll elő (III. tábla 10., 11., 12. képek). E felépítéssel kapcsolatban két fontos dolgot tartunk érdemesnek megjegyezni: 1. a fizélyit igen nagy hasonlóságot árul el a ramdohrittal (13. p. 293). E hasonlóság azonban nemcsak az ikerstruktúra alapján áll elő, hanem azért is, mert az összetétel igen közelálló. Mindkettő ezüst-

antimon-ólomszulfid; a $PbS:Sb_2S_3$ arány a molekulában majdnem ugyanaz, csupán az ezüsttartalom kevesebb a fizélyitben. Mindkettő mellett ott találjuk a jamesonitet; a ramdohrit tömötten összenő vele, a fizélyitet finom bevonat alakjában (plumozit) kíséri. 2. Ez a belső ikerszerkezet lehet az oka, hogy eddig a fizélyit jól mérhető, símalapú kristályokban nem jelent meg s terminális formát sem lehet rajta megfigyelni; felfedezője, KRENNER J. sem tudta a szimmetriáját teljesen tisztázni. (Ugyanez a helyzet a ramdohrittal is!)

A fizélyitben helyenként, különösen olajimmerzióban és nagyobb fényerő mellett, sötétvörösszínű belső reflex tapasztalható. (Ebben is hasonlít a ramdohrithoz.)

Miként fentebb már szó volt róla, társaságában fakóérc, semseyit, plumozit és kevés galenit látható. Az ércársaság pedig kvarccal és karbonáttal összetapasztott aprószemű szfaleritbe ágyazódik vagy a fennőtt kristályok az üregek falán ülnek. Az egyébként homogén szfaleritben a fentebb ugyancsak már ismertetett, nagyobb pirrhotin-lemezekék vannak beágyazva.

*

A fenti felsorolás nem lehet teljes, mert a mikroszkópi vizsgálat határai is korlátozva vannak. Előfordult ugyanis néhány ércfajta, melyet a kis méret, a kevésbé jellegzetes optikai viselkedés miatt meghatározni nem lehetett. Így többek közt az arany kíséretében állandóan látható tompaszürke-fakósürke izotróp vagy gyengén anizotróp ércszemcskék meghatározásáról le kellett mondanunk. Ugyanúgy volt még néhány, a $Pb-Sb$ -szulfosókhoz hasonló viselkedésű, igen finom szemcséjű érckomponens, melyet szintén figyelmen kívül kellett hagyni. A pirargirités dúsércminták meddőjében pedig látható volt egy erős reflexiójú, fehérszínű, kerek vagy szálas megjelenésű érc, mely azonban igen gyorsan, szinte percek alatt fényétetést és futtatást kapott s így, tekintve csekély méreteit, meghatározhatatlanná vált. A jelek szerint valamely ezüstérc, leginkább *termésezüst* lehet.

IV.

Az ércásványokat kísérő meddők közül kétségtelenül a *kvarc* a legjelentősebb, mellette még a *mészpát* emelendő ki, minthogy legtöbbször vegyesen vesznek részt az ércetelér kitöltésében.

A kvarcváltozatok között automorf, kristályos fajták is gyakoriak. Igazi ametiszt azonban nincsen, csupán többé-kevésbé ibolyásszínű, átlátszó vagy zavaros belsejű kristálycsoportok, melyeket leginkább a följük települt újabb érc kiválás kérgez be. A szintelen, normális kifejlődésű kvarcok szintén gyakoriak; legtöbbször váltakozva helyezkednek egymás fölé az ibolyás, a szintelen, majd kalcedonszerű kérgék.

Vágott-kvarc típusos kifejlődésben Kereszthegyen nem ismeretes.

A kettős kitöltésű telérhasadékban az újabb (fekü) telérrész kvarcos kitöltése a változatosabb. Itt fordulnak elő az említett ibolyásszínű kvarccsoportok, a víztiszta és vaskos változatok és kriptokristályos fajták. Ez utóbbiak színe mindig világos: fehér vagy szürkés. A réteges strukturát a kalcedonszerű kérgék hozzák létre. Az aranyban gazdagabb pontokon is leginkább ezt a fehéres-szürke kalcedont lehet megfigyelni. Az arany mikroszkópiájánál említett vonalak vagy zsinórok ezekkel a kéregfelületekkel párhuzamosan, illetve a szürkés kalcedon és az érc érintkezési vonala szerint haladnak. Ilyenkor aranyat találunk nemcsak a tömeges érc szegélyövében, hanem a kvarcban is.

Az idősebb telérrész inkább kovás breccsa, melyben a mellékkőzet darabjait alakatlan, sötétszínű kvarcanyag ragasztja össze.

A mészpát jelentősége sokkal csekélyebb. Leginkább alakatlan; tömegesen vagy elszórtan, kvarccal vegyesen építi fel a telért. Színe a szennyezések, ill. izomorf elegyedések szerint változó; némelykor rózsás a *Mn*-, ritkábban gyöngyszürke vagy barnás az *Fe—Mg* tartalom miatt.

A fennőtt kalcitfajták közt az ágyúpát-termetű kristályok gyakoriak; színük sokszor fekete vagy feketésszürke a magukba zárt igen finom plumozit-szövedék miatt.

V.

Genetikai tekintetben a kereszthegyi főtélér jellegzetes kürtőhasadék, melyet hidrotermális folyamatokból származó ércásványok és kísérő meddőök töltenek ki. A télér két ízben hasadt fel, illetve ércesedett. Az ily módon keletkezett «kertelér» tagjai helyenkint jól szétválaszthatók. A jelek szerint a második ércesítő folyamat termékei úgy ércanyag, mint nemesfém-tartalom tekintetében jelentősebbnek mondhatók.

Az érc-télér ásványos összetevőinek minősége és jellege intermedier (telített) magmából származó eredetre enged következtetni. A paragenézisben résztvevő ásványok mikroszkópi képe típusos hidrotermális folyamatot tükröz vissza, azaz a nyomásnak és hőmérsékletnek gyorsabb lecsökkenésével járó «egymásba toldást». Másszóval a kereszthegyi télér érceiben kiválási sorrendről beszélünk alig lehet, csupáncsak a bevezető, kezdeti szakasz és az utolsó kiválások termékei különíthetők el némiképpen. Bizonyos, hogy a szfaleritben lévő valódi szételegyedés és pirrhotin kiválás a magas hőmérsékletű, kezdeti fázis termékei, viszont pl. az antimonit-berthierit és markazit megjelenése a befejező, legalacsonyabb hő- és nyomásviszonyokról tanuskodik. A második ércesítő folyamat, ugyancsak hidrotermális természetű lévén, kezdetben újabb felhevítéssel jár (ami, mint láttuk, a szfalerit másodlagos szételegyedését eredményezi), de aztán méginkább előidézi és fokozza a kiválási sorrend elmosódottságát.

A két főérc, a galenit és szfalerit között van ugyan helyenként egy-két jellegzetes kiszorítást, térnyerést jelző bélyeg, azonban ez nem egyértelmű, hanem kölcsönösen változó. Csupáncsak az eléggé bőven jelentkező szulfo-sóknál lehet talán látni, hogy a kiválás során később keletkeztek.

A kereszthegyi főtélérnek azonban bizonyos «mélyen ülő» karaktere van; másszóval a télérhasadék szabályszerűsége, valamint az általános mikroszkópi kép alapján, nagyobb magmaközeliségre lehet következtetni. Szinte jó összhangban van e feltevésünkkel a szfalerit pirrhotin-zárványossága és gazdag kalkopirit-szételegyedése, avagy az arzenopirit megjelenése, melyből az átlagosnál magasabb hőmérsékleti határok között történt érc-kiválás

tükröződik vissza; az ércek és meddők szöveti képéből pedig aránylag csendesebb lefolyású ércesedés olvasható ki.

A fentiek alapján a kereszthegyi ércételér helyét a legújabb rendszerezés szerint (20), a jelentősen kata- és mezotermális jellegű szubvulkáni hidrotermális képződmények csoportjában kellene kijelölnünk.

VI.

Összefoglalás.

1. A nagybányai Kereszthegy egyetlen telére kétszeri ércesedéssel kitöltött kürtőhasadék.

2. A telér műrevalóságát a nemesfém- (*Au*-, *Ag*-) tartalom biztosítja; a telér két főérce a szfalerit és galenit, melyek közül csak a galenitnek van némi gyakorlati jelentősége.

3. Az arany színállapotban, 0,5 μ -tól 150 μ -ig változó méretű lemezekben, pikkelyekben, cseppalakú stb. zárványokban figyelhető meg. Gyakoribb gazdaásványai: pirit, szfalerit, kvarc, galenit, kalkopirit, fakóérc. Az ezüst ércei közül a pirargirit, miargirit, polibázit, diszkrazit, stefanit és a most első ízben vizsgált fizélyit fordultak elő.

4. A tömegesebb ércek közül a legérdekesebb képet a szfalerit nyújtja, mely zsúfolva van zárványokkal. Zárványai kétfélek: kalkopirit és pirrotin. A kalkopirit egyrésze parallel összenövésrel került a belsejébe, másik része a pirrotinnal egyetemben, szételegyedés terméke. E szételegyedések között egy ritkább jelenséget, az utólagos felmelegedés révén előállt «beszívódási» zárványosságot is meg lehet figyelni.

A galenit belsejében a diszkrazit és stefanit bizonyult szételegyedési terméknek.

5. A főérceket gazdag, de leginkább csak mikroszkópi eloszlású szulfo-só csoport kíséri.

6. A paragenézis érdekesebb tagjai a következők: pirrotin, arsenopirit, diszkrazit, stefanit, berthierit, semseyit és fizélyit.

7. Genetikai szempontból: kisebb magmatávolság, átlagosnál magasabb hőintervallum, csendesebb lefolyású hidrotermális ásványképződés jellemzik a bánya ércanyagát.

A kereszthegyi bánya bejárását s a vizsgálati anyag begyűjtését 1941. márciusában eszközöltem. A fenti vizsgálatok folyamán még szükségessé vált újabb, különösen dús ércpróbák szíves begyűjtéséért és megküldéséért a kereszthegyi bánya üzemvezetőségének, valamint dr. TAKÁTS TIBOR bányatanácsos, műgy. magántanár úrnak, kedves barátomnak, tartozom hálás köszönettel. Egy-egy pirargirit, illetve fizélvit-tartalmú minta szíves átengedéséért DÖRÖGDY DEZSŐ, STREDA REZSŐ érseki tan., főleg pedig ZSIVNY VIKTOR múz. igazgató úrakkal kell hálámat és köszönetet tolmácsolnom.

A dolgozat a Magyar Tud. Akadémia III. osztályának támogatásával készült. (Kir. Magy. Pázmány Péter Tudományegyetem Ásvány-kőzettani Intézete, 1943.)

Táblamagyarázat.

I. tábla.

1. Összenövessel keletkezett kalkopirit-testecskék hálózata a szfaleritben. A határozott orientáció jól szembeüt. Olajimmerzió; 1 N; 220:1.

2. Zónás felépítésű szfalerit. A kalkopirit-övek összefüggő vonalaként követik a kristály körvonalát. Olajimmerzió; 1 N; 220:1.

3. Szételegyedési szövedék a szfaleritben. A kalkopirit-szemecskék nem mind a főirány szerint rendeződnek, elhelyezkedésükben szabályszerű változások figyelhetők meg. Olajimmerzió; 1 N; 550:1.

4. Ikerlemezek a pirargiritben. A lemezek alsó végén csekély mérvű görbülés észlelhető. A széleken pirit (fehér, szemölcsös) és kvarc (sötétszürke). N 5°; 140:1.

5. Arany-szemecskék (tisza fehér) a galenitben (szürkésfehér) és szfaleritben (szürke). A nagyobb fekete foltok (az alsó szélen) kvarc, a kisebbek lyukak. A szfaleritben apró, fehér kalkopirit-testecskék. Olajimmerzió. 1 N; 220:1.

6. Nagyobb arany-lemez (fehér); benne zárványként kalkopirit (halvány, fehéresszürke foltok), széleken szfalerit (szürke) és kvarc (sötétszürke). 1 N; 140:1.

II. tábla.

7. «Bevándorlási» zárványosság, ill. szételegyedés a szfaleritben. Nagy fehér folt és kis pontocskák: kalkopirit; az egész feketésszürke alap: szfalerit; jobb alsó sarokban: pirit. Olajimmerzió. 1 N; 220:1.

8. Ugyanaz, mint előbb. Itt is jól látható a kalkopirit «bevándorlása». A tolszerű képletet alkotó zárványsorok nagyobb szemesei között

pirrhotin is van, csupán a nagyítás nem elegendő a megkülönböztetéshez. Olajimmerzió. 1 N; 220: 1.

9. Arzenopirit. Egyes kristályok és csillagalakú hármas iker. Szürke alap, pleochroos foltokkal: kalcit. Sötétszürke: kvarc. 1 N; 140: 1.

III. tábla.

10. Fizélyit. Több kristályból álló halmaz; a kristályok mindegyike ikerszerkezetet árul el. Olajimmerzió. N 2°; 220: 1.

11. Fizélyit. Egy nagyobb kristály *c*-tengelyszerinti csiszolata; jól látható a két, egymásra merőleges ikerlemezszerkezet. Olajimmerzió. N 2°; 220: 1.

12. Fizélyit-zárványok az *Ag*-fakóércben (szürkésfekete). A fizélyit belsejében szintén fakóérc látható. Jobb alsó szélén szemcsés aggregátum: kvarc. Olajimmerzió. N +; 220: 1.

13. Táblás pirrhotin-kristály metszete. Az alap: szfalerit; a szfaleritben pontszerű, fehér testecskék: kalkopirit. Olajimmerzió. 1 N; 220: 1.

14. Ugyanaz, csak legnagyobbbrészt már piritté alakult. A kristály belsejében a pirrhotin csekély maradványai még felismerhetők. Olajimmerzió. 1 N; 220: 1.

Irodalom.

1. HELKE, A.: Die jungvulk. Gold-, Silber-Erzlagerstätten des Karpathenbogens. Arch. für Lagerstättenforschung. 66. Berlin, 1938.

2. HELKE, A.: Die Erzlagerstätten in der Umgebung von Baia Mare in Rumänien. Ber. d. Freiburger Geol. Gesellschaft. XV. 1935

3. JASKÓ, S.: Hegyszerkezeti megfigyelések Nagybánya környékén. M. Kir. Földt. Int. vitaül. beszámoló. 1942.

4. KOCH ANTAL: Nagybánya vidéke. Bpest. 1898. Magyarázatok a m. Korona országainak részl. földt. térképéhez. 15. zóna. XXIX. rovatjelű lap. 1:75,000. Nagybánya. Földtanilag felvették Hofmann K. és Gesell S., reambulálta Koch Antal.

5. KOCH SÁNDOR: Fülöppit, egy új ásvány Nagybányáról. Magyar Tud. Akadémia Math. és Term.-tud. Értesítője. 46. 1929.

6. KRENNER, J. és LOCZKA, J.: Fizélyit, egy új magyar ezüstérc. Magyar Tud. Akad. Math. és Term.-tud. Értesítője. 42. 1925.

7. LÖW M.: Miargirit Nagybányáról. Földt. Közl. 40. 1910.

8. LÖW, M. és TOKODY, L.: Adatok Nagybánya és Borpaták ásványainak ismeretéhez. Földt. Közl. 58. 1928.

9. NIGGLI, P.: Versuch einer natürl. Klassifikation der im weiteren Sinne magm. Lagerstätten. Abh. prakt. Geol. 1. 1925.

10. PÁLFY, M.: Magyarország arany-ezüstbányáinak geol. viszonyai és termelési adatai. Magy. Kir. Földt. Int. gyakorl. füz. 1929. Budapest.

11. PETRULIAN, N.: Etude chalcographique du gisement de plomb et zinc de Herja. Anuarul. Inst. geol. al Romaniei. 16. Bucuresti, 1934.

12. RAMDOHR, P.: Über den Mineralbestand und die Strukturen der Erze des Rammelsbergs. N. Jahrb. Beil. Bd. 57. II. 1928.

13. RAMDOHR, P.: Erzmikrosk. Untersuchungen an einigen seltenen oder bisher wenig beachteten Erzmineralien. II. Zentralbl. f. Min. 1937.

14. ROMWALTER, A.: A kereszthegyi flotálóműben termelt aranytartalmú piritek ciánlúgzása. Bány. Koh. Lapok. 1942. (75.) füz. 17.

15. SCHMIDT, S.: A nagybányai bournonitról. Term.-rajzi Füzetek. 16. 1891.

16. SCHNEIDERHÖHN, H.: Genesis und Paragenesis der Sulfidmineralien. Hdb. der Mineralchemie. IV.

17. SCHNEIDERHÖHN, H.: Mineraleinschlüsse in Erzmineralien. N. Jahrb. 1943. Abt. A.

18. SCHNEIDERHÖHN, H.: Entmischungserscheinungen innerhalb von Erzmischkristallen und ihre Bedeutung für Lagerstättenkunde und Aufbereitung. Metall und Erz. 19. 1922.

19. SCHNEIDERHÖHN—RAMDOHR: Lehrb. d. Erzmikroskopie. I. Berlin, 1931.

20. SCHNEIDERHÖHN, H.: Lehrb. der Erzlagerstättenkunde. II. Jena, 1941.

21. SZELLEM, G.: Nagybányának és vidékének fémbányászata. Nagybánya, 1894.

22. TOBORFFY, Z.: Magyarországi pyrargyritek krist. vizsgálata. Földt. Közl. 40. 1910.

23. VENDL, M.: Die technisch wichtigen Mineralschätze Ungarns. Bánya-, kohó- és erdőmérnöki Kar kiadv. Sopron, 1939.

24. ZIMÁNYI, K.: Újabb adatok a nagybányai pirargirit kristálytani ismeretéhez. Ann. Mus. Nat. Hung. 9: 1911.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1943. jún. 21-én tartott ülésén bemutatta MAURITZ BÉLA (t. t.)

ÜBER DIE ERZMINERALIEN DES KREUZBERGES
(KERESZTHEGY) BEI NAGYBÁNYA
(KOM. SZATMÁR).

Von K. v. SZTRÓKAY.

Die Andesitschlote des Kreuzberges bei Nagybánya wird durch einen einheitlichen Gangspalt durchgequert. Der Gang wurde zweimal vererzt. Die Produkte der beiden Vererzungsprozesse können, besonders auf Grund der kieseligen Gangart, leicht unterscheidet werden. Die Ausfüllung des Ganges ist verhältnismässig einfach. Weder nach der Tiefe, noch in der Streichrichtung treten wesentliche Unterschiede auf. Die Leiterze sind Zinkblende und Bleiglanz, zu welchen sich beträchtliche Mengen von Schwefelkies gesellen. Auf Grund eingehender erzmikroskopischer Betrachtung könnten noch Kupferkies, Fahlerz, Gold, Jamesonit, Boulangerit, Bournonit, Semseyit, Rotgültigerz, Miargyrit, Polybasit, Magnetkies, Markasit, Stephanit, Dyskrasit, Arsenkies, Berthierit, Antimonglanz, Fülöppit und Fizélyit festgestellt werden. Die Gangart ist vorherrschend Quarz, daneben kommt Kalkspat und untergeordnet Manganspat vor.

Die Abbauwürdigkeit des Erzganges wird durch seinen Edelmetallgehalt gesichert. Gedigenes Gold kommt nur in mikroskopischen Dimensionen ($1-150 \mu$) vor. Freigold wurde in den heutigen Aufschlüssen nicht gefunden. Schwefelkies, Zinkblende, Bleiglanz, Kupferkies und Quarz sind die Wirtminerale des Goldes. Das Silber wird vom Pyrargyrit, Miargyrit, Polybasit, Dyskrasit, Stephanit und von dem hier zum ersten Male untersuchten Fizélyit geführt.

Unter den Leiterzen zeigt die Zinkblende ein charakteristi-

sches Bild. Sie enthält reichlich Kupferkies- und Magnetkies-Einschlüsse. Die Kupferkies-Einschlüsse sind teils durch Verwachsung, teils aber durch Entmischung entstanden. Der Magnetkies ist das Produkt einer Entmischung. Bei der zweiten Erwärmung des Ganges hat sich eine seltenere Erscheinung, die «Einwanderung» des Kupferkieses entwickelt, welche einen neueren Einschlusstypus hervorbrachte.

Als Silberträger in dem Bleiglanz konnte nur Dyskrasit und Stephanit beobachtet werden. Ein seltenes Glied der Paragenese ist der Fizélyit, welcher auf Grund seiner erzmikroskopischen Eigenschaften dem Ramdohrit sehr ähnlich ist.

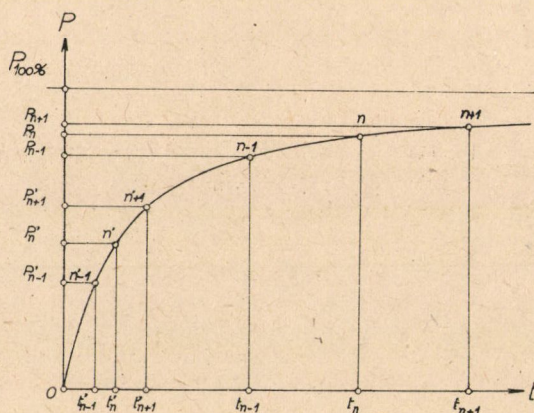
Im Bezug der Ausbildung des Erzganges sieht an ein typisches Ineinanderschalten; nur die Sulfosalze können als letzte Ausscheidungsprodukte abgesondert werden. Aus genetischem Standpunkt kann die Lagerstätte als eine im höheren Temperaturintervall gebildete, aus ruhigeren Vererzungsprozessen stammende hydrothermale Gangaufüllung aufgefasst werden.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 21. Juni 1943.)

EGYSZERŰSÍTETT ELJÁRÁS A TALAJOK MECHANIKAI ELEMZÉSÉRE VENDL M. SZEDIMENTÁCIÓS MÉRLEGÉVEL.

Vitéz BOTVAY KÁROLY-tól.

A szuszpenziók mechanikai összetételének az *esési görbéből* való kiértékelésére egy másik dolgozatban (1) az eredeti ODÉN S.-féle eljárásnak (2) egy egyszerű változatát ismertettük. Ennek az az alapja, hogy az 1. ábra szerint a szuszpenzió esési görbéjét a ki-



1. ábra.

értékelés helyén közelítőleg olyan másodfokú parabolával helyettesítjük ($n-1$ és $n+1$, illetőleg $n'-1$ és $n'+1$ pontok között), amelyet a meghatározandó szemcsenagyság esési időpontja (t_n , illetőleg t_n^*) két egyenlő vízszintes-, illetőleg két egyenlő függőleges tengelybeli részre oszt. Célszerűségi okokból ezt az osztást úgy végez-

zük, hogy az esési görbe laposan futó részén történő kiértékelés esetében két egyenlő vízszintes (idő) tengelybeli $(t_{n+1} - t_n = t_n - t_{n-1})$, a meredeken futó kezdeti részén történő kiértékelés esetében pedig két egyenlő függőleges (üledéktömeg) tengelybeli $(P'_{n+1} - P'_n = P'_n - P'_{n-1})$ részre tagoljuk a helyettesítő parabolát.

A levezetések értelmében ebben az esetben valamely r_n sugaru és ennek megfelelően t_n esési idejű részecskénél nagyobb összes részecskék %-os mennyiségének $q\%$ -nak a kiszámítására

a) az esési görbe laposan futó részén való kiértékelés (egyenlő vízszintes tengelybeli részekre való osztás) esetében a :

$$q\% = \frac{100 \left(P_n - t_n \cdot \frac{P'_n - P'_{n-1}}{t_{n-1} - t_{n-1}} \right)}{P_{100\%}}$$

b) az esési görbe meredeken futó kezdeti részén való kiértékelés (egyenlő függőleges tengelybeli részekre való osztás) esetében a :

$$q\% = \frac{100 \left(P_n - t_n \cdot \frac{t'_{n-1} - t'_{n-1}}{P'_n - P'_{n-1}} \right)}{P_{100\%}}$$

képleteket használjuk. A képletekben t_n az r_n szemesenagyságnak megfelelő vízszintes tengelybeli ülepedési időt, P_n az ehhez tartozó függőleges tengelybeli üledéksúlyt, t_{n-1} és t_{n+1} a t_n időpontot egyenlő időközökkel megelőző és követő időszakoknak a végpontját, P_{n-1} és P_{n+1} pedig az ezen időszakokhoz tartozó üledéksúly-szakaszok végpontjait jelentik. Ugyanez a jelentése a vesszővel jelzett szimbólumoknak is. $P_{100\%}$ azt a maximális függőleges tengelybeli magasságot jelenti, amelyet az esési görbe az összes részecskék leülepedésének az esetében ér el. Az összes üledéksúly (P) adatok alatt a null-helyzettel kisebbitett és mm.-ekben kifejezett értékek, az idő (t) adatok alatt pedig a másodpercekre átszámított időtartamok értendők.

Az idézett dolgozatban (1) közölt eljárásban a fennebi két képlethez ezeket az adatokat az *esési görbéről* olvassuk le, amelyet az ülepedési kísérlet során szerzett üledéksúly- és időadatokból —

az esetleges szórások grafikus kiegyenlítésével — mm-papíron rajzolunk meg.

Ezúttal arra kívánunk reámutatni, hogy ennek a két képletnek a segítségével egy tisztán számítás útján történő kiértékelés is végezhető. Ebben az esetben az ülepítési kísérlet végzésekor szerzett üledéksúly- és időadatokat közvetlenül a megfelelő képletbe helyettesítjük, vagyis az esési görbe megrajzolása elmarad. Az ODÉN-féle eljárás ezzel nagyon leegyszerűsödik, különösen akkor, ha az elemzést csupán egy-két nagyságrend meghatározása miatt végezzük, mert így a szükséges leolvasások száma is nagyon le-
redukálódik.

Az eljárásnak azonban két fontos feltétele van. Az egyik az, hogy a meghatározandó szemcsenagyságok ülepedési ideje elég hosszú legyen ahhoz, hogy a méréshez kényelmesen előkészülhessünk s azt a pontosság elemi feltételeként minden elhamarkodottságtól mentesen végezhessük. A másik az, hogy olyan készülékkel dolgozzunk, amellyel az üledéksúlyokat a legnagyobb pontossággal mérhetjük. Mindkét feltétel azért fontos, mert az esési görbe megrajzolásának a mellőzése folytán már eleve lemondunk a mérési adatok esetleges szórásainak a grafikus kiegyenlítéséről s így szükséges, hogy már a nyers adataink is megbízhatók legyenek.

Az eljárás gyakorlati alkalmazására a következőkben említünk meg egy olyan esetet, amely az említett két feltételnek is megfelel.

Ismeretes, hogy a talajtani elemzések céljaira leginkább az ATTERBERG-féle osztályozás használatos. Ez a talajokat a mechanikai összetétel feltüntetésére a 2·0—0·2 mm átmérőjű *durva homok*-, a 0·2—0·02 mm átmérőjű *finom homok*-, a 0·02—0·002 mm átmérőjű *iszap (por)* és a 0·002 mm átmérő alatti *nyersanyag* tartalom szerint osztályozza. Ha a próbából — miként egyes előírások szerint (3) szokásos — a 2·0—0·2 mm-es frakciót fémszitával elkülönítjük, akkor a szedimentációs elemzéssel már csak 3 frakciót kell meghatározoznunk. Amennyiben pedig ehhez valamely ODÉN-
elv alapján dolgozó készüléket használunk, akkor csak a 0·02 mm-es és a 0·002 mm-es átmérőjűnél nagyobb részecskéknek — tehát csak két nagyságrendnek — a mennyiségét kell kiértékelnünk, mert a többi a különbségekből adódik. Az ülepedés megindításától — 20 cm-es szuszpenzió-oszlop magasságot és 15 °C szuszpenzió

hőmérsékletet feltételezve — a 0.02 mm-es részecskék ülepedési időpontja kereken véve a 10-ik percre, a 0.002 mm-es részecskéké pedig 15 óra és 10 percre esik s így már az első leolvasásra is nyugodtan előkészülhetünk. A mérések és a leolvasás lehető legnagyobb pontossággal való végzése céljából VENDL M.-féle szedimentációs mérleget használunk (4., 5.), amellyel az üledékmennyiség mérése az egyik legjobban körülírt eljárással: súlyméréssel történik, mégpedig az alkalmazott nóniuszos leolvasás folytán igen pontosan.

Ebben a fennebb körülírt feltételeknek megfelelő esetben tehát alkalmazhatjuk a tisztán számítás útján történő kiértékelést. Az eljárás igazolására a következőkben egy gyakorlati példát közlünk.

A példában egy püspökladányi ú. n. kilúgozott szikes talaj 20—30 cm-es mélységéből vett próbát iszapoltunk a VENDL M.-féle szedimentációs mérleggel és pedig a teljes esési görbe megrajzolásához szükséges mérések elvégzésével. Így azután a görbének mm-papíron, görbevonalzóval való megrajzolása útján a leolvasás szórásait kiegyenlíthettük, illetve korrigálhattuk. Figyelemmel voltunk azonban arra is, hogy a méréssorozatunk alkalmas legyen az itt tárgyalt tisztán számítás útján való kiértékelésre is, s ezért azokban az előre meghatározott időpontokban is végeztünk méréseket, amelyeknek az üledéksúly-adataira ebből a célból szükségünk van.

A próba összetételét azután mind a grafikusan kiegyenlített, mind a nyers leolvasási adatokkal is kiértékeljük s minthogy az elsőnek említett adatokkal kapott eredményeket a grafikus kiegyenlítés alkalmazása folytán pontosaknak s így mértékadónak tekinthetjük, ezért velük a nyers leolvasási adatokkal, tisztán számításos eljárással kapott eredményeket összehasonlítva, ez utóbbiak megbízhatóságát ellenőrizhetjük.

Az elemzés kivitelének a részleteire vonatkozóan VENDL M. eredeti leírására utalunk (4., 5.); ezen a helyen csak a görbe megszerkesztéséhez és kiértékeléséhez szükséges adatokat adjuk meg. Ezek:

P_a (bemérés a higroszkópos víztartalom levonása után) = 5.4488 g.

D_a (a talajrészecskék sűrűsége) = 2.7.

D_w (a víz sűrűsége) = 1.0.

V_s (a szuszpenzió-oszlop térfogata) = 892 cm³.

V_a (a talajrészecskék ösztérfogata) = 2·0 cm³.

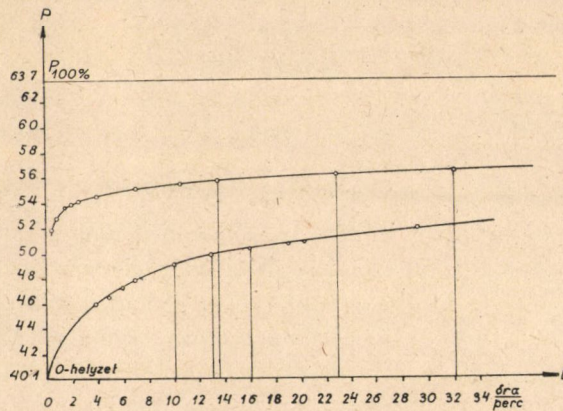
h (a szuszpenzió-oszlop magassága) = 20 cm.

f (a mérőserpenyő üledékfelfogó lapjának és a szuszpenzió-oszlop keresztshelvényének a területi viszonya) = 0·72.

A szuszpenzió hőmérséklete = 5 C°.

A mérőrugónak 1 g terhelésre eső nyúlása 9·6 mm.

A null-helyzet, vagyis a tiszta vízben mért rugónyúlás, amelyből az esési görbe kiindul 40·1 mm. A teljes szilárd fázis leülepedésének megfelelő rugónyúlást számítás útján 23·6 mm-nek kaptuk.



2. ábra.

Ezt a null-helyzeti rugónyúláshoz adva, a maximális függőleges tengelybeli érték ($P_{100\%}$) 63·7 mm lesz.

Az ülepedési kísérlet során gyűjtött üledéksúly (P) és idő (t) adatokat a mellékelt táblázatos kimutatásban foglaltuk össze. Az adatok között több olyan van, amelyet a tisztán számítás útján történő kiértékelés céljaira is felhasználhatunk (4—8 és 18—20 folyószámú pontok). Ez utóbbiakhoz a leolvasásokat az a) képlet feltételeinek megfelelően végeztük, mert a szikes talaj finom diszperziója folytán igen lassú ülepedésre (lapos esési görbére) számítottunk. A táblázatba foglalt adatokból a szórások grafikus kiegyenlítésével megrajzolt esési görbét két féle időléptéknek megfelelőleg két részletben a 2. ábra tünteti fel.

Szikes talaj ülepitési kísérletének idő- és üledéksúly adatai.

Leolvások folyószáma	<i>t</i> (az ülepedés megindulásától eltelt idő)				<i>P</i> (a serpenyőre rakódott üledék súlya mm-rugónyúlásban kifejezve)		
	óra	perc	másodperc	másodpercekre átszámítva	A szedimentációs mérleg mm osztásán végzett eredeti leolvásás	A nullhelyzeti 40·1 mm-el kisebbített	
						eredeti leolvásás	korrigált (grafikusan kiegyenlített) leolv.
1	—	3	50	—	46·0	5·9	5·9
2	—	4	50	—	46·5	6·4	6·6
3	—	5	50	—	47·2	7·1	7·2
4	—	6	55	415	47·9	7·8	7·8
5	—	10	—	600	49·1	9·0	9·0
6	—	13	2	782	49·9	9·8	9·8
7	—	16	3	963	50·3	10·2	10·3
8	—	19	5	1,145	50·7	10·6	10·7
9	—	20	18	—	50·9	10·8	10·8
10	—	29	24	—	51·9	11·8	11·7
11	—	48	—	—	52·7	12·6	12·6
12	1	34	—	—	53·7	13·6	13·5
13	2	4	—	—	53·9	13·8	13·8
14	2	38	—	—	54·2	14·1	14·1
15	4	—	—	—	54·5	14·4	14·4
16	7	—	—	—	55·1	15·0	15·0
17	10	34	—	—	55·5	15·4	15·4
18	13	32	—	48,720	55·7	15·6	15·6
19	22	50	—	82,200	56·2	16·1	16·1
20	32	8	—	115,680	56·5	16·4	16·4
				∞	63·7	23·6	23·6

Ezek után értékeljük ki a szikes talaj 0.2 mm-nél kisebb részecskéinek a mechanikai összetételét az ATTERBERG-féle osztályozásának megfelelő frakciókra!

Az erre a célra szükséges ülepedési időket KÖHN M (6) táblázatából olvashatjuk ki. Innen a 20 cm esési magasságra, 5 C° szuszpenzió-hőmérsékletre és 2.7 részecske sűrűsége a 0.02 mm-es részecskék ülepedési idejét 13 perc és 4 másodpercrek, a 0.002 mm-esekét pedig 22 óra és 50 percrek kapjuk. Az ezen időpontokhoz (t_n) tartozó üledéksúly adatok (P_n) a táblázatos kimutatás 6. és 19-ik folyószáma alatt található. Az a) képlettel való számításához ezek adatain kívül az esési görbének azokra a pontjaira is szükségünk van, amelyek ezen időpontokat egyenlő abszcissza közökkel (időszakokkal) előzik (t_{n-1} és P_{n-1}) és követik (t_{n-1} és P_{n-1}). A 6. számú pontra nézve ilyen pontpár a 4. és 8., avagy az 5. és 7. folyószám.¹ A 19. számú ponthoz a 18- és 20-as folyószámú pontok alkotnak ilyen pontpárt.

Számítsuk ki előbb a 0.02 mm-nél nagyobb részecskék %-os mennyiségét az 5—6—7. számú pontokkal, mégpedig az eljárás ellenőrzésére mind a kísérleti ülepités során végzett leolvasások nyers adataival, mind az esési görbéről leolvasott grafikusán korrigált adatokkal.

Eredeti nyers leolvasási adatokkal :

$$q\% = \frac{100 \left(9.8 \quad 782 \cdot \frac{10.2}{963} \quad \frac{9.0}{600} \right)}{23.6} = 30.55\%$$

¹ A két összetartozó időszakasz mindazonáltal nem pontosan egyenlő, mert közöttük fennáll néhány másodpercnyi különbség. Ennek oka abban rejlik, hogy a VENDI M.-féle készüléket a szerkesztője az eredeti célja szerint úgy építette, hogy vele az esési görbe megrajzolásához előre élesen meg nem adott időpontokban végezzünk méréseket. Kellő gyakorlattal azonban kielégítő pontossággal előre megadott időpontokban is mérhetünk vele. Mi ebből a célból úgy jártunk el, hogy 20 másodperccel a mérési időpont előtt lassan feszíteni kezdtük a mérőrugót, amíg a korong éppen elérte a villát. Innen azután óvatosan lazítottuk a rugófeszültséget, de csak annyira, amíg a korong a villától éppen elvált. Ennél a rugóhelyzetnél olvastuk azután le az üledéksúlynak megfelelő rugónyúlást, és pedig — mivel a vázolt művelet 20 másodperc körüli időt igényelt — közelítőleg az előre megadott időpontban.

Grafikusan korrigált adatokkal :

$$q\% = \frac{100 \left(9.8 - 782 \cdot \frac{10.3 - 9.0}{963 - 600} \right)}{23.6} = 29.66\%$$

Vagyis a két eljárás eredményei között mindössze $30.55 - 29.66 = 0.89\%$ eltérés van.

Végezzük el most ugyanezen frakció mennyiségének a kiszámítását a 4—6—8 pontok adataival, vagyis az előbbinél mintegy kétszer hosszabb szakaszon helyettesítve az esési görbét másodfokú parabolával!

Eredeti nyers leolvasási adatokkal :

$$q\% = \frac{100 \left(9.8 - 782 \cdot \frac{10.6 - 7.8}{1145 - 415} \right)}{23.6} = 28.81\%$$

Grafikusan korrigált adatokkal :

$$q\% = \frac{100 \left(9.8 - 782 \cdot \frac{10.7 - 7.8}{1145 - 415} \right)}{23.6} = 28.36\%$$

Kitűnik tehát, hogy a helyettesítő parabola kiterjedésének a megkétszerezése csak $30.55 - 28.81 = 1.74\%$ -, illetőleg a mértékadóbb korrigált értékekkel való számítás esetében: $29.66 - 28.36 = 1.30\%$ eltérésre vezetett.

Ismeretes, hogy GESSNER H. (7) a szedimentációs elemzések-nél — az ezidő szerint fennálló különböző hibaforrásokra való tekintettel — még két párhuzamos elemzés között is 2.0%-os eltérést tart megengedhetőnek. Ezt tartva szem előtt, a felhozott példában sem a közvetlen leolvasási adatok felhasználásából eredő 0.89%-os hibát, sem a helyettesítő parabola-szakaszt kiterjedésének szabad megválasztásából — esetünkben pl. — *megkétszerezéséből előálló* 1.74, illetőleg 1.30%-os eltérést nem tekinthetjük olyan-nak, mint amely az eljárás alkalmazását kizárná.

Ugyancsak a 8. sz. képlettel a 0.002 mm-nél nagyobb részecskék %-os mennyiségét a 18—19—20 számú pontok adataival — mint-

hogy itt a nyers leolvasási és a grafikusan korrigált adatok között nincs eltérés — mindkét esetben 64·06%-nak kapjuk.

Ezek szerint a szikes talaj szedimentációs úton elemzett 0·2 mm-nél kisebb részecskéire az itt közölt tisztán számítás útján végzett eljárással a következő összetételt nyerjük:

0·2—0·02 mm-es szemcsenagyság	30·55%
0·02—0·002 mm-es „ (64·06—30·55=33·51	33·51%
0·002 mm-nél kisebb „ (100·00—64·06=35·94) ...	35·94%
	100·00%

Azáltal, hogy a próba összetételének az itt alkalmazott osztályozásban való feltüntetéséhez *mindössze 6 leolvasásra van szükségünk*, továbbá, hogy *az esési görbe megszerkesztése is elmarad*, az elemzés és kiértékelés munkája nagyon leegyszerűsödött.

Ami a helyettesítésül alkalmazott másodfokú parabola-szakaszok kiterjedését illeti, — miként azt egy másik dolgozatban (1) már kifejtettük — sem a túl rövidre, sem a túl hosszúra választott szakaszok hossz nem előnyös. Viszont bizonyos *célszerűségi* határon belül a szakaszok hosszának önkényes megválasztása — ez a fennebbi példából is kitűnt — az eredményeket aránylag igen kis mértékben befolyásolja.

*

A dolgozatban foglalt kísérletet a Műegyetem soproni Karán az Ásványföldtani tanszék laboratóriumában végeztük. Ezen a helyen is hálás köszönetünket fejezzük ki a tanszék vezetőjének: DR. SZÁDECZKY-KARDOSS ELEMÉR egy. ny. rk. tanár úrnak, a laboratórium és a szükséges felszerelések rendelkezésre bocsájtásával nyújtott támogatásáért.

Összefoglalás.

A talajnak VENDL M.-féle szedimentációs mérleggel történő mechanikai elemzésére szerző egy leegyszerűsített eljárást ismertet. Ez abból áll, hogy a próba 0·2 mm-nél kisebb részecskéit fém-szítával, nedves úton elválasztjuk s ez utóbbiakat elemezzük csak a szedimentációs mérleggel a 0·2—0·02 mm-es *finom homokra*, a 0·02—0·002 mm-es *iszapra* és a 0·002 mm-nél kisebb szemcséjű

aggyagra. Ebben az esetben csak a 0.02 mm-nél és a 0.002 mm-nél nagyobb részecskék mennyiségét kell meghatároznunk, mert a keresett részlegek mennyisége ezek s a bemérés különbségéből adódik. Ezen két kiértékelés céljára — kellő gondossággal történő méréseket feltételezve — a szerző egy másik dolgozatában (1) levezetett s ezen dolgozatban idézett *a)* avagy *b)* képlet használható. Ezen képletekkel való számítás esetében egy kiértékeléshez csak 3-, a teljes elemzéshez tehát csak 6 pont üledéksúly- és idő adataira van szükségünk, vagyis csak ennyi mérést is kell végeznünk. Ezek adatait közvetlenül helyettesítjük be az említett képletekbe s így az esési görbe megszerkesztése is elmaradhat.

Irodalom.

1. BOTVAY K.: Adatok a szuszpenziók esési görbéjének grafikus kiértékeléséhez. M. Tud. Akad. Mat. és Természettud. Ért. 62. köt.
2. ODÉN, S.: Eine neue Methode zur mechanischen Bodenanalyse. Int. Mitt. f. Bodenk. 5. köt., 1915., 217—311. old.
3. HERRMANN, R.: Handbuch der landwirtschaftlichen Versuchs- und Untersuchungsmethodik (Methodenbuch). I. köt. 17. old. Neudamm 1941.
4. VENDL M.: Kőzet-, érc- és szénmeghatározó módszerek. A M. Kir. József Nádor Műegyetem könyvkiadó alapjának kiadása 1935. 257—279. old.
5. VENDL, M és ROMWALTER A.: Eine einfache Schlammwaage mit Handbetätigung und automatischer Registrierung. Neues Jahrbuch f. Mineralogie etc., 71. köt. 1936. 523—552. old.
6. KÖHN, M.: Beiträge zur Theorie und Praxis der mechanischen Bodenanalyse. Landw. Jahrbuch, 67. köt. 4. füz.
7. GESSNER, H.: Die Schlämmanalyse. Leipzig, 1931.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1943. május 17-én tartott ülésén bemutatta VENDEL MIKLÓS r. t.)

ÜBER EIN VEREINFACHTES VERFAHREN ZUR
MECHANISCHEN BODENANALYSE MIT DER
SEDIMENTATIONSWAAGE VON M. VENDL.

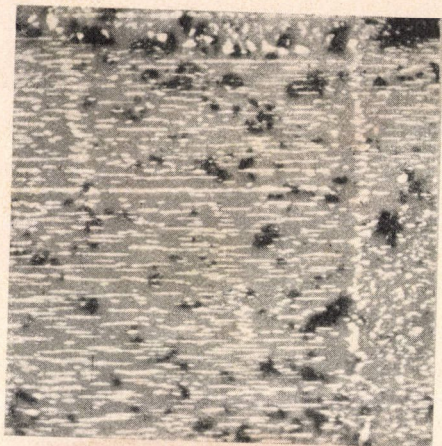
Von K. BOTVAY.

Die Abhandlung wird demnächst in einer ausländischen Zeitschrift erscheinen.

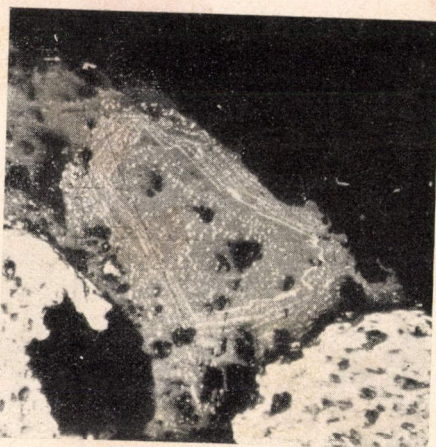
(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 17. Mai 1943.)



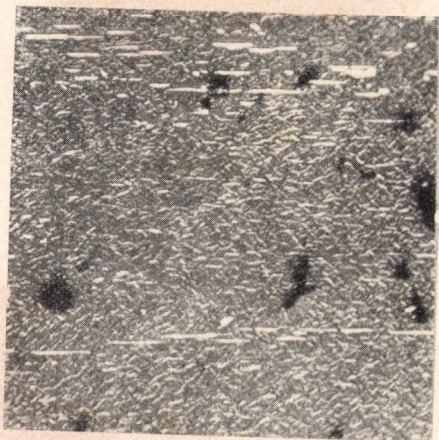
1.



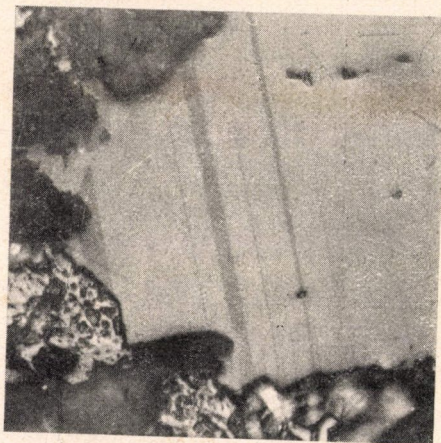
2.



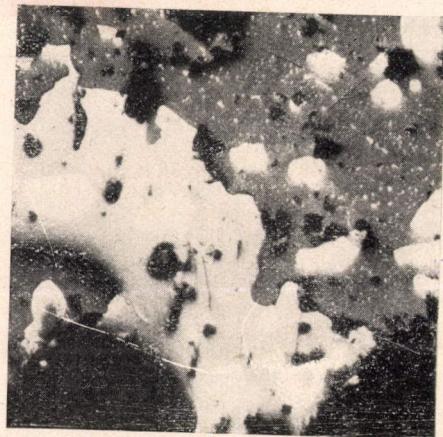
3.



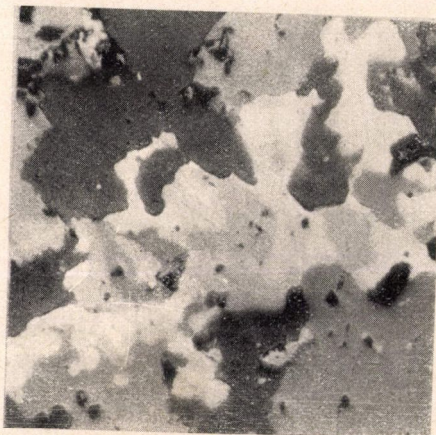
4.

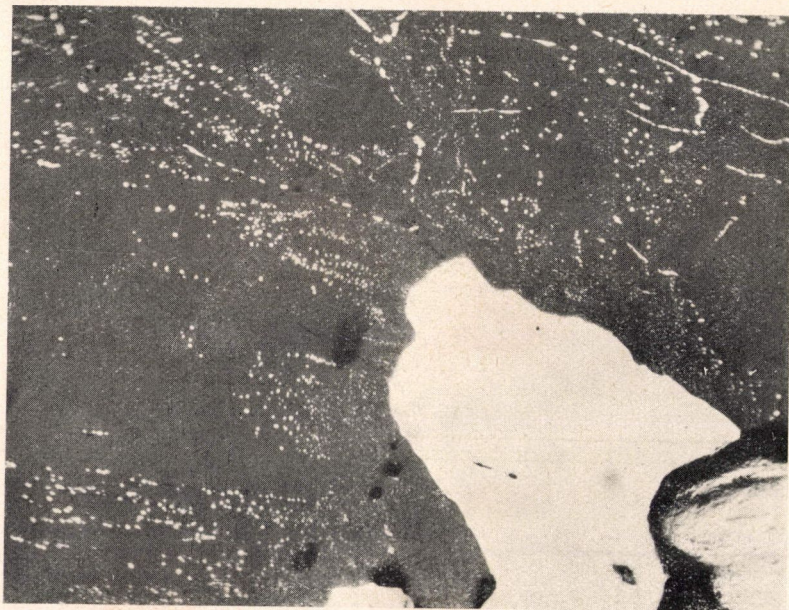


5.



6.

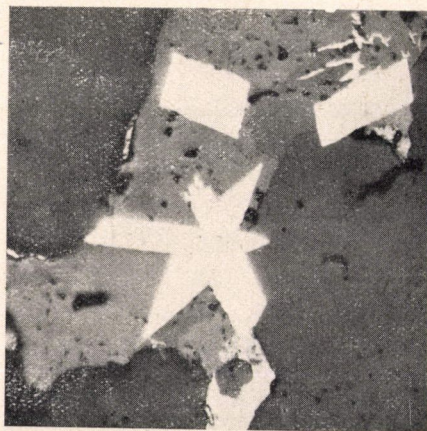




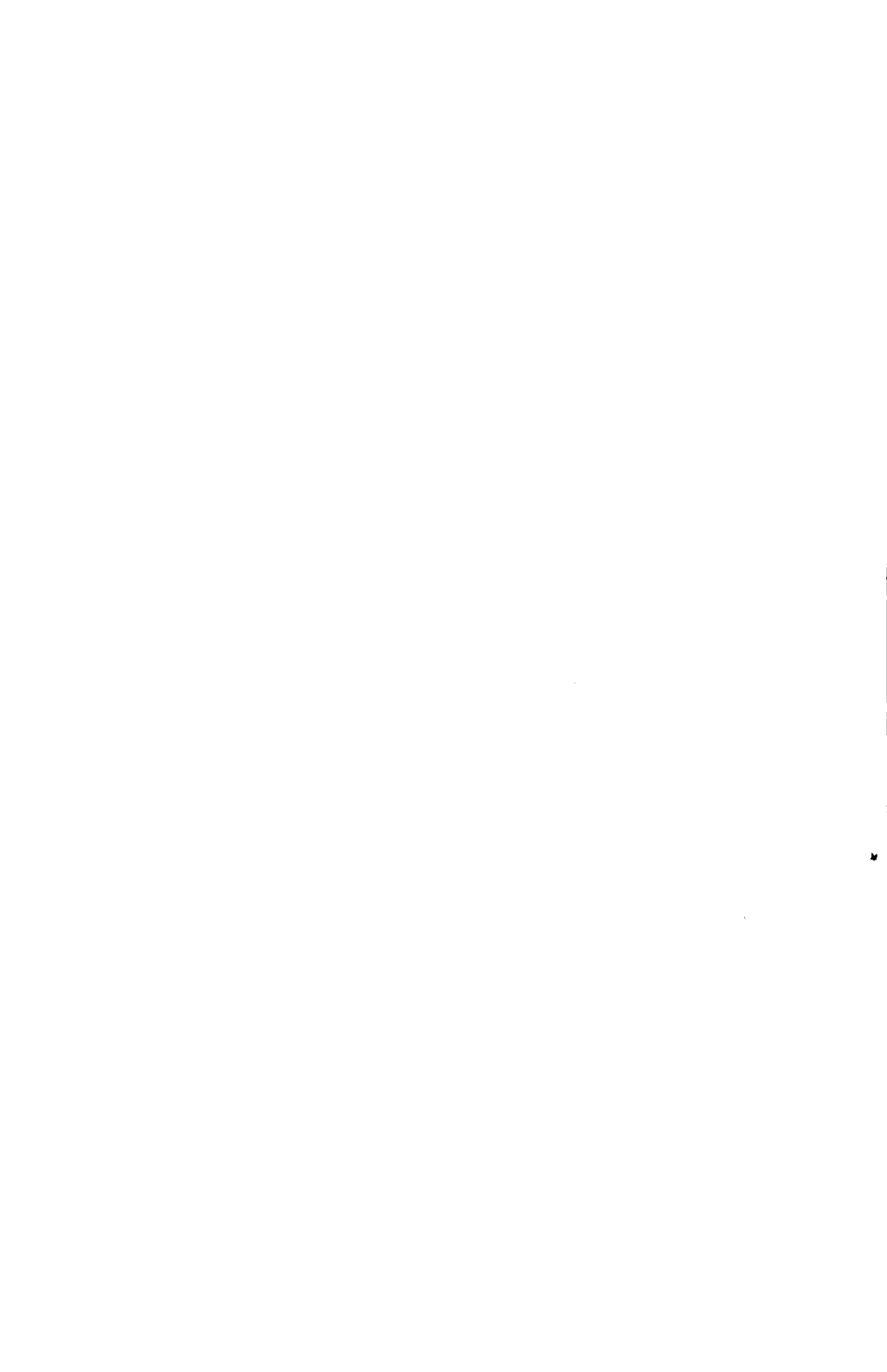
7.



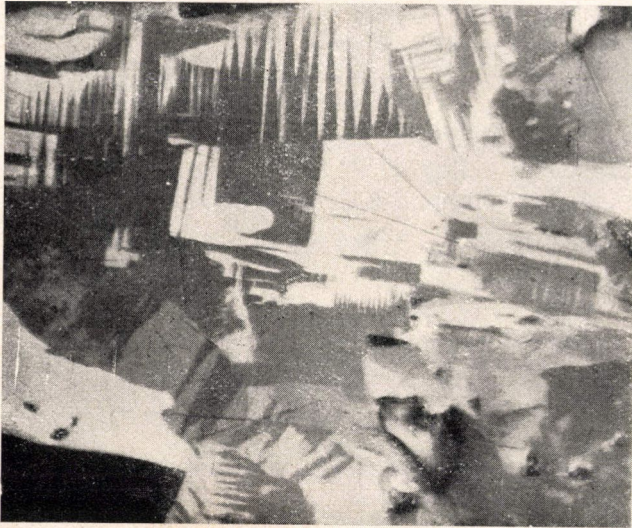
8.



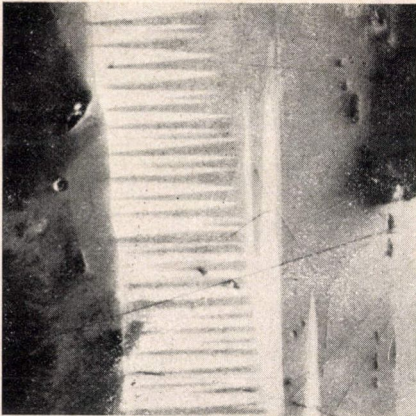
9.



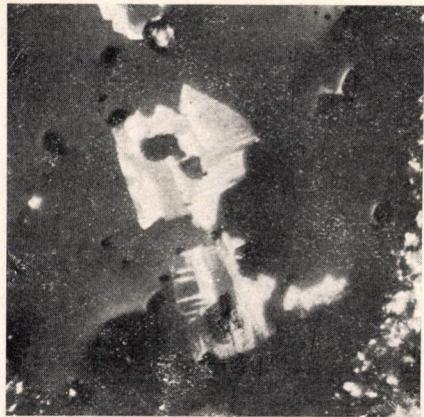
Sztrókey Kálmán :
A nagybányai Kereszthegy ércásványai.



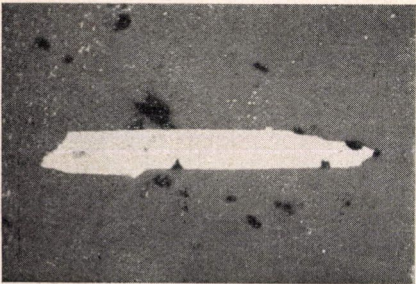
10.



1.



12.



3.



14.

INHALTSVERZEICHNIS.

	Seite
ABODY (ANDERLIK), E.: Gleichmässige Turbulenz in beschleunigter und verzögerter Strömung	172—174
ABODY (ANDERLIK), E. und PETÉR, A.: Über eine Frage der Knickung der Säulen	185
BÉKÉSY, M. v.: Untersuchungen über die Alkaloide des ungarischen Mutterkorns	153
BOTVAY, K.: Über ein vereinfachtes Verfahren zur mechanischen Bodenanalyse mit der Sedimentationswaage von M. Vendl	334
FEJES, L.: Über die izoperimetrische bzw. izepiphane Eigenschaft der Ellipse bzw. des Ellipsoids	93—94
ISSEKUTZ, B. v.: Die Atmung von Gewebestücken bei hohem Sauerstoffdruck	215
ISSEKUTZ, B. v. jun.: Über die nervöse Organisation der Wärmeregulierung	217—231
KONEK, F. v. und SZÁSZ, K.: Synthesen von Verbindungen mit lokalnästhetischer Wirkung, aus Oxy- bzw. Halogenketonsäuren	126
LIPKA, I.: Über den Satz von Newton-Sylvester	86—87
OLGYAY, M.: Zusammenhänge in der Entwicklung der Pyknitien und Aecidien des Schwarzrostes	247—248
PETÉR, A. siehe ABODY, E.	
RÉDEI, L.: Über den geraden Teil der Ringklassengruppe quadratischer Zahlkörper, die Pellsche Gleichung und die Diophantische Gleichung $rx^2 + sy^2 = z^{2n}$. I.	34
RÉDEI, L.: Über den geraden Teil der Ringklassengruppe quadratischer Zahlkörper, die Pellsche Gleichung und die Diophantische Gleichung $rx^2 + sy^2 = z^{2n}$. II.	47
RÉDEI, L.: Über den geraden Teil der Ringklassengruppe quadratischer Zahlkörper, die Pellsche Gleichung und die Diophantische Gleichung $rx^2 + sy^2 = z^{2n}$. III.	62
ROMWALTER, A.: Beiträge zur Geochemie der Atmung. ..	136
RÓZSA, P. siehe SCHULEK, E.	
SCHULEK, E. und RÓZSA, P.: Beiträge zur Bestimmung einiger 2-Methylnaphthochinon- (1, 4) bzw. Methylnaphthohydrochinon-Derivate	108
SZABÓ, Z. jun.: Methode für die Berechnung der Dimensionen der Planktonorganismen	243—244
SZÁSZ, K. siehe KONEK, F.	
SZÓKEFALVI NAGY, B. v.: Störungen im Hilbertschen Raume. II.	79
SZÓKEFALVI NAGY, Gy. v.: Der Wertvorrat von Polynomen in gewissen Bereichen	11—12
SZTRÓKAY, K. v.: Über die Erzminerale des Kreuzberges (Kereszthegy) bei Nagylánya (Kom. Szatmár)	322—323
VENDEL, M.: Über die Bestimmung des Glasgehaltes der Gesteine	268
VITÁLIS, I. v.: Karbonische Steinkohle im Zempléner Inselgebirge	290
WELLMANN, O.: Umstellung des Stoffwechsels im Tierkörper bei Milch- (Fleisch-), gemischter und pflanzlicher Ernährung	197—200
ZIMMERMANN, A.: -Über Thymus-Reticulum	213

FRANKLIN-TÁRSULAT NYOMDÁJA

50639

K3

~~6404/914~~

50639

1943

MATEMATIKAI
ÉS
TERMÉSZETTUDOMÁNYI
ÉRTESITŐ

A M. TUD. AKADÉMIA III. OSZTÁLYÁNAK FOLYOIRATA

SZERKESZTI MAURITZ BÉLA OSZTÁLYTITKÁR.

LXII. KÖTET. — MÁSODIK RÉSZ.

MATHEMATISCHER
UND
NATURWISSENSCHAFTLICHER
ANZEIGER

DER UNGARISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

REDIGIERT VON B. MAURITZ KLASSESEKRETÄR.

BAND LXII. — ZWEITER TEIL.

BUDAPEST.

KIADJA A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA.

1943.



TARTALOMJEGYZÉK.

	Lap
NEMES BALOGH ERNŐ: Egerek kísérleti influenzájának életmentő fizikális gyógy módja	478—482
NEMES BALOGH ERNŐ: Eklampsia sine convulsione atypusos esetének halál oka	485—497
NEMES BALOGH ERNŐ: A tetanusos mérgezés nem fajlagos racionális therapiái befolyásolhatósága állatkísérletekben	499—503
NEMES BALOGH ERNŐ: Kísérleti állatok «égibúvár», ill. magassági halálát siettető szövetmérgek közömbösíthetősége	506—516
VITÉZ BOTVAY KÁROLY: Adatok a szuszpenziók esési görbéjének grafikus kiértékeléséhez	637—646
EGYED LÁSZLÓ: Felszínalatti geológiai szerkezetek értelmezése a torzióingamérések alapján	617—634
FEJES LÁSZLÓ: A gömbfelületet egyenlő felszínű konvex részekre osztó legrövidebb görbehálózat	349
GERŐ LORÁND és SCHMID REZSŐ: Disszociációs kontinuumok észlelésének feltételeiről	384—405
GRÓH GYULA: További spektrofotométeres, kémiai és kolloid-kémiai vércsoportvizsgálatok	425—442
GRÓH GYULA és WELTNER MARGIT: Vizsgálatok a fehérjék szénhidrát-kompenzációjáról és a fehérjék ozonizálásáról ...	444—462
HERRMANN MARGIT és RAPSZKYNÉ HANÁK MÁRIA: Pyroxéndezit Ditrótól ÉK-re	609—615
ILLYÉS GÉZA: A retencióból származó veseinsufficienciáról	464—477
MAUTHNER NÁNDOR: A glukodimethylbutein szintézise ...	355—358
MAUTHNER NÁNDOR: A gluko 3-oxixanthon szintézise	360—364
MIKOLA SÁNDOR: Az időfogalom kialakulásáról és fizikai jelentéséről	367—383
RAPSZKYNÉ HANÁK MÁRIA lásd HERRMANN MARGIT,	
RÉDEI LÁSZLÓ: A hipergeometrikus sorok alkalmazása az $1-x^p-1$ Fermat-féle polinom bizonyos sorozat előállítására a p törzsmodulus szerint, kapcsolatban a négyzetes maradékok elméletével	335—346
ROMHÁNYI GYÖRGY: A szövetekben foglalt haemoglobin és származékai szintartós megőrzésének vegyi feltételei ...	549—560
SCHMID REZSŐ lásd GERŐ LORÁND.	
SCHMID REZSŐ † és GERŐ LORÁND: A nitrogén-oxid molekula energiaállapotairól	408—413
SCHMID REZSŐ † és GERŐ LORÁND: Az N_2 molekula disszociációs energiája	416—422
SZALAY LÁSZLÓ: A Kárpát-medence víziatka-világának állatföldrajzi áttekintése	563—564
TOKODY LÁSZLÓ: A monoklin hessitről	603—607
VITÉZ VARGA LAJOS: Ritka és új rotatoriák a Kis-Balatonból	519—544
VITÁLIS ISTVÁN: Három új különleges szenünkről	590—601
WELTNER MARGIT lásd GRÓH GYULA.	

A HIPERGEOMETRIKUS SOROK ALKALMAZÁSA
AZ $1-x^{p-1}$ FERMAT-FÉLE POLINOM BIZONYOS
SZORZATELŐÁLLÍTÁSÁRA A p TÖRZSMODULUS
SZERINT KAPCSOLATBAN A NÉGYZETES
MARADÉKOK ELMÉLETÉVEL.

RÉDEI LÁSZLÓ-tól, Szeged.

Előkészületek. Tekintsük az

$$F(\alpha, \beta, \gamma, x) = 1 + \frac{\alpha \cdot \beta}{1! \gamma} x + \frac{\alpha(\alpha+1) \cdot \beta(\beta+1)}{2! \gamma(\gamma+1)} x^2 + \dots \\ + \frac{\alpha(\alpha+1)(\alpha+2) \cdot \beta(\beta+1)(\beta+2)}{3! \gamma(\gamma+1)(\gamma+2)} x^3 + \dots \quad (1)$$

Gauss-féle hipergeometrikus sornak már GAUSS¹ által is említett

$$F\left(\frac{1}{2} - \frac{\nu}{2}, 1 - \frac{\nu}{2}, \frac{3}{2}, x\right) = \frac{1}{2\nu\sqrt{x}} \left((1 + \sqrt{x})^\nu - (1 - \sqrt{x})^\nu \right), \quad (2)$$

$$F\left(\frac{1}{2} - \frac{\nu}{2}, -\frac{\nu}{2}, \frac{1}{2}, x\right) = \frac{1}{2} \left((1 + \sqrt{x})^\nu + (1 - \sqrt{x})^\nu \right) \quad (3)$$

eseteit, amely egyenletek (1) alapján könnyen igazolhatók, mert jobboldaluk rendre

$$1 + \sum \frac{1}{\nu} \binom{\nu}{2k+1} x^k, \quad 1 + \sum \binom{\nu}{2k} x^k,$$

ahol a $k = 1, 2, \dots$ értékekre kell összegezni. A (2)-ben és (3)-ban legyen különösen előbb $\nu = -\frac{1}{2}$ majd $\nu = \frac{1}{2}$, s vezessük

¹ GAUSS, Werke 3 (1870), 127. o.

be az így előálló négy függvényre a későbbiekben célszerűnek bizonyuló $F_{\rho\sigma}(x)$ ($\rho = \pm 1, \sigma = \pm 1$) jelölést, mégpedig legyen:

$$F_{++}(x) = -\frac{1}{\sqrt{x}}((1 + \sqrt{x})^{-\frac{1}{2}} - (1 - \sqrt{x})^{-\frac{1}{2}}) = F\left(\frac{3}{4}, \frac{5}{4}, \frac{3}{2}, x\right), \quad (4)$$

$$F_{-+}(x) = \frac{1}{2}((1 + \sqrt{x})^{\frac{1}{2}} + (1 - \sqrt{x})^{-\frac{1}{2}}) = F\left(\frac{3}{4}, \frac{1}{4}, \frac{1}{2}, x\right), \quad (5)$$

$$F_{+-}(x) = \frac{1}{\sqrt{x}}((1 + \sqrt{x})^{\frac{1}{2}} - (1 - \sqrt{x})^{\frac{1}{2}}) = F\left(\frac{1}{4}, \frac{3}{4}, \frac{3}{2}, x\right), \quad (6)$$

$$F_{--}(x) = \frac{1}{2}((1 + \sqrt{x})^{\frac{1}{2}} + (1 - \sqrt{x})^{\frac{1}{2}}) = F\left(\frac{1}{4}, -\frac{1}{4}, \frac{1}{2}, x\right), \quad (7)$$

ahol a jelölést mindjárt módosítottuk azzal, hogy ρ, σ helyett csupán előjelüket tüntettük fel.

Ezeknek a függvényeknek segítségével az elemi számelmélet körébe vágó új megállapításokat fogunk tenni; ezekhez tisztán elemi úton csupán fáradságos munkával juthatnánk. Más helyen vissza fogok térni további hipergeometrikus sorok számelméleti vonatkozásaira.

Előkészületül a (4)–(7)-et az (1) alapján sorbafejtjük:

$$F_{++}(x) = 1 + \sum \frac{(4k+1)!}{(2k)!(2k+1)!} \left(\frac{x}{16}\right)^k, \quad (8)$$

$$F_{-+}(x) = 1 + \sum \frac{2(4k-1)!}{(2k-1)!(2k)!} \left(\frac{x}{16}\right)^k, \quad (9)$$

$$F_{+-}(x) = 1 + \sum \frac{2(4k-1)!}{(2k-1)!(2k+1)!} \left(\frac{x}{16}\right)^k, \quad (10)$$

$$F_{--}(x) = 1 - \sum \frac{4(4k-3)!}{(2k-2)!(2k)!} \left(\frac{x}{16}\right)^k. \quad (11)$$

Észrevesszük, hogy ezekben $\left(\frac{x}{16}\right)^k$ együtthatója egész szám, ugyanis ezek az együtthatók rendre a következőképpen is írhatók:

$$\begin{aligned} \binom{4k+1}{2k}, \quad 2 \binom{4k-1}{2k-1}, \quad 2 \binom{4k-1}{2k-1} - \binom{4k}{2k-1}, \\ -2 \left(\binom{4k-2}{2k-1} - \binom{4k-2}{2k-2} \right). \end{aligned}$$

Legyen ezután $p (> 0)$ valamely tetszésszerinti, de mindig szilárdan tartott törzsszám. Legyen $F(x)$ bármely olyan függvény, amely az $x = 0$ környezetében egyetlen

$$F(x) = 1 + a_1x + a_2x^2 + \dots$$

alakú hatványsorba fejthető. Ha az együtthatók racionálisak, mod p egészek (azaz redukált nevezőjük p -hez törzs) és van közöttük p -vel osztható (értve azt, hogy a redukált számláló p -vel osztható), mégpedig ha a_{k+1} a legelső ilyen együttható, akkor az ezt megelőző tagokból alakított polinomra bevezetjük az

$$\{F(x)\} = 1 + a_1x + \dots + a_kx^k$$

jelölést.

Tekintettel a fentebb megjegyzetekre és (8)–(11)-re, mind a négy $\{F_{\rho\sigma}(x)\}$ polinom létezik s fokszámukat $n_{\rho\sigma}$ -val jelölve, fennáll:

$$n_{++} = \left[\frac{p-3}{4} \right], \quad n_{-+} = n_{+-} = \left[\frac{p-1}{4} \right], \quad n_{--} = \left[\frac{p+1}{4} \right], \quad (12)$$

ahol $[z]$ a $z-1 < [z] \leq z$ egyenlőtlenséggel meghatározott egész szám. Fordítva — amit külön hangsúlyozni kívánunk — (12) és (8)–(11) által az $\{F_{\rho\sigma}(x)\}$ polinomok explicite adva vannak.

Ezek — amint látni fogjuk — szoros kapcsolatban állnak a négyzetes maradékok elméletével. Tekintsük mégpedig azokat az $a (= 2, \dots, p-1)$ számokat, amelyekre

$$\left(\frac{a-1}{p} \right) = \rho, \quad \left(\frac{a}{p} \right) = \sigma. \quad (13)$$

Az ilyen $a-1, a$ számpárokat ρ, σ jellegű kéttagú következésnek («sequens») szokás nevezni. Ezek számát jelölje $p_{\rho\sigma}$ és legyen $f_{\rho\sigma}(x)$ az a mod p meghatározott (1 állandó tagú) $p_{\rho\sigma}$ fokú polinom, amelynek mod p zérushelyei a (13)-at kielégítő a számok. Fennáll

$$1 - x^{\frac{p-1}{2}} \equiv (1-x)f_{++}(x)f_{-+}(x) \quad (14)$$

$$1 + x^{\frac{p-1}{2}} \equiv f_{+-}(x)f_{--}(x) \quad (15)$$

mert EULER kritériuma szerint a baloldalak mod p értett zérushelyei az $1, 2, \dots, p-1$ közül a négyzetes maradékok, illetve nemmaradékok.

1. Tétel. Fennáll

$$f_{\rho\sigma}(x) \equiv \{F_{\varepsilon\rho, \sigma}(x)\} \pmod{p}, \quad (16)$$

ahol

$$\varepsilon = \left(\frac{-1}{p}\right), \quad (17)$$

továbbá

$$\begin{aligned} p_{++} &= \left[\frac{p-3}{4}\right], & p_{-+} &= \left[\frac{p-1}{4}\right], \\ p_{+-} &= \left[\frac{p+1}{4}\right], & p_{--} &= \left[\frac{p-1}{4}\right].^2 \end{aligned} \quad (18)$$

Korrollarium. Fennáll

$$1 - x^{\frac{p-1}{2}} \equiv (1-16x) \left(1 + \sum_{k=1}^{\left[\frac{p-3}{4}\right]} \binom{4k+1}{2k} x^k\right) \left(1 + \sum_{k=1}^{\left[\frac{p-1}{4}\right]} \binom{4k}{2k} x^k\right) \quad (19)$$

$$1 + x^{\frac{p-1}{4}} \equiv \left(1 + \sum_{k=1}^{\left[\frac{p-1}{4}\right]} \frac{1}{2k} \binom{4k}{2k-1} x^k\right) \left(1 - \sum_{k=1}^{\left[\frac{p+1}{4}\right]} \frac{2}{k} \binom{4k-3}{2k-2} x^k\right) \quad (20)$$

A jobboldali tényezők (nem tekintve az $1-16x$ -et) rendre $f_{++}(16x)$, $f_{-+}(16x)$, $f_{+-}(16x)$, $f_{--}(16x)$ ($\varepsilon = 1$), illetve $f_{-+}(16x)$, $f_{++}(16x)$, $f_{--}(16x)$, $f_{+-}(16x)$ ($\varepsilon = -1$), mind egész együttthatósok.

2. Tétel. Érvényes

$$cx^{\rho\sigma} f_{\rho\sigma} \left(\frac{1}{x}\right) \equiv f_{\varepsilon\rho, \sigma}(x) \quad (21)$$

$$c' f_{\rho\sigma}(-x+1) \equiv f_{\varepsilon\sigma, \rho}(x) \quad (22)$$

ahol c , c' alkalmas állandók.³

² A (18) LAGRANGE tétele, amit mi itt mellékeredményként újra be fogunk bizonyítani.

³ Fenti (21), (22) röviden (de kevésbé pontosan) úgy mondhatók, hogy x helyébe $\frac{1}{x}$ -et vagy $-x+1$ -et helyettesítve, az $f_{\rho\sigma}(x)$ polinomok permutálódnak. Természetesen (21), (22) alapján már az is ismeretes, hogy milyen permutációkat váltanak ki az x , $\frac{1}{x}$, $-x+1$, $\frac{1}{-x+1}$, $\frac{x}{x-1}$, $\frac{x-1}{x}$ által adott hatodrendű lineáris helyettesítéscsoport (az ú. n. an-harmónikus csoport) elemei, mert ezt a csoportot a mondott két elem előállítja. Nyilvánvalóan (21), (22) úgy is fogalmazhatók, hogy $H_{\rho\sigma}$ elemeire az $\frac{1}{x}$, $-x+1 \pmod{p}$ helyettesítéseket alkalmazva, éppen előáll $H_{\varepsilon\rho, \sigma}$, illetve $H_{\varepsilon\sigma, \rho}$.

Az $f_{\rho\sigma}(x) \equiv 0 \pmod{p}$ zérushelyeinek $H_{\rho\sigma}$ halmaza a lehetséges nyolc féle (1.—8.) esetnek megfelelően a következő táblázatban feltüntetett törtfüggvényeknek mod p értett értékkészlete:

	$\varepsilon = 1$	$\varepsilon = -1$	
H_{++}	1. $\left(\frac{x^2+1}{2x}\right)^2$	5. $\left(\frac{x^2+1}{2x}\right)^2$	(23)
H_{-+}	2. $\left(\frac{x^2-b}{x^2+b}\right)^2$	6. $\left(\frac{2x}{x^2+1}\right)^2$	
H_{+-}	3. $b\left(\frac{2x}{x^2+b}\right)^2$	7. $-\left(\frac{ux^2+2vx-u}{x^2+1}\right)^2$	
H_{--}	4. $\frac{1}{b}\left(\frac{x^2+b}{2x}\right)^2$	8. $-\left(\frac{x^2-1}{2x}\right)^2$	

Itt b valamely négyzetes nemmaradék mod p és u, v az $u^2+v^2+1 \equiv 0 \pmod{p}$ valamely megoldása; a 7. eset kivételével $p \nmid x$, továbbá az 5., 6., 8. esetekben $p \nmid x^2-1$, az 1. esetben $p \nmid x^4-1$.⁴

A $H_{\rho\sigma}$ elemei k -dik hatványainak összegére fennáll:

$$s_{\rho\sigma}^{(k)} \equiv -\rho\sigma \binom{2k}{k} 2^{-2k-2} - \frac{1}{4}(1+\sigma) \pmod{p} \quad (k=1, \dots, \frac{p-3}{2}).^5 \quad (24)$$

⁴ Ha fent az $x=0, \dots, p-1$ számokat helyettesítjük a mondott számok kihagyásával, akkor $H_{\rho\sigma}$ minden eleme négyszer áll elő, egyedüli kivétel az, hogy a 7. esetben a $-u^2$ elem csupán háromszor áll elő, mégpedig az $x \equiv 0, \frac{u}{v}, -\frac{v}{u} \pmod{p}$ helyettesítése közben. Ezt a számhármast tovább már nem tekintve, az így összetartozó számnégyesek a 7. esetben $x, -\frac{1}{x}, \frac{ux+v}{vx-u}, \frac{-vx+u}{ux+v} \pmod{p}$, a 2., 3., 4. esetekben $\pm x, \pm \frac{1}{x} \pmod{p}$, a többi esetben $\pm x, \pm \frac{1}{x} \pmod{p}$.

⁵ Éppen a $H_{\rho\sigma}$ elemeinek elemi szimmetrikus függvényeit határoztuk meg mod p a (16)-tal. Ez és (24) e szerint szoros kapcsolatban vannak. Bizonyításukat mégis egymástól függetlenül fogjuk elvégezni, mégpedig (24) nagyon könnyen, elemi úton fog előállni, míg (16)-hoz szükségünk lesz az $F_{\rho\sigma}(x)$ hatványsorokra. Lehetséges lenne ugyan (24)-ből NEWTON képletein keresztül eljutni (16)-hoz, de ez az út hosszadalmasabb-

Megjegyzések. A (16) így is mondható:

$$\{F_{\rho\sigma}(x)\} \equiv f_{\varepsilon\rho, \sigma}(x) \pmod{p}. \quad (16')$$

Ehhez kapcsolódva tekintsük a következő feladatot. Ha $f_p(x)$ valamely polinomsorozat, ahol p befutja az összes páratlan törzsszámot, akkor keresendő egy olyan $F(x)$ hatványsor, amelyre $\{F(x)\} = \{F(x)\}_p$ minden p -vel létezik és

$$\{F(x)\}_p \equiv f_p(x) \pmod{p}.$$

Mondani sem kell, hogy ennek a feladatnak csak a legtrikább esetben lehet megoldása s még kevésbé várható, hogy a kívánt $F(x)$ hatványsor konvergens. Egyébként pedig nyilvánvaló, hogy a feladatnak egynél több megoldása nem lehetséges. Mármost a (16') éppen azt mondja, hogy (mindegyik $\rho = \pm 1$, $\sigma = \pm 1$ számpár esetében) az $F_{\rho\sigma}(x)$ éppen az itt adott feladat megoldása az $f_{\varepsilon\rho, \sigma}(x)$ polinomsorozatra vonatkozólag.

Ezt csak mellékesen kívántuk megjegyezni, de annál nyomatékosabban hívjuk fel a figyelmet a (16)-nak arra a kettős jelentésére, hogy általa meg van határozva a (13) alatti $\alpha(=2, \dots, p-1)$ számokhoz tartozó polinom mod p , egyúttal pedig (14) és (15) miatt előállt az $1 - x^{\frac{p-1}{2}}$, $1 + x^{\frac{p+1}{2}}$ polinomoknak egy-egy szorzatelőállítására mod p .

Ezek a szorzatelőállítások egész együtthatókat nyernek az által, hogy x helyébe $16x$ -et írunk. E közben a (14), (15) baloldalai Fermat-tétele miatt nem változnak, s így állt elő (16) és (8)–(11) alapján (az együtthatóknak csekély átalakításával) az 1. tétel korrolariuma. Említsük meg azt is, — amivel a bizonyítás közben is találkozni fogunk — hogy (19) és (20) jobboldalai 1-gyé változnak, ha bennük végtelen összegekre (hatványsorokra) térünk át.

Polinomoknak mod p értett általános érvényű olyan szorzat-

nak bizonyult s ugyancsak megkívánta az $F_{\rho\sigma}(x)$ alkalmazását. — Egyébként nyilván $s_{\rho\sigma}^{(k)} \equiv \sigma s_{\rho\sigma}^{(l)} \pmod{p}$, ha $k \equiv l + \frac{p-1}{2} \pmod{p-1}$, továbbá $s_{\rho\sigma}^{(0)} = p_{\rho\sigma}$, és így (24) által minden $s_{\rho\sigma}^{(k)}$ ismeretes mod p . — Itt jegyezzük meg, hogy a 2. tételt főleg az 1. tétel kiegészítése kedvéért vettük fel, tényei részben ismeretesek, részben triviálisak, újnak látszik belőle csupán (24) és a (23)-nak 7. esete.

előállításairól szerző eddig nem tudott, amelyekben az együtt-
hatók explicite adottak, a klasszikus fontosságú

$$\left. \begin{aligned} 1-x^{p-1} &\equiv (1+x)(1+2x)\dots(1+(p-1)x) \\ 1-x^{ab} &\equiv (1-x^b)(1+x^b+x^{2b}+\dots+x^{(a-1)b}) \end{aligned} \right\} \pmod{p}$$

kongruenciákon kívül.

Végül jegyezzük meg az 1. tétellel kapcsolatban azt, —
amit egyébként a bizonyításhoz is fel fogunk használni — hogy
az értelmezés szerint tekintettel EULER kritériumára

$$f_{\rho\sigma}(x) \equiv \left(1 - \rho(x-1)^{\frac{p-1}{2}}, \quad 1 - \sigma x^{\frac{p-1}{2}}\right) \pmod{p}, \quad (25)$$

ahol a jobboldalon a mod p vett legnagyobb közös osztó értendő.
Az 1. tétel lényegében nem egyéb, mint (25) jobboldalának meg-
határozása, ami nem mondható könnyű feladatnak.

Bizonyítás. A (4)–(7)-ből tüstént előállnak a következők:

$$(1-x)F_{++}(x)F_{-+}(x) = 1, \quad (26)$$

$$F_{+-}(x)F_{--}(x) = 1, \quad (27)$$

$$xF_{++}(x)F_{+-}(x) = -2 + 2(1-x)^{-\frac{1}{2}}, \quad (28)$$

$$F_{-+}(x)F_{--}(x) = \frac{1}{2} + \frac{1}{2}(1-x)^{-\frac{1}{2}}. \quad (29)$$

Ha

$$A(x) = \sum_{k \geq 0} a_k x^k, \quad B(x) = \sum_{k \geq 0} b_k x^k$$

racionális együtthatós hatványsorok, akkor az

$$A(x) \equiv B(x) \pmod{p, x^n} \quad (30)$$

kongruencián azt fogjuk érteni, hogy

$$\sum_{k=0}^{n-1} a_k x^k \equiv \sum_{k=0}^{n-1} b_k x^k \pmod{p}.$$

Világos, hogy a (30) alakú kongruenciákat a megszokott közön-
séges szabályok szerint lehet összeadni és szorozni.

Kimutatjuk, hogy

$$\left. \begin{aligned} F_{++}(x) &\equiv \{F_{++}(x)\} + x^{\frac{p-1}{2}} & (31) \\ F_{-+}(x) &\equiv \{F_{-+}(x)\} & (32) \\ F_{+-}(x) &\equiv \{F_{+-}(x)\} - x^{\frac{p-1}{2}} & (33) \\ F_{--}(x) &\equiv \{F_{--}(x)\} & (34) \\ (1-x)^{-\frac{1}{2}} &\equiv (1-x)^{\frac{p-1}{2}} & (35) \end{aligned} \right\} \pmod{p, x^{\frac{p+1}{2}}}$$

ahol az utolsó kongruencia baloldalán természetesen a megfelelő hatványsor értendő.

Ezek közül (32) és (34) helyességéről a (9)-re és (11)-re vetett pillantással meggyőződhetünk. A (31) és (33) az alacsonyabb $(p, x^{\frac{p-1}{2}})$ modulusra nézve (8) és (10) szerint ugyancsak nyilván fennállnak s ezért elég azt megmutatni, hogy utóbbiakban $x^{\frac{p-1}{2}}$ együtthatója $\equiv 1$, ill. $\equiv -1 \pmod{p}$. Ezek az együtthatók a $2^{-2(p-1)} (\equiv 1 \pmod{p})$ tényező mellőzésével:

$$\frac{(2p-1)!}{(p-1)! p!}, \quad \text{illetve} \quad \frac{2(2p-3)!}{(p-2)! p!}.$$

Ezekről az állítás könnyen leolvasható.

Vége (35) is helyes, mert

$$(1-x)^{-\frac{1}{2}} \equiv \sum_{k=0}^{\frac{p-1}{2}} \binom{-\frac{1}{2}}{k} (-x)^k \pmod{p, x^{\frac{p+1}{2}}},$$

s itt a jobboldalon $-\frac{1}{2}$ helyébe $\frac{p-1}{2}$ írható, amiből folyik az állítás.

A (26)–(29)-ből (31)–(35) behelyettesítésével folyik:

$$\left. \begin{aligned} (1-x) \left(\{F_{++}(x)\} + x^{\frac{p-1}{2}} \right) \{F_{-+}(x)\} &\equiv 1 \\ \left(\{F_{+-}(x)\} - x^{\frac{p-1}{2}} \right) \{F_{--}(x)\} &\equiv 1 \\ x \left(\{F_{++}(x)\} + x^{\frac{p-1}{2}} \right) \left(\{F_{+-}(x)\} - x^{\frac{p-1}{2}} \right) &\equiv \\ &\equiv -2 + 2(1-x)^{\frac{p-1}{2}} \\ \{F_{-+}(x)\} \{F_{--}(x)\} &\equiv \frac{1}{2} + \frac{1}{2}(1-x)^{\frac{p-1}{2}} \end{aligned} \right\} \pmod{p, x^{\frac{p+1}{2}}}.$$

Ezek közül a harmadik kongruencia baloldalán szereplő $x^{\frac{p-1}{2}}$, $-x^{\frac{p-1}{2}}$ (hála a legelső x tényezőnek) minden további nélkül törölhetők. Ugyanezeketől a tagoktól az első két kongruencia baloldalai is könnyen megszabadíthatók, mégpedig (9)-re és (11)-re való tekintettel úgy, hogy azokat a tagokat ellenkező előjellel a jobboldalra visszük. Ezután (12) miatt mind a négy kongruenciában csak legfeljebb $\frac{p-1}{2}$ -edfokú tagok maradnak, vagyis ezek a kongruenciák mod p is helyesek. Az elsőt és harmadikat mindjárt osztva $1-x$ -szel, illetve x -szel, előáll:

$$\left. \begin{aligned} \{F_{++}(x)\} \{F_{-+}(x)\} &\equiv \frac{1-x^{\frac{p-1}{2}}}{1-x} & (36) \end{aligned} \right\}$$

$$\left. \begin{aligned} \{F_{+-}(x)\} \{F_{--}(x)\} &\equiv 1+x^{\frac{p-1}{2}} & (37) \end{aligned} \right\} \pmod{p}.$$

$$\left. \begin{aligned} \{F_{++}(x)\} \{F_{+-}(x)\} &\equiv \frac{-2+2(1-x)^{\frac{p-1}{2}}}{x} & (38) \end{aligned} \right\}$$

$$\left. \begin{aligned} \{F_{-+}(x)\} \{F_{--}(x)\} &\equiv \frac{1}{2} + \frac{1}{2}(1-x)^{\frac{p-1}{2}} & (39) \end{aligned} \right\}$$

Ezekből kimutatjuk a következőket:

$$\left. \begin{aligned} \{F_{++}(x)\} &\equiv \left(1-x^{\frac{p-1}{2}}, 1-(1-x)^{\frac{p-1}{2}}\right) & (40) \end{aligned} \right\}$$

$$\left. \begin{aligned} \{F_{-+}(x)\} &\equiv \left(1-x^{\frac{p-1}{2}}, 1+(1-x)^{\frac{p-1}{2}}\right) & (41) \end{aligned} \right\} \pmod{p}.$$

$$\left. \begin{aligned} \{F_{+-}(x)\} &\equiv \left(1+x^{\frac{p-1}{2}}, 1-(1-x)^{\frac{p-1}{2}}\right) & (42) \end{aligned} \right\}$$

$$\left. \begin{aligned} \{F_{--}(x)\} &\equiv \left(1+x^{\frac{p-1}{2}}, 1+(1-x)^{\frac{p-1}{2}}\right) & (43) \end{aligned} \right\}$$

Ugyanis (36)–(39)-ből folyik mindenekelőtt, hogy (40)–(43)-ban a baloldal osztója a jobboldalnak mod p . Elég tehát még csak azt kimutatni, hogy (40)–(43) szorzásával mindkét oldalon egyenlőfokú polinomok állnak elő. A baloldalon ez a fokszám $p-2$, t. i. a (12)-beli számok összege. A jobboldali szorzatpolinomot kiszámítandó, először szorozzuk össze csupán (40) és (41) jobboldalát. Minthogy az

$$1 \pm (1-x)^{\frac{p-1}{2}}$$

polinomok összege 2, azért ezek mod p viszonylagos törzsek, és így a szorzatpolinom:

$$(1 - x^{\frac{p-1}{2}}, 1 - (1-x)^{p-1}) \pmod{p}.$$

Hasonlóan (42) és (43) jobboldalának szorzata:

$$(1 + x^{\frac{p-1}{2}}, 1 - (1-x)^{p-1}) \pmod{p}.$$

Minthogy pedig az

$$1 \pm x^{\frac{p-1}{2}}$$

polinomok is viszonylagos törzsek mod p , azért mind a négy jobboldal szorzata:

$$(1 - x^{p-1}, 1 - (1-x)^{p-1}) \pmod{p}. \quad (44)$$

Azonban

$$(1-x) - (1-x)^p \equiv -(x-x^p) \pmod{p},$$

azaz

$$1 - (1-x)^{p-1} \equiv -x \frac{1-x^{p-1}}{1-x} \pmod{p},$$

s ezért (44) nem egyéb mint

$$\frac{1-x^{p-1}}{1-x} \pmod{p}.$$

Ez tényleg $p-2$ -edfokú polinom, amivel (40)–(43)-at bebizonyítottuk.

Tekintettel (17)-re:

$$(1-x)^{\frac{p-1}{2}} = \varepsilon(x-1)^{\frac{p-1}{2}}.$$

Ezt (40)–(43)-ba behelyettesítjük s egyben a négy kongruenciát a következő módon egyesítjük:

$$\{F_{\rho\sigma}(x)\} \equiv (1 - \varepsilon\rho(x-1)^{\frac{p-1}{2}}, 1 - \sigma x^{\frac{p-1}{2}}) \pmod{p}.$$

Itt ρ helyébe $\varepsilon\rho$ -t írva, a (25)-tel való összehasonlítás kiadja az 1. tétel (16) kongruenciáját.

Ebből $p_{\rho\sigma} = n_{\varepsilon\rho, \sigma}$ és így (12) miatt helyes a (18). Ezzel az 1. tételt bebizonyítottuk.

A 2. tételből (21) és (22) annak egyszerű folyománya, hogy (13) egyértelmű akár az

$$\left(\frac{a^{-1}-1}{p}\right) = \varepsilon\rho\sigma, \quad \left(\frac{a^{-1}}{p}\right) = \sigma$$

akár a

$$\left(\frac{-a}{p}\right) = \varepsilon\sigma, \quad \left(\frac{-a+1}{p}\right) = \varepsilon\rho$$

egyenletpárral.

A (23) táblázatra vonatkozóan egyrészt kevés számítással látjuk, hogy a benne megadott számok tényleg a megfelelő $H_{\rho\sigma}$ halmazokhoz tartoznak. Másrészt $H_{\rho\sigma}$ elemeinek száma $p_{\rho\sigma}$, ami (18) szerint ismeretes, s ezért egyszerű összeszámlálással (v. ö. a ⁴ jegyzettel) meggyőződünk arról, hogy a táblázat kimeríti $H_{\rho\sigma}$ összes elemét, amivel annak helyességét bebizonyítottuk.

Végül (24)-et bebizonyítandó, az értelmezés szerint fennáll

$$s_{\rho\sigma}^{(k)} = \sum_{x=2}^{p-1} x^k \frac{1 + \rho\left(\frac{x-1}{p}\right)}{2} \frac{1 + \sigma\left(\frac{x}{p}\right)}{2}.$$

Ebből

$$4s_{\rho\sigma}^{(k)} = \sum_{x=1}^{p-1} x^k \left(1 + \rho\left(\frac{x-1}{p}\right)\right) \left(1 + \sigma\left(\frac{x}{p}\right)\right) - (1 + \sigma),$$

ahol ugyanis az összegezést $x = 1$ -re is kiterjesztettük, de az így fellépett új tagot ismét kivontuk. Ezután ismételten ki fogjuk használni a

$$\sum_{x=1}^{p-1} x^i \equiv \begin{cases} 0 \\ -1 \end{cases} \pmod{p} \quad \begin{matrix} (p-1 \nmid i) \\ (p-1 \mid i) \end{matrix}$$

ismert tényt. Az előbbiből $1 \leq k \leq \frac{p-3}{2}$ miatt

$$4s_{\rho\sigma}^{(k)} \equiv \sum_{x=1}^{p-1} x^k \left(\rho\left(\frac{x-1}{p}\right) + \sigma\left(\frac{x}{p}\right) + \rho\sigma\left(\frac{x-1}{p}\right)\left(\frac{x}{p}\right) \right) - (1 + \sigma) \pmod{p}.$$

Minthogy

$$\left(\frac{x}{p}\right) \equiv x^{\frac{p-1}{2}}, \quad \left(\frac{x-1}{p}\right) \equiv \varepsilon \sum_{l=0}^{\frac{p-1}{2}} \binom{\frac{p-1}{2}}{l} (-x)^l \pmod{p},$$

azért

$$4s_{\rho\sigma}^{(k)} \equiv \varepsilon \rho \sigma \sum_{l=0}^{\frac{p-1}{2}} (-1)^l \binom{\frac{p-1}{2}}{l} \sum_{x=1}^{p-1} x^{k+l+\frac{p-1}{2}} - (1+\sigma) \pmod{p}.$$

A belső összeg csupán az $l = \frac{p-1}{2} - k$ esetben $\equiv -1 \pmod{p}$, különben $\equiv 0 \pmod{p}$, tehát

$$4s_{\rho\sigma}^{(k)} \equiv -\rho\sigma (-1)^k \binom{\frac{p-1}{2}}{k} - (1+\sigma) \pmod{p}.$$

Itt a binomiális együtthatóban p törölhető, s ezután könnyen előáll (24). Ezzel a 2. tételt bebizonyítottuk.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1943. december hó 20-án tartott ülésén bemutatta SZŐKEFALVI NAGY GYULA l. t.)

EINE ANWENDUNG DER HYPERGEOMETRISCHEN
REIHEN AUF EINE FAKTORENZERLEGUNG
DES FERMATSCHEN POLYNOMS $1-x^{p-1}$
IM ZUSAMMENHANG MIT DER THEORIE
DER QUADRATISCHEN RESTE.

Von LADISLAUS RÉDEI in Szeged.

Es bezeichne $p (> 0)$ eine ungerade Primzahl, $H_{\rho\sigma}$ ($\rho = \pm 1$, $\sigma = \pm 1$) die Menge der Zahlen $a (= 2, \dots, p-1)$ mit

$$\left(\frac{a-1}{\rho}\right) = \rho, \quad \left(\frac{a}{p}\right) = \sigma,$$

deren Anzahl $p_{\rho\sigma}$ nach LAGRANGE durch (18) angegeben ist ($[z]$ bedeutet die ganze Zahl mit $z-1 < [z] \leq z$), weiter bezeichne $f_{\rho\sigma}(x)$ das mod p bestimmte Polynom vom Grade $p_{\rho\sigma}$ mit dem konstanten Gliede 1, das die Elemente von $H_{\rho\sigma}$ zu Nullstellen mod p hat (von den Indizes ρ, σ genügt nur das Vorzeichen anzugeben).

In der vorliegenden Arbeit werden diese Polynome $f_{\rho\sigma}(x)$ explizit angegeben (s. unten). Hieraus folgen also die effektiven Faktorenerlegungen

$$\left. \begin{aligned} 1 - x^{\frac{p-1}{2}} &\equiv (1-x)f_{++}(x)f_{-+}(x) \\ 1 + x^{\frac{p-1}{2}} &\equiv f_{+-}(x)f_{--}(x) \end{aligned} \right\} \pmod{p}, \quad (14)$$

$$(15)$$

da diese Kongruenzen wegen der Definition gelten müssen.

Die Bestimmung von $f_{\rho\sigma}(x)$ geschieht (nicht elementar) mit Hilfe der hypergeometrischen Reihen $F_{\rho\sigma}(x)$ in (4)–(7) — explizit angegeben in (8)–(11), wobei für $k \geq 1$ zu summieren

ist — Dank dem Umstand, dass diese den Gleichungen (26)–(29) genügen, und dass sie mod p «lückenhaft» sind (ein Teil der Koeffizienten ist durch p teilbar). Und zwar ist $f_{\varrho\sigma}(x)$ die Summe der ersten $p_{\varrho\sigma}+1$ Glieder von $F_{\varepsilon_{\varrho,\sigma}}(x)$ ($\varepsilon = \left(\frac{-1}{p}\right)$).

(14) und (15) gewinnen ihren einfachsten Ausdruck, wenn in ihnen $16x$ für x eingesetzt wird (das ändert die linken Seiten nicht und schafft rechts ganzzahlige Koeffizienten), angegeben mit (19) und (20). Und zwar sind die Faktoren hier (den Faktor $1-16x$ ausser acht gelassen) der Reihe nach: $f_{\varepsilon_{\varrho,\sigma}}(16x)$, ($\varrho, \sigma = 1, 1; -1, 1; 1, -1; -1, -1$).

Auch soll darauf hingewiesen werden, dass mit $f_{\varrho\sigma}(x)$ eben der grösste gemeinschaftliche Teiler

$$\left(1 - \varrho(x-1)^{\frac{p-1}{2}}, 1 - \sigma x^{\frac{p-1}{2}}\right) \pmod{p}$$

bestimmt wurde, dessen direkte Bestimmung keine leichte Aufgabe zu sein scheint.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 20. Dezember 1943.)

A GÖMBFELÜLETET EGYENLŐ FELSZÍNŰ KONVEX RÉSZEKRE OSZTÓ LEGRÖVIDEBB GÖRBEHÁLÓZAT.

FEJES LÁSZLÓ-tól.

Bebizonyítjuk az alábbi tételeket:

Az egységsugarú gömbfelületet n egyenlő felszínű konvex részre osztó bármely görbehálózat ívhossza

$$L_n \geq 6(n-2) \arccos \left(\frac{2\sqrt{3}}{3} \cos \frac{n}{n-2} \frac{\pi}{6} \right).$$

Egyenlőség csak akkor áll fenn, ha a hálózat a gömbbel koncentrikus szabályos tetraéder, hexaéder vagy dodekaéder élének a gömb középpontjából való vetülete.

Egy O középpontú gömbfelület konvex részén itt olyan gömbi tartományt értünk, amelynek P pontjaira vonatkozólag az OP szakaszok halmaza konvex térbeli tartományt alkot.

Valamely egyenlő területű lapokkal bíró T felszínű konvex n -lap élének összege

$$L_n^* \geq \sqrt{6T(n-2) \operatorname{tg} \frac{n}{n-2} \frac{\pi}{6}}.$$

Az egyenlőség jele csak szabályos tetraéder, hexaéder vagy dodekaéder esetén áll.

E két tétel közül bármelyikből adódik n -nek nagy értékére a következő korollárium:

Egy T területű konvex síkbeli tartományt n egyenlő területű konvex részre osztó legrövidebb görbehálózat ívhossza

$$\bar{L}_n \sim \sqrt{2\sqrt{3}nT}.$$

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1943. nov. 22-én tartott ülésén bemutatta Szőkefalvi Nagy Gyula l. t.)

ÜBER DAS KÜRZESTE KURVENNETZ, DAS EINE
KUGELOBERFLÄCHE IN FLÄCHENGLEICHE
KONVEXE TEILE ZERLEGT.

Von LÁSZLÓ FEJES.

Wir beweisen hier folgenden

Satz. Die Gesamtbogenlänge eines Kurvennetzes, das die Oberfläche einer Einheitskugel in $n \geq 4$ flächengleiche konvexe Teile zerlegt, ist

$$L_n \geq 6(n-2) \arccos \left(\frac{2\sqrt{3}}{3} \cos \frac{n}{n-2} \frac{\pi}{6} \right).$$

Das Gleichheitszeichen gilt nur dann, falls das Kurvennetz die Zentralprojektion eines mit der Kugel konzentrischen regulären Dreikantspolyeders ist.¹

Dabei nennen wir ein sphärisches Gebiet, deren Punkte mit P bezeichnet werden sollen, konvex, wenn die Hülle der Strecken OP ein konvexes räumliches Gebiet ist, wobei O den Kugelmittelpunkt bezeichnet.

Für grosse Werte von n ergibt sich aus unserem Satz als

¹ Analoge Ergebnisse befinden sich in meinen Aufsätzen: Über eine Abschätzung des kürzesten Abstandes zweier Punkte eines auf einer Kugel­fläche liegenden Punktsystems. Jahresbericht der D. M. V. 53. (1943) 66—68. Egy gömbfelület befedése egybevágó gömbsüvegekkel. Mat. és Fiz. Lapok 50. (1943) 40—46. Über einige Extremaleigenschaften der regulären Polyeder und des gleichseitigen Dreiecksgitters. Annali di Pisa. Im Druck befindlich.

Korollarium.² Die Länge des kürzesten Kurvennetzes, das ein konvexes ebenes Gebiet vom Inhalt T in n flächengleiche konvexe Teile zerlegt ist

$$\bar{L}_n \sim \sqrt{2\sqrt{3}nT}.$$

Darin kommt eine naheliegende Extremaleigenschaft der regulären Sechseckpflasterung der Ebene zum Ausdruck.³

Beweis. Die durch das Kurvennetz bestimmten flächengleiche Teilgebiete der Einheitskugel sind wegen der Annahme der Konvexität konvexe sphärische Vielecke. Bezeichnen wir die Eckenzahl dieser Vielecke mit $\nu_1, \nu_2, \dots, \nu_n$ so ist wegen einer wohlbekanntenen Folgerung des EULER'schen Polyedersatzes

$$\sum_{k=1}^n \nu_k \leq 6(n-2). \tag{1}$$

Ferner machen wir von der isoperimetrischen Eigenschaft der regulären sphärischen Vielecke Gebrauch, nach der unter sämtlichen flächengleichen sphärischen ν -Ecken, die auf einer Halbkugel liegen das reguläre ν -Eck den kleinstmöglichen Um-

² Es gilt

$$\frac{n}{n-2} \frac{\pi}{6} \sim \frac{\pi}{6} + \frac{\pi}{3n}, \quad \cos \frac{n}{n-2} \frac{\pi}{6} \sim \cos \frac{\pi}{6} - \frac{\pi}{3n} \sin \frac{\pi}{6} = \frac{\sqrt{3}}{2} - \frac{\pi}{6n},$$

$$x_n = \frac{2\sqrt{3}}{3} \cos \frac{n}{n-2} \frac{\pi}{6} \sim 1 - \frac{\sqrt{3}\pi}{9n}.$$

Setzen wir

$$y_n = \arccos x_n,$$

so ist

$$x_n = \cos y_n \sim 1 - \frac{y_n^2}{2} \sim 1 - \frac{\sqrt{3}\pi}{9n},$$

woraus

$$y_n \sim \sqrt{\frac{2\sqrt{3}\pi}{9n}}$$

folgt. Schliesslich haben wir

$$6(n-2) \arccos \left(\frac{2\sqrt{3}}{3} \cos \frac{n}{n-2} \frac{\pi}{6} \right) \sim 6ny_n \sim \sqrt{2\sqrt{3}n} \cdot 4\pi.$$

³ Neben der Voraussetzung kongruenter Teilgebiete ist dies ein altbekanntes und in Verbindung mit den Bienenzellen häufig erwähntes Ergebnis.

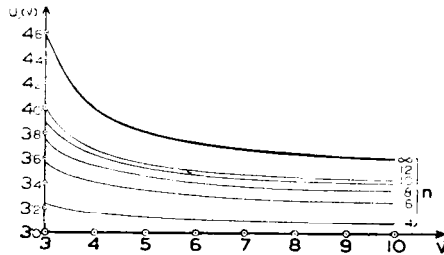
fang besitzt.⁴ Der Umfang eines regulären sphärischen ν -Ecks vom Inhalt t ist, aber

$$l(\nu, t) = 2\nu \arccos \frac{\cos \frac{\pi}{\nu}}{\cos \frac{2\pi - t}{2\nu}}. \quad (2)$$

Somit gilt

$$L_n \geq \frac{1}{2} \sum_{k=1}^n l\left(\nu_k, \frac{4\pi}{n}\right). \quad (3)$$

Es lässt sich zeigen, dass $l(\nu, t)$ bei irgendeinem konstanten Wert $t = \frac{4\pi}{n}$ ($n \geq 4$) eine für $\nu \geq 3$ monoton abnehmende, von



unten konvexe Funktion von ν ist.⁵ Wir können daher die JENSENSCHE Ungleichung⁶ anwenden:

$$\sum_{k=1}^n l\left(\nu_k, \frac{4\pi}{n}\right) \geq n l\left(\frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \nu_k, \frac{4\pi}{n}\right), \quad (4)$$

⁴ S. z. B. BERZOLARI—VIVANTI—GIGLI: Enciclopedia delle Matematiche elementari II. 2. (Milano 1938) S. 68.

⁵ Begnügen wir uns hier um langwierige Rechnungen zu vermeiden mit beigelegter graphischer Darstellung von

$$u_n(\nu) = \sqrt{\frac{n}{4\pi}} l\left(\nu, \frac{4\pi}{n}\right)$$

im Intervall $3 \leq \nu \leq 10$ für einige Werte von n , sowie für $n \rightarrow \infty$.

⁶ JENSEN, J. L. W. V.: Sur les fonctions convexes et les inégalités entre les valeurs moyennes. Acta Math. 30. (1906) 175—193.

woraus sich wegen (1), (3) und der Monotonität von $l(\nu, t)$ in Bezug auf ν

$$L_n > \frac{n}{2} l\left(\frac{6n-12}{n}, \frac{4\pi}{n}\right)$$

ergibt. Dies ist aber mit Rücksicht auf (2) die zu beweisende Ungleichung.

Das Gleichheitszeichen kann nur dann erreicht werden, falls sowohl in (1) als auch in (3) und (4) das Gleichheitszeichen gilt. Dies trifft aber nur zu wenn 1. in jedem Eckpunkt des Kurvennetzes 3 Kanten zusammenstossen, 2. jedes Teilgebiet ein reguläres sphärisches Vieleck ist und 3. diese Vielecke eine gemeinsame Eckenzahl besitzen. Diese Bedingungen sind aber gleichzeitig nur für die Projektion eines regulären Dreikantspolyeders erfüllt, womit unser Satz bewiesen ist.

Bemerkung 1. Die Konvexität der Teilgebiete spielt in diesem Beweis eine wesentliche Rolle. Der allgemeine Fall lässt sich schon beim ebenen Problem nicht unmittelbar auf den hier betrachteten zurückführen, da die Bogenlänge eines allgemeinen Kurvennetzes sich durch die Ersetzung eines krummlinigen Bogens, die zwei anstossende Gebiete trennt, durch eine gradlinige Strecke im allgemeinen nicht verkürzern lässt. Der kürzeste Kurvenbogen, der ein einfach zusammenhängendes ebenes Gebiet (etwa ein gleichseitiges Dreieck) in zwei flächengleiche Teile zerlegt, ist nämlich im allgemeinen keine Strecke, sondern ein Kreisbogen.

Trotzdem scheint es wahrscheinlich zu sein, dass unser Satz seine Gültigkeit auch für beliebige Kurvennetze behält. Im allgemeinen Fall ist jedoch das Problem nicht einmal für $n=3$ geklärt.⁷

⁷ Bezüglich des Falles $n=2$ ist das Problem mit folgendem keineswegs trivialen Satz erledigt: Unter allen einfach geschlossenen Kurven, welche die Kugeloberfläche hälften, hat der grösste Kreis den kleinsten Umfang. BEHNSTEIN, F.: Über die isoperimetrische Eigenschaft des Kreises auf der Kugeloberfläche und in der Ebene. Math. Annalen 60. (1905) 126.

Bemerkung 2. Aus der Konvexität von

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \sqrt{\frac{n}{4\pi}} l\left(\nu, \frac{4\pi}{n}\right) = 2\sqrt{\nu \operatorname{tg} \frac{\pi}{\nu}}$$

folgt ganz analog zum vorigen Beweis, dass die Kantenlänge L_n^* eines konvexen n -Flachs mit inhaltsgleichen Flächen vom Inhalt $\frac{T}{n}$

$$L_n^* \geq \sqrt{6T(n-2) \operatorname{tg} \frac{n}{n-2} \frac{\pi}{6}}$$

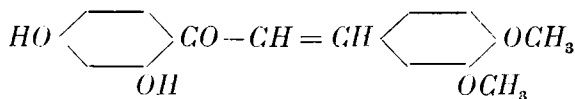
ausfällt. Das Gleichheitszeichen gilt dabei nur für ein reguläres Dreikantpolyeder.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 22. November 1943.)

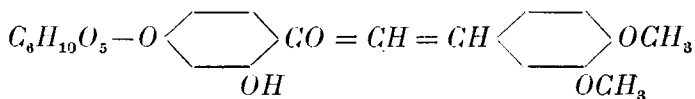
A GLUKODIMETHYLBUTEIN SZINTÉZISE.

MAUTHNER NÁNDOR lev. tagtól.

Rövid ideje, hogy közzétettem² a glukobutein szintézisét és ezen vizsgálatom folytatásaképpen most a glukodimethylbutein szintézisét létesíttem. A növényvilágból számos chalkonvegyület, ennek flavon- vagy flavononalakját különítették el, amelyek methylgyököket tartalmaznak. Így az Eriodictyon californicumból elkülönítették a homoeriodictyolt, amely vegyület egy dimethyloxi-flavanonszármazék. E vegyületnek megfelelőleg resacetophenonból és veratrumaldehydből tömény nátronlúg hatására a dimethylbuteint állítottam elő:



E chalkont az ezüstoxid-chinolines eljárás szerint kondenzáltam acetobromglukozzal a tetraacetylglukodimethylbuteinné. Az acetylszármazék elszapannosításakor híg baritvízzel a glukodimethylbutein képződött:



A glukose maradékának kapcsolási helye valószínűleg az oxogyökhöz paraállásban levő hidroxilgyöknél van, analogia alapján³ az acetobromglukosenak resacetophenonnal való kondenzációja alapján.

¹ A Pázmány Péter Tud. Egyetem általános kémiai intézetében készült dolgozat.

² Journ. für prakt. Chemie 161, 280 (1943).

³ Journ. für prakt. Chemie 161, 284 (1942).

KÍSÉRLETI RÉSZ.

4', 6'-Dioxi 4—5 dimethoxi-chalkon.

5 g veratrumaldehidet és 5·5 g resacetophenont 10 cm³ alkoholban oldunk és az oldatot 0 C°-ra hűtjük le. Ezen keverékhez 50 g kaliumhidroxidnek 35 cm³ vízben való 0 C°-kú oldatát hozzácsepegtetjük erős hűtés közben. Az egész műveletet nitrogénáramban végezzük az előbb ismertetett készülékben¹ és 5 napig nitrogéntűnyomás alatt közönséges hőmérsékleten állni hagyjuk. Ezután a reakcióelegyet jéggel való hűtés közben 100 cm³ sósav és 100 cm³ víz elegyével megsavanyítjuk, majd egy napig állni hagyjuk. A sárga vegyületet leszűrjük vízzel jól kimossuk és agyagtányéron szárítjuk. A további tisztítás céljából a terméket körülbelül 200 cm³ benzolban oldjuk, az oldatot töményítjük és állni hagyjuk. Az oldat lehűlésekor a termék kiváltott. Termelés 5·7 g. Olv. p. 127—128 C°. A terméket még egyszer benzolból kristályosítjuk át. Egy benzolban nehezen oldható termék maradt vissza, melyet xylolból kristályosítottam át (0·4 g). A vegyület sárga, 209—210 C°-on olvadó tűkben vállott ki. E termék további vizsgálatával nem foglalkoztam. A benzolból átkristályosított termék két tisztátalanságot tartalmazott, kismennyiségű nehezen oldható terméket és egész kismennyiségű resacetophenont. A vegyület további tisztítása céljából methyl-alkoholból kristályosítottam át. Legelőször a fenti nehezebben oldható termék vállott ki, azután a chalkon, az anyalúgban maradt vissza a resacetophenon. A chalkon sárga 127—128 C°-on olvadó tűkben kristályosodik.

0·1161 g anyag adott: 0·2911 g CO₂ t és 0·0547 g H₂O-t.

A C₁₇H₁₆O₅ képlet alapján a számított értékek: C=68·00%, H=5·33%.

Kísérletileg talált értékek: C=67·83%, H=5·24%.

A vegyület könnyen oldódik alkoholban. Töménykénsavval a chalkon vörös színreakciót ad. A chalkonnak resacetophenontól való megkülönböztetésére a p. hitrophenylhydrazont találtam

¹ Journ. für prakt. Chemie 161, 280 (1943).

alkalmasnak, mert a resacetophenon egy vörös, nehezen oldható hydrazont létesít, míg a chalkon nem reagál p. nitrophenylhydrazinnal. 0·2 g resacetophenont feloldunk 20 cm³ 50% os ecetsavban és melegen 0·2 g paranitrophenylhydrazin ecetsavas (50%-os) oldatával elegyítjük. Rövidesen a vörös színű hydrazon kivállott, mely 270 C°-ig nem olvad meg, hanem teljesen elszesenedik. Hasonlóképpen a veratrumaldehid is egy p. nitrophenylhydrazont létesít, amely alkohorból átkristályosítva 214—215 C°-on olvad.

Tetraacetylglukodimethylbutein.

2 g chalkont és 3 g acetobromglukoset 10 cm³ vízmentes chinolinnal elegyítünk, 1·7 g ezüstoxidot adunk hozzá és 20 percig vízzel való hűtés közben üvegpálcikával jól összekeverjük. Ezután a reakcióelegyet egy órára az exsiccatorba helyezzük. A terméket 60 cm³ jégcettel elegyítjük jól összekeverjük és két ráncos szűrőn kétszer 750 cm³ vízbe cseppentetjük. Ezután mindkét szűrőt 20 cm³ jégcettel kimossuk. A reakcióelegyet éjjelen át állni hagyjuk és másnap ráncos szűrőn megsűrjük és vízzel jól kimossuk. A terméket szűrőpapíron szárítjuk, alkoholban oldjuk és vízzel kicsapjuk. A vegyületet további tisztítás céljából methylalkoholból kristályosítjuk át, miközben csontszénnel tisztítjuk.

3·858 mg anyag adott : 8·348 mg CO₂ és 1·908 mg H₂O.

A C₆₁H₃₄O₁₄ képlet alapján a számított értékek : C=59·04%, H=5·39%.

Kísérletileg talált értékek : C=58·99%. H=5·44%.

A tetraacetylglukodimethylbutein sárga tűkben kristályosodik, amelyek 122—123 C° on olvadnak.

Glukodimethylbutein.

3 g tetraacetylszármazékot 12 g bariumhidroxidból és 200 cm³ vízből készített oldattal 16 óra hosszat a rázógépen közönséges hőmérsékleten jól osszerázzuk. A fölös bariumot széndioxiddal kicsapjuk, a bariumkarbonátot leszűrjük és vízzel jól kimossuk. Az átszűrt folyadékot vacuumban 40 C°-on kis térfogatra bepároljuk és a visszamaradó oldatot vacuumexsiccatorban tömény-

kénsav felett teljesen beszárítjuk. A visszamaradó terméket porítjuk és ecetsavas aethylesterrel többször kivonjuk. A töményített oldatból a glukosid mihamar kikristályosodik.

Termelés 0·9 g. A vegyület további tisztítása céljából még egyszer ecetsavaethylesterből átkristályosítjuk.

0·1689 g anyag adott: 0·3684 g CO_2 -t és 0·0846 g H_2O -t.

A $C_{22}H_{26}O_{10}$ képlet alapján a számított értékek: $C=59·74\%$, $H=5·62\%$.

Kísérletileg talált értékek: $C=58·99\%$, $H=5·56\%$.

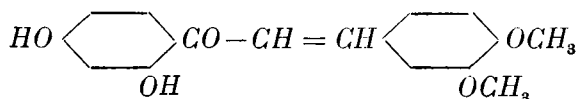
A glukosid sárga tűkben kristályosodik, amelyek 202—203 $^{\circ}C$ -on olvadnak.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1943. nov. 22-én tartott üléséből.)

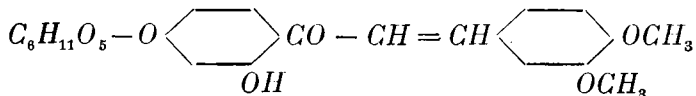
DIE SYNTHESE DES GLUCO-DIMETHYLBUTEINS.

Von F. MAUTHNER korresp. Mitglied.

Vor kurzem teilte ich in diesem Journale¹ die Synthese des Glucobuteins mit und in Fortsetzung dieser Untersuchung berichte ich jetzt über die Synthese des Glucodimethylbuteins. Aus dem Pflanzenreiche hat man viele Chalkone, dessen Flavon oder Flavanonform isoliert, die Methylgruppen enthalten. So wurde aus dem Eriodictyon californicum das Homo-eriodictyol isoliert, welches ein Dimethyloxyflavanonderivat ist. Entsprechend dieser Verbindung habe ich aus Resacetophenon und Veratrumaldehyd durch starke Natronlauge das Dimethylbutein dargestellt:



Diese Verbindung wurde mittelst des Silberoxyd-Chinolin-Verfahrens mit Acetobromglucose kondensiert. Bei der Verseifung mit verdünnter Barytlaug entstand daraus das Glucodimethylbutein:



Die Haftstelle des Glucoserestes ist wahrscheinlich bei der Parastellung zur Oxogruppe befindlichen Hydroxylgruppe wegen der Analogie der Glucosidilierung des Resacetophenons.

¹ Mat. és Term. Értesítő 61, 637 (1943).

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 22. November 1943.)

A GLUKO 3-OXIXANTHON SZINTÉZISE.¹

MAUTHNER NÁNDOR lev. tagtól.

A természetből több xanthonglukosidet különítettek el. A legismertebb előfordulású az euxanthinsav, amely vegyület GRAEBE vizsgálatai szerint a glukuronsavnak 1, 7-dioxixanthonnal létesített vegyülete. A sárga tárnicsból (*Gentiana lutea*) TANRET² elkülönítette a gentiine-t. Ezen glukosid hidrolizisekor gentisine-re bomlik, ez a 1, 3, 7-trioxixanthonnak 3-monomethylaetherje. Ő volt az első, aki ebben a természetes glukosidban a xylose jelenlétét qualitative kimutatta a glukose mellett. A primverose elkülönítése csak későbbben sikerült GORISNAK³ a primula glukosidokból. Szintézis útján NEUBERG⁴ állította elő az euxanthinsavat. ROBERTSON és WATERS⁵ pedig a 1, 7-dioxixanthon glukosidját szintúgy a 4 oximeg a 2 oxixanthonét állították elő. Ezen értekezésemben a 3-oxixanthon glukosidjának a szintézisével foglalkoztam. A 3-oxixanthon eddigi szintézise⁶ egy nehezen hozzáférhető kiindulási anyagból indult ki, ezért mindenekelőtt a 3-oxixanthon egy új szintézisét dolgoztam ki, amelynél egy könnyen hozzáférhető vegyületből az o. chlorbenzooesavból indultam ki. E vegyületet monomethyl-resorcinnel kondenzáltam réznek mint katalizátornak jelenlétében. E reakciónál a methoxiphenylsalicilsav (I) képződött. E savból

¹ A Pázmány Péter Tud. Egyetem általános kémiai intézetében készült dolgozat.

² Bull. soc. chim. 34, 1073 (1905).

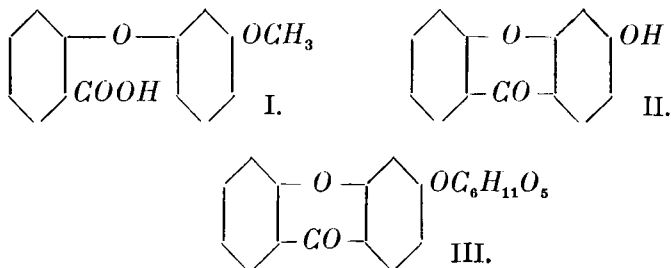
³ Centr. 1913. I. 310; GORIS u. CANAL: Centr. 1936. I. 3351.

⁴ Centr. 1902. II. 844.

⁵ Journ. chem. Soc. (London) 2239 (1929).

⁶ ULLMANN u. KIPPER: Ber. 38, 2120 (1905).

phosphorpentachlorid segélyével a savchloridet állítottam elő, melyből aluminiumchlorid hatására gyűrűzáródás útján a 3-methoxixanthon képződött. Ezen aetherből aluminiumchlorid segélyével elszappanosíats útján a 3-oxixanthon (II) képződött:



A 3-oxixanthonból az ezüstoxid chinolines eljárással aceto-bromglukoseval a tetraacetylgluko 3-oxixanthon nyertem. Ez utóbbi vegyületet hideg bariumhidroxiddal elszappanosítottam, miáltal a gluko 3-oxixanthon (III) képződött. E glukosid igen nehezen oldható így például nem találtam oldószert az optikai meghatározásokhoz.

KISÉRLETI RÉSZ.

3-Methoxidiphenilaether 2 carbonsav.

ULLMANN¹ előírása a resorcinmonomethylaether előállítására rossztermelést szolgáltat, szintúgy a termék változatlan resorcin-nal is szennyezett, mert a megsavanyított oldat kivonásakor aetherrel a változatlan resorcint is kivonjuk. Sokkal jobb eredményt érünk el alábbi eljárással:

50 g resorcint feloldunk 200 cm³ 20%-os natronlúgban és vízzel való hűtés közben 26 cm³ dimethylsulfáttal az oldatot egy félóra hosszat összerázzuk. Ezután 5 g natriumhidroxidet kevés vízben oldva hozzáöntünk és a reakcióelegyet félóra hosszat forraljuk. Az elegy lehűlése után 50 cm³ 10%-os natronlúgot adunk hozzá és az oldatot aetherrel kivonjuk. Ennek lepárlása után 8 g resorcin-

¹ Ann. der Chemie 327, 114 (1902).

dimethylaethert nyerünk. A lúgos oldatot megsavanyítjuk és a kivállott olajat választótölcsérben elkülönítjük. Az oldatot benzollal kivonjuk, ebben a resorcin majdnem oldhatatlan, míg a monomethylresorcin könnyen oldódik. A fenti olajat a benzolos kivonathoz adjuk és natriumsulfáttal szárítjuk. A benzolt ledesztilláljuk és a maradékot fraktionáljuk (243 C°), miáltal 28 g tiszta monomethylresorcint nyerünk.

1·3 g fémes natriumot kevés tömény methylalkoholban oldunk, az oldathoz 6·3 g resorcinmonomethylaethert adunk és a fölös methylalkoholt a vízfürdőn elpárologtatjuk. Ezután 10 g o. chlorbenzolsavas natriumot adunk hozzá, majd 0·1 g rézport (Naturkupfer C) és öt percig olajfürdőben 230 C° ra hevítjük. Az olvadékot vízben oldjuk, natriumcarbonatoldatot adunk hozzá és a változatlan resorcinmonomethylaethert aetherrel kivonjuk. A sav további tisztítása céljából alkoholból kristályosítjuk át. A 3-methoxyphenylaether, 2-carbonsav szintelen tűkben válik ki, amelyek 128—129 C°-on olvadnak. Termelés 9·5 g.

0·1255 anyag adott: 0·3161 g CO_2 -t és 0·0540 g H_2O -t.

A $C_{14}H_{12}O_4$ képlet alapján a számított értékek: $C=68·84\%$, $H=4·84\%$.

Kísérletileg talált értékek: $C=68·89\%$, $H=4·78\%$.

3-Methoxyxanthon.

5 g methoxyphenylsalicilsavat 50 cm³ benzolban oldunk 7 g phosphorpentachloridet adunk hozzá és vízfürdőn a reakció befejeztéig hevítjük. Ezután jeges vízzel a reakcióelegyet lehűtjük és kis adagokban 8 g porított alumíniumchloridet adunk hozzá. Ezután egy félóra hosszat a vízfürdőn visszafolyó hűtőcsővel hevítjük. A reakcióelegyet jégre öntjük és sósavval megsavanyítjuk. A benzolt vízgőzzel ledesztilláljuk a kivállott terméket natrouluggal kifőzzük az elszappanosított cxyxanthon eltávolítására. Az oldhatatlan részt szűrjük vízzel jól kimossuk és alkoholból kristályosítjuk át. Szintelen tűkben válik ki, amelyek 129 C°-on olvadnak.¹

¹ DREHER u. KOSTANECKI: Ber. 26, 77 (1893).

3-Oxyxanthon.

3 g methoxyxyynthont 50 cm³ xylolban oldunk és 10 g porított alumíniumchloriddal visszafolyó hűtőcsővel a vízfürdőn hevítjük. A reakcióelegyből a xylolt ezután vízgőzzel átdestilláljuk. A le-szűrt terméket xylolból kristályosítjuk át. Olv. pont 243 C°¹

Tetraacetylgluko 3-oxyxanthon.

2 g oxixanthont, 4 g acetobromglukoset 10 cm³ chinolinnal leöntünk és 1·4 g ezüstoxidet adunk hozzá. A reakcióelegyet üveg-bottal 20 percig keverjük, miközben időnként hideg vízzel hűtjük. Ezután a terméket egy órát exsiccatorban állni hagyjuk. A reakció-elegyet 60 cm³ jégecettel öntjük le, üvegbotlal jól összekeverjük és két ráncos szűrőn mindegyiket 750 cm³ vízbe szűrjük. Ez-után mindegyik szűrőt 20 cm³ jégecettel jól kimossuk. A reakció-elegyet éjjelen át állni hagyjuk, azután szűrjük és vízzel jól ki-mossuk. A terméket szűrőpapíron szárítjuk és további tisztítás céljából alkoholból kristályosítjuk át. Termelés 3 g. Színtelen tük-ben válik ki, amelyek 189—190 C°-on olvadnak.

0·1664 g anyag adott : 0·3624 g CO₂-t és 0·0736 g H₂O-t.

A C₂₇H₂₆O₁₂ képlet alapján a számított értékek : C=59·59%,
H=4·79%.

Kísérletileg talált értékek : C=59·48%, H=4·91%.

Gluko 3-oxyxanthon.

3 g finomra porított acetylszármazékot 12 g bariumphidroxid vizes (200 cm³) oldatával a rázógépen 20 órát jól összerázzuk. Ezután a terméket leszűrjük és vízzel jól kimossuk, végül pedig szűrőpapíron szárítjuk ki. Az acetylszármazék dacára, hogy majd-nem teljesen oldhatatlan hideg vízben mégis legnagyobbbrészt el-szappanosodik. Az elszappanosítatlan termék nyomaitól a követ-kezőképpen sikerül elkülöníteni: 0·5 g-ot 500 cm³ vízzel főzünk és ezután szűrjük. A meleg, átszűrt folyadékából még melegen egész

¹ KOSTANECKI u. NESSLER: Ber. 24, 3981 (1891).

kevés acetylszármazék válik ki, melyet leszűrünk. A folyadék lehűlésekor a tiszta glukosid kiválik. A leszűrt bariumtartalmú elszappanosítási oldatba 3 óra hosszat széndioxidet vezetünk be és a bariumcarbonátot leszűrjük. A leszűrt folyadékot vacuumban 40 C°-on bepároljuk, miközben a nehezen oldódó glukosid kiválik. A további tisztítás céljából a glukosidet még egyszer meleg vízből krisztályosítjuk át. Termelés 2 g. Színtelen tűkben válik ki, amelyek 225—226 C°-on olvadnak.

0.1689 anyag adott : 0.3684 g CO_2 -t és 0.0846 g H_2O -t.

A $C_{23}H_{26}O_{10}$ képlet alapján a számított értékek : $C=59.74\%$,
 $H=5.62\%$.

Kísérletileg talált értékek : $C=58.99\%$, $H=5.56\%$.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1943. nov. 22-én tartott üléséből.)

DIE SYNTHESE DES GLUCO 3-OXYXANTHONS.

Von F. MAUTHNER korresp. Mitglied.

In der Natur wurden mehrere Xanthonglucoside aufgefunden. Das bekannteste Vorkommen ist die Euxanthinsäure, welche nach den Untersuchungen von GRAEBE das Glucuronsäurederivat des 1, 7-Dicxyxanthons ist. Aus der Enzianwurzel (*Gentiana lutea*) isolierte TAURET¹ das Gentiine. Bei der Hydrolyse zerfällt dieses in Gentisin, der 3 Monomethyläther des 1, 3, 7-Tricxyxanthons, Gentisein genannt. Er war der erste der qualitative in diesem Glucosid die Anwesenheit von Xylose neben Glucose in einem natürlichen Glucosid nachwies. Die Isolierung der Primverose gelang erst später GORIS² aus dem Glucosid der *Primula officinalis*. Synthetisch wurden bisher dargestellt die Euxanthinsäure von NEUBERG.³ ROBERTSON und WATERS⁴ stellten die Glucoside von 1, 7-Dicxyxanthon, von 4-Oxy und 2 Oxyxanthon dar. In der vorliegenden Abhandlung beschäftigte ich mich mit der Synthese des Glucosids des 3-Oxyxanthons. Da die bisherige Synthese⁵ dieser Verbindung einen schwer zugänglichen Körper als Ausgangsmaterial benützt, so habe ich zunächst eine neue Synthese des 3-Oxyxanthons ausgearbeitet, welche aus der leicht zugänglichen o. Chlorbenzolsäure ausgeht. Zu diesem Zwecke wurde o. Chlorbenzolsäure mit Monomethylresorcin bei Gegenwart von Kupfer als Katalysator kondensiert und so die Methoxyphenylsalicyl-

¹ Bull. soc. chim. 34, 1073 (1905).

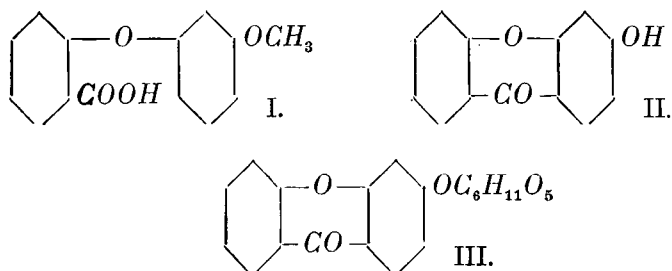
² Centr. I. 310; GORIS u. CANAL: Centr. 1936. I. 3351.

³ Centr. 1902. II. 844.

⁴ Journ. chem. Soc. 2239 (1929).

⁵ ULLMANN u. KIPPER: Ber. 38, 2120 (1905).

säure (I) gewonnen. Aus der letzteren Verbindung wird durch Phosphorpentachlorid das Chlorid gewonnen, welches durch Aluminiumchlorid in 3-Methoxyxanthon übergeführt wird. Dieselbe Verbindung liefert bei der Verseifung durch Aluminiumchlorid das 3-Oxyxanthon (II):



Bei der Kondensation des 3-Oxyxanthons mit Acetobromglucose nach dem Sylberoxyd-Chinolinverfahren wurde das Tetraacetylgluco 3-oxyxanthon gewonnen. Aus der letzteren Verbindung entsteht durch Verseifung mit verdünnter Barytlauge das Gluco 3-oxyxanthon (III). Es zeichnet sich durch seine grosse Unlöslichkeit aus, es konnte kein Lösungsmittel für die optische Untersuchung gefunden werden.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 22. November 1943.)

AZ IDŐFOGALOM KIALAKULÁSÁRÓL ÉS FIZIKAI JELENTÉSÉRŐL.

MIKOLA SÁNDOR r. tagtól.

(Székfoglaló értekezés.)

A fizikának legfontosabb fogalma az idő, de más tudományoknak is alapfogalma. A közönséges élet rendjét is meghatározza; az ember a maga létére, a dolgok keletkezésére és elmúlására vonatkozó fogalmait is vele kapcsolta össze. A filozófusok is tudományuk centrális fogalmává tették és benne végső metafizikai problémáikat rejtették el. A sok heterogén gondolat és cél az időfogalmat a rejtélyességnek és titokzatosságnak ködével vette körül.

A legújabb fizikai elméletekben és ismeretelméletekben újabb felfogások támadtak. A sajtóságtól azonban az volt, hogy amikor az időfogalom egyrésztől úgyszólván minden fizikai jelentését elvesztette, ugyanakkor másrésztől élénk képzetek, színes metaforák, fantasztikusoknak látszó történések is kapcsolódtak hozzá; és pedig nemcsak nagyközönség számára írt népszerű művekben, hanem a nehéz matematikai következtetéseken alapuló tudományos dolgozatokban is. Az időfogalom még rejtélyesebbé vált, mint volt azelőtt. Nincs is még egy fogalma a fizikának, amelyet oly sok értelemben használnának, mint ezt, és amelyről szóló felfogások, nézetek, értelmezések annyira eltérők volnának, mint ezé.

Azok a szempontok, amelyeket a fizikai megismerésre vonatkozó dolgozataimban használtam, alkalmasoknak látszottak arra, hogy az időfogalmat is élesebb vizsgálat alá vegyem. Dolgozatomnak ez a tárgya.

Az időfogalom sem explicite, sem implicite nem definiálható,

vagyis kevés szóval más fogalmakra vissza nem vezethető. Miként minden alapfogalom, ez is az emberi értelem fejlődésének folyamataiban lassankint és apránként alakult ki bizonyos tapasztalati elemekből és csak a fejlődés hosszú útján vált absztrakttá, de ugyanakkor a különböző célok szerint, amelyekre használtatott, színes képzetek és metaforák is tapadtak hozzá, amelyek nem tartoznak lényegéhez, csak használatát teszik kényelmesebbé.

Ha tehát jelentéséről, értelméről felvilágosítást óhajtunk szerezni, akkor genezisést kell felkutatnunk : hogyan keletkezett, mely irreducibilis nyers tények kényszerítették az elmét a ki alakítására, mely ős jelentések tartoznak hozzá, milyen más fogalmakkal van összebonyolódva, milyen képzetek tapadtak felesleges módon hozzá ?

Alig lehet kétség aziránt, hogy az időt nemző tények között a leghatalmasabb, a legáltalánosabb és a legszembetűnőbb a világosságnak és a sötétségnek, a nappalnak és az éjjelnek a váltakozása volt. Ez az emberi és állati szervezeteket is átalakította és mint ébrenlét és alvás az idegrendszerbe is beleoltódott ; az érzékszervekre tett benyomásaiban oly nagy ellentéteket és egyszersmind oly szembetűnő egyenlőségeket mutat, hogy lélektanilag és logikailag is megokolt, ha a gondolkodóképesség és a fogalomalkotás kialakulásának első impulzusait benne keressük.

A nap fogalma volt bizonyára az időfogalom kialakulásának első fázisa és a fejlődő értelem egyik legelső szintézise. A primitív ember arra is reájuthatott, hogy az egymásután következő napok egyenlők. E megismerésében mozdulatainak, járásának, lépéseinek, egyszerű műveleteinek belsőleg átérzett egyenlőségére támaszkodott. Így ismerte meg a természet egyik legelső szabályszerűségét, amely szerint az egymásután következő napok mindig egyenlők maradnak. Ezt a törvényt a mai emberek sem tanulják tanároktól vagy könyvekből, hanem csecsemőkoruktól kezdve saját tapasztalataikból ismerik meg, mint reájuk kényszerített valóságot, mint egy magasabb imperiumnak a megnyilvánulását, amelyen az ember nem változtathat.

A világosság és a sötétség törvényszerű váltakozásainak felismerése rendkívül jótékony hatású a mai gyermekekre és még inkább ilyen hatású lehetett a primitív emberre. Ez az ismeret szabadítja

meg őket a sötétség ijesztő voltától. További következménye az volt, hogy a primitív ember fába rovasoknak bemetszésével vagy köveknek egy halomba rakásával a napok megjelölését, vagyis a napoknak primitív megszámlálását is megkezdte, még mielőtt az egészszám fogalma és rendszere kialakult volna.¹

A nap, az időfogalom e kezdő alakja már az őskorban, a történeti korszak előtt alakult ki. A fogalomnak további kiépítése azonban már az ókorba vezet át, amelyből írásbeli és más tárgyi bizonyítékok is maradtak reánk.

Éppen az időszámítás fejlettsége mutat a magasabb szellemi fokozat felé, amelyet a kínaiak, a hinduk, különösen nagy mértékben pedig az egyiptomiak és a babiloniak értek el, akik a kultúra és a tudomány egyéb területein is úttörő kezdeményezők voltak. Az a körülmény, hogy itt az éjjelek rendszeren derültek és a nappali hőség arra kényszeríti az embereket, hogy munkájukat az esti és éjjeli hűvösebb időkben végezzék, az égi jelenségek megfigyelésére és a csillagászat kifejlesztésére ösztönözte őket; a Nílus és az Eufrátesz völgyének nagy népsűrűsége viszont a talaj termékenységének és a növényzet fejlődésének a tanulmányozására fordította figyelmüket. Mindezek folytán érthető, hogy e népek csillagászai csakhamar az újabb kozmikus periodusoknak és ciklusoknak hosszú sorát fedezték fel. Tudásuk később átjutott a görögökhöz, ahol újabb megismerésekkel gazdagodott és pontosabbá is vált.

Az ókor csillagászai megállapították, hogy a Hold járásának és fényváltozásainak az állócsillagokhoz és a Naphoz viszonyított periodusai, a sziderikus és a szinodikus hónapok az évek hosszú során keresztül állandók maradnak. Felismerték az égboltozat legfeltűnőbb tüneményének, a Nap járásának különféle periodusait és a napok számával kifejezve folytonosan fokozódó pontossággal tudták meghatározni a legnagyobb periodusát, az évet. Rájutottak arra, hogy a növényzet elernyedésének és újjáébredésének ciklikus periodusa, a tél-tavas-nyár-ősz váltakozásainak az ideje egyezik a Nap járásának a periodusával, sőt, hogy ezzel egyezik a Nílus és az Eufrátesz megismétlődő áradásainak a periodusa is. Ugyanezt

¹ TROELS—LUND: *Himmelsbild u. Weltansch.* 1907, 14. o.

a periodust mutatják a nappalok és éjjelek hosszában előálló váltakozások, valamint a napfordulatok és napéjegyenlőségek változásai is. Megszületett a második nagy tapasztalati természettörvény, amely szerint, az évszakok váltakozásaiból álló és a Nap járásától függő év hossza mindig állandó marad.² Ezt a törvényt sem tanulják a mai emberek tanároktól vagy könyvből, hanem gyermekkoruktól kezdve saját tapasztalásaikból ismerik meg.

Meg tudták állapítani, hogy az eddigi időegység, a napi nap, vagyis az égi Nap egyik delelésétől a rákövetkező deleléséig eltelő idő az év folyamán csekély változási periodust mutat, hogy ellenben a csillagnap, vagyis valamely állócsillag egyik delelésétől a rákövetkező deleléséig eltelő idő az év folyamán is, de az évezredek folyamán is minden földi és égi periodushoz képest állandó marad. Az évezredekre terjedő megfigyelési adataikból a legfélelmetesebb égi jelenségeknek a nap- és a holdfogyatkozásoknak ciklikus periodusát, a nagy szaroszt is 18 év és 10 napban meg tudták állapítani.³ Megfigyelő művészetüknek legnagyobb teljesítménye annak a megállapítása volt, hogy az öt, szabad szemmel is látható bolygó összevissza kuszált pályáikon, direkt és retrográd mozgásaikban, stagnálásaikban állandó szinodikus és epiciklikus periodusokat mutatnak.⁴

A felismert sok állandó periodus között a legfontosabbak a csillagnap és az év hossza, amelyek később Kopernikus rendszerében a Föld forgásának és keringésének idejét adták.

Az ókori csillagászok a napoknak hónapokba és évekre való beosztásával, vagyis a naptár készítésével sokat vesződtek. Számításaik más természetűek voltak ugyan, mint azok, amelyeket a mai csillagászok végeznek például akkor, amikor egy újonnan felfedezett üstökös pályáját számítják, de nem voltak kevésbé bonyolódottak. A hónapokba besorolható különböző napok szá-

² A Nap periódusát Egyiptomban Kr. e. 3000-ben már ismerték. HOUSSEAU: *A csillagászat tört. jellemvonásai* 78. o.

³ Fogyatkozásokat jóstak Kinában Kr. e. 2000. év körül, Egyiptomban Kr. e. 1600 körül, Görögországban Kr. e. 600 körül. HOUSSEAU *idézett műve* 260. o.

⁴ A nagy bolygók periódusait Egyiptomban Kr. e. 1300 körül már ismerték. HOUSSEAU *id. műve* 141. o.

mával és különböző szökőév-rendszerekkel próbálkoztak az évszázadok hosszú során keresztül, amíg létrejöhett az a rendszer, amelyet Julius Caesar Kr. e. 47-ben elrendelt és XIII. Gergely pápa 1582-ben megjavított.⁵

A naptárban és az időszámításban szereplő hét nem tarozik a kozmosz által meghatározott időegységekhez. A chaldeusok csillagimádatából úgy keletkezett, hogy mindegyik bolygónak egy napot szenteltek. Ez a szokás azután áterjedt Görögországba, majd a római birodalomba és végül a keresztény népekre is.

Az óra, a perc, a másodperc ugyan aapidővel van definiálva, azonban a 24 és a 60, mint átszámító számok a konvenciónak az alkotásai. Szintén Babilonban keletkeztek, amikor a tudomány- és a kultúrának fejlődésével a napnál rövidebb időközök mérése is szükségessé vált és feltaláltattak a nap-, a homok- és a vízórák.⁶ A szokásnak, a konvenciónak nagy hatalmát az mutatja, hogy aapidőnek a 24-es és a 60-as számok szerinti felosztását még ma is használjuk, noha ma gyakorlati szempontból kényelmesebb volna a 10-es rendszer szerinti felosztás.

Az ókornak időre vonatkozó ismereteihez a középkor semmi újat sem tudott hozzácsatolni. Az újkorban pedig csupán az történt, hogy a homok- és vízórák helyett a súly és a rugók által hajtott és ingák meg rugók által szabályozott órák találtattak fel,⁷ a közéletben pedig nem a napi nap, hanem az év hosszának tekintetbevételével kiigazított középnapi szerint lettek az órák beállítva.⁸

A csillagászok egészen Newtonig bizonyos formulák szerint

⁵ Naptárakat Kínában már Kr. e. 2400 óta készítették. HOUZEAU *id. műve* 166. o.

⁶ Víziórákat Egyiptomban Kr. e. 1700 körül kezdtek használni. A napór, vagyis a gaómon sokkal régebbi lálmá y. HOUZEAU *id. műve* 291. o.

⁷ Súly hajtotta órák a középkorban a IX. századtól kezdve mint toronyórák terjedtek el. Forgó szárnyakkal voltak ellátva, hogy a mozgás a levegővel való súrlódás folytán tűrhetően egyenletessé váljék. HUYGENS találta fel az ingákkal és a rugókkal szabályozott órákat 1658-ban.

⁸ Az egyenletes középidő szerint járó órák csak a XIX. századtól kezdve terjedtek el. HOUZEAU *id. munka* 136. o.

számították a Nap, a Hold és a bolygók éggömbi helyeit, felkelésüket, delelésüket, lenyugvásukat, konjunkcióikat, oppozícióikat, retrograd és direkt mozgásaikat, stagnálásaikat, valamint a nap- és holdfogyatkozásokat. A tényleges megfigyelési adatok alapján azután koronként korrigálták a kozmosz főbb periodusait és e kijavított adatok alapján állították össze a táblázatokat. PTOLEMAIOSZ, KORPENIKUS és KEPLER rendszerei ezeken alapultak.

NEWTON a mozgások és a gravitáció törvényei alapján e táblázatok, valamint a sok formula helyett egyetlen, aránylag igen egyszerű formulát, egy vektoriális differenciálegyenletet alkotott, amelyben az idő differenciálja mint annak a skálának a szimboluma szerepel, amelyet a kozmosz nagy periodusai meghatároznak. Ehhez a fundamentális skálához hasonlították a Földön és az égen végbe menő összes változások és ez az egyszerű formula, valamint az időskála elegendő volt a mozgásra vonatkozó tapasztalati ismeretek megmagyarázásához, határozottá tételéhez és a jövőben bekövetkező helyek és események kiszámításához. Bolygók, holdak, üstökösök, kettős csillagok mozgása, szabad esés, hajítás, ingalengés, rugalmas testek lengései és rezgései, apály-dagály, forgás, forgó testek síkjának elfordulása, precesszió, nutáció, pörgettyű mozgásai: mindezeknél a mozgásoknál az égitestek mozgásai által meghatározott időskála volt az az összehasonlító alap, amellyel minden más fizikai mennyiség változása méretett. Később azután az újonnan felfedezett hangtani, hőtani, mágneses, elektromos, fénytani mennyiségek változásai is ugyanevvel a skálával mérettek. Az ismeretes fizikai mennyiségek a kozmosz által meghatározott idő uralma alá jutottak.

Az időt ma is lényegben véve úgy határozzuk meg, miként az ókorban. Ma is a csillagászok végzik e munkát egységesen meghatározott szabályzat szerint. Minden csillagászati intézetnek több, legjobban megszerkesztett órája van. Minthogy azonban nincs a világon két olyan óra, amelyek huzamosabb időn keresztül azonosan, azaz izochrón járnának, azért adataikat koronként és pedig lehetőleg gyakran ki kell igazítani, ami valamely, e célra kijelölt állócsillag helyének pontos megfigyelésével jár. Ebből az adatból, valamint az állócsillag égi koordinátáinak és az illető intézet földi koordinátáinak adataiból a pontos csillagidő és ebből

a középidő kiszámítható, az órák hibája megállapítható és kiigazítható.

Azonban azokat a táblázatokat, amelyek a főbb állócsillagok égi koordinátáit tartalmazzák, koronkint szintén ki kell igazítani. Igen bonyolódott munka, amely az egész égi mechanika ismeretét követeli. A Föld tengelyének ingadozásai a Föld testében és a térben, az ekliptika csekély elmozdulásai, a precesszió és nutáció évszázados zavarai és variációi, amelyek a Nap, a Hold, a bolygók gravitációs vonzásából származnak, mind befolyással vannak az állócsillagok égi koordinátáira. A pontos idő meghatározásában tehát az egész égi mechanika szerepet játszik ma éppúgy, mint az ókorban. Ma is a csillagászat diktálja nekünk az időt.

Az időfogalom kialakulásának menete röviden összefoglalva tehát a következő. A kozmosz változásainak folyamataiban már az őskor primitív embere meglátta a világosságnak és a sötétségnek folytonos váltakozását mint a természet által adott egyedülálló, változatlan rendsort; ebből kialakult lelkében a napnak, mint az időfogalom első alakjának a fogalma. Az ókornak műveltebb embere később más, ugyancsak hatalmas periodikus változásokat és rendsorokat figyelt meg. Azt tapasztalta, hogy ezek minden nagyobb nehézség nélkül belesorozódnak az először megállapított rendsorba. Úgy találta továbbá, hogy a Földön lefolyó periodikus folyamatok, sőt a testében lefolyó folyamatok, automatikusan végbemenő munkájának mozdulatai is ezt a rendet követik. Mindezekből az időfogalom mint az összes periodusok és az összes rendsorok együttesének a fogalma alakult ki azzal a meggyőződéssel, hogy minden történés elhelyezhető e rendsorban, legyen az periodikus vagy nem periodikus.

Gyakorlati szempontoktól vezetettve azután a tudósok tudatos szintetikus szerkesztéssel más periodusokat, rendsorokat és fogalmakat, hét naptól álló időegységet, órát, percet, másodpercet, időpillanatot, folytonos egyenletes változást, múltat, jövőt, jelent stb. is beleszerkesztettek e rendsorba, noha ezek a kozmosz jelenségeiből közvetlenül nem adódnak. Ezek a tudatos megismerésnek a konstrukciói.⁹

⁹ GEHRCKE: *Physik u. Erkenntnistheorie*, 1921. 74. o.

Az időfogalom kezdettől fogva kapcsolatba jutott az emberi lélek legősibb rétegébe beleágyazott ősjelentésű fogalmi elemekkel, különösen az egész-rész, egyenlő-különböző, állandó-változó fogalompárokkal. A nagy kozmikus periodusok hatalmas mértékben járultak hozzá ahhoz, hogy e három fogalompár minden exikt tudományban végső jelentésű lett. Az idő rendsorának jelentősége, az egyenlő részekben való ismétlődésben, a változás egyenletességében, vagyis állandóságában van. Éppen az a tény, hogy a kozmikus jelenségek nem összevisszaságot, nem kibogozhatatlan kuszáltságot, hanem könnyen áttekinthető ismétlődést, a változásban egyenlőségeket, tehát állandóságot mutatnak, tette az időfogalmat a fizika elsőrendű összehasonlító alapjává, amelyhez minden más változást viszonyítani lehet.

Ugyanez a megismerés fejlesztette ki az emberi lélekben a változatlan természeti törvénynek, a természetben uralkodó legfelsőbb imperiumnak a fogalmát, azt a hitet, hogy a jelenségek meghatározott és emberileg megismerhető szabályosságoknak vannak alávetve. E hit nélkül nem volna természetkutatás. Nem magától, mint logikai belátás, alakult ki e hit, amely ma is minden kutatásnak kiinduló alapját képezi, hanem az ókori csillagászok teremtették azt meg, amikor a kozmosz hatalmas jelenségeiben a periodusokat felfedezték.

A sok irányú kapcsolatokkal kapta meg az időfogalom a maga fizikai jelentését. A tudományban és a közéletben is jelenti a szilárdan álló, eltolhatatlan, változatlan rendsort, amelyen mint alapskálán a természetben előálló minden változás mérhető. Állandóságát nem logikai apriori fogalmak, hanem a tapasztalatok igazolják, mert a kozmoszban végbemenő nagy periodusok a legrégebb időktől kezdve a mai napig, tehát az egész történetileg megfogható időn, mintegy 7000 esztendőn át harmonikusan és ellenmondások nélkül illeszkedtek beléje.

Az ókor népének köszönhetjük tehát az időre vonatkozó ismereteinket majdnem egész teljességükben éppúgy, miként a térre vonatkozókat is, amelyek EUKLIDÉSZ munkája révén összefoglalva jutottak át az újkorba. Mindkét alapfogalom irreducibilis nyers tényeken nyugszik, a térfogalomé emberi műveleteken, az időfogalomé az égi mozgásoknak szemmel való megfigyelésén.

A tér először csak a földi jelenségekkel kapcsolatban használtatott és csak később terjedt ki az égi jelenségekre; az időnek a forrása az égi jelenségekben van, onnét jött le a földre, de nem GALILEI lejtőjén, miként BERGSON írja, hanem az ókor tudósainak gnomon-jain, asztrolábiumain és dioptráin keresztül.

A fizika történetének és ismeretelméletének modern kutatói csak a mai szűkebbkörű fizikát veszik tekintetbe, amely főleg a hőtanból, az elektromágnesség tanából és az optikából áll; megelégednek arról, hogy a kozmosznak legnagyobb, leghatalmasabb és legszembetűnőbb jelenségei voltak azok, amelyek az ember érdeklődését először vonták magukra és a tudományos fogalomalkotást megindították. Egyszemű nézésükkel az irreducibilis nyers tényekről is megelégednek, amelyek ma is a fizika alapfogalmai mögött állanak és amelyekből a mai embereknek a fogalmai is kiindulnak. Nagy igazságtalanságot követtek el az ókor kutatóival szemben, amikor a fizikai tudás fejlesztésében semmi vagy csak csekély érdemet tulajdonítanak nekik, holott nyilvánvaló, hogy a térre és az időre vonatkozó ismeretek felfedezésével ők vetették meg a modern fizika alapját. Sőt azt is szemükre vetik, hogy a kísérletekkel és a megfigyelésekkel nem törődtek, hanem csak okoskodtak, holott nyilvánvaló, hogy tökéletes ismeretszerző módszerrel dolgoztak. Évezredek át figyelték meg a földi és az égi jelenségeket, a megfigyelések és kísérletek eredményeit összegyűjtötték, egybevetették, az esetlegességektől megtisztították, belőlük absztrakt fogalmakat és törvényszerű összefüggéseket alkottak.

A kívülről jövő meghatározottság semmit sem változtat az időnek fogalmi jellegén. Az idő nem valami külön létező, nem közvetlenül tapasztalható realitás, hanem lelki f. jlemény, amely a tapasztalható dolgok érzéleti elemeivel, valamint más lelki fejleményekkel, azaz más fogalmakkal szoros kapcsolatban van. Noha a legáltalánosabb fogalmak közé tartozik, mégis konkrét elemekkel bőven rendelkezik. Olyanféle határfogalom, amilyen az egyenes vonal, amely szintén nem empirikus realitás, hanem absztrakt fogalom, vagyis lelki fejlemény, noha a hozzája fűződő lelki képek élénkebbek, mint az idő rendsoráé.¹⁰

¹⁰ WUNDT: *Logik*, 1880, 433. o.

Az emberi lélek az absztrakt fogalmakkal soha sincs megelégedve, szereti azokat megrealizálva belenézni a külvilágba. E lelki jelenségnek valószínűleg az az oka, hogy lelki tartalmunk legnagyobb része az érzékelhető tárgyak emlékképeiből áll, tehát az analógia alapján a lélekben kialakult absztrakt fogalmakhoz is, a velük végzett műveletekből hasonló jegyek ragadnak. Ez történik a fizika minden fogalmával, az időfogalom sem kivétel. A képzelet ezt is a valóságos létezők tulajdonságaival ruházta fel. «Az idő merev folyás, amely a térben zajtalanul végbemegy.» «Az idő örökké folyó áram.» «Az idő előre halad.» «Az idő átsuhan agyunkon.» «A tudat-áram ős forrása az idő.» «A tér az időáramban úszik.» «Az idő a világtér folytonos megújulása. A térpont teljes partvonala az időnek.» «A jelen a folytonos megsemmisülés örvényében tűnik el, viszont a jövő egy végtelen semmi, amiből a jelen folyton keletkezik.» Ilyesféle meghatározásokat nemcsak népszerű művekben és nem is regényekben, hanem komoly tudományos művekben is olvashatunk. Nyilvánvaló, hogy e színes képeknek nincs fizikai és reális jelentésük. Ezek nem mások, mint költői képek; nem az értelemnek, hanem a képzeletnek az alkotásai. Nem felvilágosítani, hanem elbájosítani akarnak. Jelentőségük annyi, amennyi a költői képeknek szokott lenni.

A múlásra, valamint a multon és jelenen át a jövő felé való egyirányú haladásra vonatkozó képek kitörölhetetlenül beleevődtek a tudat időfogalmába és folytonos magyarázatásoknak a tárgyai.¹¹

Az időfogalomnak egyetlen tárgyi alapja az égi mozgások által meghatározott rendszer, amelynek egyes tagjai állandóan és változatlanul következnek egymás után és mi azokat számláljuk. E rendszorozat állandósága az időfogalomnak a leglényegesebb fogalmi eleme. Egy jeladás elmúlhatik, de nem múlik el az idő, mert a jeladások megismétlődnek folytonosan egymásután; az egyik percet követi a másik perc, az egyik órát a másik óra, az egyik napot a másik nap és így tovább szakadatlanul. Ez éppen az idő. Az egyirányúság csak a számlálásban nyilatkozik meg. Ez

¹¹ BAVINK: *Die Hauptfragen d. h. Naturphil.* 1928, I. 27. EDDINGTON: *New Pathways in Science*, 1935. 53-tól.

azonban tőlünk függ. Számlálhatnánk valamely nagy számtól kezdődőleg visszafelé is anélkül, hogy az idő jellegén a legkisebb változtatást tennénk.

Hasonlóképen állunk a jelen, a múlt és a jövő megkülönböztetésével. A jelen egy örökösen eltolható határvonal volna a már nem létező múlt és a még nem létező jövő között. Azonban a jelen jelenthet akár egy trilliomod másodpercet (a fizikusoknál egy elektron és egy atom ütközése). De jelenthet másodpercet, percet, órát, napot, évet, évszázadot, sőt akár 10,000 esztendőt is (a jelenkor a geológusoknál). A három fogalomnak nincs reális jelentése, azonkívül teljesen határozatlanok. Aki e szavakat hallja, csak a beszéd körülményeiből és más szavaiból tudja megállapítani, hogy az adott esetben mi a jelen, mi a múlt és mi a jövő. Az időben nincs jelen, múlt, jövő, csak a kozmikus jeladások változatlan állandósága és folytonossága van. A jelen, múlt, jövő nem lényeges megkülönböztetések.¹² Nem fizikai, hanem grammatikai fogalmak. A fizikus jelenje az idő rendsorának bármely helyére tehető.

Sokan, pl. Reichenbach¹³ az idő egyirányú előhaladására vonatkozó képzeteket az oksági viszony egyirányúságával akarják megmagyarázni, az időt magát pedig az okorok rendtípusára vezetik vissza. Azonban az oksági törvénynek a fizikára való általános érvényessége a legvitatottabb kérdések közé tartozik és éppen az idővel kapcsolatban van a legnagyobb bizonytalanság. Az okozat néha az ok után következik, néha vele egyidőben keletkezik, néha pedig meghatározatlan idők múlva követi; az ok megszűntével néha az okozat is megszűnik, néha pedig továbbra megmarad.

Az idő múlására és egyirányú haladására vonatkozó képzetek úgy keletkeztek, hogy a természetben lévő egyirányú, aperiodikus folyamatok tulajdonságait gondolatban átvittük az absztrakt időre és ezek a közbeszédben, sőt magában a tudományban is elterjedtek. Nem az idő múlik és halad előre bizonyos irányban, hanem a dolgok fejlődnek meghatározott irányban. Különösen az emberi, állati és növényi élet az, amely egyirányban változik, de a

¹² NATORP: *Die log. Grundl. d. exakt. Wissensch.* 1910, 342. o.

¹³ REICHENBACH: *Axiom. d. rel. Raum-Zeit-Lehre.* 1931.

szervetlen világban is vannak ilyen egyirányú aperiodikus folyamatok. Nem az idő, vagyis nem a kozmosz nagy periodusai öregítik az embert, állatot és rővényt, nem ezek növesztenek a kis magból terebélyes fát és porlasztják szét a sziklát, hanem természeti erők, amelyeknek semmi közük a kozmosz nagy periodusaihoz.

Az alakulás, az egyirányban történő fejlődés a tapasztalatnak lényeges része, de nem az időé. A fejlődés egészen más, mint az idő. A kettőnek összezavarása onnét van, mert sokan megállapodnak a tudatidőnél, amely előrehaladást mutat és nem keresik azokat a tárgyi tényeket, amelyek az időfogalom mögött vannak és így megelégszenek annak megállapításával, hogy tudatunkban világosan van meg az idő egyirányban való haladásának a képzelete és nem kutatják, hogyan került bele.

Az egyirányban lefolyó aperiodikus folyamatokról magasabb szempontból tekintve egészen más megállapodásokat is tehetünk. Az emberek, állatok és növények fejlődésében mindig kivétel nélkül katasztrofális szakadás áll be, azonban az elhaltak helyébe mindig új emberek, új állatok, új növények keletkeznek, hogy azután megfussák az egyirányú fejlődés útját és abban megint katasztrofális szakadás álljon be. Ez az egyirányú fejlődési folyamat tehát csak látszólagosan periodus nélküli; ha a katasztrofális szakadást is hozzá vesszük, kész periodust kapunk. Ugyanilyen folyamatok a szervetlen világban az atombomlás katasztrofális tünetényei, az energiának szétszóródásai. Lehetséges, hogy a tudomány ezekből az egyirányúnak látszó folyamatokból, amelyek katasztrofális szakadásokkal vannak megterhelve, újabb periodusokat, újabb szabályosságokat fedez fel, tehát alkalma lesz újabb, a mainál általánosabb, állandó és változatlan rendsorokat megalkotni, amelyekhez a természet egyéb változásai hasonlíthatók és amelybe esetleg a mai időfogalom rendsora is be lesznek sorolhatók.

A filozófusok az ókortól kezdve folytonosan fokozódó érdeklődéssel fordultak az időfogalom felé. A tapasztalattól függetlenül, pusztán értelmi elemzéssel próbálták forrásait és értelmét megállapítani. A fogalmak hosszú során mentek keresztül és reá vonatkozó igen nagy irodalmat teremtettek. Az ég teremtésének célja, az érzéki dolgok meghatározója, valami, ami a dolgok és az ideák

között van, a mozgás meghatározója és mérőszáma, ember által teremtett önkényes fogalom, az örökkévalóság képe, saját eszméink egymásutánja, belső állapotaink egymásutánja, lelki állapotaink egymásutánja, akaratimpulzusok egymásutánja, képzeleteink vonulása, tudatunk állapota, élmények egymásután való sorozódása, a lélek munkája, a lét folyása, valami a külvilágból és valami a belvilágból, reális dolgok reális tulajdonsága és még más ezekhez hasonló fogalmak volnának az időfogalom forrásai és jelentései, azonban egyikből sem sikerült az időfogalom sajátosságait, más fogalmakhoz való viszonyait és méréseinek egységeit levezetni.

A legnagyobb hatása volt KANT felfogásának, aki a magas fejlettségű emberi szellem álláspontjából nézte a fizika és más tudományok szerkezetébe és a közönséges élet rendjébe már beleszótt tér- és időfogalmat. A két fogalmat koordinálja és belső lelki állapotaink apriori meglevő szemléleti formáinak teszi meg, amelyekbe az érzékszervek szolgáltatja anyag, mint valamely edénybe bevonul és attól, mint valamely pecsétől kapja meg tudatunkban megjelenő alakját. Nyilvánvaló, hogy a forma szó alig mond mást, mint a fogalom szó. A lényeges hangsúly azonban az apriori szón nyugszik, amely azt jelenti, hogy a tér- és időfogalmak kezdettől fogva eo ipso megvannak az értelemben, épp ezáltal válik igazi értelemmé.

Meg kell jegyezni, hogy a mi feliogásunk, amelyet megelőzőleg vázoltunk, sem mentes teljesen az apriori fogalomtól. Ahhoz ugyanis, hogy az elmében az idő fogalma a tapasztalat hatása alatt fokonyként kialakulhasson, szintén fel kell tenni, hogy apriori megvan erre vonatkozó képessége. A genetikus felfogásnak azonban megvan az az óriási előnye, hogy közvetlenül megadja az időmérés egységeit és az ősz jelentésekkel, valamint más fogalmakkal való kapcsolatait.

KANT elmélete a fizikusokra is nagy hatással volt. Ehhez hozzájárult az is, hogy oly sokszor és oly sokféle viszonylatban használták az időfogalmat, hogy az beleevődött értelmükbe, tehát lassankint ők is, miként a filozófusok, a tiszta értelem alkotásának kezdték tekinteni, amelyet a logika szabályainak szemmel tartásával joguk van alakíttatni, egyes fogalmi elemeit kilökní és másokkal helyettesítíni, amelyek a kitűzött cél elérését kényelmesebbé teszik.

A gondolati revolúció a XX. század első éveiben be is következett. EINSTEIN vette először észre, hogy időrendszerünknek kiterjesztése mozgó testekre nagy empirikus és gondolati nehézségekkel van összekötve és pedig azért, mert a természetben nincs olyan jel, amely az eseményekről abban a pillanatban értesítene, amelyben történnek. Rendesen a fény révén értesülünk róluk, de ennek terjedéséhez is idő kell. A késési időkülönbsözetnek a kiszámítása azonban bizonytalanságokkal van megterhelve.

Kiküszöbölésükre EINSTEIN egy összefüggést állapított meg, amelyben az időtartamot a mozgó rendszerek relatív sebességétől és a fény sebességétől tette függővé. A változtatás első pillanatban egyszerű empirikus adaléknak látszott, azonban nem volt az, mert nagy fogalmi és elvi változtatások jártak a nyomában.

Az új időfogalmat ugyanis össze kellett kapcsolni a térrel és a világtér minden egyes pontja számára saját külön időt kellett követelni. Tehát mindegyikbe időmérő eszközt kellett képzelni, amely a mozgás változása szerint jelzi az illető pontnak saját külön idejét. Az eddigi álláspontot tehát el kellett hagyni és azt az elvet kellett felállítani, hogy nincsenek az egész mindenségre érvényes időmértékek és időadatok.¹⁴

Az ismeretelméletzők és az új felfogásnak filozófusai mindjárt készen is voltak az új időfogalomnak filozófiai megalapozásával. Hirdették, hogy nincs is idő, azonban vannak órák és hogy csak ezek révén van fogalmunk az időről,¹⁵ hogy időt nem is tudunk mérni és csak az órák mutatnak valamit, amit mi időnek nevezünk el,¹⁶ hogy órákat lehet szinchronizálni. EINSTEIN az új idő mértékének matematikai kifejezését is a szinchronizált órákra vonatkozó gondolati kísérletéből nyerte.¹⁷ A világtér minden pontjába ilyen, egy helyen szinchronizált órákat kell képzelnünk és ezek a pont mozgása szerint megmutatják saját külön idejét. Az új ismeretelmélet hirdetői ennél tovább is mentek, hivatkozva a tétlenségnek a sebességgel való növekedésére, állították, hogy az élettémpók

¹⁴ EINSTEIN: *Ann. d. Phys.* Bd. 17, 1905; *Forum Philos.* Bd. I

¹⁵ EDDINGTON: *Space, Time, Grav.* 1920. 13. o.

¹⁶ SCHLICK: *Raum u. Zeit.* 1917. 27. o.

¹⁷ EINSTEIN: *Über d. spec. u. allg. Rel.-Theorie.* 1920; EINSTEIN—INFELD: *L'evol. des idées etc. Flammarion.*

is lelassúdnak vagy meggyorsulnak azon tempó szerint, amellyel az órák járnak.¹⁸

Minő jelentést adjunk ezeknek a megállapításoknak azon megismerések szerint, amelyeket a kozmikus nagy periodusokra alapított időfogalom mutat? Teljesen helyes az a következtetés, hogy más égitestek feltételezett értelmi lényei más időmértékekkel bírnak mint mi, mert a kozmikus periodusok ott mások. Még a nagy sebességgel mozgó elektronok és atomok részére is el lehet fogadni EINSTEIN formuláját, mint a tapasztalat által igazolt korrekciót.

De már azt a felfogást, amely szerint az egyidejűségnek csak akkor volna értelme, ha ismernénk olyan módszert, amellyel pontosan meg lehetne határozni, nem lehet elfogadni. A fizikus nagyon sok olyan fogalmat használ, amelynek jelentését csak sejtí, de pontosan nem tudja meghatározni. Maga EINSTEIN is bőven használ ilyeneket. A fizikus gondolatvilága szabadon száguld absztrakt fogalmainak világában, még akkor is, ha azok nem is határozhatják meg teljes pontossággal. A legnagyobb felfedezések és találmányok ilyen úton jöttek létre.¹⁹

Teljesen helytelen az az állítás, hogy időt nem is lehet mérni, mert két időköz nem lehet egymás mellé állítani, ahogyan az a távolságmérésnél történik.²⁰ A felfogás alkotói megfelelnek arról, hogy a számlálás a legegyszerűbb mérés. A napok számlálása volt az ősember legelső mérése és egyszersmind minden mérés prototypusa. Sőt KANT szerint is ez a számlálás lehetett az első impulzus az egész számok sorának a megalkotására.

Amikor az új ismeretelmélet²¹ azt állítja, hogy az idő mérését órák járására, hangvillák rezgésére, fényrezgésekre, pörgettyűk forgására, kvarckristályok ultrasonikus rezgéseire és más hasonló szerkezetekre lehet alapítani azt állítva, hogy bármilyen periodikus mozgás időt mér: akkor megfelelnek arról, hogy ezek az eszközök az időnek nem primér meghatározói, hanem csak segédeszközök,

¹⁸ EDDINGTON: *The Nat. of Phys. World*. 1930, 38. o.

¹⁹ PLANCK: *Wege zur phys. Erkenntnis*, 1933. 167. o.

²⁰ DINGLE: *Through Science to Philos.* 1937, 219—234.

²¹ EINSTEIN, EDDINGTON és SCHLICK idézett művein kívül CARNAP: *Phys. Begriffsbildung*, 1928; WEYL: *Raum-Zeit-Materie*, 1918.

amelyek a kozmikus periodusok által meghatározott időt jórosszul lemásolják és rövidebb-hosszabb ideig reprodukálják, azonban az idő állandóságát hosszabb időn át nem tudják biztosítani.

Ismeretes, hogy nincs a világon két óra, amelyek hosszabb időn át ugyanazon tempóban járnának. A többi szerkezetre ugyanez áll. A hőmérséklet, a légnyomás, a léghuzat, a mágneses és elektromos erők, a talaj rezgései, az óra szerkezetében lévő és a kerekek forgásánál megnyilvánuló szerkezeti apróbb eltérések és még sok más körülmény hatással van az óra járására. Az óra nagyon szélséyes jószág. Aki a másodpercek tört részeire kiterjedő pontossággal akar órával időt mérni, annak először huzamosabb időn keresztül kell megfigyelnie óráját és egy táblázatot vagy görbét kell készítenie, amelyek az óra variációit előállítják.

De az entrópiatételnek BOLTZMANNTÓL származó általánosítása alapján is nyilvánvaló lehetetlenség, hogy két óra izochrón járjon, mert roppant csekély annak a valószínűsége, hogy a különböző eredetű apróbb esetlegességek, a molekulalökések huzamosabb időn keresztül ugyanazok maradjanak a két óránál. Csak ha az órák végtelenül nagy tömegűek volnának, akkor lehetne állítani, hogy az esetlegességek hatásai elenyészők. Apróbb eltérések mindig lesznek, amelyek azután összehalmozódnak, nagyobbakká válnak és okozzák az órák eltérő járását.

Nincsenek és nem is lehetnek olyan véges tömegű szerkezetek, vagy önmaguktól lefolyó periodikus folyamatok, amelyek évezredek hosszú során keresztül ugyanazon tempóban járhatnának. Rövid időközök mérésére kényelmesen használhatjuk az órákat, mint időmérőket, hosszabb időközök mérésére azonban nem használhatók, illetőleg csak úgy használhatók, ha koronkint összehasonlítjuk a kozmosz idejével. A szinchrón járó órákra alapított okoskodások tehát valóban ingatag alapon állanak.

Az ember azért tudja dolgát nyugodtan végezni, mert tapasztalatai alapján gondolkodásába évezredek óta beleevődött a hit, hogy a kozmoszban rend van, hogy a nagy égi jelenségek úgy következnek be, ahogyan azt a csillagászok az idő rendsora alapján kiszámítják. Ha azonban a csillagászoknak csak mechanikai órákat volna szabad használniuk és azok adatait a csillagok állásának megfigyelése alapján nem volna szabad kijavítaniuk:

akkor bizony a kozmosz rendje felborulna, az égi jelenségek nem akkor következnének be, amikorra a csillagászok kiszámították.

Az időrendszert mi nem választhatjuk, kötve vagyunk a csillagászok idejéhez most éppúgy, mint az ókorban. Ezt a rendszert nem a megismerő szubjektum vitte be a természetbe; nem kitalálta, hanem itt találta, felfedezte, elfogadta, kifinomította, fogalmakat és segédeszközöket teremtett hozzá. Ebben a rendszerben a kozmosz lüktetése nyilvánul meg. Ez adja nekünk az időfogalmat és vele a rendnek, a szabályosságnak és a törvényszerűségnek a fogalmát. Ha a kozmoszban nem volna rend, akkor másutt se lehetne rend és akkor az élet lehetetlenné válnék. A kozmoszban pedig csak azért van rend, mert a csillagászok nap-nap után figyelik jelenségeit és bekövetkezéseik szerint korrigálják folytonosan az órák járását. Csak e rendszer alapján tudnak évezredek óta a főbb égi jelenségek számára biztos jóslásokat adni. Ez egyetlen biztos alapja fizikai törvényeink állandóságának, akár egyszerű szavakkal, akár pedig matematikai formulákkal fejezzük azokat ki. Mechanikai órák, vagy akármilyen más, periodikus mozgást mutató, véges tömegű földi szerkezetek e rendszert soha sem helyettesíthetik.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1943. okt. 18-án tartott üléséből.)

DISSZOCIÁCIÓS KONTINUUMOK ÉSZLELÉSÉNEK FELTÉTELEIRŐL.

GERŐ LORÁND és SCHMID REZSŐ-től.

Ismeretes, hogy a légnemű anyagok emissziós és abszorpciós színeképe nagyrészt diszkrét vonalakból áll, míg a szilárd és cseppfolyós halmazállapotú anyagoknak folytonos színeképek vannak. Gyakran található azonban a gázok színeképeiben is folytonos részek, kontinuumok. Minthogy a színekép az anyag két energiaállapota közötti átmenet révén jön létre, nyilvánvaló, hogy az éles vonalakhoz két éles, diszkrét energianív tartozik, míg a kontinuumokhoz tartozó energiaállapotok közül legalább az egyiknek széles, folytonos energiatartománynak kell lennie. A kvantummechanika tanítása szerint a zárt atomi rendszereknek diszkrét energiaállapotaik vannak és ezek az állapotok a rendszer hullámegyenletének sajátértékeivel és sajátfüggvényeivel kapcsolatosak. A hullámegyenletnek azonban a diszkrét sajátértékeken kívül még folytonos sajátértéktartományaik is vannak és ezek a rendszer felbomlásának felelnek meg, amikor is a szétrepülő részek kinetikus energiája nincsen kvantumozva és így az összenergia bizonyos határok között akármilyen értéket felvehet. Ha elektron lép ki a rendszer kötelékéből, akkor ionizációról, ha pedig elektronnál nehezebb részecske, akkor disszociációról beszélünk; ennek alapján megkülönböztetünk ionizációs és disszociációs kontinuumokat. Jelen dolgozat a kétatomos molekulák disszociációs kontinuumjaival foglalkozik.

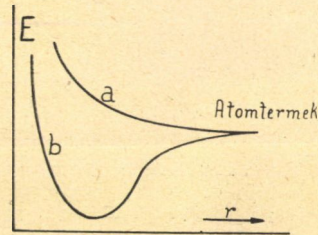
A molekulák energianívóinak tárgyalásánál a kvantummechanika azt a módszert követi, hogy a molekula három belső mozgási lehetőségét: az elektronmozgást, a magok rezgését és a molekula tengely körüli forgását első közelítésben egymástól független moz-

gásoknak tekinti és a külön-külön kvantumozott elektron-, rezgési és forgási energiákat additive összesíti. A háromféle mozgás közötti kölcsönhatásokat további közelítésekkel — perturbációszámítás útján — vesszük figyelembe. Ha az elektronmozgástól eltekintünk, helyesebben ha bizonyos meghatározott kvantumszámokhoz tartozó egyetlen elektronállapotot veszünk tekintetbe, akkor a magok mozgását igen szemléletesen a potenciálgörbék segítségével vizsgálhatjuk, de mindig szem előtt tartva, hogy a potenciálgörbe, illetve a molekulából az elektronmozgások különválasztása után megmaradt modell csak közelítés és az ezen az alapon nyert eredményeket nem szabad minden további meggondolás nélkül az igazi molekulára átvinni.

Ha két, meghatározott elektronállapotban lévő atomot végtelen lassan — adiabatikusan — egymáshoz közelítünk,¹ akkor azok csökkenő magtávolság felé haladva vagy vonzani, vagy taszítani fogják egymást. A kétféle esetben a rendszer, azaz a «kétatomos molekula» potenciális energiáját az 1. ábra szemlélteti. a) Az atomok taszításának megfelelő potenciálgörbe, ú. n. *repulzív potenciálgörbe*.

A b) potenciálgörbe a csökkenő magtávolságok irányában először esik, ami az atomok vonzásának felel meg, majd elér egy minimumot és innen emelkedik, azaz az atomok

ilyen kis magtávolságnál már taszítják egymást.² Közül, a minimum helyén, sem taszítás, sem vonzás nincs, a molekula egyen-



1. ábra.

- a) Repulzív potenciálgörbe,
b) minimumos potenciálgörbe.

¹ Két meghatározott energiaállapotban lévő atomot molekulává téve össze, általában nemcsak egyfajta, hanem több molekulaállapot fog keletkezni, mert az egyik atomban lévő mechanikai és mágneses momentumok a másik atomhoz viszonyítva különféle, kvantumozott irányokban állhatnak be. Hogy milyen atomtermkombinációból hány és milyenfajta molekulaterm keletkezik, azt WIGNER és WITMER állapították meg. (Zeitschr. f. Phys. 51. 859. 1928.)

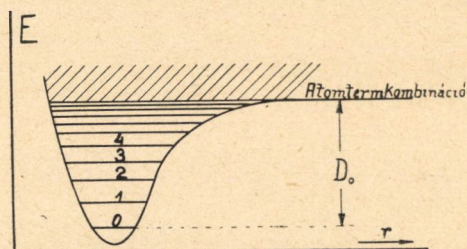
² Olyan potenciálgörbék létezésére vonatkozólag, melyeknek véges magtávolságnál maximumuk, illetve egynél több minimumuk volna, eddig semmiféle kísérleti adatunk sincsen.

súlyi állapotban van. Ha a molekulát kilendítjük ebből az egyensúlyi helyzetből, akkor természetesen az egyensúlyi helyzet körül lengéseket fog végezni. A rezgési energia kvantumozva van, még pedig a következő formula szerint:

$$G(v) = \omega_e(v + 1/2) - \omega_e x_e(v + 1/2)^2 - \omega_e y_e(v + 1/2)^3 + \dots$$

ahol ω_e , x_e , $y_e \dots$ a rezgési állandók és $v=0, 1, 2 \dots$ a rezgési kvantumszám. Látható, hogy a rezgési energia sohasem lehet zérus, a magok mindig végeznek legalább egy félkvantumnyi rezgést az egyensúlyi helyzet körül.

A 2. ábra potenciálgörbéjébe bele vannak rajzolva a kvantummechanika által kijelölt rezgési energianívók. A rezgési kvantum-



2. ábra. A vibrációs termemeletek konvergenciája az atomtermkombináció felé és a hozzájuk csatlakozó kontinuum.

szám növekedésével ezek a nivók mind közelebb kerülnek egymáshoz, majd egy határ, az illető molekulaállapot *disszociációs határa* felé konvergálnak. A konvergenciahatár annak a két atomállapotnak az együttes energiája, amelyekbe a molekula a disszociáció

alkalmával átmegy. A disszociáció úgy történik, hogy a molekula rezgési energiája oly nagy lesz, hogy a rezgési amplitudó végtelenné válik, azaz a rezgésből aperiodikus mozgás lesz és a szétrepülő magok a disszociációs energián felül esetleg még meglévő energiafelesleget mint kinetikus energiát viszik magukkal. Minthogy ez a kinetikus energia nincsen kvantumozva, diszkrét rezgési energianívók konvergenciahatárához felülről folytonos energiataromány csatlakozik (a 2. ábrán sraffozva). A disszociációs határnak a legalacsonyabb, $v=0$ -ás rezgési állapottól (tehát nem a rezgésmentes állapottól!) való távolságát, D_0 -t nevezzük az illető molekula-elektronállapot disszociációs energiájának.

D_0 meghatározásának legközvetlenebb módja az volna, ha a spektrumban fel tudnánk kutatni az illető molekulaterm valamennyi rezgésállapotát, egészen a disszociációs határig. Ez azon-

ban csak a legritkább esetben lehetséges, minthogy a magas vibrációs emeletekhez tartozó energiaátmenetek intenzitása rendesen igen csekély. Néha, ha ezek a magas vibrációs termemeletek a molekula egy másik elektronállapotának rotációs termsorain *perturbációkat* okoznak, ezeknek a perturbációknak a révén lehet a konvergenciahatárt megállapítani (pl. CN^3 , CO^4).

Ha a vibrációs termék konvergenciája nem figyelhető meg közvetlenül, de elég sok rezgésállapot energiáját sikerül megmérni és ezek különbségei elég gyorsan csökkennek, akkor *extrapoláció* útján több-kevesebb biztonsággal még megállapítható a konvergenciahatár valószínű helye. Ha azonban csak a legelső néhány rezgésállapot ismeretes (és legtöbbször ez az eset áll fenn), akkor az extrapoláció nagyon pontatlanná lesz. A legalacsonyabb rotációs termék hullámszámait legtöbbször jól visszaadja egy négyzetes formula:

$$G(v) = \omega_e(v + 1/2) - \omega_e x_e(v + 1/2)^2.$$

$G(v)$ differenciálhányadosát zérussal téve egyenlővé, kiszámíthatjuk a rezgési energia maximumát, azaz D_0 extrapolált értékét:

$$D_0 = \frac{\omega_e^2}{4\omega_e x_e}.$$

Ezzel az ú. n. *BIRGE-SPONER* extrapolációval mindig egy *felső határértéket* kapunk a disszociációs energiára; az igazi disszociációs energia ennél mindig kisebb lesz, néha 25–50%-kal is.⁵

Jóval megbízhatóbb módszer az extrapolációnál *predisszociációk* felkutatása vagy *disszociációs kontinuumok* megfigyelése. Ezek kiértékeléséhez azonban szükség van arra, hogy megvizsgáljuk a molekulaforgás hatását a disszociációs jelenségekre. Eddig csak nagyon kevés figyelmet fordítottak erre a kérdésre, pedig a rotáció elhanyagolása és csak a vibráció figyelembevétele útján történő disszociációvizsgálat csak igen durva közelítés, ami a valóságos folyamatoknak gyakran még kvalitatíve sem felel meg jól.

³ R. SCHMID, L. GERŐ, J. ZEMPLÉN: Proc. Phys. Soc. 50. 283. 1938.

⁴ L. GERŐ: Zeitschr. f. Phys. 95. 747. 1935. R. SCHMID, L. GERŐ: Zeitsch. f. Phys. 96. 198. 1935. 105. 36. 1937.

⁵ L. GERŐ, R. SCHMID: Zeitschr. f. Phys. 115. 47. 1940.

Láttuk, hogy a forgás nélküli molekula disszociációja végtelen nagy rezgési amplitúdónál következik be; a disszociációhoz szükséges legkisebb energia D_0 és ebben az esetben a disszociációtermékek kinetikus energiája zérus. Ha azonban a molekula nemcsak rezeg, hanem közben forog is, akkor a disszociáció a centrifugális erő következtében már véges r_D magtávolságnál is bekövetkezhet. Minthogy a $p_r = \frac{h}{2\pi} \sqrt{J(J+1)}$ nagyságú impulzusnyomatéknak a disszociáció után is meg kell maradnia, a hozzá tartozó $\frac{p_r^2}{2I} = \frac{h^2}{8\pi^2 I} J(J+1) = \frac{h^2}{8\pi^2 \mu r_D^2} J(J+1)$ nagyságú forgási energiát, mint *minimális* kinetikus energiát, a centrifugális erő következtében szétrepülő atomoknak magukkal kell vinniök.⁶ A forgó molekula tehát magasabb energiaértékeknél fog csak disszociálni, mint a nem forgó. Ezt úgy szemléltethetjük, hogy a potenciális energiához hozzáadjuk a forgási energiát, mint egy ú. n. «forgási potenciált» és a $V(r) + \frac{h^2}{8\pi^2 \mu r^2} J(J+1)$ összpotenciált ábrázoljuk a magtávolság függvényében (3. ábra). Az így nyert «effektív potenciálgörbének», mely a J kvantumszám meghatározott értékéhez tartozik, az r_D magtávolságnál maximuma van. Ennek a maximumnak az energiamagasságában tud a J forgási kvantumszámú állapotban lévő molekula disszociálni, D_J disszociációs energiával; a $D_J - D_0$ energiakülönbséget az atomok mint kinetikus energiát viszik magukkal.

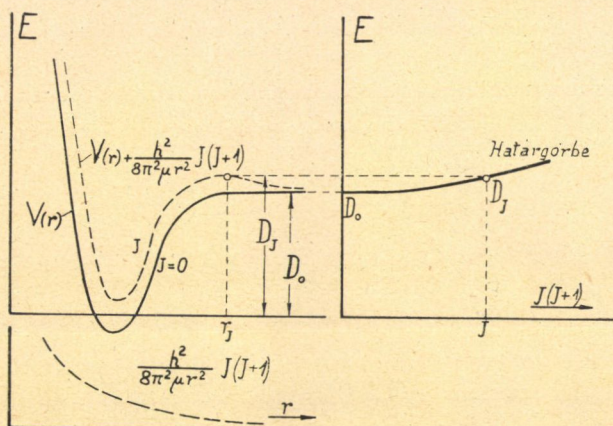
A 3. ábra jobboldalán a különböző D_J értékeket raktuk fel $J(J+1)$ függvényében. Az így kapott görbe a *disszociáció határgörbéje*.⁷ Ennek a határgörbének a $J(J+1)$ abszcisszához tartozó ordinátája tehát megadja, hogy az illető J forgási kvantumszámmal rendelkező molekuláknak minimálisan mekkora energiával kell rendelkezniök, hogy disszociálhassanak. A D_0 energiamagasságban csak a $J=0$ -hoz tartozó molekulák tudnák disszociálni;

⁶ J a forgási kvantumszám, $I = \mu r^2$ a molekula tehetetlenségi nyomatéka, $\mu = \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2}$ a redukált tömeg, m_1 és m_2 a két mag tömege.

⁷ R. SCHMID, L. GERŐ: Zeitschr. f. Phys. 104. 724. 1937; Ann. d. Phys. (5) 33. 70. 1938.

valamilyen hőmérsékleten az átlagos disszociációs energia kiszámításánál tekintetbe kell venni a molekuláknak a különböző J kvantumszámokra való eloszlását (BOLTZMANN-eloszlás) és az egyes J -khez tartozó D_J energiamaagasságokat.

A 3. ábra a D_J disszociációs energia-magasságot a klasszikus mechanika alapján értelmezi: a molekula akkor tud disszociálni, ha energiája elég nagy ahhoz, hogy a D_J -nél lévő potenciálhegy fölött átsegtse. A kvantummechanikában ez a kép némileg megváltozik. A rezgő molekula magjainak ugyanis nem lesz szigorúan definiált helyük a térben, hanem csak egy bizonyos valószínűsége

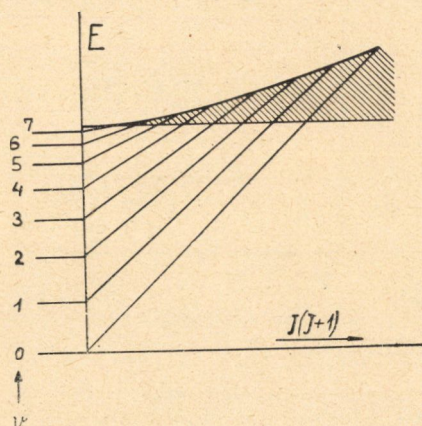


3. ábra. Baloldalt: effektív potenciálgörbék szerkesztése.
Jobboldalt: a disszociáció határgörbéje.

annak, hogy egy pillanatban a tér valamely helyén tartózkodnak. Ez a valószínűség-eloszlás a molekula ψ hullámfüggvényével van megadva oly módon, hogy $\psi^* \psi d\tau$ a valószínűsége annak, hogy a magok relatív koordinátái a tér $d\tau$ elemében foglaltatnak. A potenciálgörbék jelentősége már most az, hogy környezetükben veszi fel a ψ sajátfüggvény a legnagyobb értékeit; mint-hogy azonban máshol sem tűnik el teljesen, mindig van valami valószínűsége annak is, hogy a magok a potenciálgörbén kívül tartózkodjanak. Így azoknak a molekuláknak egy része, melyeknek energiája nagyobb D_0 -nál, de kisebb D_J -nél, mégis át tud jutni a potenciálhegy másik, külső oldalára és ezáltal disszociál.

A disszociációnak ezt a fajtáját predisszociációnak nevezik. Minél kisebb a potenciálhegy, ami alatt a molekulának át kell bujni, hogy disszociálhasson, tehát mennél közelebb van a D_J disszociációs határhoz az illető diszkrét energiaállapot, annál nagyobb százalék fog predisszociálni.

A 4. ábra egy elektronterm rotációs termsorait és disszociációs határgörbét tünteti fel. A rotációs termsorok a vibrációs termemeletek magasságából indulnak ki; ezek a vibrációs termmagasságok D_0 -hoz konvergálnak. Mint láttuk, a rotációs energia $\frac{h^2}{8\pi^2\mu r^2} J(J+1)$ vagy a szokásosabb cm^{-1} egységben $\frac{h}{8\pi^2\mu cr^2} J(J+1) = B_v J(J+1)$. A B_v rotációs állandó a termsorokat első közelítésben



4. ábra. Rotációs termsorok és határgörbe. A sraffozott területen predisszociáció, alatta éles diszkrét termék, fölötté kontinuum.

ábrázoló egyeneseknek az iránytangense. A rotációs termsorok addig tartanak, míg a határgörbét eléri; a határgörbe fölött nincsen az elektronállapotnak rotációs termje, minthogy ott a disszociáció már 100%-ban végbement. A D_0 energia-magasság és a határgörbe közötti, sraffozott terület a predisszociáció tartománya.

Minthogy a molekulák nem maradnak meg örökké egy-egy energiaállapotban, hanem a kvantummechanika szerint kiszámítható

valószínűséggel átmennek más energiaállapotokba, egy-egy energiaállapothoz egy közepes élettartam tartozik, melynek számértéke másodpercekben az összes lehetséges átmenetek másodpercenkénti számának reciprokja. Diszkrét gerjesztett termeknél az átmeneti valószínűségek nagyságrendje — ha csak nem metastabil termekről van szó, melyekről az alacsonyabban fekvő termekre való átmenetet a kiválasztási szabályok tiltják, — 10^8 sec^{-1} szokott lenni; így a közepes élettartama ezeknek a termeknek 10^{-8} sec

körül van. Már most a HEISENBERG-féle határozatlansági elv értelmében egy állapot pontos energiaértékét csak akkor lehetne megmérni, ha az állapotnak végtelen nagy élettartama lenne; véges élettartamnál az energiaérték határozatlansága szorozva a közepes élettartammal, közelítőleg a PLANCK-féle állandót adja:

$$\Delta E \cdot \tau \sim h, \quad \text{vagy} \quad \Delta \nu \sim \frac{1}{c \cdot \tau}.$$

Pl. a 10^{-8} sec élettartamhoz kb. 10^{-3} cm^{-1} ú. n. «természetes termszélesség» tartozik. Az ilyen termekhez tartozó vonal természetesen a spektroszkópban még teljesen elesnek látszik. Ha a predisszociáció következtében az élettartam pl. századrészére csökken s így a termszélesség százszorosára nő, akkor már észre lehet venni a vonalakon a szélesedést. Minél közelebb érünk a disszociáció-határhoz, annál nagyobb lesz a predisszociációk száma és annál szélesebbek, diffuzabbak lesznek a spektrálvonalak. A disszociáció határán az élettartam már csak olyan nagyságrendű lesz, mint egy fél rezgési periódus ideje, mert a szétrepülő magok nem jönnek többé vissza; ennek a 10^{-13} — 10^{-14} sec élettartamnak már több ezer cm^{-1} termszélesség felel meg, úgyhogy diszkrét termek helyett a határgörbe fölött folytonos energiatartományt találunk; az ehhez tartozó spektrálátmenetek kontinuumok.

Predisszociációnak neveztük fentebb azt a jelenséget, amikor egy molekulaállapot disszociál, mielőtt még a disszociációs határt elérte volna. Előfordul, hogy az elektronállapot saját disszociációs határa még igen messze van, de a rotációs termsorok elérik egy *másik* elektronterm disszociációhatárát. Ismeretes, hogy két közel egy energiamagasságba eső állapot között bizonyos esetekben kölcsönhatás, perturbáció jön létre, aminek következtében a két állapot hullámfüggvényei összekeverednek. Így összekeverednek az egyik elektronterm diszkrét rotációs emeleteihez tartozó hullámfüggvények is a másik, disszociált term folytonos energiaértékeihez tartozó hullámfüggvényekkel. Az összekeveredés arányában a stabil állapotban lévő molekulák egy része — sugárzás nélkül — át fog tudni menni a disszociált állapotba, azaz predisszociálni fog; ennek megfelelően a diszkrét állapotok közepes élettartama csökkenni, a termszélességük pedig növekedni fog, a hozzájuk

tartozó vonalak diffúzzá lesznek. A vonalak már valamivel a határ-görbe elérése előtt elkezdenek szélesedni, éppúgy mint a *saját* disszociációs határgörbe közelében, igen lényeges különbség azonban az, hogy az *idegen*, *predisszociációs* határgörbe felett nem szűnnek meg teljesen a rotációs termek, mint a *saját*, *disszociációs* határgörbe felett, csak többé-kevésbé diffúzak lesznek; a hozzájuk tartozó diffúz vonalak azonban sokszor megtalálhatók a spektrum-ban. Amint a predisszociációs határtól távolodunk, a vonalak mindig kevésbé lesznek diffúzak, sőt sokszor teljesen visszanyerik eredeti élességüket.⁸

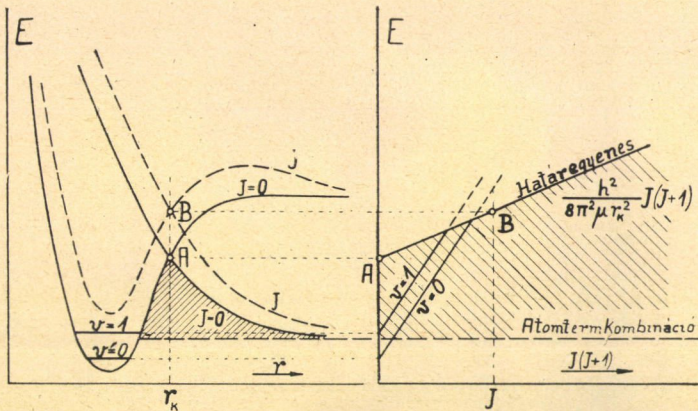
A predisszociáció az eddig tárgyalt két esetben úgy jött létre, hogy a diszkrét termemeletek egy energiamagasságba kerültek egy kontinuummal: az egyik esetben az ugyanazon elektronállapothoz tartozó, a másik esetben egy idegen, de stabil⁹ elektronállapothoz tartozó kontinuummal. A predisszociációk harmadik fajtáját olyan kontinuumok okozzák, melyek nemstabil elektronállapotokhoz, illetve repulzív, minimummal nem rendelkező potenciálgörbékhez tartoznak. Ezek a predisszociációk nem a disszociációs határgörbék mentén jönnek létre, hanem mint látni fogjuk, néha csak jóval a határ energiamagassága felett következnek be.

Említettük, hogy a predisszociáció oka a hullámfüggvények összekeveredése. Ez az összekeveredés kellő mértékben csak akkor következik be, ha a kétfajta hullámfüggvényeknek egyrészt a szimmetriatulajdonságai egyformák, vagy legalább is hasonlóak, másrészt a legnagyobb értékeik a koordinátatérnek ugyanarra a vidékére esnek. Ez két olyan szabály, mely pontos megfelelője az intenzitáseloszlásokra érvényes kiválasztási szabályoknak, illetve FRANCK-CONDON-elvnek. Minthogy a hullámfüggvények legnagyobb értékei a potenciálgörbék környékén vannak, a legnagyobb mértékű kölcsönhatás a potenciálgörbék metszéspontjának közelében várható. Az 5. ábrán pl. egy minimumos és egy repulzív potenciálgörbe átmetszése látható. Ha csak az energiaviszonyokat

⁸ L. GERŐ, R. SCHMID: Zeitschr. f. Phys. 118, 250. 1941.

⁹ Stabil elektronállapotnak az olyat nevezzük, melyhez diszkrét energiaértékek tartoznak, melynek tehát minimummal rendelkező potenciálgörbéje van.

kellene tekintetbe venni, akkor a minimumos potenciálgörbe diszkrét termjei már az atomtermkombináció vastag szaggatott vonallal jelölt energiamaasságában predisszociálnának. Ezen a helyen azonban a molekulának az ábra baloldalán vonalkázással megjelölt egész potenciálhegyen keresztül kell jutnia, hogy disszociálhasson, ez pedig csak igen kis valószínűséggel történik meg. Az A metszéspont felé közeledve azonban a potenciálhegy mindig kisebb lesz, a hullámfüggvényeknek mindig nagyobb értékei esnek egy helyre, úgyhogy a disszociáló molekulák számaránya is egyre



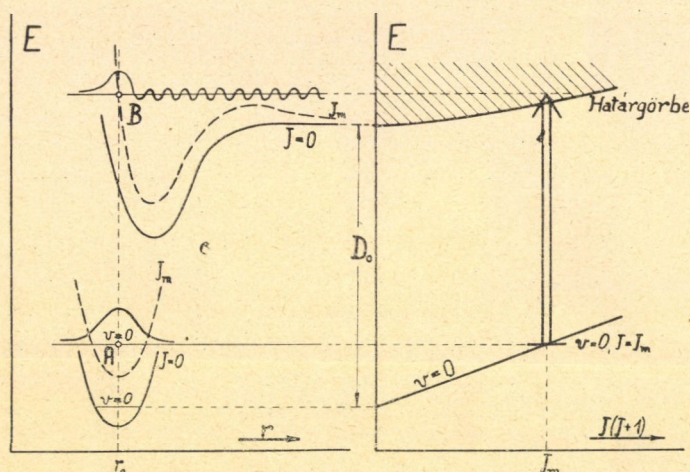
5. ábra. Baloldalt: repulzív term által okozott predisszociáció; a potenciálgörbék metszése folytán keletkezett «potenciálhegy» sraffozva van. Jobboldalt: a metszéshez tartozó határegyenes megszerkesztése. A predisszociáció nagysága az atomtermkombinációtól a határegyenesig (sraffozott terület) nő, onnan felfelé ismét csökken.

növekszik és az A pontban éri el legnagyobb értékét. A molekula rotációját ismét úgy kell tekintetbe vennünk, hogy a potenciálfüggvényekhez minden egyes J -nél hozzá kell adnunk a «forgási potenciált», $\frac{h^2}{8\pi^2\mu r^2} J(J+1)$ -et. Az így kapott «effektív potenciálgörbék» metszéspontjai mind a $J=0$ -hoz tartozó potenciálgörbék A metszéspontjának függőlegesébe esnek, minthogy mindegyikhez ugyanazt a forgási potenciált kell hozzáadni. Legyen ezeknek a metszéspontoknak az abszcisszája r_k . Ha az 5. ábra jobboldalán egy energia — $J(J+1)$ koordinátarendszerben az A, B, \dots pontokat

ábrázoljuk, egy $\frac{h^2}{8\pi^2\mu_k^2}$ iránytangensű egyenest kapunk. Ez az egyenes az effektív potenciálgörbék metszéspontjait ábrázolja, tehát a legnagyobbfokú predisszociációnak felel meg; neve a *predisszociáció határegyenes*e. Berajzolva a stabil elektrontermnek pl. a $v=0$ és $v=1$ -hez tartozó rotációs termsorát, leolvasható az ábráról, hogy az atomtermkombináció alatt nem lehetséges disszociáció; az atomtermkombináció energiamaagassága és a határegyenes közötti sraffozott területen már lehetséges a predisszociáció, de gyakorlatilag csak közvetlenül a határegyenes alatt fog a megfelelő vonalak szélesedésében megnyilvánulni; a határegyenes mentén kapjuk a legnagyobb szétesést, illetve vonalszélességet, ami azután felfelé, növekvő energiaértékek felé, ismét csökkenni fog. Az ábra jobboldali részéről az is leolvasható hogy ha a repulzív potenciálgörbe meredek, akkor a predisszociáció igen nagy kinetikus energiájú disszociációtermékeket eredményezhet. Az ilyen nagy kinetikus energiáknak azonban igen kicsiny a valószínűsége, minthogy a potenciálgörbék meredek részein a sajátfüggvények értéke viszonylag kicsiny; így az atomtermkombináció fölött jelentős energiamaagasságban még akkor is kicsi lesz a szétesés valószínűsége, ha egyéb okokból (pl. azonos szimmetria és összeeső sajátfüggvények) a predisszociáció nagyon erős lehetne.

A predisszociációk felkutatásán kívül még a disszociációs kontinuumok észlelése is szolgáltathat fontos adatokat a molekulák disszociációs skémájának felállításához. Láttuk, hogy a molekulák minden elektrontermjéhez tartozik egy folytonos energiatautomány, melynek alsó határa az atomtermkombináció energiamaagassága. Kedvező körülmények esetén a folytonos energiatautományok, továbbá más, rendszerint diszkrét molekulaállapotok között átmenetek jöhetnek létre, amikor is a spektrumban disszociációs kontinuumot észlelünk. Minimumos potenciálgörbével rendelkező elektronállapotoknál a folytonos rész a diszkrét termék konvergenciahelyéhez csatlakozik, ilyenkor tehát a kontinuum a sávoknak pl. ibolya felé konvergáló sorozatához fog csatlakozni, ha a magasabban fekvő term folytonos részéről van szó. Ez az eset áll fenn abszorpcióban. Az abszorpciós átmenetek alsó állapota mindig a molekula alapállapota, mégpedig ha szoba-

hőmérsékleten van az abszorbeáló gáz, akkor túlnyomóan az alapállapot $v=0$ vibrációs emelete. Hogy erről a felső állapot milyen emeleteire lesz intenzív átmenet, azt a FRANCK—CONDON-elv alapján lehet megjósolni. A 6. ábrán pl. egy olyan esetet rajzoltunk fel, amikor az alapállapot egyensúlyi magtávolsága kisebb, mint a gerjesztett terméké. Hogy a rotációt is figyelembe vegyük, azokra az effektív potenciálgörbékre alkalmazzuk a FRANCK—CONDON-szabályt, amelyekhez tartozó J_m forgási kvantumszám szoba-hőmérsékleten a BOLTZMANN-eloszlás szerint a legvalószínűbb. Az



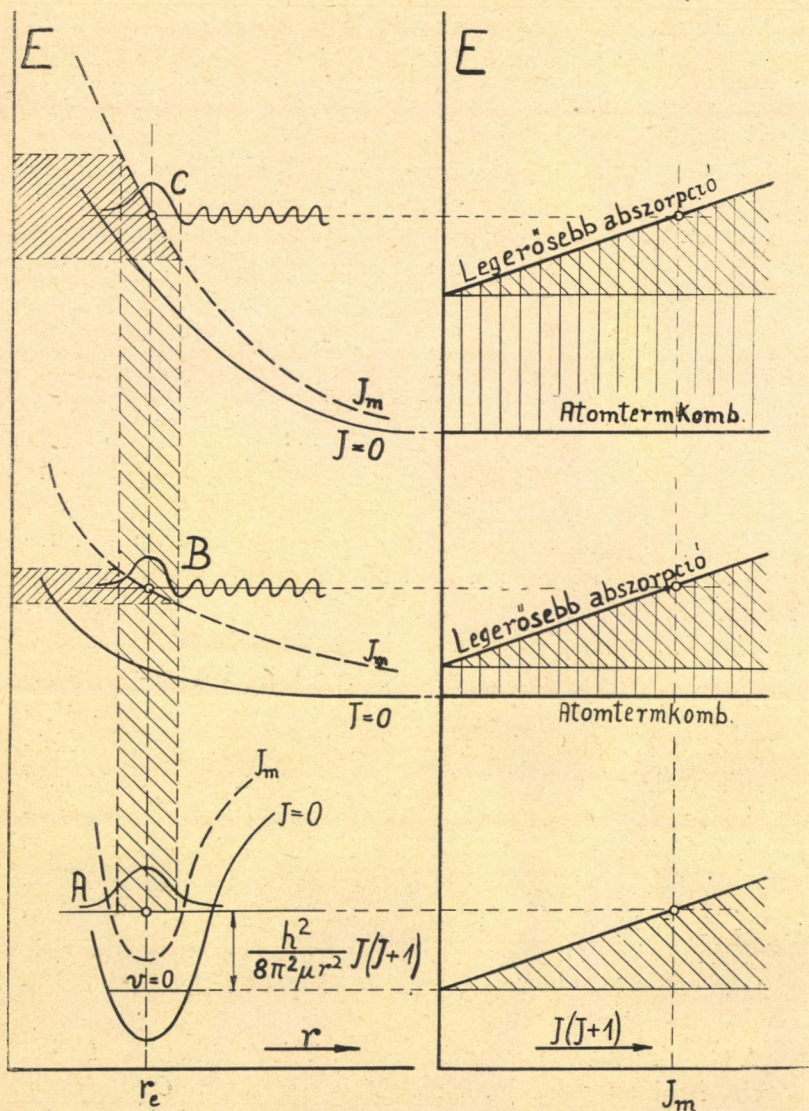
6. ábra. A legerősebb abszorpció helyének megállapítása minimális potenciálgörbén a Franck—Condon elv segítségével, a rotációs energiák figyelembevétele esetén.

alapállapot $v=0$ -ás vibrációs nívóját és a hozzátartozó sajátfüggvényt sematikus berajzolva, ez utóbbinak A maximumán keresztül függőlegest húzunk. Ez a függőleges B -ben metszi a felső, J_m -hez tartozó effektív potenciálgörbét. Ha B pont az effektív potenciálgörbe maximuma felett fekszik, akkor ebben az energiagasságban már nincsenek diszkrét termek, hanem kontinuum, melynek hullámfüggvénye szintén be van sematikus berajzolva az ábrába. A spektrumban az A — B átmenet lesz a legerősebb, mert a két állapot sajátfüggvényének szorzata ezen a helyen lesz a legnagyobb. Természetesen az A — B -nél valamivel nagyobb, illetve

kisebb hullámszámú átmenetek is még elég nagy intenzitással fognak megjelenni a spektrumban, úgyhogy a kontinuumnak esetleg tekintélyes szélessége lesz és a vörös felé eső oldalán diszkrét sávok is jelenhetnek meg. A 6. ábra jobb oldalán, az energia $-J(J+1)$ koordinátarendszerében a viszonyok még könnyebben áttekinthetők. A folytonos átmenetekhez tartozó nyilak a felső állapot határgörbéje feletti, sraffozott területen végződnek; a disszociáló részek kinetikus energiája — mely a szobahőmérsékleten előforduló rotációs energiákat nem igen haladja meg — D_0 -tól számítva az ábráról leolvasható. Mindenesetre a maximális intenzitás helye nem fog messze esni a határgörbétől; s mint az ábrából jól látható, a legvalószínűbb abszorpció hullámszáma nem sokkal fog különbözni D_0 -tól.

A minimummal rendelkező potenciálgörbékkel kapcsolatban tehát disszociációs kontinuumok keletkezésének — különösen abszorpcióban — megvan a valószínűsége, annál is inkább, mert a 6. ábrán feltüntetett helyzet elég gyakori, a gerjesztett molekula-termek ugyanis legtöbbször kevésbé stabilak és így nagyobb egyensúlyi magtávolsággal rendelkeznek, mint a molekula-alapállapotok. Hogy aránylag mégis kevés ilyen abszorpció kontinuumot észleltek, annak a főoka az, hogy ezek a disszociációs kontinuumok a távoli, legtöbbször már a vákuumultraibolyában fekszenek és itt észlelésük eléggé körülményes.

A disszociációs kontinuumok keletkezésének másik lehetősége a repulzív potenciálgörbékhez tartozó folytonos energiatartományokkal van kapcsolatban. A viszonyokat ebben az esetben — ismét a FRANCK—CONDON-elv figyelembevételével — a 7. ábra tünteti fel. Az ábrán fent egy meredeken, középen egy elég laposan haladó repulzív potenciálgörbe van feltüntetve, lent pedig az alapállapot minimumos potenciálgörbéje. Mindhárom esetben a legvalószínűbb J -hez tartozó effektív potenciálgörbék is fel vannak rajzolva. A 6. ábrához hasonlóan megszerkesztve a «legerősebb abszorpciók» helyét, azt látjuk, hogy míg a laposabb repulzív potenciálgörbénél ezek a helyek elég közel esnek az atomtermek energiamagasságához, azaz az összes kinetikus energiák (az ábra jobboldali részében függőlegesen sraffozva) nem sokkal nagyobbak, mint a rotációs energiák (ferdén vonalkázva), addig a mere-



7. ábra. A legerősebb abszorpció helyének megállapítása B) lapos és C) meredek repulzív potenciálgörbék esetén. Baloldalt a ritkán sraffozott terület azt a magtávolság-intervallumot jelzi, amelyen belül az alapállapot $v=0$ -hoz tartozó sajátértéke nagyobb, mint a maximális érték fele; a sűrűn sraffozott sávok az ennek megfelelő energia-intervallumok. Jobboldalt a függőleges sraffozás az összes kinetikus energiát, a ferde sraffozás a forgási energiát jelzi.

dekebb potenciálgörbe esetében igen nagy kinetikus energiával röpülnek szét a disszociáló részek. Az is leolvasható az ábra baloldali részéről, hogy a meredek repulzív potenciálgörbe esetében a sajátfüggvények aránylag nagy értékei sokkal szélesebb területen esnek össze egymással. Ha pl. sraffozással megjelöljük azt a sávot, melyen belül az alapállapot sajátfüggvényének értéke nagyobb, mint a maximális érték fele, akkor látjuk, hogy ebbe a sraffozott területbe a meredekebb repulzív görbének sokkal hosszabb darabja esik, mint a laposabb görbének s így szélesebb sávban kapunk abszorpciót (sűrűn sraffozott területek). Ezzel szemben a repulzív állapot sajátfüggvényeinek maximális értéke annál kisebb lesz, minél magasabb részére kerülünk a repulzív potenciálgörbének (a klasszikus fizika kifejezésmódjával élve: a magok közt ható igen nagy taszító erők miatt a gyorsulások is igen nagyok, ezért a magok csak nagyon rövid ideig tartózkodnak egymás közelében) és így az abszorpció annál kisebb lesz, minél távolabb van a maximuma az atomtermkombinációtól. Minthogy ilyenképpen a nagy kinetikus energiák keletkezése a disszociációval kapcsolatban igen valószínűtlen, olyan atomtermkombinációk energiamaagasságának a közelében, melyekből csak ilyen erősen taszító jellegű potenciálgörbével rendelkező molekulaállapotok származnak, nem igen várhatjuk folytonos abszorpció észlelését. (Ha elvétele mégis előfordulna ilyen kontinuum észlelése, akkor a maximális abszorpció energiamaagassága csak egy felső határt jelentene a disszociáció-energia számára, mert a disszociációs határ igen jelentékeny mértékben a legnagyobb abszorpció helye alatt fekszik.) Lapos repulzív potenciálgörbék viszont az eléggé ismert könnyebb molekuláknál nem igen fordulnak elő; a nehezebb molekuláknál észlelt sok kontinuum keletkezését viszont ilyen potenciálgörbékkel szokás magyarázni.

A következőkben egy érdekes gyakorlati példa kapcsán fogjuk megvilágítani az elmondottakat. Mint szerzők a CO -molekula színképének részletes vizsgálata alapján kimutatták,¹⁰ a szén-monoxid disszociációs energiája 6.89 elektronvolt, azaz ennyi az energiakülönbség a $CO \ X^1\Sigma(v=0, J=0)$ alapállapota és a $C(^3P) +$

¹⁰ R. SCHMID, L. GERŐ: Zeitschr. f. phys. Chem. (B) **36**. 105. 1937.

+ $O^3(P)$ atom-energiaállapotok között. «Zur Photochemie des Kohlenoxyds» c. munkájukban FALTINGS, GROTH és HARTECK¹¹ a szénmonoxid fotokémiai bomlásával kapcsolatos kísérleteikről számolnak be. A szobahőmérsékletű és atmoszféranyomású szénmonoxid-gázt a Xe -vonalon 1295 Å és 1470 Å hullámhosszúságú vonalival sugározták be és azt találták, hogy az 1470 Å hullámhossz fotokémiai szempontból teljesen hatástalan, az 1295 Å azonban a CO disszociációját idézi elő, mégpedig minden egyes elnyelt fénykvantum egy-egy CO molekula bomlását, úgyhogy az ú. n. «kvantumhasznosítási tényező» eggyel egyenlő. A két Xe -vonal hullámhossza közül a hosszabbik 193 kalóriának, a rövidebbik pedig 219 kalóriának felel meg. FALTINGS, GROTH és HARTECK szerint a 219 kalória egészen *biztosan* felső határ, a 193 kalória pedig *valószínűleg* alsó határ a CO molekula disszociációs energiája számára, így az 9·5 elektronvoltnál biztosan kisebb és 8·4 voltnál valószínűleg nagyobb. Ezek közé a határok közé esik a HERZBERG által ajánlott 9·097 voltnyi disszociációs energia,¹² amit FALTINGS, GROTH és HARTECK «a fotokémia szempontjából a legvalószínűbb» disszociációs energiának fogadnak el.

Mint már GAYDON és PENNEY¹³ is rámutattak, a CO disszociációra vonatkozó fotokémiai eredmények semmi módon nem értelmezhetők a 9·097 voltos disszociációenergia alapján. Minthogy az 1295 Å Xe -vonalat a CO elnyeli, ennek energiamagasságában, azaz $77185\cdot9\text{ cm}^{-1}$ -nél kell hogy legyen a CO -nak egy olyan állapota, mely az abszorpció felső állapotául szolgálhat. Ez vagy diszkrét CO -állapot lehet, vagy pedig valamilyen disszociált $C+O$ állapothoz tartozó kontinuum.

Ha az 1295 Å hullámhosszúságú Xe -vonal abszorbeálásához tartozó felső állapot kontinuum lenne, akkor ez a HERZBERG-féle disszociációérték alapján csak a 9·097 elektronvolt magasságában lévő atomtermkombinációból származó repulzív molekulaterm kontinuumra lehetne, mert közelebb hozzá nincsen atomterm.

¹¹ K. FALTINGS, W. GROTH, P. HARTECK: Zeitschr. f. phys. Chem. (B) 41. 15. 1938.

¹² G. HERZBERG: Chem. Rev. 20. 145. 1937.

¹³ A. G. GAYDON, W. G. PENNEY: Nature 150. 406. 1942.

Ebben az esetben a disszociációtermékek kinetikus energiája mintegy 3500 cm^{-1} lenne; láttuk, hogy ilyen nagy kinetikus energia a disszociációnál igen valószínűtlen. Egyébiránt ha a meredek potenciálgörbén az abszorpció ennek ellenére mégis létrejönne, akkor a spektrumban 1300 és 1350 Å között erős és széles abszorpciós kontinuumot kéne találnunk. Azonban mint HOFFIELD és BIRGE¹⁴ közismert abszorpciós felvételein látható, ezen az említett spektrálvidéken nincsen erős kontinuum a CO-nak, hanem csak az $A^{1}I\text{I}-X^{1}\Sigma$ sávrendszer diszkrét abszorpciós sávjai.

Tegyük fel már most, hogy a szétesés két egymásutáni aktusban játszódik le, t. i. két diszkrét term közötti abszorpciós átmenet és a felső állapot ezután bekövetkező predisszociációja útján. Az első nehézség itt is az, hogy a predisszociáció termékeinek valószínűtlenül nagy kinetikus energiája lenne. Másodszor nagyon valószínűtlen, hogy az elnyelt Xe-vonal hullámhosszának pontosan megfeleljen egy CO sávval. A két hullámszámnak legalább is 0.1 cm^{-1} -nyi (de valószínűleg még jóval nagyobb) pontossággal kell egybeesnie, mert az $A^{1}I\text{I}$ CO-termék szélessége ezen a helyen semmiesetre sem nagyobb ennél.¹⁵

Keressük meg már most azt az $A^{1}I\text{I}-X^{1}\Sigma$ CO sávrendszerbe tartozó sávonalat, amelynek hullámszáma a legközelebb eshet az 1295 Å Xe-vonal hullámszámához. Ebből a célból a 8. ábrában felrakjuk $J(J+1)$ függvényében az $X^{1}\Sigma$ alapállapot $v=0$ -hoz tartozó, valamint az $A^{1}I\text{I}$ állapot $v=10$ -hez tartozó rotációs termsorát. Ez utóbbinak $J=0$ helye 78009.1 cm^{-1} energiamagasságban van.¹⁶ Az $X^{1}\Sigma$, ($v=0$) rotációs állandója 1.9228 cm^{-1} ,¹⁷ az $A^{1}I\text{I}(v=0)$ -é pedig 1.3651 cm^{-1} .¹⁸ 77185.9 cm^{-1} ordinátakülönbséggel pár-

¹⁴ L. pl. K. F. BONHOEFFER és P. HARTECK: Grundlagen der Photochemie, 1933. c. könyvének 132. lapján közölt képet.

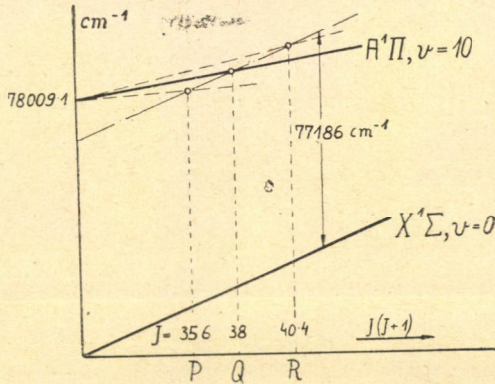
¹⁵ Két különböző anyag abszorpciós, illetve emissziós vonalainak összeesése előfordulhat néha, pl. ha $1800-1900 \text{ Å}$ környékén vizsgáljuk valamely kétatomos molekula emissziós sávonalait, akkor az ugyanazon a spektrálvidéken lévő O_2 abszorpciós sávonalakkal való összeesés következtében sokszor nagyobb számú vonal is hiányozhat az emissziós sávokból.

¹⁶ L. GERŐ: Zeitschr. f. Phys. 100. 374. 1936.

¹⁷ L. GERŐ, G. HERZBERG, R. SCHMID: Phys. Rev. 52. 467. 1937.

¹⁸ R. SCHMID, L. GERŐ: Zeitschr. f. Phys. 101. 343. 1936.

huzamost húzunk az $X^1\Sigma(v=0)$ termsorral; ahol ez az eredményvonallal kihúzott párhuzamos metszi az $A^1\Pi(v=10)$ termsort, ott van a keresett Q -vonal; ennek abszcisszája kb. $J(J+1) \cong 1480$, úgyhogy $J \cong 38.0$ s így a $Q(38)$ vonal esik legközelebb a xenon-vonalhoz. Ha még az R és P ágakban is meg akarjuk keresni a megfelelő vonalakat, akkor az $A^1\Pi(v=10)$ termsor jobb- és baloldalán egy-egy olyan vonalat húzunk (szaggatott vonallal jelezve), melyeknek pontjait az $A^1\Pi(v=10)$ pontjai abszcissza-értékeinek $-2J$ -vel, illetve $+2(J+1)$ -gyel való megváltoztatása útján kapjuk. Ahol ezek a szaggatott vonalak az eredményvonalat metszik,

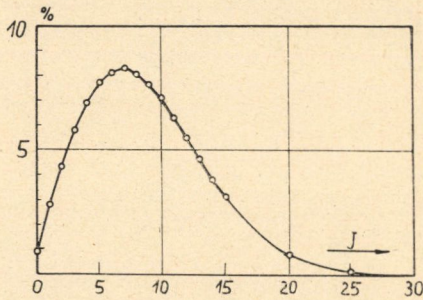


8. ábra. A 77185.9 cm^{-1} -es hullámszámhoz legközelebb eső vonalak kikeresése az $A^1\Pi(v=10)$ — $X^1\Sigma(v=0)$ CO sávvonalak közül.

ott leolvashatók a megfelelő R és P vonalak J kvantumszámjai. Így módon arra az eredményre jutunk, hogy $R(40.4)$ és $P(35.6)$ a lehetséges legközelebbi vonalak.

Az $A^1\Pi-X^1\Sigma$ rendszer (10.0) sávja $Q(38)$ -as vonalának hullámszámát csak meglehetősen hosszú extrapoláció útján állapíthatnánk meg és az eljárás pontossága nem volna elég nagy ahhoz, hogy eldöntsük, fennforog-e a kellő mértékű egybeesés a xenon-vonallal. Erre azonban nincsen is szükség; a $J=38$ -as rotációs állapot olyan elenyészően kis mértékben van gerjesztve a szobahőmérsékletű CO -ban, hogy észrevehető abszorpció ebből az állapotból kiindulva úgy sem lehetséges. A BOLTZMANN-tétel értelmében ugyanis a

molekulák eloszlását a J kvantumszámú állapotokon megkapjuk, ha az $e^{-\frac{hcB}{kT} J(J+1)}$ függvényt szorozzuk az illető állapot statisztikai súlyával, $g=2J+1$ -gyel. A 9. ábrán tüntettük fel a molekulák százalékos eloszlását az alapállapot $v=0$ vibrációs emeletén J függvényében, $T=300$ K° abszolút hőmérséklet mellett. (Ilyen alacsony hőmérsékleten ugyanis gyakorlatilag valamennyi molekula a $v=0$ emeleten van; ha pl. kiszámítjuk a $v=1$ emeleten lévők százalékos arányát: $\frac{N_1}{N_0} = e^{-\frac{hc\omega}{Tk}}$ értelmében 0.0035%-ot kapunk.) 300 K°-on a legtöbb CO molekula, 8.2%, a $J=7$ -es



9. ábra. A százalékos BOLTZMANN-eloszlás a CO ($v=0$) alapállapon.

állapotban van, $J=20$ -nál pl. már csak 0.82% az arányszám és $J=30$ -nál 0.01%. A $J=38$ -as kvantumállapotban a molekulák $8 \cdot 10^{-7}$ -ed része tartózkodik csak s így gyakorlatilag ebből szobahőmérsékleten nem indulhat ki abszorpció. Ez különben jól látható a CO színekép ú. n. CAMERON-féle abszorpciós

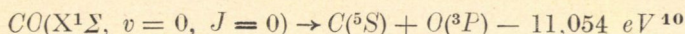
sávjain, melyeknek ágai mindössze $J=15 \sim 20$ -ig terjednek.¹⁹

De még ha elegendő koncentrációban volnának is jelen a $J=38$ -as termen lévő molekulák ahhoz, hogy számottevő abszorpció keletkezhessek, akkor sem mehetne végbe a fotokémiai szétesés egységnyi kvantumhasznosítási tényezővel. Az $A^{11}I$ állapothoz tartozó vonalak ugyanis éles színeképvonalak és így ezeknek a rotációs termeknek a közepes élettartama semmiesetre sem lehet kisebb 10^{-8} sec-nál. Ezalatt az idő alatt a molekulák szobahőmérsékleten legalább százszor ütköznek össze, úgyhogy az 1295 \AA -ös fénykvantumot abszorbeált molekulák túlnyomó többsége az ütközések következtében már régen átment más állapotokba, mielőtt predisszociációra lett volna alkalma. Így a két aktusban,

¹⁹ L. GERŐ, G. HERZBERG, R. SCHMID: Phys. Rev. 52. 467. 1937. 1. ábra.

egy közbülső diszkrét term közvetítésével lejátszódó fotokémiai disszociáció gondolatát el kell vetnünk s olyan megoldást kell keresnünk, melynél az abszorpció energiamagasságának a közelében atomtermkombináció és hozzátartozó kontinuum található.

Említettük, hogy a CO disszociációs energiája a CO színeképen található predisszociációjelenségek alapján 6.89 elektronvoltnak adódott. Nevezetes már most, hogy ez az egyetlen disszociációsenergia, amelynél az 1295 \AA xenonvonal energiamagasságának közvetlen közelébe $C+O$ atomtermkombináció esik. A szerzők által felállított disszociációs skéma ugyanis, mely szerint

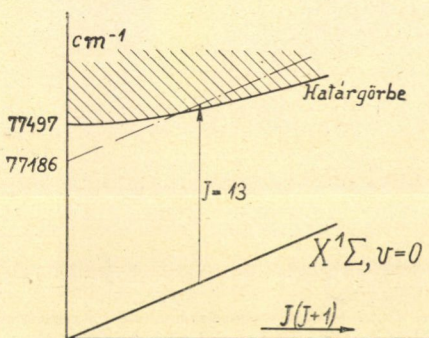


többek között azon alapul, hogy a CO színeképen $77497 \pm 44 \text{ cm}^{-1}$ energiamagasságban predisszociációs határgörbét sikerült észlelni.¹⁶

Ez a határgörbe a 10. ábra felső részén látható.

A disszociáció ennek a határgörbének a mentén $C(^1S) + O(^3P)$ atomokba történik. Mint az ábrából látható, a xenonvonal 77186 cm^{-1} -nyi energiája nem elég ahhoz, hogy $J=0$ -nál disszociációt idézzon elő; ha azonban az ordinátatengely 77186 cm^{-1} -nél lévő pontjából párhuzamosot húzunk az $X^1\Sigma$ alapállapot $v=0$ -hoz

tartozó rotációs termsorával (azaz ha figyelembe vesszük, hogy az abszorbeáló molekulának magának is van — a J kvantumszámtól függő — rotációs energiája), akkor az eredményvonalal jelölt párhuzamosnak és a határgörbének a metszéspontja $J=12$ és $J=13$ közé esik. Ha tehát az 1295 \AA -ös Xe-vonalat egy $J=13$ kvantumszámú molekula nyeli el, akkor az éppen a határgörbe fölé, a kontinumba kerül, tehát oda, ahol a legnagyobb a szétesés valószínűsége. A kontinuum élettartama



*10. ábra.

A CO termszkémájában 77497 cm^{-1} -nél lévő határgörbe és a 77185.9 cm^{-1} -es hullámszám abszorpciója.

semmiesetre sem nagyobb 10^{-13} sec-nál, ezalatt az idő alatt pedig átlag csak minden századik molekula ütközik; így az egy-ségnyi kvantumkihasználási tényező teljesen érthető. A $J=13$ -as állapotban a BOLTZMANN-eloszlás szerint a CO molekuláknak mintegy 4.66%-a tartózkodik, a 12-nél nagyobb forgási kvantum-számú állapotokban pedig összesen a molekuláknak mintegy $\frac{1}{5}$ része; így a Xe vonal nagymértékű abszorpciója teljes mérték-ben megmagyarázható.

A $C(^1S)+O(^3P)$ atomtermkombinációból egy $^3\Sigma^-$ és egy $^3\Pi$ term származhat. Az $X^1\Sigma^+$ alapállapotból a $^3\Sigma^-$ állapotba való átmenetet több kiválasztási szabály is tiltja, úgyhogy a disszo-ciáció bizonyára a $^3\Pi$ termhez tartozó kontinuum útján történik. Ez az átmenet ugyan két különböző multiplicitású term közötti interkombináció és bizonyos mértékig ezt is tiltják a kiválasztási szabályok, de a CO színképén már amúgy is ismerünk interkombi-nációs átmeneteket úgy emisszióban, mint abszorpcióban (pl. a szintén $^3\Pi-^1\Sigma$ átmenetet képező CAMERON-sávokat), továbbá interkombinációs perturbációkat és predisszociációkat is. Ilyen interkombinációs predisszociáció pl. az is, mely éppen az előbb említett 77497 cm^{-1} -es energiamagasságban az $A^1\Pi$ állapot term-jein bekövetkezik. Így tehát nincsen okunk kételkedni abban, hogy a szétesés létrejöhet, annál is inkább, mert egyrészt a $^3\Pi$ kon-tinuum hullámfüggvényeihez az $A^1\Pi$ predisszociációja következté-ben már amúgy is keveredtek hozzá szingulett hullámfüggvények, másrészt pedig a 77497 cm^{-1} -es energiahatárhoz az oxigén 3P atom-termjének azt a 3P_0 komponensét kell hozzárendelni,²⁰ melyből a $^3\Pi_0$ molekulatermkomponensnek a 0^+ -hoz tartozó fele származik, tehát egy olyan term, melynek szimmetriája pontosan megegyezik az $^1\Sigma^+$ alapállapot szimmetriájával.

Az interkombinációs predisszociáció szolgál magyarázatul arra is, hogy miért nem lehet HOPFIELD és BIRGE abszorpciós felvételein folytonos abszorpciót látni 1295 \AA -nél. Az interkombi-nációs átmeneti valószínűség ugyanis elég nagy ahhoz, hogy a határgörbe közvetlen közelében egyetlen éles vonal abszorpcióját eldőltesse, de a határtól eltávolodva az átmeneti valószínűség

²⁰ R. SCHMID, L. GERŐ: Phys. Zeitsch. 39. 460. 1938.

rohamosan csökken és így csak igen keskeny sávon van számbavehető folytonos abszorpció. A környéken lévő igen erős abszorpciós vonalak mellett ez a keskeny és aránylag gyenge folytonos abszorpció már csak a felvételek nem nagy diszperziója miatt sem vehető észre.

Hogy az 1470 \AA xenonvonalat — melynek 8.38 eV energia felel meg — a CO egyáltalán nem nyeli el, annak ellenére, hogy a 6.89 eV -os disszociációs határ 1.5 eV -tal fekszik mélyebben, az elmondottak után már nem lephet meg, mert hiszen ennek a 8.38 eV energiamagasságnak a környékén sincsen olyan atomtermkombináció, melyhez tartozó kontinuum ezt az abszorpciót előidézhetné. De magyarázatot kaptunk egyszersmind arra az újra meg újra felvetett kérdésre is, hogy ha a disszociációs energiákat tényleg olyan mélyre kell leszállítani, mint azt a legutóbbi idők spektroszkópiai kutatásai megkövetelik, akkor miért nem észlelhető minden alacsonyán fekvő atomtermkombináció energiamagasságában folytonos abszorpció. A felelet, mint az elmondottakból következik, az, hogy a folytonos abszorpció csak akkor számottevő, ha a hozzátartozó folytonos energiaállapotok egy atomtermkombináció energiamagasságának közvetlen közelében fekszenek. Ez az eset leginkább csak olyan atomtermkombinációknál fordul elő, melyekből valódi, diszkrét termék keletkezik; ez pedig a legújabb spektroszkópiai vizsgálatok szerint éppen a legalacsonyabban fekvő atomtermkombinációkra nézve nem szokott fennállani. Ha viszont egy atomtermkombinációból csak meredek repulzív molekulaállapot-potenciálgörbék származnak, akkor a *lehetséges* abszorpciós kontinuumok felső állapotai amúgy is jóval az atomtermek energiamagasságai felett lennének, de ezenkívül még a várható intenzitásuk is oly csekélynek adódik, hogy észlelésüknek semmi valószínűsége sincsen.

(A Magyar Tudományos Akadémia III. osztályának 1943. június 21-én tartott ülésén bemutatta Pogány Béla r. t.)

Mitteilung aus dem physikalischen Institut der Königl. Ungarischen Universität für technische und Wirtschaftswissenschaften, Budapest.

ÜBER DIE BEOBACHTUNGSMÖGLICHKEITEN VON DISSOZIATIONSKONTINUA ZWEIATOMIGER MOLEKÜLE.

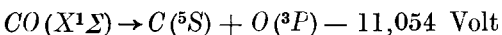
Von L. GERŐ und R. SCHMID in Budapest.

Nach einer eingehenden Besprechung der Dissoziations- und Prädissoziationserscheinungen werden die Bedingungen untersucht, unter denen die Beobachtung von Dissoziationskontinua möglich ist. Das Ergebnis ist, dass kontinuierliche Spektren nur in der Nähe der Energiehöhen der Atomtermkombinationen zu erwarten sind; die Erscheinung solcher Kontinua, zu denen beträchtliche kinetische Energien der Dissoziationsprodukte gehören, ist äusserst unwahrscheinlich. Es ist daher *nicht* zu erwarten, dass in der Energiehöhe einer *jeden* Atomtermkombination ein Absorptionskontinuum erscheinen wird; nur wenn aus der betreffenden Kombination stabile Molekülterme entstehen, hat die Beobachtung von Kontinua eine gewisse Wahrscheinlichkeit. Da nach den spektroskopischen Untersuchungen der letzten Jahre sich herausstellte, dass von den untersten Atomtermkombinationen zumeist nur Molekülzustände mit steilen, repulsiven Potentialkurven entstehen, ist es verständlich, dass man in der Energiehöhe dieser Atomtermkombinationen keine Kontinua beobachten konnte.

Es wird ferner gezeigt, dass wenn eine bestimmte Wellenlänge keinen photochemischen Zerfall hervorruft, die entsprechende Energiehöhe nicht unbedingt eine untere Grenze für die Dissoziationsenergie des betreffenden Moleküls bedeutet.

Als Beispiel wird der photochemische Zerfall des CO Moleküls erwähnt. FALTINGS, GROTH und HARTECK (Zeitschr. f. phys. Chem. (B) 41. 15. 1938) bestrahlten Kohlenoxyd mit den 1295 und 1470 Å Xenonlinien und fanden, dass nur die kürzere Wellenlänge photochemisch wirksam ist, und zwar mit einer Quantenausbeute 1. Daraus haben sie geschlossen, dass 9·5 Elektronvolt sicher eine obere Grenze und 8·4 Elektronvolt wahrscheinlich eine untere Grenze für die Dissoziationsenergie des CO Moleküls sei, dass also 9·097 Volt (eine von HERZBERG vorgeschlagene Zahl) die wahrscheinlichste Dissoziationsenergie für CO sei.

Die Ergebnisse von FALTINGS, GROTH und HARTECK sind nur auf Grund der CO Dissoziation:



zu erklären, weil nur bei dieser Zuordnung der Dissoziationszustände zu den Atomtermkombinationen eine Dissoziationsgrenzkurve eben in der Energiehöhe der beobachteten Photodissoziation liegt.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 21. Juni 1943.)

A NITROGÉNÓXID MOLEKULA ENERGIAÁLLAPOTAIRÓL.

SCHMID REZSŐ † és GERŐ LORÁND-tól.

A Műegyetemi Fizikai Intézet spektroszkópai laboratóriumában mintegy tizenöt éve folyó, a molekulák belső szerkezetének sávós színeképük alapján történő felkutatására irányuló kutatómunka SCHMID REZSŐnek a nitrogénoxid színeképére vonatkozó vizsgálataival indult meg. Röviddel tragikus hirtelenséggel bekövetkezett elhúnyta előtt a vezetése alatt folyó vizsgálatok ismét visszatértek a nitrogénoxid molekulára; ezeknek a vizsgálatoknak az eredményeit kívánja a jelen dolgozat ismertetni.

A nitrogénoxid molekula sávós színeképén négy sávrendszer ismeretes, ezeket β , γ , δ és ϵ sávrendszereknek szokták nevezni. Mind a négy sávrendszer közös alsó állapota a molekula X^2II alapállapota; az egyes sávrendszerek felső állapotai a következők: a β sávoké B^2II , a γ sávoké $A^2\Sigma$, a δ sávoké $C^2\Sigma$; az ϵ sávok rotációs szerkezete eddig nem volt ismeretes, így a felső állapotukról sem tudunk semmi közelebbit. A γ sávok rotációs analizisét GUILLERY (1), SCHMID (2), továbbá SCHMID, KÖNIG és FARKAS (3) hajtották végre, a β sávokét JENKINS, BARTON és MULLIKEN (4) és SCHMID, KÖNIG és FARKAS (3); a δ sávokét SCHMID (5).

Az NO molekula disszociációs energiája kiszámítható, ha ismerjük az N_2 és O_2 molekulák disszociációs energiáját, továbbá az $\frac{1}{2}N_2 + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow NO$ folyamat hőszínezetét. Az általánosan elfogadott $D(N_2) = 170.2$ kcal, $D(O_2) = 117.2$ kcal számértékekből és az NO -keletkezés 21.6 kcal-nyi hőszínezetéből $D(NO)$ -ra 122.1 kcal adódik, azaz 5.29 elektronvolt. Ez a disszociáció-energia annyiban megbízható, illetve pontos, amennyire a kiszámításához

felhasznált három számadat megbízható és pontos. Az O_2 disszociációs energiája ezidőszerint teljesen biztos számadatnak látszik és mint minden spektroszkópiai úton meghatározott disszociációs-energia, igen pontos. Az NO keletkezés hőszínezete — mely termokémiai meghatározás eredménye — a spektroszkópiai úton nyert számértékeknél jóval pontatlanabb ugyan, de a néhány kcal-t kitevő hibahatárokon belül az értéke szintén teljesen biztosított-nak látszik. Így az NO disszociációs energiája végeredményben a $D(N_2)$ -től függ. Minthogy pedig ez utóbbinak a megbízhatóságára nézve az utóbbi időben kételyek merültek fel, szükségesnek látszott az NO disszociációs energiájának kísérleti, pusztán az NO spektrumon alapuló meghatározása.

Már régen ismeretes volt, hogy a β -sávok emisszióban $v'=4$ -ig, a γ -sávok $v'=3$ -ig, a δ sávok pedig csak $v'=0$ -ig jelennek meg a színképen. Mindhárom jelenséget predisszociációnak tulajdonították; az 5.29 Voltos disszociációenergia alapján azonban egyik predisszociációs energiamagasságban sincsen atomtermkombináció, holott, mint szerzők egyik dolgozatukban kimutatták (6), csak az atomtermkombinációk energiamagassága fölött közvetlenül észlelhető predisszociáció. Így szükségesnek látszott az NO színképre vonatkozó mérési adatok lehető legnagyobb kiterjesztése és esetleges perturbációk és predisszociációk felkutatása útján az NO disszociációs energiájának az N_2 molekuláétól független, tisztán spektroszkópiai meghatározása.

A szükséges felvételek igen nagy fényerő mellett a Műegyetemi Fizikai Intézet spektroszkópiai laboratóriumának 6.5 m-es, hüvelykenként 30,000 karcolatú konkáv rácsspektroszkópjával készültek. A fényforrások különféle alakú GEISSLER-csövek voltak; a gerjesztésre néhány ezer Voltra feltranszformált és gyorsan forgó többszörös szikraközzel szaggatott, 500 periódusú váltóáramot használtunk. A felvételeket 1900—2700 Å között mértük ki. Ezen az aránylag nem nagy darabon több mint 10,000 vonal volt található, melyek — egy-két gyenge N_2 -sávától eltekintve — mind az NO molekula színképéhez tartoznak.

Az első feladat volt az eddig még nem analizált ϵ -sávrendszer vizsgálata. Az ϵ -sávokat LEIFSON (7) észlelte abszorpcióban, BAIR (8) pedig emisszióban. Minthogy kis diszperzióval készült mérések alap-

ján az ε -felsőállapotok meglehetősen pontosan odaesnek, ahová a $v' > 3$ -as γ felsőállapotoknak kellene esni, később az ε -sávokat egyszerűen beosztották a γ -sávok skémájába. HERZBERG és MUNDIE (9) szerint az a jelenség, hogy az ε -sávok abszorpcióban jóval nagyobb intenzitásúak, mint a γ -sávok, predisszociációra vezethető vissza; ennek a predisszociációnak a feltételezése azzal járt, hogy az ε -sávok létezését emisszióban tagadásba kellett venni.

HERZBERG és MUNDIE hipotézise megdőlt azzal, hogy az ε -sávok megjelentek emissziós felvételeinken, még pedig igen nagy intenzitással. Ezeknek az ε -sávoknak a rotációs analízise azután igazolta (10, 11), hogy semmi közük a γ -sávrendszerhez, hanem valóban külön, önálló $D^2\Sigma - X^2\Sigma$ sávrendszert alkotnak. Így az is nyilvánvalóvá lett, hogy tényleg nem észlelhetők $v' > 3$ -hoz tartozó γ -sávok emisszióban, tehát a $v'=3$ -as γ -felsőemelet fölött predisszociációhatárnak kell lennie.

A γ -sávoknak valamennyi elérhető vibrációs és rotációs emeletre kiterjedő vizsgálata alapján (12) tényleg sikerült is ezt a predisszociációt megtalálni, illetve a hozzátartozó atomtermkombináció helyét mintegy $53,800 \text{ cm}^{-1}$ -nél lokalizálni. Az energiamagasság pontosságát és megbízhatóságát az biztosítja, hogy a $v'=0, 1, 2$ és 3 -as termsorok mindegyikén, tehát négy helyen megfigyelt intenzitáscsökkenés alapján a predisszociáció határgörbéjét pontosan meg lehetett szerkeszteni.

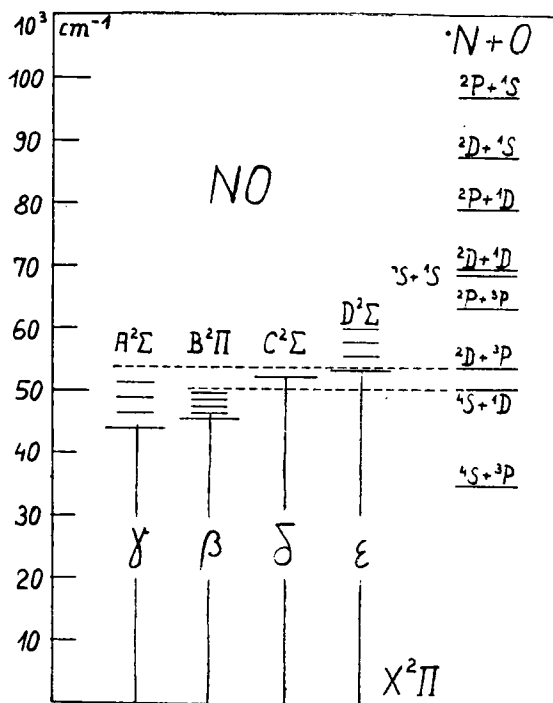
A β -sávok közül, — melyek nagy intenzitással rendszeresen csak az aktív nitrogén színképében jelennek meg, — néhány erős sáv szintén kimérhető volt felvételeinken. Már régen ismeretes volt, hogy a β -sávok laposan futó felsőállapot-termsorai több helyen átmetszik a γ -sávok jóval meredekebb rotációs termsorait. Ezek az átmetszési helyeken perturbációknak kell megjelenniük, ha a kölcsönhatás a két elektronterm között elég nagy. Eddig ilyen perturbációkat nem észleltek és azokon a helyeken, ahol az ujonnan kimért β - és γ -felsőállapotok metszései vannak, szintén nem lehetett semmi rendellenességet találni a vonalak hullámszámaiban úgyhogy biztosra vehető, hogy a kétféle termék kölcsönhatása nem lehet nagyon nagy.

A β sávok emisszióban mindig csak $v'=4$ -ig jelennek meg; valószínű volt tehát, hogy a $v'=4$ -es emelet fölött predisszociáció

lép fel. Ennek a predisszociációnak a közvetlen igazolása azonban igen nagy nehézségekbe ütközik. Aktív nitrogénben készült felvételek ugyanis, ahol a β -sávok nagy intenzitással jelennek meg, a speciális gerjesztési viszonyok miatt nem alkalmasak predisszociációk lokalizálására; a közönséges kisüléssel készült felvételeken pedig a β -sávok aránylag nagyon gyengék a többi sávrendszerhez képest. Kiderült azonban, hogy ha a β -felsőemelet magasabban fekvő vibrációs és rotációs termjeit a megmért termékből kiextrapoláljuk, akkor a határon *felül* fekvő átmenetési helyek közvetlen közelében egyes vonalak intenzitáscsökkenést szenvednek. Ez az intenzitáscsökkenés úgy magyarázható, hogy a disszociációhatáron felül megjelenő folytonos energiatartomány a γ -sávok felső állapotával csak igen csekély, a β -sávok felső állapotával azonban nagyfokú kölcsönhatásban van; ezért is fogynak el ezen a helyen a β -sávok, míg a γ -sávok változatlanul tovább tartanak. Ahol azonban a β - és γ -sávok felső állapotainak egymásra való hatása aránylag a legnagyobb, azaz az átmenetési helyek közvetlen közelében, ott — ha a kölcsönhatás nem is elég nagy arra, hogy a vonalak hullámszámait észrevehető módon befolyásolja, de arra mégis elég, hogy a diszkrét és folytonos állapotok hullámfüggvényeit bizonyos mértékig összekeverje s így mintegy közvetítse a predisszociációt, illetve az azzal járó intenzitáscsökkenést a γ -sáv vonalak számára.

A leírt jelenségek tehát arra mutatnak, hogy a β -sávok $v'=4$ -es emeletén felül folytonos energiatartomány, disszociációs határ, illetve atomtermkombináció fekszik, melynek energiamaagassága kb. $50,000$ — $51,000$ cm^{-1} . Ennek a távolsága a γ -sávokon észlelt $53,800$ cm^{-1} -es határtól 2800 — 3800 cm^{-1} ; az $N+O$ atomtermkombinációk energialétráján ennek megfelelő köz csak egyetlen egy van, t. i. az $N(^2D) + O(^3P)$ és az $N(^4S) + O(^1D)$ kombinációk között, melyek 3355 cm^{-1} -re vannak egymástól. Így tehát bizonyos, hogy ezt a két atomtermkombinációt kell a két fenti disszociációhatárhoz rendelni, amikor is az $NO X^2II$ ($v=0$) alapállapot távolsága az $N(^4S) + O(^3P)$ alapatomtermkombinációtól $34,600$ cm^{-1} -re adódik. (1. ábra) Ennél a hozzárendelésnél a molekula X^2II alapállapota természetesen *nem* disszociál az $N(^4S) + O(^3P)$ atomalapállapotokba, hanem az $N(^2D) + O(^3P)$ atomtermkombinációba.

Ezt a 4.29 Voltnyi disszociációs energiát alátámasztják FLORY és JOHNSTON (13) eredményei is az NO fotokémiai bomlására vonatkozólag. FLORY és JOHNSTON ugyanis, a higany ívspektrumával NO -gázt besugározva, azt tapasztalták, hogy az 1832 Å hullámhosszúságú higanyvonal az NO nagymértékű elbomlását okozta. Ennek a higanyvonalnak a hullámszáma $54,567 \text{ cm}^{-1}$, tehát vala-



1. ábra.

mivel nagyobb, mint a γ -sávokban $53,800 \text{ cm}^{-1}$ -nél talált disszociációhatár, mely egyszermind az NO alapállapot disszociációs határa is. Mint ismeretes (6), fotokémiai disszociáció számottevő mértékben csak közvetlenül az atomtermkombinációk fölött szokott mutatkozni. Ha a régebbi, 5.29 Voltos disszociációs energiát fogadjánk el helyesnek, akkor a legközelebbi atomtermkombináció csaknem $10,000 \text{ cm}^{-1}$ -gyel volna az észlelt predisszociáció alatt, ami a legnagyobb mértékben valószínűtlen.

Jelen dolgozat a m. kir. József Nádor Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Fizikai Intézetében készült, mely spektroszkópiai felszerelésének egy részét az Országos Természettudományi Tanács és a Széchenyi Tudományos Társaság támogatásának köszönheti és dr. POGÁNY BÉLA műegyetemi ny. r. tanár vezetése alatt áll.

Irodalom.

1. M. GUILLERY: Zeitschr. f. Phys. 42. 121. 1927.
2. R. SCHMID: Zeitschr. f. Phys. 49. 428. 1928.
3. R. SCHMID, TH. KÖNIG, D. V. FARKAS: Zeitschr. f. Phys. 64. 84. 1930.
4. F. A. JENKINS, H. A. BARTON, R. S. MULLIKEN: Phys. Rev. 30. 150, 175, 1927.
5. R. SCHMID: Zeitschr. f. Phys. 59. 42. 1929. 64. 279. 1930.
6. GERŐ LORÁND és SCHMID REZSŐ: Mat. és Term.-Tud. Ért.
7. S. W. LEIFSON: Astrophys. Journ. 63. 73. 1926.
8. W. H. BAIR: Astrophys. Journ. 52. 301. 1920.
9. G. HEEZBERG, L. S. MUNDIE: Journ. Chem. Phys. 8. 263. 1940.
10. SZILY FRIGYES KELEMEN: Disszertáció. Bp. 1943.
11. L. GERŐ, R. SCHMID, F. K. V. SZILY: Naturwiss. 31. 203. 1943.
12. BALLENEGGER KATALIN: Disszertáció. Bp. 1943.
13. P. J. FLORY, H. L. JOHNSTON: Journ. Am. Chem. Soc. 57. 2641. 1935.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1943. nov. 22-én tartott ülésén bemutatta Pogány Béla r. t.)

DISSOZIATIONSENERGIE DES NO MOLEKÜLS.

Von R. SCHMID † und L. GERŐ in Budapest.

Das Molekülspektrum des NO wurde zwischen 1950 und 2700 Å mit grosser Dispersion (1.2 Å pro Platten mm) und grösstmöglicher Intensität aufgenommen und analysiert. Die sog. ε -Banden, deren Existenz in Emission von HERZBERG und MUNDIE (G. HERZBERG, L. S. MUNDIE, Journ. Chem. Phys. 8. 263. 1940.) bezweifelt wurde, wurden analysiert. Es konnte festgestellt werden, dass diese Banden zu einem selbstständigen, von den γ -Banden unabhängigen Bandensystem gehören. In den γ -Banden wurde Prädissoziation gefunden, in der $v'=0$ Rotationstermreihe bei $K=74$, in der $v'=1$ Reihe bei $K=64$, in der $v'=2$ Reihe bei $K=52$ und in der $v'=3$ Reihe bei $K=38$. Der Anfangspunkt der Grenzkurve dieser Prädissoziation liegt bei $53,800\text{ cm}^{-1}$ über dem NO Grundzustand. In dieser Energiehöhe muss also eine Atomtermkombination liegen. Einige stärkere β -Banden konnten ebenfalls analysiert werden. Die Anfangszustands-Rotationstermreihen der γ -Banden überkreuzen die oberen Termreihen der β -Banden; an den Überschneidungsstellen konnten keine Störungen beobachtet werden. Der letzte beobachtete obere Zustand der β -Banden ist der mit $v'=4$; höhere v' -Zustände konnten nicht gefunden werden, es liegt also hier höchstwahrscheinlich auch Prädissoziation vor. Wenn man auf Grund der beobachteten Termreihen auf höhere Rotations- und Schwingungszustände extrapoliert, findet man, dass bei den Überkreuzungsstellen dieser extrapolierten Zustände mit den γ -Anfangstermen Abschwächungseffekte an den betreffenden γ -Bandenlinien zu beobachten sind. Sämtliche Abschwächungsstellen liegen oberhalb einer Grenze bei ung. $50\text{--}51,000\text{ cm}^{-1}$ über dem NO Grundzustand, wo also die Prädissoziation der β -Anfangs-

zustände einsetzt und wo eine Atomtermkombination liegen muss. Unterbringt man bei $53,800\text{ cm}^{-1}$ die Atomtermkombination $N(^2D) + O(^3P)$, so fällt die Kombination $N(^4S) + O(^1D)$ zu $50,445\text{ cm}^{-1}$. Das ist auch die einzig mögliche Zuordnung, bei der in der Höhe beider Prädissoziationsstellen je eine Atomtermkombination liegt. Die Dissoziationsenergie des *NO* ist auf Grund dieser Zuordnung $34,600\text{ cm}^{-1}$ oder $4,29$ Elektronvolt. Der $X^2\Pi$ *NO* Grundzustand dissoziiert *nicht* in die Kombination der beiden Atomgrundzustände, sondern in die Kombination $N(^2D) + O(^3P)$.

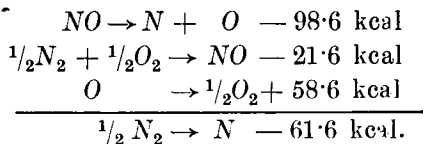
Die Beobachtungen von FLORY und JOHNSTON (P. J. FLORY, H. L. JOHNSTON, Journ. Am. Chem. Soc. **57**. 2641. 1935.) über photochemische Dissoziation von *NO* sind im besten Einklang mit dem obigen Dissoziationsschema. FLORY und JOHNSTON beobachteten nämlich, dass eine photochemische Dissoziation des *NO* von der Quecksilberlinie $\lambda\ 1832,6\ \text{\AA}$ hervorgerufen wird; die entsprechende Wellenzahl, $54,567\text{ cm}^{-1}$, ist etwas grösser, als die Höhe der Prädissoziationsgrenze in den γ -Banden, die zugleich die Dissoziationshöhe des Molekülgrundzustandes darstellt. Wäre die Dissoziationsenergie des *NO*, wie früher angenommen wurde, $5,29$ Volt, so könnte in der Höhe der Photodissoziation gar keine Atomtermkombination gefunden werden.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 22. November 1944.)

AZ N_2 MOLEKULA DISSZOCIÁCIÓS ENERGIÁJA.

SCHMID REZSŐ † és GERŐ LORÁND-tól.

Előző dolgozatunkban kimutattuk, hogy az NO molekula disszociációs energiája 4.29 elektronvolt, azaz 98.6 kcal. Az O_2 molekula 117.2 kcal-nyi disszociációs energiájából és az NO 21.6 kcal-nyi keletkezési hőjéből már most az N_2 disszociációs energiája kiszámítható:



Azaz $D(N_2) = 123.2$ kcal, vagyis kb. 5.3 elektronvolt, szemben az eddig általánosan elfogadott 7.38 Volttal. Meg kell tehát vizsgálnunk, hogy hogyan egyeztethető ez össze az N_2 és N_2^+ molekulák színeképpen észlelt energianívókkal, perturbáció- és predisszociációs jelenségekkel, valamint ionizációs jelenségekkel és RYDBERG-sorozatokkal.

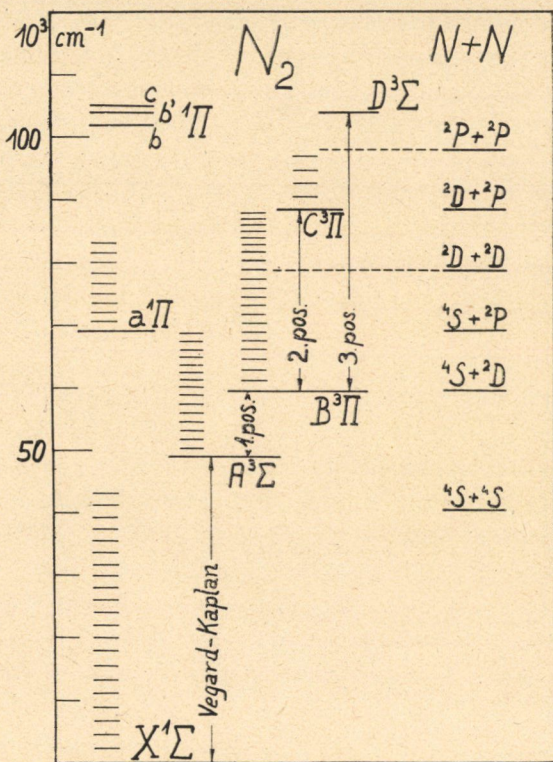
Az N_2 disszociációs energiáját igen részletesen tárgyalja HERZBERG Molekülspektren und Molekülstruktur c. könyvében, a 162 ábrával és XXXIV táblázattal kapcsolatban. Az N_2 színeképpen két predisszociációt találtak, kb. 12.2 és 9.8 elektronvoltnyi energiamagasságban. Az N atomnak három alacsonyban fekvő termje van, a 4S alapállapot, valamint egy 2D állapot 2.38 Volttal és egy 2P állapot 3.57 Volttal fölötte. A 4S — 2D távolság véletlenül pontosan a kétszerese a 2D — 2P távolságnak, ezért az atomtermkombinációk létrája úgy alakul, hogy a legelső két létrafok távolsága 2×1.19 Volt, az összes többi létrafoké pedig 1.19 Volt. A két predisszociációhely távolsága kb. 2.4 Volt lévén, nagyon sokféleképpen hozzá-

illeszthető az atomtermkombinációk létrája, ha pusztán csak az energiamaagasságokra vagyunk tekintettel. HERZBERG XXXIV. táblázatában figyelembe vette még a szimmetria-viszonyokat, az egyes atomtermkombinációkból származó molekulatermek lehetséges multiplicitását, valamint az N_2^+ molekula színeképen tapasztalható disszociációjelenségeket is és ezek alapján kimutatta, hogy egyedül az a hozzárendelés lehetséges, amelynél a disszociációs energia 7.38 Volt. Egy másik lehetséges hozzárendelés ellen viszont, melynél a disszociációs energia 5.00 Voltra vagyis $40\,350\text{ cm}^{-1}$ -re adódnék, csak azt az ellenvetést tudja tenni, hogy «nem egyeztethető össze az alapállapot rezgési kvantumaival». Az alapállapot észlelt rezgési nívói ugyanis túlhaladják az 5 Volt-nyi energiamaagasságot és így a molekulaalapállapot ennél a hozzárendelésnél nem disszociálhat alapállapotú atomokba. A régebbi felfogás szerint pedig a molekula alapállapotának minden körülmények között az atomalapállapotokba *kell*t disszociálnia, ha azokból egyáltalán leszármaztatható volt.

Az újabb felfogás szerint — mely úgy elméleti, (1) mint kísérleti (2) oldalról kellő alátámasztást nyert és ezidőszert igazoltnak tekinthető — az alapállapotú molekulának nem kell alapállapotú atomokba disszociálni, sőt a tapasztalat szerint csak a legkritkább esetben disszociál azokba.¹ Így az 5.00 Voltos disszociációenergia elleni egyetlen aggály is kiküszöbölődött, sőt ha az alapállapot disszociációs határául a $2D+2D$ atomtermkombinációt fogadjuk el, akkor még egy másik kellemetlen ellentmondástól is megszabadulunk. Ha ugyanis az N_2 molekulaalapállapot konvergenciahatárát BIRGE és SPONER módszerével, azaz lineáris extrapoláció útján kiszámítjuk, akkor $96,000\text{ cm}^{-1}$ -et kapunk. Az ilyen extrapoláció legtöbbször 20—25%-kal túl magas értékeket szokott szolgáltatni; a $2D+2D$ atomtermkombináció pedig $78,750\text{ cm}^{-1}$ -nél, azaz éppen 20%-kal lejjebb fekszik. Ha viszont a 7.38 Voltos disszociációenergia lenne igaz, akkor az alapállapot már $59,000\text{ cm}^{-1}$ -nél kon-

¹ Csak két molekulaalapállapot van, melyről *biztosan* kimutatható, hogy alapállapotú atomokba disszociál, az O_2 és H_2 molekula alapállapota. Ezzel szemben egy tucatnál több olyan molekulaalapállapot ismeretes, mely *biztosan nem* disszociál atomalapállapotokba.

vergálna, vagyis az extrapolált értéknél 40%-kal kisebb energiánál, ami nagymértékben valószínűtlen, mert az N_2 alapállapot vibrációs nivói $40,000\text{ cm}^{-1}$ felett is ismeretesek és távolságaik még itt is teljesen szabályos, lineáris csökkenést mutatnak. A potenciálgörbékre vonatkozó elméleti számításainál HYLLERAAS (3) nem is



1. ábra.

tudta, még hat állandós formulája segítségével sem, megközelíteni ezt az erőszakolt, az alsó háromnegyed részén teljesen lineáris, azután hirtelen erősen konvergálnak gondolt függvényt.

Az 5,00 elektronvoltos disszociációs energián alapuló disszociációs szkéma az 1. ábrán látható. A két predisszociáció-helyet vastag szaggatott vonalak jelölik; a molekulatermek az ábra baloldalán

láthatók, mellettük, az ábra jobboldalán az atomtermkombinációk vannak feltüntetve.

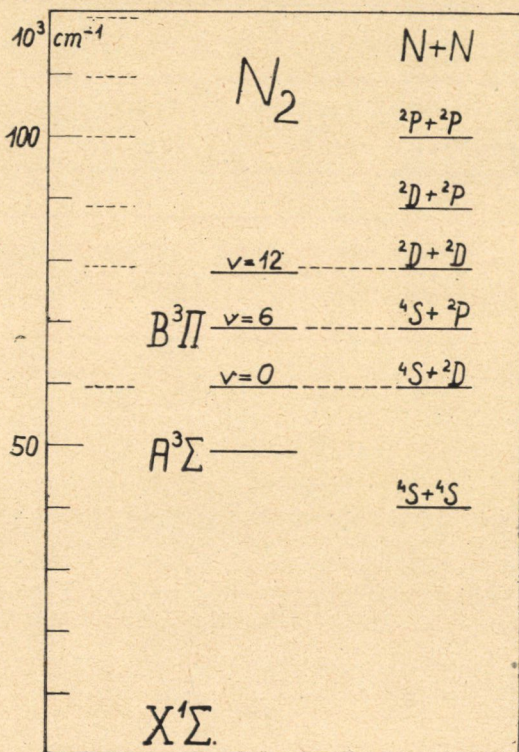
Igen szépen alátámasztják az N_2 5 Voltos disszociációs energiáját azok a vizsgálatok, melyeket az Intézet volt munkatársa, a fiatalon elhunyt CAVALLONI FERENC az aktív nitrogén színképével kapcsolatban végzett. CAVALLONI (3) megmérte az aktív nitrogénben gerjesztett ú. n. «első pozitív nitrogéncsoport» sávjainak intenzitását és azt találta, hogy a $v'=0$, 6 és 11—12-höz tartozó sávok intenzitása lényegesen nagyobb, mint a többi sáv, illetve ezeknél a kezdőállapot-rezgési kvantumszámoknál a gerjesztésnek egy-egy maximuma van.

Az aktív nitrogénre vonatkozólag még ma is eltérőek a nézetek; legvalószínűbbnek az a magyarázat látszik, hogy benne metastabil atomok és molekulák fordulnak elő, azaz olyan gerjesztett atomok és molekulák, melyek sugárzás útján nem adhatják le energiájukat, minthogy az átmeneti valószínűség az alacsonyabban fekvő állapotokba — bizonyos kiválasztási szabályok miatt — zérus, vagy legalább is elenyészően kicsiny és így közepes élettartamuk igen nagy. Ilyen metastabil állapota az N_2 molekulának az $A^3\Sigma_u^+$ állapot, mert az átmenetet az $X^1\Sigma_g^+$ alapállapotra a különböző multiplicitás tiltja; bizonyos csekély átmeneti valószínűség azért van a két állapot között és az $A^3\Sigma_u^+ - X^1\Sigma_g^+$ átmenetek «VEGARD—KAPLAN sávok» név alatt a spektrumban ismeretesek. Az $A^3\Sigma_u^+$ állapot energiamagassága mintegy 6·2 Volt az N_2 alapállapot fölött.

Mint említettük, az N atom alapállapota $4S_u$ term, két legalacsonyabb gerjesztett állapota pedig: egy $2D_u$ term 2·38 Volt és egy $2P_u$ term 3·57 Volt energiamagasságban. A $2D_u$ és $2P_u$ term is metastabil, mert két «ungerade» szimmetriájú term között a sugárzással kapcsolatos átmenet tilos. De bizonyos szempontból metastabilnak tekinthető maga a $4S_u$ atomalapállapot is, minthogy a jelen vizsgálat szerint a molekulaalapállapot nem alapállapotú atomokba disszociál és így a $4S_u$ termekből nem származnak stabil molekulatermek.

Metastabil atomok illetve molekulák csak (rugalmatlan) ütközés útján adhatják le energiájukat. Az ütközés történhet az edény falába, amikor is a részecskék hő alakjában adják le gerjesztési

energiájukat; de ütközhetnek alapállapotú vagy gerjesztett atomokba vagy molekulákba is, sőt meglehetősen valószínűsége van annak is, hogy három részecske ütközik össze egyszerre (ú. n. hármas ütközés). Elvileg mindezek az ütközésfajták hozzájárulhatnak ahhoz, hogy az első pozitív sávrendszer $B^3\Pi_g$ felső állapotá-



2. ábra.

nak éppen a $v=0, 6$ és $11\sim 12$ -höz tartozó emeletei gerjeszttesse-
nek, így valamennyi esetet külön-külön kell vizsgálnunk.

A 2. ábrán látható a metastabil $A^3\Sigma_u^+$ molekulaterm, valamint a $B^3\Pi_g$ term $v=0, 6$ és 12 -höz tartozó rezgési állapotai. Jobboldalt az 5,00 Voltos disszociációenergia alapján vannak az atomtermkombinációk felrakva, baloldalt pedig — összehasonlítás cél-

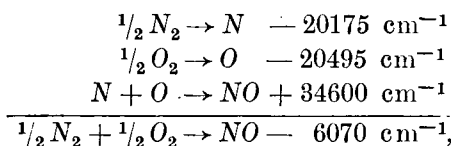
jából, szaggatott vonallal — a régi, 7·38 Voltos disszociációenergia alapján.

Az egyik lehetséges magyarázat a «szelektív gerjesztésre» az lenne, hogy az $A^3\Sigma_u^+$ állapotban lévő, metastabil molekulák ütköznek össze 2D , vagy 2P állapotú atomokkal. Ha az atomok, leadva gerjesztési energiájukat az ütközésnél, az atomalapállapotokba mennek át, akkor a molekulát éppen a $B^3\Pi$ állapot $v=6$ -os, illetve 12-es emeleteire gerjeszthetik. Nincsen magyarázat ezzel szembe a $v=0$ -ás emelet gerjesztésére.

Másik lehetséges magyarázat a szelektív gerjesztésre az, hogy a $B^3\Pi$ term szóbanforgó rezgési állapotai egy-egy atomtermkombinációból közvetlenül keletkeznek. Az 5·00 Voltos disszociációs energiának megfelelő szkémánál mind a három gerjesztési maximumnál található egy-egy atomtermkombináció. Ha két, ezeknek megfelelő állapotban lévő atom összeütközik, akkor a predisszociációval ellentétes irányú folyamat következtében olyan molekulák keletkezhetnek, melyek éppen a $B^3\Pi$ term $v=0$ -ás, 6-os és 12-es vibrációs emeleteire vannak gerjesztve. Ez a «pre-asszociációnak» nevezhető jelenség hármass ütközés alakjában is lefolyhat, amikor is a két atomnak egy alapállapotú — vagy esetleg metastabil — molekulával való ütközése idézi elő a molekulaképződést. Ez utóbbi eset túlnyomó voltát látszik igazolni az a tapasztalat, hogy ha az aktív nitrogénben a nyomást növeljük, akár idegen gáz hozzákeverése útján is, vagyis ha a harmadik részecskékkel való ütközések számát növeljük, akkor az aktív nitrogénben tapasztalható «utóvilágítás» intenzitása növekszik. A szelektív gerjesztésnek tehát elsősorban valószínűleg ez a magyarázata, de könnyen lehetséges, hogy kisebb mértékben az előbbi módokon is megy végbe gerjesztés.

Mint a 2. ábrából látható, az 5·00 Voltos disszociációs energia esetén a $v=0$, 6 és 12-es emelet magasságába is kerül egy-egy atomtermkombináció. Ha ellenben a régi, 7·38 Voltos disszociációs energiát fogadnánk el igaznak, akkor, mint az ábra baloldalán látható, a $v=6$ -os emelethez nem jutna atomtermkombináció, tehát ennek az emeletnek szelektív gerjesztését nem tudnánk megmagyarázni. Így még egy független bizonyítékot nyertünk az 5·00 Voltos disszociációs energia mellett.

Mint hogy a legújabb vizsgálatok alapján most már az O_2 , N_2 és NO pontos disszociációs energiája is ismeretes, még pedig tisztán spektroszkópiai úton végrehajtott meghatározásokból, kiszámíthatjuk az NO keletkezési hőjét:



vagy 17.4 kcal, szemben a termokémiai úton meghatározott 21.6 kcal-lal. A 4.2 kcalnyi eltérés biztosan nem írható a spektroszkópiai számértékek rovására, mert azok ennél jóval pontosabbak; a termokémiai úton nyert számadat esetében viszont maga a mérési adat sem olyan pontos, mint a spektrumból nyert értékek, azonkívül pedig tartalmazza még az abszolút 0° hőmérsékletre való extrapoláció hibáját is.

Jelen dolgozat a m. kir. József Nádor Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Fizikai Intézetében készült, mely spektroszkópiai felszerelésének egy részét az Országos Természettudományi Tanács és a Széchenyi Tudományos Társaság támogatásának köszöni és POGÁNY BÉLA műegyetemi ny. r. tanár vezetése alatt áll.

Irodalom.

1. VALATIN JÁNOS: Mat. és Fiz. Lapok, 1943.
2. GERŐ LORÁND és SCHMID REZSŐ: Mat. és Term.-Tud. Ért.
3. A. E. HYLLEBAAS: Zeitschr. f. Phys. 96. 643. 1935.
4. F. CAVALLONI: Zeitschr. f. Phys. 90. 342. 1934.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1943. november 22-én tartott ülésén bemutatta Pogány Béla r. t.)

DISSOZIATIONSENERGIE DES N_2 MOLEKÜLS.

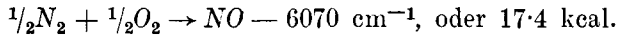
Von R. SCHMID † und L. GERŐ in Budapest.

Auf Grund der in der vorangehenden Arbeit auf rein spektroskopischem Wege bestimmten Dissoziationsenergie des NO , der ebenfalls spektroskopisch bestimmten $D(O_2)$ und der thermochemisch bestimmten Wärmetönung der $\frac{1}{2}N_2 + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow NO$ Reaktion kann die ungefähre Dissoziationsenergie des N_2 berechnet werden; man erhält auf diesem Wege ung. 5,3 Elektronvolt für $D(N_2)$. Ein Übersicht sämtlicher Dissoziations-, Prädissociations- und Ionisationsvorgänge im N_2 und N_2^+ zeigt, dass eine Dissoziationsenergie $D(N_2) = 40,350 \text{ cm}^{-1} = 5,00$ Elektronvolt mit allen Versuchsergebnissen im Einklang steht, wenn man auf die von theoretischer, wie auch von experimenteller Seite entkräftigte Zuordnungsprinzip, wonach Molekülgrundzustände in Atomgrundzustände dissoziieren müssen, verzichtet. (Siehe J. VALATIN. *Matematikai és Fizikai Lapok*, Budapest 1943. und L. GERŐ, R. SCHMID, *Matematikai és Természettudományi Értesítő* **61.**, 835. 1942.) Als Konvergenzgrenze des N_2 Molekülgrundzustandes wird dabei die Atomtermkombination $^2D + ^2D$ bei $78,750 \text{ cm}^{-1}$ angenommen; da eine lineare Extrapolation der Schwingungsterme des Grundzustandes zu einer Konvergenzgrenze bei ung. $96,000 \text{ cm}^{-1}$ führt, steht die neue Zuordnung in viel besserem Einklang mit der Tatsache, dass die Schwingungstermdifferenzen des Grundzustandes bis über $40,000 \text{ cm}^{-1}$ völlig linear verlaufen, als die alte Zuordnung, bei der eine Konvergenzhöhe des Grundzustandes von nur $59,500 \text{ cm}^{-1}$ angenommen werden musste.

Wie bekannt, werden im aktiven Stickstoff die N_2 -Banden, die die $B^3\Pi$, $v=0, 6$ und 12 Zustände als Anfangszustände be-

sitzen, viel stärker als die anderen Banden angeregt. Dies wurde z. B. von CAVALLONI (F. CAVALLONI, Zeitsch. f. Phys. **90**. 342. 1934.) auf Grund von Intensitätsmessungen im Nachleuchten des aktiven Stickstoffs nachgewiesen. Im Dissoziationsschema findet man nun eben in den Energiehöhen der genannten Schwingungszustände je eine Atomtermkombination. Wenn also aktiver Stickstoff, wie allgemein angenommen, metastabile Atome in den 2D und 2P Zuständen enthält, so können sich durch Stöße — z. B. durch Dreierstöße mit neutralen Molekülen — eben diejenige Molekülzustände bilden, zu denen die starke Banden gehören. — Auf Grund der alten Dissoziationsenergie von 7.38 Volt liegt bei $v=6$ keine Atomtermkombination, so dass die selektive Anregung dieses Termes nicht gedeutet werden kann.

In Kenntnis der Dissoziationsenergien von N_2 , NO und O_2 kann nun die Wärmetönung der NO -Bildung aus rein spektroskopischen Daten bestimmt werden:



(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 22. November 1943.)

TOVÁBBI SPEKTROFOTOMÉTERES, KÉMIAI ÉS KOLLOIDKÉMIAI VÉRC SOPORTVIZSGÁLATOK.

GRÓH GYULA r. tagtól,
munkatársai közreműködésével végzett kísérletek alapján.

Legutoljára 1937-ben számoltam be ezen a helyen azokról a spektrofotométeres és kémiai szérumszűrővizsgálatokról, melyekkel a vezetésem alatt álló intézetben munkatársaimmal évek óta foglalkozunk.¹ Megállapítottuk akkor, hogy az emberi vérszérumból leválasztható globulinok ultraibolya abszorpciós spektrumai vércsoportok szerint és bizonyos esetekben nemek szerint is jellegzetes időbeli elváltozásokat mutatnak akkor, ha ezeket a globulinokat 25 C° hőmérsékleten nátriumhidroxidra nézve 0·1 normállá tesszük. És pedig jellegzetesnek mutatkozott az abszorpciós spektrumgörbék ú. n. «lúgos emelkedése», illetőleg ennek elmaradása.

Így az *A* vércsoportú szérumblobulinoknál «lúgos emelkedés» lép fel, mi abban áll, hogy az említett lúgos közegben való állás folyamán az abszorpciós görbe maximuma lényegesen emelkedik. Az emelkedés mintegy 2 óra alatt befejeződik.

B vércsoportú szérumblobulinoknál ilyen lúgos emelkedés nem lép fel.

Az *O* vércsoportnál nemi különbségekről számoltunk be idézett közleményünkben. «Lúgos emelkedés» tekintetében az egyes szérumblobulinfrakciók aszerint, hogy férfaktól vagy nőktől származnak, ellentétesen viselkednek.

Már említett dolgozatunkban kerestük az okot, mire a «lúgos emelkedések» vissza volnának vezethetők és megállapítottuk, hogy ezek nem származhatnak a szérumban jelenlévő agglutininektől, sem az ú. n. csoportanyagoktól. A különböző vércsoportokhoz tartozó szérumblobuli-

¹ Math. és Term. Ért. 50. 627 (1937) és Biochem. Zf. 290, 24 (1937).

nek %-os aminosavtartalmában sem találtunk olyan eltéréseket, amik a szóbanlévő globulinok sajátos spektroszkópiai magatartását indokolnák.

A lúgos emelkedéseket korábbi dolgozatainkban (DAKIN nyomán) úgy magyaráztuk, hogy a fehérjék peptidkötései a lúg hatására enolizálódnak, minek folytán új kettős kötések, vagyis új kromofor csoportok lépnek fel a molekulában.

Idézett közleményeink megjelenése óta négy irányban folytattuk a megkezdett vizsgálatokat, és pedig

I. iparkodtunk a korábbi vizsgálatokat kiegészíteni azáltal, hogy vizsgálatainkba az *AB* vércsoportot is bevontuk és más úton leválasztott globulinfrakciókat is vizsgáltunk;

II. a lúgos emelkedéseket kémiai úton igyekeztük magyarázni;

III. megvizsgáltuk, hogy a szérumokban jelenlévő nemfehérjeanyagok mennyiben lehetnek okai a lúgos emelkedéseknek;

IV. kolloidkémiai magyarázatát iparkodtuk adni a lúgos emelkedéseknek.

Az alábbiakban röviden beszámolok az elért eredményekről.

I. A korábbi vizsgálatok kiegészítése.

1. Fent idézett vizsgálatainkban mindenkor az ammoniumszulfáttal leválasztható szérumglobulinfrakciókat tettük spektrofotométeres vizsgálatok tárgyává. Ezeket a globulinokat a leválasztás és kimosás után desztillált vízzel dializáltuk, majd pedig a dializátor tartalmát konyhasóoldatba vittük úgy, hogy utóbbi végső koncentrációja 0.9% legyen.

A és *B* vércsoportú globulinokkal végzett egyik újabb kísérlet-sorozatunkban, amelyet RAJCY MÁRIA végzett,¹ ettől a módszertől annyiban térünk el, hogy a dialízis befejeztével az oldhatatlanná vált (kicsapódott) részletet (=εuglobulin) az oldatban maradt részlétől (=pszeudoglobulin) elkülönítettük. Kiderült, hogy az így nyert alfrakciók lúgos emelkedései nem jellemzők az *A* és *B* vércsoportra; másszóval szétválasztás esetén a korábban megállapított, *A*- és *B*-csoportra jellemző törvényszerűség eltűnik.

¹ Bölcsészdoktori értekezés, Budapest, 1939.

Azt is megállapította ugyanez a munkatársam, hogy a pszeudo- és euglobulinfrakciók elegyének spektroszkópos tulajdonságai, főként pedig ennek lúgos emelkedése nem additive tevődik össze e két komponens spektroszkópos tulajdonságaiból (lúgos emelkedéséből).

Ez a körülmény gyakorlatilag fontos, ha az *A* és *B* vércsoportokra jellemző lúgos emelkedéseket (lásd a bevezetést, illetőleg idézett dolgozatunkat) hibátlanul akarjuk reprodukálni. Gondosan kell ugyanis ügyelni arra, hogy a globulinok dialízisét követően a dializáló zacskó tartalmát *lehetőleg tökéletesen oldatba vigyük* konyhasó segítségével. Ebből a célból célszerű a kiszámított mennyiségű konyhasót szilárd állapotban, avagy viszonylag tömény oldat alakjában a dializáló zacskóba juttatni és annak tartalmát addig kevergetni, míg a dializiskor kicsapódott euglobulin csaknem teljesen feloldódik. Ha most az oldatot mérőlombikba visszük és annyi vizet adunk hozzá, míg az elegy konyhasóra nézve 0·9%-ossá válik, csak *gyengén zavaros* oldatot nyerünk.

Abban az esetben, ha csak felületesen oldjuk az euglobulint, az *A*- és *B*-vércsoportra jellemző törvényszerűséget nem kapjuk meg. Ennek a fentiek adják magyarázatát.

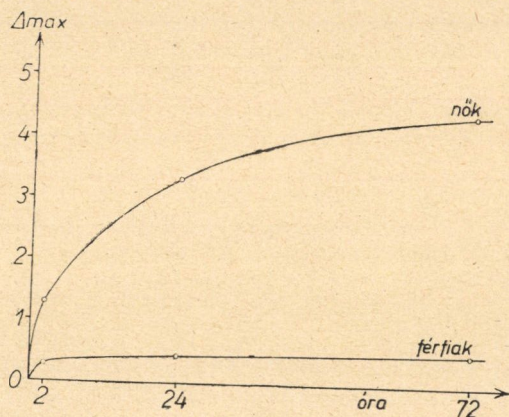
Itt említtem meg, hogy a dialízisre használt pergamenhüvelynek avagy cellofánnak nem szabad olyan oldható anyagokat tartalmaznia, melyek az ultraibolya fényt nyelik. Erről az illető anyagok huzamos ideig tartó kiáztatása és a lúgossá tett áztató folyadék abszorpcióspektrumának felvétele útján célszerű meggyőződni. Hasonló felvételt célszerű készíteni a leválasztásra szolgáló ammoniumsulfát tömény oldatáról is. Csak olyan készítmény alkalmas a leválasztásra, mely gyakorlatilag nem nyeli el a minket érdeklő hullámhosszú ultraibolya fényt.

2. Vizsgálat tárgyává tettük azokat az euglobulinfrakciókat is, amelyeket a hígított szérumokból híg ecetsavval lehet leválasztani. (Ú. n. ecetsavas euglobulinfrakciók.)

Ezek leválasztásánál úgy jártunk el, hogy a centrifugált és THEO-SEITZ-szűrőn megszürt szérumokat desztillált vízzel 20-szoros térfogatra hígítottuk, majd az oldat minden 100 cm³-éhez 13·5 cm³ 0·01 n ecetsavat elegyítettünk. Rövid keverés után az elegyet 24 órára jégsekrénybe félretettük. Ennek elteltével a folyadék tisztáját előntöttük és a maradványt centrifugáltuk. A csapadékot desztillált vízzel kimostuk, majd konyhasóoldattal úgy oldottuk, hogy az elegy utóbbira nézve 0·9%-ossá legyen. A nyert oldatot 24 órára jégsekrénybe helyeztük, aztán SCHLEICHER- és SCHÜLL-féle 602-es keményített szűrőpapíron szűrtük. Mikrokjeldahl-módszerrel meghatározva a szűrlet fehérjetartalmát, ezt úgy hígítottuk fiziológiás konyhasóoldattal, hogy fehérjetartalma 0·05% legyen. A «lúgos emelkedés» észlelése céljából a fenti oldatot egyenlő

térfogatú 0·2 n NaOH-oldattal elegyítettük és az eleggyel egy 2 cm-es küvétát nyomban megtöltve, azonnal fényképeztük a spektrumot. A spektrumfelvételt aztán 1, 2, 24 és 72 óra elteltével megismételtük. (Közben a lúgozott elegy 25 C°-os termosztátban állott.) Az abszorpciós maximum helyének emelkedését (lúgos emelkedés) úgy állapítottuk meg, mint azt korábbi dolgozatainkban leírtuk.

14 O vércsoportú férfi és 16 O vércsoportú női szérumot így megvizsgálván (REICHARD GYÖRGY),¹ kiadódott, hogy a 72 óra elteltével észlelt lúgos emelkedés középértékben a férfiaknál 0·5, a nőknél 4·4 volt. (Szélső értékek a férfiaknál 0·0 és 1·1, a nőknél 2·7 és 6·3). Az átlagértékekből adódó lúgos emelkedéseket (Δ_{max}),



1. ábra.

mint a lúghatás időtartamának függvényét az 1. rajz mutatja. Mint a közölt szám adatok és ez a görbe is mutatja, a O vércsoport esetében nemek szerint lényeges különbség áll fenn a vizsgált «ecetsavas euglobulinok» lúgos emelkedésében.

Ugyanez a szerző meghatározta az általa vizsgált «ecetsavas euglobulinoldatok» viszonylagos α - illetve β -agglutinintiterét és azt tapasztalta, hogy a O vércsoportbeli férfiak ecetsavas euglobulinfrakciójában az α , a nők ugyanilyen frakciójában a β -agglutinin szaporodik fel viszonylag nagyobb mennyiségben.

Ugyancsak REICHARD GYÖRGY a O vércsoportbeli férfi- és

¹ Bölcsészdoktori értekezés, Budapest, 1939.

női euglobulinfrakciókat alkohol-éter-keverékkel lipidmentesítette, miáltal ezeket az alkohol-éterben oldódó hormonjuktól megfosztotta. Ezután az így nyert fehérjék lúgos emelkedését ismét megállapította. Ebben a tekintetben a nemek szerint ezúttal is mutatkoztak jellegzetes eltérések, de ezek más jellegűek voltak, mint a lipidmentesítés előtt.

Az *A* és *B* vércsoportú szérumokból a fenti módon leválasztható «ecetsavas euglobulinok» nem mutattak szabályszerűséget sem a vércsoportok, sem a nemek szerint.

3. Megvizsgáltuk 17 *AB* vércsoportú egyén vérszérumának ammóniumsulfátos és ecetsavas fehérjefrakcióit ultraibolya abszorpcióspektrum, továbbá lúgos emelkedés szempontjából. Ennél a vércsoportnál nem észleltünk olyan egybehangzó, reprodukálható törvényszerűségeket, mint aminőket az *A*, *B* és *O* vércsoport esetében találtunk. Nemek szerint sem adódtak határozott eltérések.¹

4. Itt említem meg azokat a kísérleteket, melyeket egyfelől normális lovak, másfelől tetanusz ellen immunizált lovak szérumglobulinjain végeztünk annak megvizsgálására, hogy kimutathatók-e spektroszkopiai módszereinkkel ezek közt jól definiálható különbségek.²

Az euglobulinokat ugyanúgy választottuk le ammoniumsulfáttal, illetőleg híg ecetsavval, mint azt korábbi kísérleteinknél leírtuk. Ultraibolya abszorpciós görbéik és lúgos emelkedésük megállapítása is a korábbiakéhoz hasonlóan történt.

Az eredmény annyiban negatív volt, hogy határozott, jól definiálható eltérések a normális és immunizált lovak szérumfehérjei közt spektroszkópos eljárással nem voltak kimutathatók.

II. A «lúgos emelkedések» kémiai magyarázata.

1. Amikor nyilvánvalóvá lett az, hogy a «lúgos emelkedések» bizonyos szérumfehérjefrakcióknál egyes esetben vércsoportok, más esetekben pedig nemek szerint is jellemzőek, természetesen magyarázatot kerestünk erre a jelenségre és pedig elsősorban is

¹ PITROLF MARGIT: Bölcsészdoktori értekezés, Budapest, 1939.

² SZALKAI GYÖRGY: Bölcsészdoktori értekezés, Budapest, 1940.

kémiai magyarázatot. Első feltevésünk H. D. DAKIN elméletére támaszkodott, ki feltételezte, hogy lúgozás hatására a peptidkötések enolizálódnak, miáltal új kettős kötések, tehát új kromofór csoportok lépnek fel.¹

Vizsgálataink egy része már most arra irányult, hogy közvetlen bizonyítékokat szolgáltatassunk arra, hogy *az általunk vizsgált feltételek mellett* (vagyis 0·1 normál nátriumhidroxidos közegnek 25 C°-on történő behatásakor) kimutatható-e a feltételezett enolizáció, tehát új kettős kötések létrejötte.

DOMBA ELEMÉR intézetemben a fehérjék hidrogénezésével negatív eredménnyel próbálkozott.² Noha sikerült olyan katalizátort készítenie, melynek segítségével a tirozin és triptofán simán és kvantitatíve hidrállható, a fehérjéknél egyáltalán nem észlelt hidrogénfelvételt, minek oka bizonyára az, hogy a katalizátor és ennek aktivált hidrogénje a fehérjemolekulák alakja és méretei miatt nem képes rendeltetése helyére jutni. Fehérjehidrolizátumok esetén is negatív eredménnyel járt a hidrogénezés, nyilván a cisztin katalizátor-mérgező hatása miatt.

2. Ugyanez a munkatársam az *A* és *B* vércsoportú szérumok ammoniumsulfáttal leválasztott globulinjait, pszeudoglobulinjait, albuminjait, nemkülönbén ecetsavval leválasztható euglobulinjait vizsgálta *benzoilcsoport megkötőképességükre* nézve és pedig úgy natív állapotukban, mint pedig «lúgozás» után. A lúgozás abban állott, hogy a fehérjéket 0·1 normál kálilúgos közegben szobahőmérsékleten 2—30 percig állni hagyta. E kísérleteiben arra számított, hogy ha a lúgozáskor enolizáció történik, az ezáltal létrejövő új *OH*-csoportok a benzoilszám növekedését fogják eredményezni.

A kísérletek eredménye az volt, hogy az azonos módon leválasztott natív fehérjék közt sem vércsoportok, sem nemek szerint nem mutatkoztak a kísérleti hibák határain túlmenő eltérések a felvett benzoilcsoportok számában. — A lúgozott fehér-

¹ GRÓH és HANÁK: Zeitschr. f. physiol. Chem. 190, 169 (1930), GRÓH és WELTNER: Math. és Term. Ért. 48, 525 (1931) és Zeitschr. f. physiol. Chem. 198, 267 (1931).

² Bölcsészdoktori értekezés, Budapest, 1938.

jék minden esetben jóval több benzoilcsoportot vettek fel, mint a nem lúgozottak. Vércsoportok, avagy nemek szerint azonban ebben a tekintetben sem mutatkoztak szabályszerűségek. A lúgozás hatására történő benzoilszám-emelkedést természetesen úgy lehet értelmezni, hogy a lúg új NH_2 -csoportokat, illetőleg elszappanosítás útján új OH -csoportokat szabadít fel, melyek szintén benzoilálhatóak. Végül az is lehetséges, hogy a lúghatásra bekövetkező diszperzításfok-változás is hatással van a benzoilszám nagyságára, amennyiben a fehérjemolekulák hasítása útján új benzoilálható csoportok válnak a benzoilklorid számára mechanikai értelemben hozzáférhetőkké.

3. A feltételezett enolizáció kimutatása, illetőleg fokának megmérése céljából a natív, illetőleg «lúgozott» fehérjék jódfelvételét is vizsgáltuk, abból kiindulva, hogy az enolizáció útján létrejövő kettős kötések jódadációt tesznek lehetővé, illetőleg növelik a jódfelvevőképességet.

Mindenekelőtt ugyanis tisztában kell lenni avval, hogy a fehérjék tirozinja, triptofánja és hisztidinje is képes jódot szubsztitúció útján felvenni, másfelől «jódfogyasztás» ennek oxidáló hatása következtében is felléphet. A fehérjejódozás pontos körülményei nincsenek kellőképpen tisztázva, de bizonyos annyi, hogy a külső faktorok, köztük főképpen a közeg hidrogénionkoncentrációja lényeges befolyással van a fehérje által felvett jód mennyiségére. A jódfelvétel időben jól mérhető folyamat.

Anélkül, hogy a fehérjék jódfelvételének feltételeit közelebbi vizsgálat tárgyává tette volna, GYÖRVÁRY FERENC mindenben azonos feltételek mellett párhuzamos jódfelvétel-sebességméréseket végzett különböző vércsoportú natív és «lúgozott» fehérjéken.¹ A lúgozások ezuttal is 0·1 n $NaOH$ -s közegben, 25 C°-on történtek, rendszerint 2 óra hosszat. A jódfelvétel-sebességméréseket 25 C°-on, 9·3 p_H -jú $NaOH-H_3BO_3$ kiegyenlítőoldatokban fény teljes kizárása mellett végezte. Egy-egy kísérlet 24 óráig tartott, mely alatt a jódfelvétel ugyan nem érte el a maximális értéket, de a jódfelvétel időbeli görbéjének menetéből következtetve ezt megközelítette.

¹ Bölcsészdoktori értekezés, Budapest, 1942.

Az eredmény az volt, hogy az azonos feltételek mellett leválasztott *A* és *B* vércsoportú globulinok, illetőleg albuminok, továbbá *O* vércsoportú férfi- és női euglobulinok közt a vércsoportok, illetőleg nemek szerint eltérések nem voltak kimutathatók sem natív állapotban, sem lúgozás után. A mondott körülmények közt történt lúgozás nem emelte a mondott fehérjék jódkötő-képességét.

GYÓRVARÝ a mondottakon kívül ugyancsak 0·1 normál *NaOH*-s közegben, de 100 C°-on is végzett lúgozásokat, melyeknek időtartama 2—4—12 óra volt. Ezekben az esetekben a jódfelvevő-képesség növekedését észlelte, mit enolizációnak lehet tulajdonítani.

4. Ugyanez a munkatársam a most említett natív és lúgozott szérumfehérjefrakciók $KMnO_4$ -fogyasztását is vizsgálta 25 C°-on, kénsavtól savanyú közegben. A natív fehérjék közt vércsoportok, illetőleg nem szerint nem mutatkoztak eltérések és az sem volt kimutatható, hogy a lúgozás hatására a $KMnO_4$ -fogyasztás növekedett volna.

5. Az *A* és *B* vércsoportú szérumglobulinok közt nyilván fennálló szerkezetbeli különbségeket keresve, BENCZE BÉLA ezek enzim lebontását tette tanulmány tárgyává.¹ Arra számított, hogy a két globulin közt az enzimreakciókban olyan eltéréseket fog találni, melyek azok spektroszkópos viselkedésével kapcsolatba lesznek hozhatók.

Az *A*- és *B*-vércsoportú globulinokat a következő enzimhatásoknak tette ki:

1. pepszines emésztés;
2. a pepszines emésztési termékek aktivált tripszines továbbemésztése;
3. a pepszines-tripszines emésztési termékek erepszines továbbemésztése;
4. a pepszines emésztési termékek erepszines továbbemésztése;
5. aktivált tripszines emésztés;
6. aktivált tripszines emésztési termékek pepszines továbbemésztése;
7. tripszines-pepszines emésztési termékek aktivált tripszines, majd erepszines továbbemésztése;

¹ Bölcsészetdoktori értekezés, Budapest, 1939.

8. aktivált tripszines emésztési termékek erepszines továbbemésztése ;

9. tripszines-erepszines emésztési termékek pepszines továbbemésztése ;

10. lúg hatásának kitett szérumblobulinok aktivált tripszines emésztése.

Mindegyik esetben megmérte az enzimhatás sebességét és ezek végpontjait WILLSTÄTTER-féle titrálás segítségével. Vizsgálatainak eredménye mindvégig negatív volt, vagyis az *A* és *B* vércsoportbeli szérumblobulinok közt nem mutatkoztak a kísérleti hibák határain túlmenő eltérések. Azok a szerkezetbeli különbségek tehát, melyek e két vércsoport globulinjai közt fennállanak, enzimreakciókkal nem tehetők érzékelhetővé.

6. Az eltérő lúgos emelkedések kémiai szerkezetbeli okát keresve avval a feltevéssel is éltünk, hogy netán szénhidrát-komponensükben különböznek a szóbanlévő különböző vércsoportú szérumblobulinok. Az erre vonatkozó vizsgálatokat, melyek szempontunkból negatív eredménnyel végződtek, WELTNER MARGIT végezte. Munkáját, minthogy más tekintetben ennek részletei is érdeklődésre tarthatnak számot, különálló közlemény alakjában fogjuk ugyanitt ismertetni.

III. A szérumok nem-fehérje alkatrészeinek befolyása a «lúgos emelkedésre».

1. Mint az előzőkből kiderül, meddők maradtak azok a törekvések, melyekkel elfogadható kémiai magyarázatát iparkodtunk adni a különböző vércsoportú szérumfehérjék eltérő lúgos emelkedésének. Fennmaradt azonban az a lehetőség, hogy a vizsgálat alá vetett szérumfehérjefrakciók leválasztásukkor olyan nem-fehérje-természetű szérumalkatrészeket ragadnak magukkal, melyek aztán befolyással lehetnek a szérumfehérjeoldatok spektroszkópiai tulajdonságaira. Ezért tanulmány tárgyává tettük a szóbakerülhető szérumalkatrészek spektroszkópiai magatartását, természetesen különös figyelemmel azok lúgos közegben való viselkedésére.

Azok a vizsgálatok azonban, miket SZŐNYI JOLÁN¹ és

¹ Nem közölt kísérletek.

UDVARHELYI KATALIN¹ a húgysavon, GERŐ IMRÉNÉ² a bilirubinon, MAGYAR LAURA³ pedig a urobilinen és urobilinogénen nagy körültekintéssel végeztek, meggyőztek arról, hogy ezek az anyagok befolyásolhatják ugyan a szérumfehérjék spektroszkópiái viselkedését, azonban egyikük sem gyakorolhat döntő befolyást a szérumfehérjék lúgos emelkedésére.

IV. A «lúgos emelkedések» kolloidkémiai értelmezése.

1. Az extinkciókoefficiens (ε) mérésének technikai kivitele úgy történik, hogy megmérjük a vizsgálandó oldatba belépő és onnan kilépő fény intenzitását (I_0 illetőleg I); e kettő viszonyának logaritmus arányos az extinkciókoefficienssel:

$$\varepsilon = \frac{1}{cd} \lg \frac{I_0}{I}$$

hol c az oldat koncentrációja és d a rétegvastagság.

Ez a formula azt rejti magában, hogy az *egész fényintenzitás-csökkenést* elnyelésnek tulajdonítjuk, ami természetesen csak abban az esetben helytálló, ha *szóródás útján* fényvesztéség nincs. Ellenkező esetben az extinkciós koefficiens a valóságnál magasabbak lesznek, illetőleg a szokásos koordinátarendszerben az egész extinkciós görbe magasabbra tolódik.

Ezt a körülményt opaleszcenciát mutató oldatoknál tekintetbe vettük már azokban a dolgozatokban is, melyek 3 évvel megelőzték vércsoportvizsgálatainkat.⁴

Ezelőtt három évvel Wo. OSTWALD professzor úr magánlevelében annak a lehetőségére volt szíves figyelmemet felhívni, hogy vizsgált globulinoldataink lúg hatására netán «ultraibolya zavarosodást» szenvedhetnek, miáltal (látszólagosan) fokozott fényabszorpció jöhet létre, ami természetesen egyértelmű az általunk definiált «lúgos emelkedéssel». Elgondolása szerint az A vércsoportú

¹ Bölcsészeti doktori értekezés, Budapest, 1940.

² Bölcsészeti doktori értekezés, Budapest, 1942.

³ Bölcsészeti doktori értekezés, Budapest, 1943.

⁴ Math. és Term. Ért. **48**, 459 (1931), Zeitschr. f. physiol. Chem. **199**, 17 (1931).

globulinoknál a lúg pl. úgy hathat, hogy az elsőben az oldat «feltisztulását», bizonyos idő múlva azonban ennek megzavarosodását idézné elő, míg a *B* szérumglobulinoknál ez az utóbbi megzavarosodás elmaradna.

Akkoriban OSTWALD professzor úr feltevésének közelebbi kísérleti vizsgálatába nem bocsátkoztam. Egyfelől azért, mert akkor jó részt még nem voltak lezárva a fentebb ismertetett vizsgálatok, miktől a lúgos emelkedések másirányú magyarázatát vártam, másfelől azért, mert nem állottak olyan tapasztalatok rendelkezésemre, melyek támpontul szolgáltak volna e feltevés helytálló voltára. Globulinoldataim éppúgy, mint sok más fehérjeoldat — ha opaleszkálók voltak is, lúg hatására pillanatszerűen feltisztultak. A köztudat szerint különben is disperzításfokcsökkenést (hasítást) várunk lúg hatására a fehérjeoldatoknál, nem pedig ennek ellenkezőjét.

Mikor azonban az előbbi pontokban tárgyalt értelmezési kísérletek negatív eredménnyel záródtak, közvetlen kísérletekre határoztam el magam annak megállapítására, mennyiben jogosult feltevéletem azt, hogy «ultraibolya zavarosodás» léphet fel globulinoldataimban lúg hatására.

Legegyszerűbb lett volna természetesen közvetlen fényszóró-
dási méréseket végezni a minket érdeklő ultraibolya hullámhossz-
tartományban, mint ahogyan azt H. RINDE aranyzólokon tette.¹
(Erre a munkára is OSTWALD prof. úr volt szíves figyelmemet fel-
hívni.) A fennálló háborús nehézségek miatt az erre szolgáló fel-
szerelést azonban eddigelé megszerezni nem tudtam. Ezért köz-
vetett úton parkodtam a kérdést megvizsgálni.

2. Elgondolásom az volt, hogy ha lúg hatására olyan értelmű
disperzításfokváltozás következik be a vizsgált globulinoldatok-
ban, hogy ez lényeges befolyással lehet a fény szóródására a szó-
ban lévő hullámhossztartományban, vagyis 286 m μ körüli hullám-
hossznál (ennél a hullámhossznál észleljük a lúgos emelkedéseket),
akkor feltehető, hogy ez a *disperzításfokváltozás a globulinoldatok
egyéb fizikai és kémiai tulajdonságaiban is meg fog nyilvánulni*; és
pedig pl. a globulinoldatok látható fényben mérhető zavarosságá-

¹ Kolloid-Zeitschr. 69, 1 (1934).

ban, optikai forgatóképességében, belső súrlódásában és felületi feszültségében.

3. Az ilyen értelemben tervezett mérések kivételére VIGH KATALIN egyet. tanársegéd vállalkozott.¹

Ez a munkatársam ilyen szempontból 10 *A*-vércsoportú és 6 *B*-vércsoportú egyén szérumglobulinját vizsgálta meg.

Biológiai-kémiai vizsgálatoknál azért van szükség lehetőleg nagyszámú eset vizsgálatára, hogy a netaláni egyéni eltéréseket, melyek pl. betegségektől vagy gyógyszerektől eredhetnek, lehetőleg kikapcsoljuk. Másfelől arról sem szabad megfeledkeznünk, hogy globulinfrakcióink sohasem homogén készítmények, melyek — ha egyébbel nem — mindig «szennyezve» vannak a szérumban jelenlévő egyéb fehérjékkel. Ezekről többszörös átcsapás útján ugyan bizonyos fokig meg volnának tisztíthatók, azonban az ismételt lecsapások avval a veszéllyel járnak, hogy a fehérje irreverzibilis változást szenvedhet. Ilyenektől pedig óvakodni kell főként olyan esetben — és ilyen a szóbanlévő is —, midőn a hangsúly a fehérjefrakció kolloid állapotán (diszperzitásfokán stb.) van. A kémiai tisztaság hiánya okozta bizonytalanságot tehát avval egyensúlyozzuk ki, hogy nagyobb számú esetet dolgozunk fel.

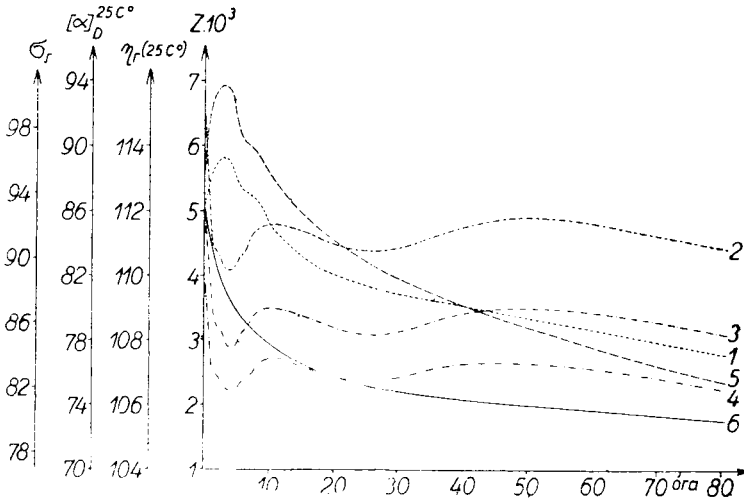
A globulinfrakciók előállítása lényegileg úgy történt, mint a korábbi vizsgálatoknál: A kórházakból nekünk átadott vérből (a vért a kórházak rendszerint hipertóniásoktól vették) elkülönítettük a szérumot, majd azt tisztítás céljából centrifugáltuk és esetleg THEO—SEITZ-féle szűrőn szűr-tük. A desztillált vízzel 50-szeres térfogatra hígított szűrleteket ammoniumsulfáttal 35% erejéig telítettük azáltal, hogy a folyadék minden literéhez 264 g szilárd ammoniumsulfátot adtunk folytonos keverés közben, részletekben. A leválasztott csapadékot ugyanúgy szűrtük, dializáltuk és oldottuk fiziológiás konyhasóoldatban, mint azt korábbi dolgozatainkban leírtuk. A kész oldatokat mikrokjeldahoztuk és 1% fehérjetartalomra állítottuk be fiziológiás konyhasóval való hígítás útján.

A mérések kivitele abban állott, hogy a 25 C°-ú termosztátban tartott fehérjeoldatot egyenlő térfogatú 0.2 *n* nátriumhidroxidoldattal elegyítettük és az észlelést nyomban megkezdtük. Az egyes észlelések közt az elegyeket szintén 25 C°-on tartottuk.

A belső súrlódásméréseket OSTWALD-féle viszkoziméterrel végeztük és az eredményeket 25 C°-ú vízre vonatkoztatva fejeztük ki. A forgatóképességeket 25 C°-on tartott köpenyes csövekben észleltük. A zavarosság-mérések kivételére PULFRICH-féle fotométer szolgált. Minden zavarosság-mérést háromféle, és pedig *L*¹ (vörös), *L*² (zöld) és *L*³ (kék) színszűrővel végeztünk el. A felületi feszültségmérések stalagmométerrel történtek.

¹ Bölcsészeti doktori értekezés, Budapest, 1942.

A kapott eredményeket a 2. rajzban látjuk feltüntetve. Az abszcisszára a meglúgozás pillanatától számított időt vittük fel órákban kifejezve. A görberendszerhez négy ordinátabeosztás tartozik: a baloldalin a levegővel szemben mért, vízre vonatkoztatott felületi feszültségértékek (σ_r), a másodikon a specifikus forgató-



2. ábra. 1 viszkozitásgörbe. 2, 3 és 4 zavarossággörbék vörös, zöld, illetőleg kék színben, 5 forgatóképességgörbe, 6 felületi feszültséggörbe.

képességértékek $[\alpha]_D^{25^\circ}$, a harmadikon a relatív viszkozitásértékek (η_r) a jobboldalin pedig az abszolút zavarosságértékek ezerszeresei ($Z \cdot 10^3$) szerepelnek.

4. Azok a görbék, melyek görberendszerünkben láthatók, *átlaggörbék*, melyeket az egyes, *A* és *B* szérumglobulinokra nézve felvett adatokból szerkesztettünk. Az *A* és *B* szérumglobulinok közt ugyanis az itt vizsgált szempontokból vércsoportok szerint nem mutatkoztak eltérések és így indokoltnak látszott az átlaggörbék szerkesztésénél a vércsoportokat figyelmen kívül hagyni. Hozzáteesszük azt is, hogy az egyes görbék, melyeknek átlaga itt fel van tüntetve, lényegileg nem térnek el sem egymástól, sem az átlagtól.

Különösebb vizsgálat nélkül is megfigyelhető, hogy a *belső-surlódás-görbe* és az *optikai forgatóképesség-görbe maximumot mutat, melyeknek helye közel ugyanarra az időpontra esik* (pontosabban: a

viszkózitás-maximum helye 2·5 óra, forgatóképesség-maximumáé 1·5 óra); a zavarosság-görbének viszont minimumuk van, melyeknek helye körülbelül 4 óra. — A felületifeszültséggörbe folytonos esést mutat. — Ha most mindezekhez hozzátesszük azt, hogy az *A* vércsoportú szérumblobulinok «lúgos emelkedése» mintegy 2 óra alatt éri el határértékét,¹ nyilvánvaló, hogy azok a változások, melyek a szérumblobulinok meglúgozásakor ezek belső sűrűlódásában, forgatóképességében, zavarosságában és (látszólagos) ultraibolya extinkciókoefficiensében megfigyelhetők, *szervesen összefüggenek egymással.*

Hogy ezeket a jelenségeket miként lehet *egységesen értelmezni*, arra nézve álljanak itt az alábbi pontokban összefoglalt irodalmi adatok, illetőleg megfontolások.

5. Azt, hogy a lúgozott fehérjeoldatok viszkózitása időbelileg maximumgörbét ír le, C. SCHORR már 1911-ben észlelte.² G. ERRISCH és H. SACHSSE lúgozott szérumblobulinoldatokon végzett méréseikkel ugyanerre az eredményre jutottak.³ Utóbbi szerzők a viszkózitásgörbe felmenő szárát a globulinmolekulák felbomlásával és a bomlástermékek duzzadásával magyarázzák. A viszkózitásgörbe esetét pedig úgy értelmezik, hogy az előbb említett bomlástermékek olyan részecskékké bomlanak tovább, melyek nem duzzadnak. — G. ERRISCH és G. SCHULTZ egy későbbi dolgozatukban⁴ a lúg viszkózitás-emelő hatását nem a bomlástermékek duzzadásával, hanem ezek alakváltozásával, kinyúlásával («Dehnung») magyarázzák.

BR. JIRGENSONS figyelemreméltó dolgozatában⁵ az edesztin és ovalbumin meglúgozott oldatának időbeli viszkózitásváltozását mérve, a mienkéhez hasonló maximumgörbéket észlelt, zselatin esetében azonban csak egyszerű viszkózitáscsökkenést tapasztalt. Szerző szerint a sphäroproteinek esetében (ilyen az edesztin és az ovalbumin) a lebontás első fázisában szükségképen emelkedik a belső sűrűlódás, mert a sphäroproteinek ezúttal *fonalas bomlástermékeket* («Linearproteine») szolgáltatnak, miket a magas viszkózitás jellemez. A viszkózitás esése akkor következik be, midőn

¹ Math. és Term. Ért. 55, 632 (1937) és Biochem. Zf. 290, 27 (1937).

² Biochem. Zf. 37, 444 (1911).

³ Biochem. Zf. 230, 115 (1931).

⁴ Biochem. Zf. 239, 48 (1931).

⁵ Journ. f. prakt. Chem. (N. F.) 160, 120 (1942).

utóbbiak lányszerű, fonalas molekulái felaprózódnak. A zselatin a fonalas proteinek sorába tartozván, ennek lebontása nem járhat a viszkozitás növekedésével, hanem csak ennek csökkenésével.

A korábbi szerzőkkel ellentétben JIRGENSONS hangsúlyozza, hogy a viszkozitást elsősorban a részecskék alakja szabja meg és hogy a viszkozitás a disszimmetria fokával növekszik. Az ionizációnak csak alárendelt szerepet tulajdonít a viszkozitás szempontjából.

JIRGENSONS utóbbi megállapítása összhangzásban látszik H. H. WEBER felfogásával, ki a fehérjék hidratációját az ionizációtól függetlennek mondja.¹

6. Hogy lúg hatására a fehérjeoldatok *forгатóképesége* időbeli növekedést mutat, tudtommal eddig senki sem észlelte, noha híg lúgoknak a forгатóképeségre gyakorolt időbeli hatásával több szerző foglalkozott.² Mindegyikük csak a forгатóképeség időbeli csökkenéséről számol be. Ennek nyilvánvalóan az az oka, hogy a vagy a mienkénél töményebb lúgok hatásával foglalkoztak, vagy magasabb hőmérsékleten lúgoztak, mint mi (mindkét esetben aránylag gyorsabban következik be a forгатóképeség maximuma); vagy pedig a forгатóképeség változását ritkább időközökben figyelték meg és így a forгатóképeséggörbe felmenő szárát észlelni elmulasztották.

A forгатóképeség általunk észlelt időbeli növekedése azonban mégis teljes összhangzásba hozható számos, az irodalomban leírt tapasztalattal annyiban, hogy kísérleteinkben az időbeli forгатóképeségnövekedés együtt jár a belső surlódás növekedésével. (Lásd a 2. rajz. 1. és 5. görbéjét.)

Számos tapasztalat van ugyanis arra nézve, hogy a fehérjék-nél ez a két tulajdonság együttesen változik,³ elannyira, hogy Wo. OSTWALD már 1924-ben⁴ a fentemlített SCHORR-féle észlelések idézésével kapcsolatosan valószínűnek mondja, hogy a fehérjék lúgozásánál fellépő átmeneti viszkozitásnövekedés is forгатóképeségnövekedéssel kapcsolatos, noha — mint említettük — most közölt

¹ Biochem. Zf. **204**, 221 (1929).

² WOODMAN: Biochem. Journ. **15**, 187 (1921), MADELEINE ROY és AUGUSTIN BOUTARIC, C. r. **212**, 573 (1941).

³ Wo. PAULI: Kolloidchemie der Eiweisskörper, 2. kiadás 288—298. old.

⁴ Licht und Farbe in Kolloiden, Dresden u. Leipzig, 1924, 275. old.

észlelésünkig ilyen megfigyelést senki sem jegyzett fel. (Megjegyezzük itt, hogy Wo. OSTWALD ezt a zselatinra nézve is feltételezte, mi nincs egyezésben avval, mit JIRGENSONS 1942-ben megjelent munkájában állít. Lásd az előző pontban.)

7. A lúgozott globulinoldatok zavarosságának időbeli változása — mint a 2. rajzból látható — minimumgörbét ír le, olyképen azonban, hogy ez a minimum a viszkozitás- és forgatóképességgörbék maximumhelyéhez képest késik. Az utóbb említett maximumok helye ugyanis 2·5, illetőleg 1·5 órára, a zavarossággörbék minimuma pedig körülbelül 4 órára esik.

Valószínűnek kell tartanunk, hogy globulinadataink polidisperzek és hogy az észlelt zavarosságok csupán a valószínűleg viszonylag kisebb mennyiségben jelenlévő a durvább-disperz részecskéktől erednek, míg a globulin nagyobb disperzitásfokú része a látható fényben zavarosságot nem okoz.

A zavarosságcsökkenés már most úgy értelmezhető, hogy a globulin durvább disperz részei (a finom disperz részecskékkal egyetemben) a lúg hatására keresztülesnek azon a lebontáson, mely ezeket fonalas bomlástermékekké alakítja. (Lásd az 5. pontot.) Evvel a disperzitás foka nő, a zavarosság tehát csökken. Hogy a viszkozitás- és forgatóképességgörbe maximumhelyével a zavarossággörbék minimuma nem esik egybe, annak valószínű oka az, hogy a zavarossággörbék csupán a durvább disperz részecskék átalakulásának sebességét jelzik, már pedig ezek nyilván lassabban bomlanak, mint az euglobulin főtömege, melynek nagyobb a disperzitásfoka.

Látható a 2. rajzból, hogy a különböző hullámhosszú fényre vonatkoztatott zavarosságfokok eltérőek. A végzett észlelések, sajnos, nem engedik meg, hogy a minket érdeklő ultraibolya hullámhossztartományra extrapoláljunk.

8. A felületi feszültség változása egyszerű csökkenésből áll, a megfelelő időgörbe sem maximumot, sem minimumot, sem pedig törést vagy inflexió pontot nem mutat. Különösebb következtetést ebből a görbéből levonni tehát nem lehet.

9. Ha már most egybevetjük mindazt, amit ebben a fejezetben a végzett kísérletek és irodalmi adatok alapján kifejtettünk, a következőket állapíthatjuk meg:

Az *A* és *B* vércsoportú globulinok lúgozásánál — éppúgy mint több más sphäroprotein lúgozásánál is — mélyreható változások történnek, melyek a viszkozitás, forgatóképesség és zavarosság megváltozásában nyilvánulnak és maximum-, illetőleg minimum-görbékkel írhatók le. A bekövetkező változások a globulinok disperzitásfokváltozásának kifejezői. Ezekre nézve legvilágosabb összefoglaló képet JIRGENSONS magyarázatai adnak. (Lásd az 5. pontot.)

Lényeges, hogy az említett tulajdonságok időbeli változását kifejező görbék az *A* és *B* vércsoportú szérumblobulinoknál nem mutatnak lényeges eltérést.

Ennek ellenére is fennállónak kell tartanunk Wo. OSTWALD feltevésének jogosultságát azért, mert — mint a 2. pontban már említettük — a «lúgos emelkedés» határértékének eléréséhez szükséges időtartam közelítőleg egybeesik avval, ami a viszkozitásgörbe és forgatóképességgörbe maximumának, illetőleg zavarossággörbe minimumának eléréséhez szükséges. A «lúgos emelkedés» időgörbéje tehát a most említett tulajdonságok időgörbéjével szerves kapcsolatban állónak mutatkozik. Teljes igazolást természetesen csak a tervezetett ultraibolya-zavarosságmérések adhatnak.

Ha egyelőre elfogadjuk Wo. OSTWALD feltevésének helytálló voltát, ezt úgy formulázhatjuk, hogy enyhe lúgos lebontás után az *A* vércsoportú globulinok olyan disperzitásfokú részecskéket szolgáltatnak, melyek a 286 $m\mu$ körüli hullámhossztartományban a fényt lényeges mértékben szétszórják, míg a *B* vércsoportú globulinok ilyen részecskéket nem szolgáltatnak. — A «lúgos emelkedések» létrejöttének, illetőleg elmaradásának ilyen értelmezése rejtve annak valószínűségét foglalja magában, hogy a spektroszkópos eltérésekért nem az egész globulin, hanem ennek csak egy része, és pedig nyilván nem jelentékeny törtrésze felelős. Ha ugyanis a lúg hatására keletkező bomlástermékek *egész mennyisége* különbözőnek egymástól vércsoportok szerint disperzitásfok tekintetében, akkor várható lenne, hogy ez a lúgozott oldatok viszkozitásában, forgatóképességében és netán zavarosságában is megnyilvánul. Ez azonban kísérleteink szerint nem áll fenn.

Ezek a megfontolások reávilágítanak azokra a nehézségekre, melyekbe a biológiai fehérjekutatások ütköznek. A különböző állatfajok szérumblobulinjai kémiai és fizikai-kémiai értelemben

vett nagy hasonlatosságuk ellenére biológiai értelemben lényegesen különböznek, mint azt a precipitációs és anafilxiás reakciók, nemkülönben az ABDEKHALDEN-féle reakciók mutatják. A szérumblobulinok a hordozói az immunitásnak és a vércsoportoknak is. A biológiai fehérjekutatásnak végső célja az lenne, hogy az ilyen eltéréseknek szabatos kémiai, illetőleg fizikai-kémiai, kolloidkémiai magyarázatát adja. A most vizsgált példa arra mutat, hogy nem az egész globulinmolekulában kell az eltéréseket keresni, hanem azoknak a törmelékeknek egy viszonylag kicsiny részében, melyek a globulinmolekulák óvatos lebontása útján létrejönnek.

Összefoglalás.

A korábbi spektroszkópiai vércsoportvizsgálatok (I. c.) négy irányban folytak tovább:

1. Vizsgálatainkat kiegészítettük azáltal, hogy ezekben az *AB* vércsoportot is bevontuk és más úton leválasztott szérumblobulinfrakciókat is vizsgáltunk. Azt találtuk, hogy a *O* vércsoportú szérumból ecetsavval leválasztott euglobulinfrakciók nemek szerint lényeges eltéréseket mutatnak «lúgos emelkedés» szempontjából.

2. A «lúgos emelkedéseket» kémiaileg iparkodtunk magyarázni. A korábbi enolizációs feltevést igazolni nem sikerült.

3. Megállapítottuk, hogy a szérumban jelenlévő nem-fehérje természetű anyagok nem okai a «lúgos emelkedéseknek».

4. A «lúgos emelkedések» kolloidkémiai értelmezésével *WO. OSTWALD* feltevése nyomán foglalkozva megállapítottuk, hogy ezek valószínűleg ultraibolya fényszóródásban (*ultraibolya Tyndall-jelenségben*) lelik magyarázatukat.

*

Azoknak a munkáknak kivitelénél, melyekről ebben az értekezésben szó van, többek közt olyan eszközökkel dolgoztunk, melyeket az *Országos Természettudományi Tanács* és a *Széchenyi Tudományos Társaság* támogatásával szereztünk be. Hálával tartozom ezért mindkét intézménynek.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1943. nov. 22-én tartott üléséből).

WEITERE SPEKTRALPHOTOMETRISCHE,
CHEMISCHE UND KOLLOIDCHEMISCHE
BLUTGRUPPENUNTERSUCHUNGEN.

Von J. GRÓH,
auf Grunde mit seinen Mitarbeitern durchgeführten Versuchen.

Diese Arbeit wird etwa gleichzeitig in der Kolloid-Zeitschrift
erscheinen.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissen-
schaften am 22. November 1943.)

VIZSGÁLATOK A FEHÉRJÉK SZÉNHIDRÁTKOMPONENSÉRŐL ÉS A FEHÉRJÉK OZONIZÁLÁSÁRÓL.

GRÓH GYULA r. tagtól és WELTNER MARGIT vendégtől.

1. Mint megelőző dolgozatainkból¹ kitűnik, számos kísérlet történt arra, hogy a szérumglobulinok vércsoportokra jellemző spektroszkópiai magatartását ezek valamilyen kémiai komponensére visszavezessük. E vizsgálatok során figyelembe vettük a fehérjék szénhidrátkomponensét is. Noha a vércsoportkérdésben — mint alább látni fogjuk — ezek a vizsgálatok sem vezettek pozitív eredményre, mégis érdemesnek tartjuk ezt a rövid közlést, mert ezúttal olyan mellékeredmények adódtak, amelyeket fehérjekémiai, illetőleg kolloidkémiai szempontból feljegyzésre méltóknak vélünk.

A fehérjék szénhidrátkomponensére vonatkozó irodalmi adatok közül a következőket említjük meg:

A szérumfehérjékből már több kutató előállította a molekulában kötött szénhidrátot.

Számos kutató, így különösen O. T. AVERY és W. F. GOEBEL immunizálási kísérletekben kimutatta, hogy a szénhidrátok antigén gyanánt szerepelhetnek.²

A vörösvérsejtekben levő *A* és *B* csoportanyagokról már régebben megállapították, hogy szénhidrát természetűek van. Ezek a csoportanyagok mint haptének immunizáláskor csoportantigén gyanánt viselkednek. Újabban P. N. KOSSJAKOV állított elő erythrocytákból csoportanyagokat és kimutatta, hogy ezek magas molekulásúlyú poliszacharidok.³

¹ Lásd az ezt közvetlenül megelőző közleményt ugyanebben a kötetben és Koll. Zeitschr. 94, 1 (1941).

² Journ. exp. Med. 50, 533 (1929).

³ Z. Immunitätsforsch. exp. Therap. 99, 221 (1941).

A csoportanyagok azonban nemcsak a vörösvérsejtekben fordulnak elő. Ismeretes, hogy FREUDENBERG 1934-ben a vizeletből állította elő a csoportanyagokat. B. KISS 1942-ben a nyálból előállított csoportanyagokról is kimutatta, hogy poliszacharid, illetőleg glykoproteid természetűek van.¹

Bár a tiszta csoportanyagok spektroszkópiai vizsgálata szerint a szérumfehérjék lúgos közegben észlelt abszorpciói változása nem vezethető vissza közvetlenül a csoportanyagokra,² elképzelhető, hogy ilyen vagy hasonló szénhydrátszerű anyagok a fehérjemolekulához kötve létrehozhatnak spektroszkópiai különbségeket.

Már idézett kísérleteinkben is megállapítottuk, hogy a szérumfehérje frakciók viselkedése lúggal szemben különböző. Különösen feltűnő ez a 0 csoportnál, ahol a szérumfehérje frakciók a férfiaknál és nőknél jellegzetesen eltérő viselkedést mutatnak. A szérumfehérje frakciók szénhydráttartalmát vizsgálva, számos kutató azt találta, hogy szénhidrát tekintetében a frakciók nagyon eltérnek egymástól, úgy hogy a szénhydráttartalom alkalmas az egyes fehérjeféleségek megkülönböztetésére.

H. BIERRY megállapította azt is,³ hogy a fehérjecukor fajok és egyének szerint, valamint pathológias állapotokban is változik.

PRZYLECKI és munkatársai az aminosavak és fehérjék szénhydrátokhoz való affinitását vizsgálták. Míg a különböző lovak euglobulinja által megkötött amylozemennyiség nagyon kevésé tért el egymástól, addig a különböző emberek euglobulinja által megkötött mennyiség igen különböző volt.⁴ Szerző ez két a jelenségeket immunizáltsági állapotokkal hozta összefüggésbe. Tekintettel arra, hogy a vércsoportok természetes módon kialakult immunizáltsági állapotoknak tekinthetők, elképzelhető, hogy ez a jelenség is a vércsoportokkal lehet összefüggésben.

A fenti észlelések alapján érdekesnek láttuk a szérumfehérjék szénhydrátkomponensének vércsoportok szerinti vizsgálatát.

2. Fehérjefrakcióink szénhidrát komponensének mennyiségi meghatározására M. SÖRENSEN és G. HAUGAARD kolorimetrikus módszerét használtuk,⁵ mi lényegileg J. TILLMANS és K. PHILIPPI módszerének módosított alakja és a szénhidrátok orcinnal való színeződésén alapszik.

¹ Debreceni Tisza István Tudományos Társaság II. osztályának munkái 1942, 233.

² Biochem. Z. 297. 142 (1938).

³ C. r. 194, 1271 (1932) és 204, 1681 (1937).

⁴ Acta Biol. exp. 12, 75 (1938) és Kolloid Z. 85, 251 (1938).

⁵ C. R. Trav. Lab. Carlsberg 19, Nr. 12, 44 (1933) és Biochem. Z. 260, 247 (1933).

A színreakció létesítésére mindig 1 cm³ 0·5%-os fehérjeoldat, 2 cm³ 2%-os orcin és 15 cm³ kénsavoldat (100 cm³-ben 60 cm³ cc kénsav) szolgált. Ezt az elegyet motoros keverővel ellátott vízfürdőben 80°-on 10, 20, illetőleg 30 percig melegítettük. Az összehasonlító oldatok teljesen azonos összetételűek voltak, csak az orcin helyett tartalmaztak deszt. vizet. A mérések PULFRICH-féle fotométerrel az S 53 és S 47 szűrők közbeiktatása útján történtek, minden esetben 30 mm-es küvettákban.

A fehérjetartalmat mikro Kjeldahl-módszerrel meghatározott nitrogéntartalomról 6·25- ϵ^1 szorozva számítottuk ki.

A szérumfehérje frakciók közül az ecetsavval leválasztható euglobulint, valamint a 35%-os ammoniumsulfát-telítettségénél leváló globulinfrakciót vizsgáltuk.

Az ecetsavas euglobulin előállítása céljából a húszszorosan hígított szérumhoz 100 cm³-ként 13·5 cm³ 0·01 n ecetsavat adtunk. A levált fehérjét kb. negyedórás keverés után két óra hosszat ülepitettük, a folyadék tisztájának nagy részét vizszivattyú segítségével leszivattuk, a fehérjecsapadékot tartalmazó maradékot pedig lecentrifugáltuk és konyhasó hozzáadásával oldottuk, hogy az oldat utóbbira nézve 0·9%-os legyen. Ez a frakció — mint korábban kimutattuk — a 0 vércsoportú férfiaknál és nőknél spektroszkópiai tekintetben jellegzetes eltéréseket mutat.¹

A 35%-os ammoniumsulfát telítettségénél leváló frakció előállítása úgy történt, hogy a húszszorosan hígított szérumhoz 100 cm³-ként 26·4 g ammoniumsulfátot adagoltunk, a csapadékos folyadékot mechanikai keverővel két óra hosszat kavartuk, majd automatikus szűrőberendezéssel szűrtük. A csapadékot 35%-os telítettségű ammoniumsulfáttal mostuk és jégsekreányben desztillált vízzel cellofánzacskókban dializáltuk a NESSLER-reakció eltűnéséig. A dialízis befejezése után a csapadékokat oly módon oldottuk fel, hogy a kapott oldat 0·9%-os legyen konyhasóra nézve.

Erre a dialízis közbeiktatása által hosszabb módszerre azért volt szükség, mert az A és B vércsoport között észlelt spektroszkópiai különbségek ennél a frakciónál nyilvánulnak meg a legjellegzetesebben.

Az I. táblázat az ecetsavval leválasztott euglobulinok esetében kapott eredményeket, a II. táblázat pedig az ammoniumsulfáttal leválasztott globulinokra vonatkozó adatokat tünteti fel. A táblázatok számadatai a PULFRICH-fotométeren közvetlenül leolvasott

¹ L. Gróh Gyula közleményét ugyanebben a kötetben és Kolloid Z. 94. 1 (1941).

I. táblázat. Ecetsavas eglobulinok.

LIXI

Szérum száma	O férfi szérumok						Szérum száma	O női szérumok					
	S 53-as szűrő			S 47-es szűrő				S 53-as szűrő			S 47-es szűrő		
	Melegítés ideje							Melegítés ideje					
	10'	20'	30'	10'	20'	30'		10'	20'	30'	10'	20'	30'
1	0.326	0.447	0.498	0.404	0.975	1.357	5	0.408	0.618	0.678	0.514	1.229	1.602
2	0.276	0.403	0.417	0.400	0.991	1.252	6	0.312	0.410	0.415	0.483	0.975	1.260
3	0.331	0.510	0.602	0.471	1.081	1.552	7	0.346	0.523	0.627	0.483	1.086	1.569
4	0.346	0.388	0.459	0.600	1.103	1.660	8	0.320	0.360	0.428	0.525	0.944	1.451
Átlag	0.320	0.437	0.494	0.469	1.037	1.455	Átlag	0.346	0.478	0.537	0.501	1.058	1.471
Szérum száma	A szérumok						Szérum száma	B szérumok					
	S 53-as szűrő			S 47-es szűrő				S 53-as szűrő			S 47-es szűrő		
	Melegítés ideje							Melegítés ideje					
	10'	20'	30'	10'	20'	30'		10'	20'	30'	10'	20'	30'
9	0.278	0.405	0.387	0.355	1.061	1.229	11	0.261	0.425	0.480	0.354	1.022	1.328
10	0.306	0.538	0.572	0.473	1.081	1.569	12	0.352	0.400	0.487	0.515	0.914	1.482
Átlag	0.292	0.471	0.479	0.414	1.071	1.394	Átlag	0.306	0.413	0.483	0.434	0.968	1.405

39

VIZSGÁLATOK A FEHÉRJEK SZÉNHYDRÁTKOMPONENSÉNEK.

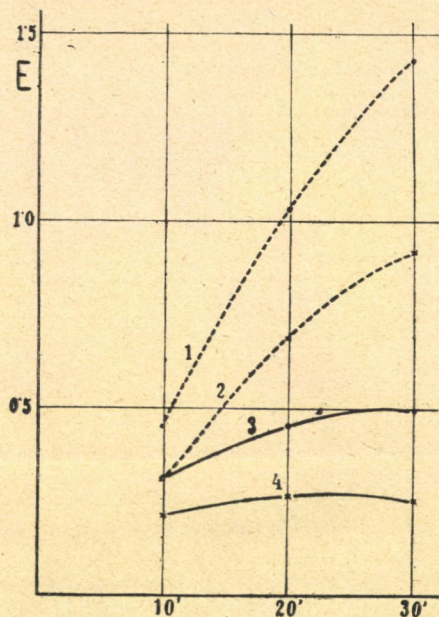
447

II. táblázat. 35%-os ammoniumsulfát telítettségnél leváló globulinok.

Szérum száma	A s z é r u m o k						Szérum száma	B s z é r u m o k					
	S 53-as szűrő			S 47-es szűrő				S 53-as szűrő			S 47-es szűrő		
	Melegítés ideje							Melegítés ideje					
	10'	20'	30'	10'	20'	30'		10'	20'	30'	10'	20'	30'
13	0-160	0-213	0-214	0-233	0-616	0-770	17	0-193	0-257	0-256	0-294	0-751	0-963
14	0-258	0-275	0-292	0-372	0-697	0-996	18	0-245	0-257	0-265	0-368	0-656	0-921
15	0-212	0-267	0-246	0-310	0-656	0-870	19	0-205	0-295	0-273	0-298	0-701	0-936
16	0-224	0-291	0-242	0-294	0-731	0-921	20	0-214	0-269	0-259	0-286	0-686	0-963
Atlag	0-214	0-262	0-248	0-302	0-675	0-889	Atlag	0-214	0-269	0-263	0-312	0-698	0-945

extinkcióértékek. Az 1. ábra összefoglalva tünteti fel a kapott eredmények átlagait.

A meghatározások eredményeit összehasonlítva azt látjuk, hogy kisebb ingadozásoktól eltekintve *nincsen szembeutnő különbség a különböző vércsoportokhoz tartozó globulinok szénhidráttartamában*. Evvel szemben az ecetsavval leválasztott euglobulin és a



1. ábra.

1. Ecetsavas euglobulinok, S47-es szűrő.
2. Ammoniumsulfáttal leválasztott globulinok, S47-es szűrő.
3. Ecetsavas euglobulinok, S53-as szűrő.
4. Ammoniumsulfáttal leválasztott globulinok, S53-as szűrő.

35%-os ammoniumsulfát telítettségnél leváló globulin-frakció szénhidráttartalma lényegesen eltér egymástól, amennyiben az utóbbi szénhidráttartalma alacsonyabb.

A már idézett dolgozatban ultraibolya abszorpciójára nézve megvizsgált FREUDENBERG-féle «A-Substanz gereinigt, aus Schweine-magen» jelzésű készítményből még rendelkezésünkre állott anyyi, hogy vele az orcinszinreakciót előállíthattuk. Az anyagot 50—53°

között súlyállandóságig szárítottuk. Ebből az anyagból 0·0444%-os oldatot készítettünk és ennek 1 cm³-ével ugyanolyan feltételek mellett állítottuk elő az orcinreakciót, mint ahogy azt a fentiekben leírtuk. Ugyancsak 30 mm-es kűvetta használata esetén a következő extinkcióértékeket olvastuk le:

S 53-as szűrő esetében:

10 perces melegítés után	0·380
20 « « «	0·408
30 « « «	0·412

S 47-es szűrő esetében:

10 perces melegítés után	0·574
20 « « «	1·004
30 « « «	1·229

Ha a mért adatokból kiszámítjuk azokat az értékeket, amelyek 0·5%-os oldat esetében elméletileg adódtak volna, a következő értékeket kapjuk:

S 53-as szűrő esetében:

10 perces melegítés után	4·28
20 « « «	4·59
30 « « «	4·64

S 47-es szűrő esetében:

10 perces melegítés után	6·46
20 « « «	11·31
30 « « «	13·84

Ezek a számított értékek összehasonlítási alapot adnak a fehérjékkel végzett kísérleti adatokhoz, amelyeknél a mérés mindig 1 cm³ 0·5%-os oldat felhasználásával történt. Az így számított és a 2. ábrán grafikusán is feltüntetett adatok szerint az A-csoport-anyag orcin színreakciója kb. tízszeres nagyságrendű, mint a vizsgált szérumglobulinoké, a görbék lefutása azonban egészen hasonló.

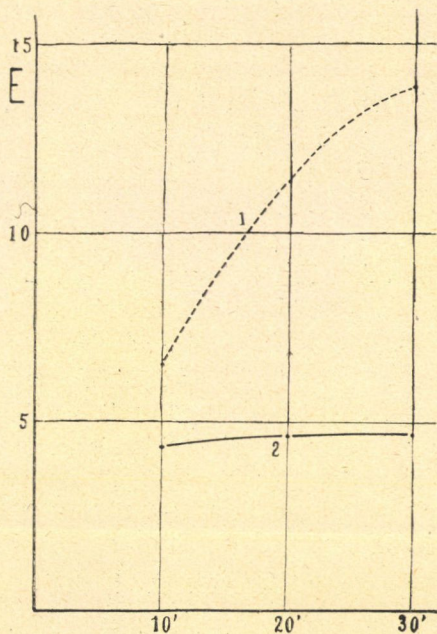
3. Ezek után a fehérjék szénhidrátkomponensének lehasítását és közelebbi vizsgálatát kíséreltük meg.

A szénhidrátkomponens lehasítására a régebbi kutatók nagy része erőlyes kémiai behatásokat, hosszú hidrolizist és bonyolult, hosszadalmas

átcsapási műveleteket használt. Így BIERRY,¹ RIMINGTON,² DISCHE,³ FRÄNKEL és JELLINEK,⁴ LEVENE és MORI.⁵

A kutatók más része enzimés lebontást követő lecsapásokkal különítette el a fehérje-szénhidrátot. Így HEWITT és OGSTON.⁶

M. G. SEVAG már 1934-ben felhívta a figyelmet arra, hogy ilyen



2. ábra

1. «Gereinigte A-Substanz aus Schweinemagen» S47-es szűrő.
2. «Gereinigte A-Substanz aus Schweinemagen» S53-as szűrő.

hosszadalmas kémiai behatások megváltoztathatják a lehasítandó szénhidrát-komponenst is. Ő a lehasításra a kryolysist használta fel. A módszer NORD és munkatársai megállapításán alapszik, amely szerint a

¹ C. r. Soc. Biol. **101**, 1066 (1930).

² Biochemical J. **23**, 430 (1929), Nature **126**, 882 (1930) és Biochemical J. **25**, 1062 (1931).

³ Biochem. Z. **201**, 74 (1928).

⁴ Biochem. Z. **185**, 392 (1927).

⁵ Journ. biol. Chemistry **84**, 49 (1930) és **140**, 279 (1941).

⁶ Biochemical J. **32**, 1554 (1938), **33**, 1496 (1939) és Nature **141**, 1056 (1938).

fehérjék fagy hatására irreverzibilis változást szenvednek, amit BULL is megerősít.¹

A későbbi kutatók már enyhébb behatásokkal is sikerrel kísérleteztek, így pl. NEUBERGER acetilálást és dezacetilálást használt, míg SEIBERT és WATSON elektroforézissel, TISELIUS készülékben különítette el a tuberkulin szénhidrátját.² Ovalbumin esetében JORPES és SHANING a katóforézist eredménytelennek találta.³

A szérumglobulin szénhidrát komponensének lehasítására elsősorban M. G. SEVAG módszerével próbálkoztunk. Az ecetsavas eglobulin frakciót 22 O csoportbeli férfitől származó, összesen 2230 cm³, illetőleg 14 O csoportbeli nőtől származó összesen 1985 cm³ szérumból választottuk le. A csapadékokat konyhasóban oldottuk, azután víz, kloroform és amilalkohol keverékével eltávolítottuk a fehérje nagy részét. Az oldatot SEVAG szerint folyékony levegővel való többszöri megfagyasztás és felolvasztás után víz, kloroform és amilalkohol keverékkel rázógépből ráztattuk, a levált fehérjét lecentrifugáltuk és az oldatot 40 fok körüli hőmérsékleten vacuumban bepárologtattuk. A fehérje főtömegét valóban sikerült így leválasztanunk, de az eljárás többszöri ismétlése után sem sikerült teljesen fehérjementesítenünk. Végül is olyan oldatot kaptunk, amelynek 1 cm³-e a O csoportbeli férfiaknál 2·63 mg fehérjét és 15·92 mg konyhasót, a O csoportbeli nőknél pedig 2·92 mg fehérjét és 13·17 mg konyhasót tartalmazott. A kísérletileg meghatározott szárazanyagtartalom cm³-kint a O csoportbeli férfiaknál 19·3 mg, a O csoportbeli nőknél pedig 16·3 mg volt.

Az így kapott oldatoknak 1—1 cm³-ével előállítottuk és mértük az orcin színreakciót ugyanolyan feltételek és küvettavastagság mellett, mint azt a dolgozat első felében már leírtuk. A mérés eredménye a következő volt:

S 53-as szűrő esetében:

	O férfiaknál	O nőknél
10 perces melegítéskor	0·668	0·592
20 « « 	0·886	0·755
30 « « 	0·981	0·818

¹ Biochem. Z. 231, 444 (1935), 291, 191 (1937), Kolloid Z. 58, 198, (1932) és Z. Physik, 161, 192 (1932).

² Biochemical J. 32, 1435 (1938) és J. biol. chemistry 140, 55 (1941).

³ Acta physiol. scand. 1, 389 (1941).

S 47-es szűrő esetében :

10 perces melegítéskor	1·032	1·092
20 « « 	1·678	1·602
30 « « 	2·078	1·963

Ha ezeket az eredményeket a kezeletlen ecetsavas euglobulinoknál kapott eredményekkel összehasonlítjuk, ahol az oreinszínreakció létesítéséhez mindig 1 cm³ 0·5%-os fehérjeoldatot, tehát 5 mg fehérjét használtunk fel, azt látjuk, hogy a SEVAG-eljárás után kapott fehérjeoldatoknál az extinkcióértékek magasabbak, habár itt a reakció létesítésére a O csoportbeli férfiaknál csak 2·63 mg, a O csoportbeli nőknél pedig 2·92 mg fehérjét használtunk fel. A kicsapódásnak legtovább ellenálló fehérje tehát több szénhidrátot tartalmaz, mint a korábban levált frakciók.

4. Minthogy a SEVAG-módszerrel nem értük el a kívánt eredményt, a szénhidrát elkülönítésére más módszert kerestünk. Arra gondoltunk, hogy esetleg ozon behatására sikerülni fog a fehérje szénhidrát-komponensének lehasítása.

Az ozonnak fehérjékre való hatásával C. HARRIES foglalkozott 1905-ben, aki a kazeint tette ki ozon hatásának. Figyelmet érdemelt az a megállapítása, hogy a kazeinből ozon hatására redukáló tulajdonságú, cukorszérű anyagok hasadnak le.¹

Érdekes, hogy bár az ozonbehatást több kutató felhasználta organikus kémiai problémák megoldására, így pl. ABDERHALDEN és SCHWAB a dioxopiperazinek keto- és enolformájának megkülönböztetésére² újabban pedig HAAVMAN és WIBAUT a benzolgyűrű kötéseik egyenértékűségének bizonyítására,³ a fehérjék viselkedését ozon behatására HARRIES óta senki sem tanulmányozta.

Minthogy a szérumok nagy mennyiségben való beszerzése nehézségekkel járt, a módszer kipróbálására a kereskedésbeli ovalbumint választottuk.

Ozon előállítására az ú. n. sötét elektromos kisülés szolgált. Az ozonizáló készülék lényegileg HARRIES készülékével egyezett meg. Az

¹ Ber. D. Chem. Ges. 38, 2990 és Z. f. physiol. Ch. 51, 342 és Untersuchungen über das Ozon und seine Einwirkung auf organische Verbindungen. 1916.

² Z. f. physiol. Ch. 157, 140 (1926).

³ Recueil Trav. chim. Pays-Bas 60, 842 (1941) és Science (New-York) 94, 49 (1941).

oxigénáramot a készülékbe való bevezetés előtt cc. kénsavval és foszfor-pentoxiddal gondosan megszáritottuk. Az ozonhatás kb. 5—6 C fokon történt oly módon, hogy az edényt jeges vízbe állítottuk.

Az ozon töménységének meghatározása SCHÖNBEIN szerint úgy történt, hogy neutrális, tehát meg nem savanyított káliumjodid-oldaton vezettünk át minden esetben 1 liter ozonizált oxigént. A kivált jódot hígított sósavval való megsavanyítás után jodometrikusan $n/100$ nátriumthioszulfáttal való titrálással határoztuk meg.

Első kísérletsorozatunkban 30 cm³ 7·36%-os vizes ovalbumin-oldatot tettünk ki ozonhatásnak. Ezen az oldaton — mit gázmosó-palackban helyeztünk el — 9·25 liter ozonizált oxigént vezettünk át, összesen 0·841 g ozontartalommal, 5 óra alatt.

Az ozonhatás alatt a fehérje mind viszkózusabb lett és már 2 órai ozonhatás után nagy része kocsonyásan átlátszó, ragacos tömeg alakjában kicsapódott. FEHLING-reakciót sem az eredeti, sem pedig az ozonizált fehérje nem adott. Az eredeti ovalbumin p_H -ja 8 volt, az 5 órán át ozonizálté pedig 4, tehát az oldat savanyodott. Az 5 órán át ozonizált oldat is adta a biuretreakciót.

A lúgkötőképesség vizsgálata céljából a fehérje oldatban maradt részből mindenkor 1 cm³-t titráltunk meg mikrobürettából, $n/100$ alkoholos káliklúggal, thymolphtalein indikátorral kék színeződésig.

A titrálás eredménye szerint:

100 g eredeti ovalbumin	39·4 cm ³
100 g 5 órán át ozonizált ovalbumin	239·6 «

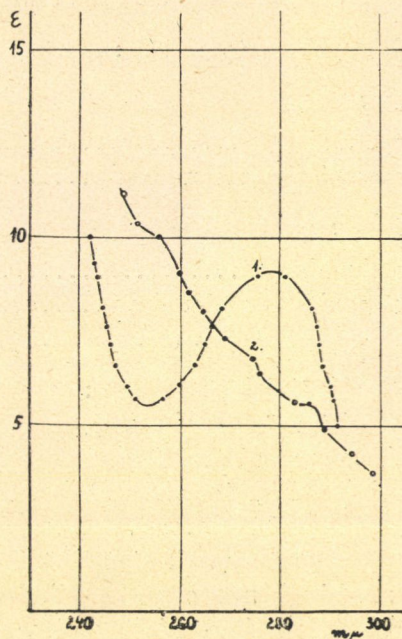
normál káliklúgot köt meg.

Megjegyezzük, hogy az ozonizált ovalbumin 100 g-jára számított lúgfogyasztás eléggé szélső fehérjekoncentrációk esetében, így 0·082%-os és 1·063%-os fehérjetartalmú oldatok titrálásakor is kielégítően egyezőnek mutatkozott.

Érdekesnek tartottuk felvenni az eredeti és az ozonizált fehérjeoldat abszorpciós spektrumát. Ez JUDD—LEWIS-spektrofotométerrel kombinált HILGER E3 spektrográffal történt.

Ha az ozonizálás után oldatban maradt fehérje neutrális közegben mért abszorpciós spektrumát összehasonlítjuk az eredeti ovalbuminéval (3. ábra), azonnal feltűnik a szelektivitás hiánya.

DHÉRE már 1909-ben megállapította,¹ hogy a fehérjék ultraibolya abszorpciós spektrumának szelektivitását a bennük levő ciklusos aminosavaknak az abszorpciója idézi elő, tehát ez az észlelés spektroszkópiai úton is megerősíti HARRIES megfigyelését,



3. ábra.

1. Eredeti ovalbuminoldat.
2. 5 órai ozonizálás után oldatban maradt ovalbumin.

aki a kazein ozonizálásakor a MILLON-reakció és a triptofán-reakció megszűnéséről számolt be.

Vizsgáltuk az eredeti és az ozonizált ovalbumin abszorpcióját 0.1 n NaOH-os közegben is, még pedig közvetlenül a lúgozás után, majd 2 óra, 1 nap és 3 nap elteltével. A lúgos felvételekről röviden csak annyit említünk meg, hogy sem az oldatban maradt, sem az oldhatatlanná vált (ozonizálás hatására kicsapódott) részlet nem mutatott szelektív abszorpciót.

¹ Recherches spectrographiques etc. (Fribourg, 1909).

Az eredeti és ozonizált ovalbumin tirozin és triptofán tartalmának analitikai úton való meghatározására O. FOLIN és A. D. MARENZI koloriméteres módszerét használtuk fel,¹ amelyet BÁLINT PÉTER dolgozott át PULFRICH-fotométerre.² Megjegyezzük, hogy pontos eredmények elérésére vakpróbát is be kell állítanunk.

A nyert eredmények a következők:

Tirozintartalom:

az eredeti ovalbuminnál	3·83%
az 5 órán át ozonizált ovalbuminnál	0·03%

Triptofántartalom:

az eredeti ovalbuminnál	0·85%
az 5 órán át ozonizált ovalbuminnál	0·61%

Látjuk tehát, hogy az analitikai úton kapott eredmények megerősítik a spektroszkópiai észleléseket: az aromás aminosav-tartalom csökkenése (különösen a tiroziné) szembeszökő.

Második kísérletsorozatunkban 30 cm³ 4·46%-os vizes ovalbuminoldatot ozonizáltunk. 1 óra alatt 13 liter ozonizált oxigént vezetünk át, összesen 0·604 g ozon-tartalommal. Az ozonizálás egyébként ugyanolyan körülmények között történt, mint az első kísérletsorozatnál. A fehérje nem csapódott ki, de az oldat erősen viszkózussá vált. Az 1 órán át ozonizált ovalbumin p_H -ja 5 volt. A FEHLING-reakció negatív.

A lúgkötőképesség meghatározása itt is úgy történt, mint az első kísérletsorozatnál. A titrálás eredménye szerint:

100 g eredeti ovalbumin	32·2 cm ³
100 g 1 órán át ozonizált ovalbumin	118·9 «

normál kálilúgot kötött meg. Az oldat savanyodása tehát itt is jelentkezett.

Az abszorpciós spektrum szelektivitása ebben az esetben is eltűnt. A görbének sem maximuma, sem minimuma nincs, hanem csak inflexiószerű áthajlása.

¹ J. biol. Chem. 83, 89 (1929).

² Biochem. Z. 299, 133 (1938).

Az ozonizált ovalbumin tirozintartalmát 0·12%-nak, triptofántartalmát pedig 0·45%-nak találtuk. Az aromás aminosavtartalom csökkenése tehát már 1 órás ozonizálás után is feltűnő. A tirozintartalom itt is nagyobb mértékben csökkent, mint a triptofáné.

Harmadik kísérletsorozatunkban 30 cm³ 4·46%-os ovalbuminoldatot ozonizáltunk. Fél óra alatt 1 liter ozonizált oxigént vezetünk át, összesen 0·111 g ozontartalommal. A fehérje itt sem csapódott ki. A fél órán át ozonizált ovalbumin p_H -ja 6 volt. A FEHLING-reakció negatív. Az ozonizált ovalbumin 100 g-jának lúgkötőképessége 111·0 cm³ normál káliclórnak felelt meg.

A fél órán át ozonizált ovalbumin abszorpciós spektrumát is az előbbiekhöz hasonló módon vizsgáltuk. Míg a neutrális oldat abszorpciós görbéje itt is csak áthajlást mutatott, addig a lúgos felvételek szelektivitása még észrevehető volt.

A fél órán át ozonizált ovalbumin tirozin-tartalmát 2·08%-nak, triptofántartalmát pedig 0·665%-nak találtuk. Az eredeti ovalbuminnál talált tirozin és triptofán értékeknél (3·83%, illetőleg 0·85%) ezek az értékek még mindig jóval kisebbek, ami megmagyarázza az abszorpciós spektrumok fentebb leírt kisebb szelektivitását.

Negyedik kísérletsorozatunkban az ozonizált ovalbuminoldat biuretreakciójának vizsgálatára is kiterjeszkedtünk. Ebből a célból 50 cm³ pontosan 4%-os ovalbumint ozonizáltunk és különböző időpontokban mintákat vettünk. Az egyes mintavételek a következő időpontokban történtek:

1. *minta*: $\frac{1}{4}$ óra elteltével, 0·40 liter ozonizált oxigén, összesen 0·024 g ozon átvezetése után;

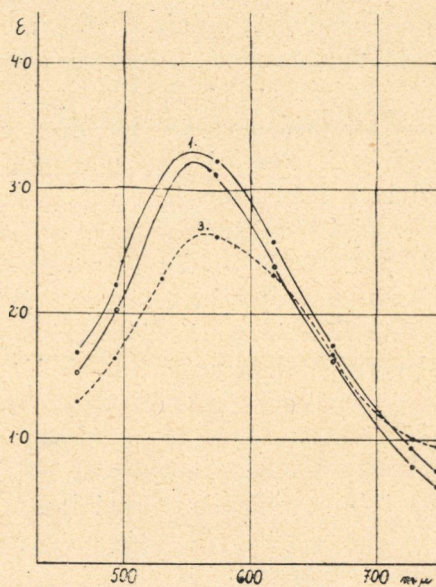
2. *minta*: $\frac{1}{2}$ óra elteltével, 0·90 liter ozonizált oxigén, összesen 0·054 g ozon átvezetése után;

3. *minta*: 1 óra elteltével, 1·70 liter ozonizált oxigén, összesen 0·102 g ozon átvezetése után;

4. *minta*: 2 óra elteltével, 3·50 liter ozonizált oxigén, összesen 0·210 g ozon átvezetése után.

Kétórás ozonbehatás után a fehérje kicsapódott, tehát a 4. minta különleges vizsgálati módszert igényelt. Összehasonlítási alapul megvizsgáltuk az eredeti ovalbumin biuretreakcióját is.

A színreakció abszorpciós görbéjét PULFRICH-fotométerrel, a rendelkezésünkre álló nyolc különböző színszűrő felhasználásával határoztuk meg. A színreakciót az eredeti ovalbuminnal és az első három minta ozonizált ovalbuminjával a következő módon létesítettük: Egy 50-es lombikba bemértünk 5 cm^3 fehérjeoldatot, hozzáadtunk 25 cm^3 0.2 n NaOH -t, majd közvetlenül ezután 20 cm^3 0.2 n CuSO_4 -t. A kész elegy tehát 0.4% -os volt fehérjére nézve.



4. ábra.

1. Eredeti ovalbumin biuretreakciója,
2. negyedórás ozonizálás utáni ovalbumin biuretreakciója,
3. 2 órán át ozonizált ovalbumin biuretreakciója.

Ezt az elegyet szobahőmérsékleten rázógépből egy óra hosszat rázattuk, majd a levált csapadék főtömegét 589-s fekete kötésű, a finomabb részét pedig 602-s kemény SCHLEICHER- és SCHÜLL-szűrőpapíron leszűrtük. A mérés 1 cm -es küvettában történt. A 4-es mintát, ahol a fehérje kicsapódott, a következő módon vizsgáltuk: A csapadékos folyadékból 5 cm^3 -t 50 -es mérőlombikba pipettáztunk, majd hozzáadtunk 25 cm^3 0.2 n NaOH -t. A csapadék

a lúgban rövidesen teljesen feloldódott. Oldódás után 5 cm^3 ilyen elegyet kivettünk mikro Kjeldahl meghatározás céljaira és 5 cm^3 olyan eleggyel pótoltuk, amely 12.5 cm^3 0.2 n NaOH -ból és 2.5 cm^3 deszt. vízből állott. Végül 20 cm^3 CuSO_4 -t adtunk hozzá és a továbbiakban úgy jártunk el, mint az első három minta esetében. Az utólagos KJELDAHL eredménye szerint ez az oldat 0.29% -os volt fehérjére nézve. A biuret színreakció abszorpciós görbéit a 4. ábra tünteti fel.

Az 1. görbe az eredeti ovalbumin, a 2. görbe pedig az 1. minta, tehát a negyedórás ozonizálás utáni ovalbumin biuretreakcióját mutatja. A 2. és 3. minta biuretreakciójának mérésekor kapott eredményeket az ábrán nem tüntettük fel, mert ezeknek pontjai a 2. görbével a kísérleti hibák határain belül megegyeznek. A 3. görbe végül a 4. minta, tehát a 2 órán át ozonizált ovalbumin biuretreakciójának mérési adatait tartalmazza.

A kísérleti eredmények szerint az ozonizálás a biuretreakció erősségét csak akkor változtatta meg lényegesebb mértékben, amikor a fehérje már ki is csapódott.

Ebben a kísérletsorozatban a belső súrlódás vizsgálatára is kiterjeszkedtünk. A viszkozitás mérése OSWALD-féle viszkoziméterrel 25 C° hőmérsékleten történt. A vízre vonatkoztatott relatív viszkozitás:

az eredeti ovalbuminnál	1.306
a $\frac{1}{4}$ órán át ozonizált ovalbuminnál	1.275
a $\frac{1}{2}$ « « « «	1.289
az 1 « « « «	1.703

volt.

A viszkozitás növekedésének értelmezésére alább visszatérünk.

Ötödik kísérletsorozatunkban az optikai forgatóképesség változását figyeltük. A forgatóképesség mérése elektromos Na-lámpa fényében, szobahőmérsékleten történt 2 dm -es csőben. A forgatóképesség vizsgálatához 1% -os ovalbumint olyan ozonizált oxigén hatásának tettünk ki, amely az előző négy kísérletsorozatban használnál kevesebb ozont tartalmazott. Ezáltal az ozon ovalbuminra való hatását hosszabb ideig követhettük. A mintavételek adatai a következők:

1. minta:	$\frac{1}{4}$ óra	mulva	0·59 liter	gáz	összesen	0·0066 g	ozon
2. minta:	$\frac{1}{2}$ «	«	1·06 «	«	«	0·0108 «	«
3. minta:	1 «	«	1·99 «	«	«	0·0201 «	«
4. minta:	2 «	«	2·96 «	«	«	0·0240 «	«
5. minta:	3 «	«	4·63 «	«	«	0·0370 «	«
6. minta:	5 «	«	7·00 «	«	«	0·0610 «	«
7. minta:	$6\frac{1}{2}$ «	«	9·25 «	«	«	0·0714 «	«

átvezetése után.

A FEHLING-reakció az első három mintánál negatív volt, a 4. mintától kezdve azonban hosszabb állás után kevés csapadékot kaptunk.

A p_H változása (MERCK-féle univerzál indikátorpapírral) a következő volt: eredeti ovalbuminé 7, $\frac{1}{4}$ óráig ozonizálté 6—7, $\frac{1}{2}$ órától 3 óráig ozonizálté 6, 5 óráig ozonizálté 5—6 és a $6\frac{1}{2}$ óráig ozonizálté 5.

A 7. minta forgatóképességét már nem tudtuk megmérni, minthogy az oldat kissé opalizáló volt.

Az optikai forgatóképesség változása a következő:

Eredeti ovalbumin	.....	47·0°
1. minta	.....	51·5°
2. minta	.....	51·5°
3. minta	.....	65·0°
4. minta	.....	68·0°
5. minta	.....	71·5°
6. minta	.....	65·0°

Az ozon hatására tehát a forgatóképesség feltűnően emelkedik, majd huzamosabb behatás után ismét csökken.

Az a tapasztalatunk, hogy az ozonizálás folyamán a viszkozitás és vele együtt a forgatóképesség is növekszik, teljes összhangzásban van azzal, mit az előző dolgozatban kifejtettünk.¹ E két tulajdonság megváltozása egymással összefügg és a közös ok az albuminmolekuláknak fonalas molekulákká történő felbomlása,² mit röviden denaturálódásnak mondhatunk.³

¹ Lásd az ezt közvetlenül megelőző közleményt.

² JIRGENSONS: J. prakt. Chem. 160, 120 (1942).

³ Biochemical Journ. 26, 476 (1932) és J. gen. Physiol. 15, 341.

A hatodik kísérlet sorozatban 50 cm³, fehérjére nézve 1%-os, lúgra nézve 0·1 n oldatot ozonizáltunk. Az ozonizálás az ötödik kísérlet sorozathoz hasonló módon történt.

Mint hogy a lúg egymagában is befolyásolja az optikai forgatóképességet, a fenti összetételű oldatból ozonizálás nélkül tartottunk el 50 cm³-t és az ozonizált oldatokkal egyidőben ennek az oldatnak is megmértük az optikai forgatóképességét.

Az egyes mintákra vonatkozó adatok a következők:

1. minta:	1/4	óra	mulva	0·42	liter	gáz,	összesen	0·0011	g	ozon
2. minta:	1/2	«	«	0·92	«	«	«	0·0045	«	«
3. minta:	2	«	«	3·14	«	«	«	0·0217	«	«
4. minta:	4 1/2	«	«	7·37	«	«	«	0·0711	«	«
5. minta:	6	«	«	9·92	«	«	«	0·1010	«	«

átvezetése után.

A fenti mintáknál talált forgatóképesség a következő volt:

Eredeti ovalbumin közvetlenül meglúgozás után	.....	64·5°
1. minta: 65·0°, ugyanekkor eredeti ovalbumin	.....	59·5°
2. minta: 59·5°, « « «	.....	59·0°
3. minta: 63·0° « « «	.....	58·5°
4. minta: 62·5° « « «	.....	58·5°
5. minta: 62·5° « « «	.....	58·5°

A kísérleti adatokból azt látjuk, hogy a lúghatás az eredeti ovalbumin forgatóképességét eleinte rohamosan, azután egyre kisebb mértékben csökkenti. Az ozonizált oldatok forgatóképessége mindenütt magasabb volt, mint azé az oldaté, amely lúggal velük egyenlő ideig állott. Az ozonizált oldatok forgatóképessége ingadozásokat mutat, ami avval magyarázható, hogy a lúghatás az ozonizált oldatok forgatóképességét is csökkenti, tehát lényeges eltéréseket okoz a forgatóképességben az ozonizálás befejezése és a mérés megkezdése közti időtartam különbözősége.

A fenti eredmények azt mutatják, hogy ozonizálás hatására nemcsak neutrális, hanem lúgos közegben is forgatóképesség-növekedés történik.

A hat órán át lúgos közegben ozonizált ovalbumin tirozintartalma 0·46%-nak, triptofántartalma pedig 0·55%-nak adódott.

A tirozin-triptofánmeghatározás tehát arra az eredményre vezetett, hogy az ozonizálás lúgos közegben is szétbontja az aromás aminosavakat, még pedig a tirozint sokkal nagyobb mértékben, mint a triptofánt.

Összefoglalás.

1. A szérumfehérjék két különböző frakcióját (az ecetsavval leválasztható euglobulint és a 35%-os telítettségű ammonium-szulfáttal leváló globulint) szénhidrát komponens szempontjából vizsgáltuk.

2. Vércsoportok szerint nincs eltérés a szénhidráttartalomban. A két különböző globulinfrakció szénhidrátja különbözik egymástól.

3. A fehérje molekula szénhidrát komponensét sem a SEVAG-féle kryolytikus módszerrel (szérumfehérjénél), sem pedig ozon segítségével nem sikerült lehasítani (ovalbuminnál).

4. Ozon hatására ovalbumin esetében a következő változások történnek:

a) a lúgkötőképesség emelkedik;

b) az aromás aminosavak (elsősorban a tirozin) felbomlanak, amit az analízis eredményeken kívül az ultraibolya abszorpciós spektrum szelektivitásának eltűnése is megerősít;

c) a viszkozitás emelkedik;

d) az optikai forgatóképesség emelkedik;

e) a biuretreakció hosszú ideig változatlan marad.

A c) és d) pontokban szereplő változást a fehérje denaturálódásának, illetőleg pontosabban (JIRGENSONS nyomán) annak tulajdonítjuk, hogy a tojásfehérje molekulái fonalas kolloiddá alakulnak.

*

Köszönettel tartozunk a *Széchenyi Tudományos Társaságnak* és az *Országos Természettudományi Tanácsnak*, melyek lehetővé tették a dolgozatunkban használt műszerek beszerzését.

UNTERSUCHUNGEN
ÜBER DIE KOHLENHYDRATGRUPPE UND
ÜBER DIE OZONIERUNG DER EIWEISSKÖRPER.

Von J. GRÓH und M. WELTNER.

Diese Arbeit wird etwa gleichzeitig auch in der Kolloid-
Zeitschrift erscheinen.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissen-
schaften vom 22. November 1943.)

A RETENCIÓBÓL SZÁRMAZÓ VESEINSUFFICIENCIÁRÓL.

ILLYÉS GÉZA r. t. székfoglaló értekezése.

A veseelégtelenség más és más módon nyilvánul meg az egyes vesebetegségekben. A belgyógyászati vesebajokhoz sorozhatjuk a hevenyen vagy idűlten lefolyó gyulladásokat, a nephritiseket, a degeneratív elváltozásokkal járókat, a nephrozisokat s a véredény-megbetegedést mutatókat, a nephrosclerisokat. Ezen vesebajknál a veseelégtelenség hosszú idő múlva súlyos szöveti elváltozások után kezd mutatkozni s vele szemben elég tehetetlenek vagyunk. Ha a beteg már odáig jutott, hogy a veseelégtelenség jelei kezdenek mutatkozni, annak végkifejlődését csak késleltetni tudjuk, de a folyamatnak gátat vetni nem áll módunkban. A sebészeti vesebajokhoz sorozhatjuk a sokszor csak egyik oldalon fellépő vese-megbetegedéseket vagy azon kétoldali vesebajokat, melyek kifejlődésében valamely operatív úton megoldható vagy javítható ok szerepel. Ezen vesebajoknál a fejlődő veseelégtelenséget — ha idejében felismerjük — megállíthatjuk vagy kellő módokon megelőzhetjük. Ez a magyarázata annak, hogy a budapesti egyetemi urológiai klinikán, hol annak nagy betegforgalma mellett gyakran találkoztunk veseelégtelenségben szenvedőkkel, munkatársaimmal együtt igyekeztünk azokat részletesen tanulmányozni, hogy kiderítsük a korai felismerés módjait s azokat a kórbonctani elváltozásokat, melyek az egyes stádiumokat megmagyarázzák.

Mostani tárgyamnál maradva, retenciókhoz csatlakozó veseinsufficienciában elhalt esetekben, kik böncolásra kerültek, jól tanulmányozhattuk azokat az elváltozásokat, melyek a húgycsőben, hólyagban, uréterekben, vesemedencékben és kelyhekben, sőt

a vesepapillákba nyíló, górcsővi húgycsatornácskákból kifejlődtek. Olyan eseteink is voltak, ahol kezdődő veseelégtelenségi tünetek mellett az egyén nem ezen bajban, hanem más betegségben pusztult el, hol az autopsiánál a fejlődő veseelégtelenség más és más stádiumait tanulmányozhattuk.

Az egyes stádiumok klinikai tüneteinek, valamint a szükségképpen kifejlődő kórbonctani elváltozásoknak megértéséhez és magyarázatához lényeges hozzájárulást jelentett a modern vizelet kiválasztási elmélet. Tudjuk azt, hogy a vese szerepe a szervezetben az, hogy a fehérjeanyagcseréből származó bomlástermékeket a vérből kiválassza, a szervezetnek vízforgalmát egyensúlyban tartsa, valamint a vér anorganikus sótartalmát szabályozza. Ezen veseműködésnek köszönhető az a tény, hogy a vérösszetétele s annak molekuláris koncentrációja — amit egyszerűen annak fagyópont meghatározásával állapítunk meg — állandó, $\delta = -0.56$, míg a vizeleté rendkívül változó, $\Delta = -1.5 - 2.5$, vagyis a vese az, ami a két folyadék, a vér és a vizelet között ezt a nagy molekuláris koncentrációbeli különbséget létrehozni és fenntartani tudja.

Amerikai kutatóknak (Richards, Wearn) sikerült mikro-manipulációs eljárással a glomerulus Bowman-tokját megcsapolni s leszorítván egyidejűleg mikroüvegbottal az elvezető csatornát; pár csepp folyadékot tudtak a glomerulusból összegyűjteni, melyet gondosan megvizsgálva, megállapíthatták, hogy ezen folyadék teljesen azonos a vérplasma ultrafiltrátumával, vagyis a glomerulusban egyszerű fizikai ultrafiltráció van. A tubulusban azután visszafelszívódás történik, mégpedig elsősorban víz és kémiai anyagok, amik jelen voltak a glomerulus filtrátumban, nagy részben visszafelszívódnak a vérbe a tubulusfalán keresztül, vagyis mindazt a különbséget, ami a glomerulus-ultraszűrlet és a vizelet között van, a tubulus hozza létre. Például a glomerulus-ultraszűrletben van cukor, a vizeletben nincsen, a glomerulus-ultraszűrlet neutrális vagy gyengén lúgos, a vizelet gyengén savanyú, a glomerulus-ultraszűrlet molekuláris koncentrációja $\delta = 0.56$, míg a vizeleté $\Delta = 1.5 - 2.5$. Ugyancsak Richards direkt punktiót végzett a tubuluson, ami sokkal nehezebb művelet, mint a glomerulus-punktio. Érdekes eredményei vannak. A tubulus különböző helyei (közeli és távoli tubulus-contortusok, Henle-kacs) a visszafelszívó-

dásban más és más jelentőségűek. Glucose a közeli tubuluscontortusokban, chloridok és bicarbonát a távoliban szívódik vissza, víz mind a kettőben, de több a distalisban. A Henle-kacsánál az egyes állatfajoknál bizonyos relatio van a kacs vékony részének hosszúsága és azon képesség között, hogy koncentrált vizeletet tudjon kiválasztani, mert hullóknél a vizelet a vérhez viszonyítva sohasem hypertonikus, madaraknál a vizelet molekuláris koncentrációja néha magasabb, mint a vérsérumé, emlősöknél pedig a különbség igen szembeszökő, mert a vizelet magas koncentrációjú se mellett ismeretes, hogy a Henle-kacs vékony része csak a madaraknál kezdődik, de teljesen fejlett csak az emlősöknél.

Megállapítást nyert, hogy a normális 1·5 liter napi vizelet mellett egy perc alatt 180 cm.³, 24 óra alatt 260 liter glomerulus-ultraszűrlet képződik, melyből miután egy perc alatt kb. 1 cm.³ vizelet képződik, tehát 179 cm.³-nek, vagyis 24 óra alatt 258·5 liternek vissza kellett szívódnia a tubulusokban. Ha számba vesszük, hogy a glomerulusok száma a két vesében 2 millióra tehető, a tubulusok összes hosszúsága 110 km lehet, akkor elfogadhatjuk ezeket a nagy számokat, mert azt is tudjuk, hogy a keringő vér százszorososa folyik át 24 óra alatt a veséken, amihez az anatómiai feltétel is adva van, mert a veseüőér közvetlenül az aortából ered, rövid, vastag s az egyes glomerulusokba szájadzó arteria afferens vastagabb, mint a belőle kifolyó arteria efferens.

A normális veseműködéshez bizonyosfokú vérnyomás szükséges, mert a szűrés a vérből történik, amelynek kolloid-osmosis nyomása 30 hgmm, tehát a vesebeli vérnyomásnak nagyobbnak kell lennie, hogy filtrálás jöhessen létre. Beznák szerint a glomerulus hajszálerében uralkodó vérnyomás kb. 20%-kal kevesebb, mint az, ami egy középnagy ütőérben van, tehát kb. 100 hgmm. Miután a plasma colloid-osmosis nyomása 30 hgmm, tehát kb. 70 hgmm nyomás van a szűrő egyik oldalán. A másik oldalon, a Bowman-tok üregében a hydrostatikai nyomáson kívül emeli a nyomást az, hogy a vesét merev, rostos, nem tágulékony tok veszi körül s a glomerulus hajszálerén kívül egyéb hajszálerekből is történik ultraszűrés, azokból, amelyek a tubulusokat kívülről veszik körül. Ezért a vesékben szövetközti nedv is keletkezik, amelyik a merev, nem tágulékony tokon belül nyomást gyakorol az összes

vesebeli képletekre, vagyis összenyomja a Bowman-tokot és a tubulusokat is. A glomerulusbeli szűrési nyomásnak tehát ezen vesénbelüli nyomással is meg kell küzdeni. Ha heveny gyulladás folytán ezen szövetközi nedv megszaporodik, olyan fokú nyomást képes a vesén belül kifejteni, amivel a glomerulus megküzdeni nem tud s így megszűnik a vizeletkiválasztás. Ezekben az esetekben van frappáns eredménye annak a sebészeti beavatkozásnak, melyet decapsulatióknak nevezünk, amely a merev, rostos toknak a veséről való luhúzásaiban áll, amely után, ha az kellő időben végeztetik, azonnal megindul a diuresis. Ha valamelyik vese ureterében leszállás közben vesekő akad meg, a lefolyást teljesen elzárja s retentiót hoz létre a vese üreges részében, akkor a fokozódó hydrostatikai nyomás következtében — ha az bizonyos nagyságot elért — megszűnik a vizeletkiválasztás s csak akkor indul meg újra, ha a záró követ helyéről kimozdítottuk vagy eltávolítottuk. Ha csökken a vér colloid-osmosis nyomása, azáltal, hogy fiziológiás konyhasóoldatot vagy Ringer-oldatot viszünk a vérbe, akkor az elválasztott vizelet mennyisége nőni fog, de akkor is, ha a vérnyomás emelkedik, változatlan colloid-osmosis nyomás mellett.

Fontos szerepe van a vesének a szervezet savbázisegyensúlyának szabályozásában, mert sok sav, de különösen sok alkali a vérben káros a veseállományra, s ezért gyakran nagymennyiségű savat, néha nagymennyiségű alkaliit kell a vérből kivinnie. Normális diéta mellett a savgyökök képződése olyan nagy, hogy a vesének kell megvédeni a szervezetet nagymennyiségű alkali elvesztésétől azáltal, hogy a képződő sok savgyök közömbösítésére maga a vesetubulus hámja aminosavakból, más enzyme pedig a tubulusban levő ultraszűrlet karbamidjából ammoniát termel, mégpedig úgy, hogy minél több savgyöknek kell a vizeletben kiválasztódnia, annál több ammonia képződik. Veseelégtelenségnél ezen ammonia-képzés hiányos s ez egyik oka az acidosisnak.

Keletkezik a vesében hypur-sav, melynek nagy szerepe van abban, hogy kőképződés ne jöjjön létre. A vizelet ugyanis túltelített sóoldat, s ezen túltelítettséget colloidok tartják fenn, melyeknek kicsapódását a hypur-sav gátolja s ezáltal a sóknak oldatban maradását elősegíti. Úgy az ammonia, mint a hypur-sav a tubulus

hámsejtek által kell hogy kiválasztassanak; ezen anyagok mint ilyenek nincsenek jelen a vérben, tehát nem választódhatnak ki a glomerulus-filtratumban. Ezen anyagok a vesében, a tubulusokban keletkeznek, illetőleg ott tevődnek össze s a tubulus epithel választja ki őket.

A vesében oxydatio is történik, oxydálja az aromás zsírsavakat s a diabeteses acidosis megelőzésében nagy szerepe van. Vérellátása igen nagyfokú, 24 óra alatt kb. 650 liter vér folyik keresztül a vesén s ez az oka a vese nagy oxigénbőségének. Beznák szerint az emberi vese 24 órás oxigénfogyasztása 30 literre tehető, mert a vese 13-szor annyi energiát fogyaszt, mint átlagban a test egyéb szövetei.

Nagy vonásokban megismerve a normális vese működését, foglalkozhatunk most a veseműködés azon megzavarásával, melyet a húgyutakban kóros viszonyok között létrejövő retentiók okoznak. Legcélszerűbb, ha a prostata-megnagyobbodás által létrehozott retentiót vesszük példának, mert ezt gyakran látjuk s ennek különböző klinikai stádiumait igen sokszor észlelhetjük.

Ezen betegségnél a hólyag nyílását körülvevő prostata egy része megnő, összeszorítja, összenyomja, elongálja a hólyagból folytatódó húgycsővet s ezáltal megnehezíti a hólyag kiürülését. Az akadály lassan fejlődvén, a hólyagizomzatnak van ideje arra, hogy a növekvő akadályhoz alkalmazkodva, megerősödjék s ezáltal egy ideig kompenzált állapotot tudjon fenntartani, ami abban mutatkozik, hogy dacára a kiürítést megnehezítő akadálynak, retentio még nincsen. Az akadály azonban hosszabb-rövidebb idő alatt növekedvén, a hólyagizomzat megerősödése ezzel lépést tartani nem tud s felborul az egyensúlyi állapot, vagyis a hólyag már nem képes teljesen kiürülni. Ahhoz, hogy a veseműködésben zavar keletkezzék, az incomplet retentióknak bizonyos fokot kell elérni s ebben állandósulni. Az a tapasztalatunk, hogy 250—300 g vagy ennél nagyobb állandó incomplet retentio mellett lépnek fel azon elváltozások, melyek a veseműködést megzavarják. Ilyen mennyiségű pangó vizelet gátolja a vesék szabad kiürülését a hólyagba, ezáltal retrograd módon pangás keletkezik előbb az uréter alsó, majd felső szakaszában, később a vesemedencékben és kelyhekben is. Ilyenkor az uréter kitágul, elveszti rugalmasságát, majd kitágul a vesemedence, a vizelet pangása a kelyhekre is ráterjed, azok

lassan tágulnak, de közben a vesepapillák lelapulnak, nyomás alá jut a veseállomány, s a vége az, hogy egy elvékonyodott falú zsákvese alakul ki, midőn a veseszövet már nagyjában elpusztult. A vese ezen üreges részeinek megnövekedése alatt a húgycsatornácskák köbalakú protoplasma dús háma nyomás alá jutván, ellapul, s szövettani vizsgálatoknál láthattuk, hogy a csatornácskák ürtere kitért, a csatornácskák hámsajtjei egyes helyeken duzzadtak, a magfestés hiányzott, máshol a jó magfestéssel bíró csatornácskák hámbélése kifejezetten lelapult. A csatornácskák közötti kötőszövet nagyfokú hyalinus elfajulást mutatott. A későbbi stadiumokban már a glomerulusokban is súlyos elváltozások láthatók. A következménye ennek az, hogy a tubularis rendszer, melyhez a vizelet koncentrációképeség van kötve, hiányosan működén, a vese csak úgy képes feladatának megfelelni, hogy sok vizet igényel ahhoz, hogy a vizelettel kiürülő urotoxikus anyagokat nagy hígításban a szervezetből kiválassza. A tubulusokig felterjedő vizelet pangás folytán azoknak hámsajtjei nyomás alá kerülnek s ezáltal a visszafelszívódás csökken, megvan a bőséges vizelet, de ez a víz a szövetekből lesz elvonva s nem kerül oda vissza, innen van azoknak kiszáradása s innen van a nagy szomjúságérzés, mely a legelső s talán legfeltűnőbb tünete szokott lenni ezen állapotnak.

E szerint nagymennyiségű residuális vizelet a hólyagban a most leírt veseműködési zavarhoz vezet, amely hosszú ideig csak funkcionális, mindaddig, amíg a felső húgyutakban a vizelet pangásból származó, alulról felfelé retrograd módon kifejlődött nyomásfokozódás tartja fenn. Ha a vizelet pangás, illetve nyomásfokozódás a vesében soká tart, úgy ennek következtében lassan sorvad a veseállomány, mely, ha idővel nagyobb fokot ér el, akkor a veseelégtelenség már nemcsak működési zavar következménye, hanem valóságos anatómiai vese pusztulás eredménye s ekkor a prognosis más, mert míg a nyomásokozta funkciózavar a kellő kezelés után megjavul, addig a nagyobb fokú vese pusztulás okozta működéscsökkenés a kezelésre sem fog megváltozni.

Legfeltűnőbb, amit a beteg magán észrevesz, a fokozott szomjúságérzés, mellyel együtt jár az állandó szárazsági érzés a szájban, a garatban s mert a betegnek kevés a nyála, sajátságos

undort érez a szilárd táplálék iránt ; a falatot csak úgy tudja jól lenyelni, hogy egy korty vizet iszik hozzá ; ehhez járul a pépes, tapadó nyelv, keserű szájíz s nagyfokú étvágytalanság ; a beteg mindig csak inni szeretne, a nélkül, hogy ki tudná magát elégtíteni. A sok folyadékkal több konyhasót is veszít, ami még lényegesen fokozódik, ha az urotoxikus anyagok felszaporodása következtében hányásinger, hányás, hasmenés lép fel, ami miatt sokszor gyomor-bajosnak nézik az ilyen beteget.

Ilyenkor meg kell határozni a vérsavó natrium-chloridtartalmát, ami normális viszonyok között állandó, mert ha sok sót kebeleztünk be, a felesleget a vese gyorsan kiválasztja, amikor a vizelet konyhasótartalma megnő. A vér *NaCl*-tartalma 580—600 mg % szokott lenni. Ha ez lényegesen lecsökken (hypochloroemia), akkor már ez maga is növeli a veseelégtelenséget, mert fokozott ureumvisszatartáshoz vezet. Ezen állapotoknál jöttünk rá arra, hogy a vérbeli retentiót megállapító vizsgálati módszerek közül a nálunk használatos vérfagypontmeghatározás és a maradék nitrogénmegállapítás, ha azokat — mint ahogyan mi szoktuk — ilyen esetekben parallel végezzük, nem adják a megszokott egyforma eredményt. A vérfagypontmeghatározásnál a vérbeli konyhasó normális, de a nitrogén tartalmúanyagok megszorodtak, s ezért a normálisnál nagyobb értéket kapunk, éppúgy, mint a maradék nitrogénmeghatározásnál is. Hypochloroemiánál azonban a vérfagypontmeghatározás, csökkenvén a *NaCl* tartalom, nem ad olyan magas eredményt, mint a maradék nitrogén, habár a vese elégtelen működése folytán a vérben a retenció kétségtelenül megállapítható. Ezen körülményből már következtethetünk a hypochloroemiára, amit a vér konyhasóértékének meghatározásával meg is állapíthatunk. Ezen példa azonban mutatja, hogy szükséges több vizsgálati eljárás egyidejű alkalmazása, hogy tévedéseket elkerüljünk. Nem rendelkezünk ugyanis olyan vizsgálati módszerrel, mellyel a vese sokféle és sokirányú működését egyszerre meghatározhatjuk. Vizsgálati módszereinkkel csak egyes részletfunkciókat tudunk megállapítani s eredményeink akkor tökéletesek, ha több vizsgálati módszer egyidejű alkalmazásával ugyanazokat az eredményeket kapjuk.

Veseinsufficienciánál a vérben felszaporodott fehérjebomlás-

termékek annak kémhatását savi irányba tolják el, s miután ilyenkor a vese ammonia termelése hiányos, a savgyökök kiválasztása nagymennyiségű fix bázist, *Na*-t, Kaliumot, Calciumot von el a vérplazmától. Ez magyarázza meg az ilyenkor fellépő acidosist, ami a többi súlyos tünet mellett a beteg közérzését és általános állapotát feltűnően megrosszabbítja, mert ilyenkor légszomj, nagyfokú elesettség és izomgyengeség, kimerülés, esetleg acidosisos kóma lép fel.

A vesék működésének megállapítására egypár egyszerűbb vizsgálati módszert szoktunk alkalmazni, egyidejűleg parallel módon. Már a vizelet napi mennyiségének megállapítása több napon keresztül s a vizelet fajsúlyának többszöri mérése nagyjában tájékoztat s felhívja a figyelmünket arra, hogy pontosabb vizsgálati módszereket vegyünk igénybe, mert ha a vizelet napi mennyisége rendszeresen 2 liter felett van s a fajsúly többször mérve sem több 1006—1008-nál, úgy indokolt, hogy ezen jelenség okát tüzetesebben megvizsgáljuk.

A koncentrációs-hígítási próba, melyet mi már 1902-ben leírtunk s azóta is alkalmazzuk, azon elgondoláson alapszik, hogy a veséket ne a szervezetbe bevitt s rájuk nézve idegen anyagokkal terheljük meg, annak megítélése szempontjából, hogy a vese azokat hogyan választja ki, hanem használjuk fel a vizet, melynek kiválasztása amúgyis a vese feladatai közé tartozik annak meghatározására, hogyan reagál a vese a vízelvonásra, illetve a fokozott vízfelvételekre. A vizsgálati mód — ahogyan mi alkalmazzuk — nem jelent a betegre nézve lényeges megterhelést s mégis kóros esetben megállapíthatjuk, hogy itt főleg a vese koncentrálóképesége szenved, mert szomjaztatás után sem lesz annak fajsúlya 1006—1008-nál magasabb. Ha pedig nagyobb mennyiségű folyadék megittatása után nézzük, úgy veseinsufficienciánál azt találjuk, hogy a következő fél órákban — mikor a vizeleteket felfogjuk — az csak lényegtelenül szaporodott meg, vagyis a felvett folyadék kiürítése nem prompt, az első 1—2 órában megtörténő, hanem több órára, esetleg az egész napra elhúzódó s a kiürített vizeletek fajsúlya is alig emelkedik, alacsony marad. A kilengés tehát a koncentrált és hígított vizeletek mennyisége és fajsúlya között kicsiny, nem úgy, mint egészséges vesénél, hol a differencia nagy.

A veseműködés bizonyos merevséget mutat. Persze ezen vizsgálati módszer eredményeit extrarenalis tényezők is zavarhatják, melyeket számításba kell venni, de ilyen részletekre itt nem akarok kitérni.

Egy másik, ugyancsak egyszerű vizsgálati mód az, ha akár az intramuscularisan, akár az intravenásan bevitt festékanyagnak — nálunk az indigocarminnak — kiválasztását nézzük. Ilyenkor a vizeletben a festék láthatólag megjelenik s így megállapíthatjuk a megjelenés idejét (8—10 perc alatt kék), a festődés intenzitását (12—15 perc múlva sötétkék) s az egész festékkiválasztás időtartamát. Jó veseműködés mellett az egész festékmennyiség pár óra alatt kiválasztódik, csökkent vesefunkciónál pedig egy egész napig is elhúzódólag csak alig lesz kékes a vizelet. Többféle festékanyagot is használnak erre a célra, így Amerikában a phenolsulfophtaleint, melyről nálunk a klinikán Minder mutatta ki, hogy nem mutat többet, mint az indigokarmin s amellet alkalmazása nem olyan egyszerű. Ezen módon a szervezetre nézve idegen anyagot viszünk ugyan be, de a vizsgálati módszer egyszerűsége s az, hogy a betegre megterhelést, kellemetlenséget nem jelent s maga a vizsgáló azonnal észlelheti annak lefolyását, eredményezték, hogy egyike a leg-többször alkalmazott, elég megbízható eljárásoknak.

Az exact megvizsgáláshoz tartoznak azok a módok, melyekkel a vérből tudjuk a veseműködés fokát megállapítani. A vese ugyanis a vérből választja ki azokat a kiürítendő anyagokat, melyeket a vizeletbe visz át s ha a vizeletben azok hiányosan találhatók, úgy megtalálhatjuk őket megszorodva s visszamaradva a vérben.

Egyik ilyen vizsgálati módszerünk a vérsavó fagypontjának meghatározása. Korányi Sándor állapította meg, hogy a vér molekuláris koncentrációja egészséges embernél állandó, ami legelsősorban a vese szabályozó munkájának tulajdonítható, mert akár-mennyi folyadékot, fehérjét vagy sókat is vesz fel a szervezet, a vérben az oldott molekulák száma, a molekuláris koncentráció azért állandóan ugyanaz marad. Normális veseműködés mellett a vér fagypontja —0·56, a vese elégtelen működése esetén 0·60—0·65, sőt ennél több is lehet.

A maradéknitrogén meghatározása szintén értékes módszer. Ha a vérből a fehérjét kicsapjuk, úgy az ott visszamaradó, tehát

nem fehérjéhez kötött nitrogén mennyiségéből a vese működésére lehet következtetni, mert normális egyénnél a maradék nitrogén 30—40 mrg 100 cm³ vérben, míg veseműködési zavarnál ennél sokkal több, súlyos uraemiás állapotban 200—300 mrg %-ra is felemelkedhetik. A maradék nitrogén nagy része, kb. fele a vérbeli ureumból származik, a többi része pedig aminosavakból, kreatinból, kreatininből és húgysavból ered. Veseelégtelenségnél ezen nitrogénelosztás úgy toódik el, hogy mindig nagyobb nitrogénmennyiség esik az ureum rovására, úgy hogy az ilyenkor 70—90%-ot is kitesz, ezért a franciák (Widal) nem a maradék nitrogént, hanem magát az ureumot használják fel a veseinsufficiencia megállapítására, de felhasználhatnánk erre a célra a kreatinint, indikant vagy húgysavat is.

A xantoprotein-próba útján a bélbeli fehérje széteséséből származó aromás bomlástermékek visszamaradását a vérben tudjuk kimutatni, melyek súlyos veseinsufficienciánál nem választatnak ki. Az eredmények a többi vizsgálati adatokkal haladnak, de azt tapasztaltuk (MELLY), hogy az operálhatóság határán lévő esetekben van ezen xantoprotein-meghatározásnak különös jelentősége, mert ilyenkor magas xantoprotein érték nagyobb fokú anatómiai vesepusztulásra mutat, tehát az esetnek előkezelés által való megjavulására kevésbé lehet számítani, mint ott, hol alacsonyabb xantoprotein-érték mellett erre inkább el lehetünk készülvé. Úgy látszik, ennek oka az, hogy a máj méregtelenítő működésével egyideig ki tudja még egyenlíteni a csökkenő, de a többi vizsgálati módszerekkel már kimutatható gyengült veseműködést; csak az előhaladottabb stádiumban, mikor már a máj is túlterhelődött s működésében csökkenés áll be, mutat a xantoprotein-próba hirtelen nagyobb emelkedést.

A vesék anatómiai állapotának meghatározására szolgál a bimanualis tapintás, mert egy nagyobb, a retenció folytán kialakult zsákvesét, annak nagyságát, fekvését, konszistenciáját így megállapíthatjuk. A röntgen-fényképezéssel is sokszor tájékozódhatunk. Ezeknél értékesebb mód a pyelografia, vagyis a vese üreges részének röntgen-fényképezés céljára láthatóvá tétele, mert itt részleteiben is tájékozást kaphatunk a vese anatómiai állapotáról. Retenció okozta veseelégtelenségnél legtöbbször nem áll módunk-

ban az egyszerű, uréter-katheterrel való feltöltéssel a contrast anyagot a vesemedencébe bevinni s azért nagyjelentőségű volt az évek előtt német vegyészek által felfedezett olyan magas jódtartalmú vegyület (uroselectan, abrodyl mint kontrastanyag), melyet a vénába befecskendezve a vese rövid idő alatt kiválasztja azt a nélkül hogy dekomponálnék s a nélkül, hogy a szervezetben mérgezést okozna. Ezen kiválasztás közben 1—3 óráig a veseüreges része a röntgenfényképen láthatóvá válik éppúgy, mint az uréter és a hólyag is.

Ha egy retencióból származó vese insufficienciás beteg kerül a kezünkbe, úgy ennél a betegnél az első időben nem tudjuk biztosan megmondani azt hogy vajjon a kellő kezelésre a veseelégtelenség meggyógyul-e vagy sem, mert nem tudjuk, hogy milyen fokú veseállománypusztulás van jelen. Nem-e csak egyszerű pangásból származó s a felső húgyutakban kifejlődött nyomásfokozódás a vese üreges részében okozza-e a veseműködési zavart, melyet ha kellő beavatkozással rövidebb-hosszabb időre megszüntetünk, visszaáll a normalis veseműködés. Ezt kétes esetekben csak úgy tudtuk eldönteni, hogy a kellő kezelést bevezetve észleltük néha hosszabb ideig is, hogy a tünetek javulási irányt mutatnak-e vagy sem.

Az intravénás pyelografia nemcsak a felső húgyutak állapotáról, de bizonyos fokig a veseműködéséről is tájékoztat, mert a láthatóvá tett vesemedence és kelyhek tágulásfokából már korán megtudhatjuk, hogy a veseelégtelenségnek irreparabilis anatómiai szövetpusztulás vagy csak nyomás okozta működési zavar a valódi oka s a kiválasztás intenzitás fokából és idejéből a vesefunkcióra is lehet következtetni.

A veseinsufficienciához vezető retenció oka lehet úgy a legalsó, mint a felsőbb húgyutakban is. A húgycsőben akár annak nyílásánál, akár magában a csőben lehetnek veleszületett szűkület, billentyű- vagy tasakképződés, melyek kiürítési nehézséget okoznak s ennek következtében lassan, évek alatt kifejlődik a hólyag, majd retrógrád módon az uréterek, vesék üreges részének tágulása veseállománysorvadással. Sokszor láttam 3, 4 v. 5 éves fiúgyermeket, kellő időben fel nem ismert olyan előrehaladott veseszövetpusztulással, hogy a bekövetkező uraemiát már nem lehetett fel-

tartani. A prostata öregkori megnagyobbodása talán a leggyakrabban látott ok, ami veseinsufficienciához vezethet, de ugyanezt a prostata rosszindulatú daganatai (carcinoma, sarkoma) is előidézhetik. Beidegzési zavarból származó hólyagbénulás is idesorolható. Hólyagdiverticulum, ami szintén gyakran veleszületett, nagy inkomplét retenciót okozhat fiatalabb korban is. Sokszor láttam uterus carcinománál, annak előrehaladott eseteiben, midőn az uréterek kétoldali carcinomás beszűrődésbe kerülnek, hogy az uréter lassan mindjobban és jobban összenyomatik s így itt is retrográd pangás keletkezik a vesében, a megfelelő klinikai tünetekkel, míg olyan fokú kompressio keletkezik, hogy teljes anuria áll be, melyet ideig-óráig meg lehet szüntetni bevezetett és bennhagyott uréter-katheterek segítségével, de egy idő múlva ez a lehetőség is megszűnik s akkor palliatív beavatkozásként a kétoldali uréter sipoly készítése jöhet szóba. Az uréterben lehetnek olyan billentyűképződések vagy megtöretések, melyek zsákvese létrejöttét megmagyarázzák, melyek akkor okoznak veseinsufficienciát, ha kétoldaliak, mely esetek legtöbbször vele született okból keletkeznek, habár a vesepusztulás csak sok év múlva válik jelentőségteljessé.

A veseinsufficiencia egyes súlyosabban jelentkező tünetét megfelelő kezeléssel javíthatjuk, s ezzel sokszor lényegesen hozzájárulhatunk az általános állapot kedvezőbbé tételéhez. Itt van pl. a sok folyadék-vesztés által okozott kiszáradás (xsiccatio). Az urémiás egyén a gyakori hányással, hasmenéssel sok vizet veszít, melyet pótolni nem tud s az amúgy is rosszul működő vese a kevés vizelet mellett nem tudja munkáját elvégezni. Ilyenkor physiologiás konyhasóoldatból infusio alakjában viszünk a bőr alá 1—2 litert naponta. Ha a sok hányás mellett még hypochloreaemia is megállapítható, úgy 10%-os konyhasóoldatot adunk intravenásan, gondoskodván egyszersmind a csökkent vérnyomás emeléséről is. Ha pedig a konyhasóadagolásra a hányás megszűnt, úgy a természetes úton továbbra is adhatunk bőven folyadékot táplálás céljából.

Az acidosis megszüntetésére az urológiai klinikán (VONDRA, BABICS) igen jól bevált a 10%-os Na-thyosulfátnak intravénás bevitele, melynek 20—30 cm³ napi adagolása mellett a hányás-

ingereket, a nagyon kínzó, napokig tartó csuklást, s a feltűnő rossz közérzetet meg tudjuk szüntetni.

A retenció okozta veseinsufficienciánál lényegében első sorban arra kell törekednünk, hogy ne legyen pangás. Ennek legegyszerűbb módja az esetek többségében az, hogy a retenciót drainezéssel oldjuk meg. Munkánk akkor tökéletes, ha nemcsak a retenciót, de annak okát is — ha kell, műtéti beavatkozás útján — megszüntetjük. A retenció egyszerű úton való tartós megszüntetésével sokszor sikerül a vese működését megjavítani. A kezelés hosszabb időt vesz igénybe, különösen elhanyagolt esetekben, de mindenkor addig kell folytatnunk, míg a javulás előhaladása észrevehető. A műtétnak ilyenkor az a célja, hogy a nehezen elért javulási eredményt lerögzítsük, illetve állandósítsuk. Minden műtéti beavatkozás azonban a szervezetre nézve bizonyos megterhelést jelent, de az urológiai bajoknál, hol a vese is sokszor beteg, különösen ennek teherbírását kell számbavennünk, mert a műtét következtében a velejáráó keringési zavarral, fehérjeszételéssel, esetleg utána fellépő lázas állapottal a vese megterhelése jelentékenyen fokozódik. Ezért nagyfontosságú a műtét előtt a vese működőképességének és fokának pontos és gondos megállapítása, mert soká húzódo retenciós állapot után a gyengült veseműködés olyan labilis, hogy jelentéktelen kis beavatkozás is felboríthatja az egyensúlyt.

Hosszan tartó kórházi kezelés után, különösen ha a beteg állapota megjavult, érthető, ha az egyén szeretne szabadulni a neki nagy lekötöttséget jelentő, állandó orvosi kezeléstől s az orvos is szeretné betegét mielőbb függetleníteni, ami sokszor sikerül is, mert exakt vizsgálataink alkalmazásával igyekszünk a legvégsőkig kihasználni a műtéti megoldás lehetőségét. Ilyenkor azonban — mint fentebb említettem — a veseműködés nagyon labilis, mert ha ilyen beteg egyénnél műtét után semmi komplikáció nem lép fel, úgy a gyógyulás simán megy s vesekímelő életrend mellett élhet az egyén tovább. Ha azonban valamely keringési zavar vagy hörghurut, vagy más csekély jelentőségű, de lázzal járó komplikáció lép fel, úgy ez már felboríthatja a vese labilis egyensúlyi állapotát s a beteg uraemiás lesz.

Vannak azonban olyan esetek, hol a súlyos állapotban hozzánk

került beteg insufficiens veséit hosszas és állandó drainezéssel, egyes fentebb említett súlyos tünetek megjavításával, úgyahogy lehetett, megjavítottuk, s ha az egyénnek olyan szociális helyzete volna, hogy a kórházból való távozása után nem kellene a mindennapiért dolgoznia, hanem gondozhatná, ápolhatná magát, úgy tengethetné tovább az életét. Ezen feltételek hiányában azonban sokszor maga a beteg kívánja, — mivel közérzete megjavult — hogy őtet is operáljuk meg — vagyis függetlenítsük — s így kénytelen az orvos néha az operáció lehetőségének felső határán lévő esetekben is a késhez nyúlni, mikor a mortalitás esélyei sokkal nagyobbak. Mai fejlett diagnosztikai eljárásaink igénybevételével, nagy körültekintéssel s az egyéni lehetőségek számbavételével mégis elérhetjük azt, hogy csökkent veseműködés mellett is tudunk segíteni.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1944. jan. 24-én tartott üléséből.)

EGEREK KÍSÉRLETI INFLUENZÁJÁNAK ÉLETMENTŐ FIZIKÁLIS GYÓGYMÓDJA.

Nemes BALOGH ERNŐ 1. tágtól.

(Előzetes közlemény.)

Még az 1939-ik évben végzett kísérleteim folyamán — (amelyekről egyéb viszonylatban a IV. Nemzetközi Összehasonlító Pathologiai Kongresszuson Rómában beszámoltam) — számos, influenza-virussal fertőzött egerünknek cxygen-elszegényedéssel szemben mutakozó fokozott tolerantiájáról győződhettem meg. Amíg ugyanis normalis egerek 220—280 Hg.-mm. nyomás mellett collapsusba estek, ezt a légritkítást az influenza-virussal fertőzött állatok szinte tünetmentesen következetesen kibírták. Megkapó volt, hogy a magassági collapsusba esett normalis állatoknak peripheriás venái annyira összeestek, hogy pl. ilyenkor az egér farki gyűjtőerébe semmiképpen sem sikerült a legfinomabb injektiós tűt sem bevezetni. Akkoriban ennek az érdekes jelenségnek további vizsgálatával — sajnos — nem foglalkozhattam.

Nemrégiben DREGUSS MIKLÓS O. K. I. osztályvezető szíveségéből kipróbált és gondosan ellenőrzött újabb influenza-virus-törzseket kaptunk, amiért számára ezennel is hálás köszönetemet fejezem ki. A jelenleg folyamatban levő légritkításos kísérleteim közben így alkalmam nyílt arra, hogy az 1939-ik évi észleléseimre visszatérve ezeket rendszeres vizsgálat alá vegyem. ÁCS LÁSZLÓ, FALUSSY ÁGNES, SZABADY GÉZA munkatársaim szíves technikai segédletével végzett ezek a kísérleteim még nincsenek lezárva. Eddigi tapasztalatom szerint a normalis egerek számára végzetesen kritikus, legnagyobb névleges magasságot, így pl. még a 10—

11,000 m-t is, az 1 : 100 hígítású 0.05 cc. influenza-virussal intranasalisan fertőzött egerek betegségük 3-ik, 4-ik napján egészséges állattársaikkal szemben háromszor annyi ideig is elbírhadják. A már 5—6000 m-en felül percenként 160-at is légző normalis egerekkel szemben jóval kevesebb és kiadósabb szabályos légvételt végeznek. Kifejezetten beteg, de még nem teljesen elesett influenzás állataink közül kellő tapasztalatok után számosat sikerült így a biztos haláltól megmentenünk és 10—15 napon keresztül is tünetmentesen életben tartanunk.

A lassú ütemben történő, kíméletesen fokozott légritkításnak volt igazi tartós jó hatása, amint azt pl. a 215. sz. elég súlyos beteg állatunkkal végzett kísérlettel szemléltethetem. Ezt az influenzás egeret 15 perc alatt vittük fel 5000 m névleges magasságra, amelyen 10 percig tartottuk. Erre azután 5 percenként 1000 m-t emelkedve a kísérlet 45-ik percében értük el a 9000 m-t. Itt megélnékült. A további 4 perc multán 9500 m-en mélyebben, kiadósabban légzett s gubbasztását feladva, élénken ide-oda mozgott az üvegburában. A kísérlet 56 percében elért 10,000 m-en azonban légzése már szaggatottá vált, amiért is fokozatosan 5000 m-re visszatértünk. Itt légzése újra feljavult. A kísérlet 68-ik percében a normalis 1 atm. nyomásra visszatérve újra megélnékült s percenként kb. 120-at szabályosan lélegezve ketrecében fűgén körbe járt. 15 napon át életben maradt, míg az influenza-virussal oltott, de légritkítással nem kezelt társai betegségük 5-ik napján, tehát 14 nappal előbb, elpusztultak.

Hasonló, elég jó eredményt láttunk többször a kb. 5% O₂-t tartalmazó gázkeverék alkalmazása esefén is.

5—6000 m, ill. ez alatti (pl. 2500 m) magasságnak megfelelő légritkításnak azonban nem hogy jó, mint inkább rossz hatását észleltem egyformán, ha ezt akár rövidebb (pl. 15'), akár hosszabb (pl. 21^h) ideig alkalmaztuk.

Mivel az influenza-virussal teljesen hasonlóan fertőzött, de légritkításnak ki nem tett egereink általában a fertőzésüket követő 5-ik napon jellegzetes súlyos tüdőfolyamat stb. folytán következetesen elpusztultak, a 215. sz. kísérletünkhöz hasonlóan 10—15 napig is hatásosnak mutatkozott számos további sikeres beavatkozásunkat méltán nevezhetjük életmentő fizikális eljárásnak.

Mind az előpróbálkozásaink, mind a későbbiek folyamán azonban elég sok állatot elvesztettünk. Mindezek dacára indíttatva éreztem magamat arra, hogy elvi jelentőségűeknek látszó kísérleteinkről máris beszámoljak. Megkapó jó eredményeink értelmezésében azok az előzetes észleléseim segíthetnek, melyekről 1942. december 21-én, itteni székfoglaló értekezésem egyik fejezetében beszámoltam. (Mat. Term. Tud. Ért. LXI. köt. II. r. 691—698. o.). Amint akkor említém, rájöttem arra, hogy az egerek intranasalis influenza-vírusos fertőzése jellegzetes intrapulmonalis vasopathiás syndroma folytán válik halálossá. Ennek létrejöttében a tüdejük szöveti közösségéből túlzott mértékben szóhoz jutó öntermelődésű szövetmérgek látszanak fontos járulékos szerepet vállalni. Vetített képekben is szemléltethettem, hogy mind az ember, mind az egér paraarterialis bronchusfali ganglionjain heveny influenzás fertőzéskor megkapó elváltozások mutatkoznak. Ezek is elárulhatják szerintem azt, hogy a tüdő vérérhálózata a maga automatiájában általuk is belterjesen és messzemenően befolyásoltatva lehet. Hivatkoztam továbbá arra, hogy az 1942. év végén éppen megindult kísérleteim szerint hirtelen és kíméletlen zökkenőkkel nagy magasságokra felvitt nyulak, patkányok tüdejében a typosus influenzához finomabb részleteiben is teljesen hasonló ér-syndroma alakul ki. Különösképpen és következetesen akkor, ha állatainkat pl. jóval 10 percen belül tesszük ki 10—12,000 m névleges magasságnak megfelelő légritkításnak s azon vagy — amint később rájöttünk — esetleg 14,000 m-nek megfelelően tartjuk őket kimúlásuk után is bizonyos ideig. (Ennek a közelebbi jelentőségére más alkalommal szeretnék kitérni.) Az így befolyásolt állatokon sikerült azután az 1943-ik évben kimutatnom, hogy ezeknek is a tüdejéből olyan szövetmérgek szabadulnak fel, amelyek i. v. befecskendezésével az egészséges állatokat jellegzetes vasopathiás shock kiváltása mellett pillanatok alatt megölhetjük.

Továbbmenően megismerhettem azután, hogy állatainkban a hirtelen, lökésszerűen érvényesülő külső élenyelszegényülés esetén felfokozott hyperventiliójuk s nagy CO_2 veszteségük folytán: a) *pH* meghatározással felmérhető alkalosis és b) methylenkék-reductiós próbával leleplezhető endogenes hyperoxydosis is támad.

Ezeket, így közelebből: a)-t szelídebb mértékben, b)-t pedig igen kifejezetten — érdekesen — súlyos beteg influenzás állatainkban szintén sikerült kimutatnunk. Ezek az egybetalálkozó láncszemek a kísérleti influenza-virus-fertőzés alapvető kórtörténéseit számomra még jobb megvilágításba helyezték. Vele kapcsolatban is a biológiai oxydatio olyan összetett zavaraira és olyan fejleményeire lehetett tehát gondolnom, mint aminőket a perakutos drasztikus légritkítás hatására megismerhettem. Így e két kórtörténésnek az 1942-ik évig előttem feltárult egyedüli közös: *intrapulmonalis ér-syndromája*, a most megismert szöveti alkalosissal és fokozott endogenes élenyüléssel megkapó közös értékes triásszá bővült számomra.

Utóbbiakat közvetve is igazolhatóan influenzás egereinken újabban pl. 1/10 *n HCl* peroralis adagolására, bár átmeneti, de meglepő javulást észleltünk. Az acetylcholin-jellegűen előtérben állani látszó szövetmérgek alkalmi hatástalanítására irányuló 1:2000 formalinnak ugyancsak jó átmeneti, az 1% állati szén suspensio i. v. befecskendezésének pedig 10 napon át is tartó meglepő jó hatását figyelhettük meg. (Utóbbi azonban sokszor, az influenzás egereinkben halálossá váló vérszegénységet idézett elő.) Ezekkel a tüneti részletpróbálkozásokkal szemben a vontatott és kíméletes nagyfokú légritkítással elért eredményeim határozottabb sikerét — úgy érzem — indokolni tartozom.

A rohamosan megvont oxygen-kínálat alapvetően fontos kóros fejleményeinek — mondhatnám — biológiai éles ellenjelenségeit ismerhettem meg az ezzel szemben jóval vontatottabban és kíméletesebben megejtett oxygen-megvonás esetén. Utóbbi kapcsán ugyanis, amint erre más alkalommal kitérni szeretnék, a «dysoxydosis acuta retardata regressiva» folytán támadt acidosist, csökkenő sejtlégzést s az intrapulmonalis arteriolák szűkülése mellett testszerte kiterjedten renyhülő hajszálér tágulatot stb. leplezhettem le. Nagyvonalúan véve tehát: szöveti vegyi milióbeli, sejtháztartásbeli és keringés-élettani szempontból ellentettjeit, illetve ellensúlyozóit azoknak, amelyeket az influenzavirus-fertőzés kimagasló kórélettani bélyegeiként megismerhettem.

Elképzeléseim szerint tehát a kellően megválasztható pl. 1 óra

alatt gondos kímélettel végzett külső oxygen-elszegényedésnek egerek influenzavirus fertőzésére azért lehet jó hatása, mert előbb jelzett fejleményei a vírus-fertőzés nyomában fakadt kóros zavarokat az influenzás beteg egér szöveti közösségében adaequatosan befolyásolván, azokat esetenként szerencsésen megválasztható mértékben közömbösíteni, illetve kompenzálni képesek, s így az állat szervezetét önerejének és természetes védekezőképességének zavartalan kifejtéséhez hozzásegíthetik.

(A M. Tud. Akadémia III. osztályának 1943. május 17-i üléséből.)

EXPERIMENTELLE PHYSIKALISCHE
THERAPEUTISCHE BEEINFLUSSUNG DER
HISTIOGENEN INTOXIKATIONSERSCHEINUNGEN
VON INFLUENZAKRANKEN MÄUSEN.

(Vorläufige Mitteilung.)

Von E. von BALOGH korresp. Mitglied.

(Zusammenfassung.)

Mit letalen Virusmengen intranasal infizierte influenzakranke Mäuse zeigen eine auffallende Höhentoleranz in Unterdruckkammer. An innerhalb einer Stunde langsam und stufenweise erreichten (und ev. wiederholten) Nennhöhen von 8—10.000 m setzt sich eine auffallend günstige Regulierung ihrer Atmung ein. Neben Aufmunterung wird ihr toxischer Zustand erheblich aufgebessert. Nach fallweise streng eingehaltenen, entsprechenden Kautelen glückte es ihm auf dieser Weise mehrere Tiere nach 3—4tägiger Krankheitsdauer von den schweren Lungenveränderungen zu verhüten und 10—15 Tage hindurch symptomtenlos im guten, allgemeinen Zustand im Leben zu halten.

Eine Erklärung der Versuchsergebnisse wird besprochen. Diese scheinen zuerst seine ältere Auffassung (Mathem. u. Naturwiss. Anz. d. Ung. Akad. d. Wissensch. Bd. LXI. II. T. S. 684) zu bestätigen, wonach die krankhaft gesteigerte Überproduktion von autakoiden vasoaktiven Gewebsgiften in der Ausgestaltung der Influenzaviruspneumopathien eine ausschlaggebende Rolle spielt. Dieser histiogener Giftüberschuss kann durch den scharf antagonistischen, autakoiden, in sich allein ebenfalls fatalen (von

ihm enthüllten) Giftkomplex des experim. Höhenkollapses weitgehend, usw. laut seiner Befunde vielfach lebensrettend kompensiert werden.

Hiedurch gewann er Anhaltspunkte, um diese aussichtsreiche rationelle experim. unspezifische Therapie der toxischen Influenza weiter zu entwickeln.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 17. Mai 1943.)

EKLAMPSIA SINE CONVULSIONE ATYPUSOS ESETÉNEK HALÁLOKA.

Nemes BALOGH ERNŐ 1. tagtól.

BUMM tanár berlini klinikáján — még 1912-ben — szerzett famulusi élményeim folytán fokozottan érdekelt az eklampsia haláloka. Amikor módomban állott, törekedtem egészen más tárgyú, rendszeres kutatásaim alkalmas tanulságait újabb eklampsiás eseteim megfelelő részletkérdéseinek egybevető jobb megismerésére felhasználni. Így különösen pl. az 1920—24. években spasmophiliás pertussisos gyermekek heveny agyvizenyője pontosabb fajsúlymérésein (l. Népegészségügy, 1924., 14—15. sz.) — 1928—29-ben: typhusos májak focalis nekrosisai alaki kórereditén (l. Fabó Z. mnnkatársam feldolgozásában; M. Path. Társ. 1932.) — majd 1940—42-ben: spasmergiás autakoidos szövetmérgek kísérleti hatásain nyert tapasztalataim (l. Virchow's Arch. 307. köt. 362 o., Scientia 1942, 135 o.) serkentettek összehasonlító tanulmányokra.

Mintegy tíz, részben convulsiomentes eklampsiában elhalt asszony alkalmi kórbonctani és kórszövettani, majd különösen a 634/1940. bjkv. sz. esetem farmakológiai-hatástani vizsgálata révén gyűjtött tapasztalatok birtokában kerültem szembe a most ismertetendő, klinice is eléggé atypusos esettel.

Ez a 32 éves szülőasszony 1943. február 27-én valamivel nagyobb-mérvű vérvesztéssel járó, normalis lefolyású szülés után négy órával lelte halálát. A BURGER KÁROLY tanár vezetése alatt álló II. sz. Női Klinika szíves tájékoztatása szerint — amit ezennel is igen hálásan köszönök — a magzatvíz elfolyása után vétetett fel a szülőosztályra. A tágulási és kitolási szakban 5×0.3 ccm Glanduitrin és 1 ampulla Spasmuitrin (három egység hátsólebenyhormon) s a lepényi szak után

1 amp. Secoin forte (Chinoin) i. m. injectiót kapott. Kisebb gátmetszését összevarrták. A szülés után kb. 1 órával rosszullét, collapsus, dyspnoé lépett fel. 1 amp. Sympatol és 1 amp. Tetracor i. m. befecskendezésére állapota javult s ekkor Priessnitz-borogatást alkalmaztak. Pár órára újra jelentkezett a rosszulléte, dyspnoéja, cyanosisa, vasolabilitása. Pulsusa nem volt tapintható s vérnyomása nem volt mérhető. Ismételt Sympatol, illetve Coffein (1 amp.) és 0.25+0.50 mg Kombetin i. v. adagolása sem segített s ezután 1 óra múlva exitált.

«*Légembolia post partum?*» — körjelzéssel írták ki boncolásra, de amint észlelő orvosai később közölték, gondoltak: «eclampsia sine convulsionone» fennforgására is.

A boncolást körütekintéssel végző intézeti munkatársam venás, illetve keresztezett (agyi, nyúltvelői, koszorúseren belüli) légembolia lehetőségét biztosan kizárhatta. Ő a kifejezett belső vérszegénységgel vélte a halál beálltát végső fokon magyarázni. A boncolt szervek revisiója alkalmával azonban az eléggé kifejezett általános vérszegénység folytán a heveny agyvizenyőnek bár KOLISKO által mesterien vázolt klasszikus mintaképevel fel nem érő, de mégis elleshető bemutatkozása vonta magára figyelmemet. Ez indított arra, hogy dacára a máj vérzésektől mentes voltának, kifejezést adjak munkatársaim előtt — a közelebbi klinikai adatok ismerete, és így minden előzetes befolyásoltatás nélkül — atypusos, görcsnélküli eclampsia iránti gyanúmnak és az összes szóbaajóhető szerveket mikroszkopios vizsgálat alá vegyem.

Mindjárt a tüdők metszetei igen megkapó szövettani lelettel szolgáltak. Előrement, időszült gócosan indurálódott köztiszóveti gyulladás nyomai mellett az ideiktatott apró (kb. 128—228 mikron átmérőjű) több tüdőverőérágacsán szinte zárókészülékekre emlékeztető fali izompárnás megvastagodásokat vettem észre. Különösen ezeken, a lumen majdnem teljes beszűküléséig menően mutatkoztak be már az első pillanatra és a legkirívóbban azok a görcsös érösszehúzódások, melyek az ilyen fali vastagodások nélküli ütőérágakat is kiterjedten, sőt egyes porcosfalú hörgőkmenti art. bronchialisokat is illették. Az előbbiekhöz szegődő bronchiolusok viselkedése, mondhatnám — szinte még megkapóbb volt. Erős fali összehúzódásuk ugyanis odáigmenően fokozódott, hogy hámbéléjük nem egy helyen szorosan összesajtott tekervényes egybeolvadásra kényszerült.

Könnyű volt már ebből a leletből megérteni a szülés után hirtelen fellépett nagymérvű légszomjat, a súlyos cyanosist, a tüdőbeli görcsös érzárlat folytán a szív balkamrájának már in vivo, terminalisan bekövetkezett üressé válását. Továbbá magyarázhatóvá vált így a verőeres vérnyomás végzetes lezuhanása, nemkülönben az agyanaemia és az eszméletvesztés is.

Arra nézve, hogy ezeket, a halál okát már önmagukban magyarázható tüdőbeli arteriás és bronchiolaris spasmusokat eklampsiás természetű toxicosis fejleményeinek minősíthessem, további szövettani leleteim szolgáltatnak alapot. Ezeket röviden a következőkben foglalhatom össze: heveny agyvizenyő, az agykéreg dúcsejtjeinek számos apró gócon belüli súlyos, myelin-figurációkkal kísért nekrobiosisos elváltozásai, az agykéregbeli szürkeállománynak számos, a szívizomnak néhány látóterén belül az izmosfalú arteriolák erős spasmusa; az agy kül. vizenyős fehér állományában a venosus capillarisok s főként a venulák feltűnően tág volta; a lebenykeközépi májsejteknek protoplasmájuk argenta-finos desintegrációjával, a vesecsatornák hámsejtjeinek kül. súlyos, részben fibrinoidosnak tetsző — (azonban a jelzett agyi dúcsejtekkel s májsejtekkel azonosan: kongó-vörössel is jól festődő) — perakutos nekrobiosisos regressiv elváltozása, mindkét utóbbi szervben belül a KOCKEL-féle fibrinfestéssel intensíven, gentiana-ibolyával kissé metachromasiásan s kongó-vörössel is színeződő — (feltételezhetően aminokhoz közelálló fehérjehasadási termékekből álló — intravascularis plasmás alvadékok; a DISSE-féle terek széles kialakulása által morphologice jól documentálható fokozott capillaris permeabilitás; initialis heveny toxicus myocarditis; a tüdő hajszálereiben nagyobb számban embolisálódott s még a verőcér legapróbb ágaiba is beekelődték elég sok placen-taris eredetű óriássejt).

Mindezek összességükben olyanok, amelyeket általában és saját szerény tapasztalataim szerint is az eklampsia gyűjtőfogalma alatti autointoxicatióknak közismert kórszövettani bélyegeiként könyvelhetünk el. Hivatkozhatván különösen az 1929-ik évben gondosan tanulmányozott öt typosos convulsió, valamint az 1930-ik évben általam kórszövettanilag vizsgált s BIRÓ ISTVÁN által részletesen (a Zbl. f. Gynäk. 1932. 50. sz.-ban) ismertetett

convulsiómentes, továbbá az 1940-ik évben ugyancsak részletesen feldolgozott két esetből merített tapasztalataimra, ezt a mostani, 136/1943. sz. alatt boncjegyzőkönyvezett esetet: «Eklampsia sine convulsione, atypica», illetve kórtanilag még találóbban: «E. leiomysopastica»-nak tartozom minősíteni.

Ezt az esetünket az eddig ismertetett görcsnélküli esetekkel szemben kóralaktanilag is atypusossá teszik a következő tulajdonságai:

1. a máj vérzésektől mentes volta,
 2. a tüdőn belül fellépett érspasmusoknak erősen túlzott mértéke és az ebből adódott ottani érzárlat,
 3. a bronchiolusoknak szokatlan és meglepő maximalis görcsös összehúzódása és
 4. a vesecsatornácskák hámsajtjeinek rendkívül súlyos s helyenként teljes desquamatiójukig menő peracutos nekrobiosisa.
- Mindezt a következőképpem vélem értelmezni.

ad 1/. Az a körülmény, hogy a májban vérzések nem jelentek, érzésem szerint itten keringéskórtanilag sem essentialis, hanem csupán fokozati különbséget jelent. 1929. évi, CHRISTELLER módszere szerint igen számos nagy fagyasztott metszeten megéjtett megfigyeléseim szerint a typosus eklampsiás májbeli vérkilépések létrejötteinek alapvetően fontos előfeltétele és pedig kül. a centroacinosus capillarissok fokozott tágulása és permeabilitása ebben a szóbanforgó esetben is kifejezetten fennállott. (Tudvalévően a májsejtek nekrosisa minden ex'ravasatio nélkül is beállhat.) Itten, a szülés alatti vérvesztéséből folyó olygaemia és olygo-cytaemia s az intrapulmonalis érzárlat utáni rendkívül hypotensio s főként a súlyos keringési elégtelenség elejét vághatta annak, hogy a máj szövetében vérzések támadjanak.

ad 2/. A tüdőben észlelt arterialis zárókészülékek mint prae-existáló képletek eléggé szokatlanok. Igaz, hogy az emberi tüdőben az arteria pulmonalis ágacskaín HAYEK (1939), az art. bronchialiséin pedig MERKEL (1941—42) írt le zárókészülékeket. Ezeket azonban saját, nagy fagyasztott metszeten végzett eléggé kiterjedt vizsgálódásaim szerint korántsem találhatjuk fel valami gyakran s nem is minden emberi tüdőben. Intézetemben DR. FURKA SÁNDOR által tett megfigyelések szerint (M. Path. Társ. 1942.)

még a házinyúl tüdejének először általam ismertetett arterialis zárókészülékei is (Verh. D. Path. Ges. 1938.) a méhenkívüli életben fejlődnek ki, valószínűleg az egyre fokozódó functionalis igénybevétel folytán. Érthető tehát, hogy az emberi szervezetben is kifejlődhetnek egyszer-másszor hasonló arterialis «rövidzárlatok» (SPANER: «art. Kurzschlüsse») ezektől egyébként előzetesen mentes egyes arteriakon, ha azok kórosan fokozott teljesítményekre lesznek kényszerítve. Ezt a jelenséget pl. chronicus ulcerosus gyomrok falában magam is sokszor megfigyelhettem. Most tárgyalt esetemben a régen lezajlott időszűrt szigetes indurálódó interstitialis pneumoniát tartom olyannak, ami az általa illetett tüdőmezők elé iktatott apró tüdőverőérágakon fali izompárnájuknak egészen zárókészülékszerű felerősödését eredményezhette. Nemcsak ezek, hanem a koszorús erek stb. egyes ágain is észlelt falmegvastagodások azt sejtetik, hogy ez az asszony több érterületén angiospasmusokra hajlamosított egyén lehetett. Ennek esetünk általános megítélésekor is jelentősége van, mert az érrendszernek már a terhesség előtt fennálló kóros reakciós készsége stb., az eklampsia kialakulására hajlamosít (Klaften stb.).

A tüdőben hirtelen fellépő kiterjedt érzárlat jelentőségét nyulak kísérleti venosus emboliája kapcsán éveken át igen behatóan tanulmányozhattam. Ilyenkor KERBER szavaival szólva: «Leerlaufen des grossen Kreislaufs» következik be és a vérnyomás magában az aortában zérusra zuhan alá.

ab 3/. A bronchiolusok fentebb érintett s elszórtan különlegesen nagymérvű görcsös összehúzódásaira emberben eddig csupán asthma bronchiale chronicum kapcsán láttam eddig — de korántsem teljesen hű — analógiát. Intézetemben DR. BARLA-SZABÓ LÁSZLÓ feldolgozásában több időszűrt asthmás tüdőt legfinomabb elváltozásokig menően megismerhetvén, ennek a kórképnek a fennforgási lehetőségét a most taglalt esetben leghatározottabban kizárhatom. HESS ismertette azonban (Klin. Wschr. 1930. 30. sz.), hogy terhesekben eosinophilia stb. nélkül felléphetnek olyan paroxysmális dyspnoék, melyek a valódi asthma bronchiale tüneteit utánozhatják. Nem tudnám azonban általánosítani — legkevésbé a mi esetünkre elfogadni — azt a felfogását, mintha eklampsiásokban: a vv. hepaticae musculo-nervosus reflexére beálló «nájzár»

hirtelen oldódásából keletkező tüdővízenyő váltaná ki az asthma-szerű rohamokat. Esetünkben már csak a tüdővízenyő is háttérbe szorult. Ezért inkább arra gondolunk, hogy a terhességi asthma-val rokonvonású, mégpedig bronchiolospasmusok egészen heveny tünetcsoportjával állunk itten szemben. Ezt pedig — amint később erre utalni fogunk — sejtésünk szerint: egyenesen az apró hörgői ágak síma izom-elemeire hatni képes szövetmérgek okozhatták.

Az így merített tanulságok annak a kijelentésére készítetnek, hogy voltaképpen aligha lehet bármikor is görcsnélküli eklampsia, mert amikor a vázizmok convulsiói kimaradnak, akkor is számolnunk lehet a síma izom-elemek kiterjedt görceivel. Méltán nevezhettem tehát már előbb ezt az atypusos esetet: «E. leiomyospasticá»-nak.

ad 4/. Convulsiós és e nélküli több eklampsiás asszony veséjét vizsgálhatva, nem találtam eddigelé egyetlen egyszer sem a csatornácskák hámsejtjeinek oly súlyos perakutos laesióit, mint itten. A vese legnagyobb metszéspapját magukba foglaló különböző módon festett nagy fagyasztott metszetekben a velőállományban már szabad szemre feltűnő, jókora halvány foltok jeleztek azokat a helyeket, ahol az eleinte fibrinoidosnak tetsző súlyos necrobiosist elszenvedett hámsejtek tömegesen desquamálodva, a csatornácskák lumenét teljesen kitöltötték. Amint fentebb érintettük, nemcsak a súlyosan károsodott vesehámsejteken, hanem számos cylinder-szerű plasmás alvadékon gentiana-ibolya-festéssel szelíd, lilászörös metachromasia jelentkezett. Ez balsamban is tartotta magát s a jod-zöld és a jod-reactio nemleges volta is elárulta, hogy amyloidrol itt szó sem lehet. Érdekes azonban, hogy ebben a szobanforgó esetünkben, amint a májsejtek és az agykéreg acidophilabban festődő, súlyosan károsult mezői is, úgy a károsult vesehámsejtek s az általuk körülfogott plasmás alvadékok is kongó-vörössel élénken színeződtek. Utobbiak ilyenkor polarisatiós mikroszkopiumos szemléletre dichroiticus, enyhe positiv kettős fénytörést is mutattak. A kongó-vörös-festődési reactio itteni bemutatkozásait hangsúlyozni szeretném, mert erre alább, a pathogenesis tárgyalásakor hivatkozni fogok.

Előzetes megfigyeléseim alapján megindult eddigi vizsgálataink szerint, többi között az arteriák elastica interná-ja, — leukaemiásak

frissen kezelt, illetve eklampsiások több év óta múzeumunkban őrzött májai — tyrosin-lerakódások (SZABADY), sőt tiszta, kereskedelmi histaminnal i. p. halálosan mérgezett tengerimalacok mája stb. szembeszökően kongó-affinosak. Ez mint csoport-reactio azzal függhet össze, hogy a fokozottabban elktro-positívá váló fehérje természetű, illetve eredetű anyagokhoz, így többi között a basikus amino-csoporttal rendelkező histaminhoz is, illetve SZABADY munkatársam érdekes előkísérleteiből nyert feltételezése szerinti: esetleg a histamin-hatására dispersiójukból veszített fehérjeanyagokhoz: a *kongó-vörös*, negatív elektromos töltésű kolloidos jellegénél fogva különös affinitással kötődik.

A mostani 136/1943. bjkv. sz. eset vese-laesióihoz hasonlóan súlyos s ugyancsak pillanatszerű gyorsasággal fellépő egészen a hámsejtek elhalásáig menő elváltozásokat hypochloraemia (SUKEHISA, HATANO stb.), a vér-Na eltűnése mellett beálló azotaemia kapcsán (HERZOG tanár iskolája), illetve Mc JUNKIN (1932) adatai alapján: parathormonnal mérgezett patkányokon stb., ismerünk. ROSSENBECK, BICKENBACH hangsúlyozzák, hogy eklampsia esetén a Na-ionok a vérpályából a szövetek felé eltolódnak. Különösen az előbbi szerző ennek igen nagy jelentőséget tulajdonít. Nem lehetetlen tehát, hogy a mi esetünkben is bekövetkeztek ilyen súlyos ion-eltolódási viszonyok és így szinte az «extrarenalis uraemia» különleges válfajának kialakulására is lehetőség adódott. Sajnos, ebben a néhány óra leforgása alatt exitált esetünkben megfelelő vegyi vizsgálatokra — idő hiányában — nem kerülhetett sor, s így az előbb felvetett lehetőség kérdését nyitva hagyni tartozom. Görcs-nélküli atypusos eklampsiás esetekben azonban, ha erre lehetőség nyílik, ajánlatosnak látszik erre vonatkozó biochemiai vizsgálatokat végezni.

A kórbonctani és kórszövettani előbbi jelenségeket nemcsak a vészes, heveny keringési elégtelenség tette atypusosakká (így pl. a májon), ami NEVERMANN leleteinek megfelelően a hajszalerek viselkedését is módosíthatja. A mi esetünk egészében azért válhattott atypusossá, mert maga a kiváltó noxa felette fokozott mértékben éreztette hatását még hozzá valószínűleg spasmophiliás alkatú, fokozottan reagáló szervezeten. Erős toxicosis esetén általában amint BURGER KÁROLY is hangsúlyozza — kevés a görcsroham. Előbbinek túlerős volta talán — mint esetünkben — a convulsiókat teljesen háttérbe is szoríthatja. E mellett nem lehetetlen, hogy

itt az agykéreg dűcsejtjeinek súlyos károsodása sem engedte meg azok kialakulását.

Mint legnehezebb és legkényesebb kérdést: a *pathogenesis* lehetőségeit szeretném az alábbiakban érinteni. A könyvekből jól ismert elméleteket egytől-egyig és részletesen felsorolni nem akarom. E helyett utalni szeretnék még az 1940-ik évben egy tipusos esettel kapcsolatban tett kísérleti észleleteimre. Ez a 29 éves szülőasszony (643/1940. bjkv. sz.) 10 eklampsisás rohamot állott át és tüdővizonyó tünetei között lelta halálát. Légemboliás kísérleteimben követett módszer szerint eléggé friss állapotban lévő tüdejéből, veséjéből, agyából, májából Seitz-szűrőn sejtmentesített vizes (0.85% NaCl) kivonatokat készítettünk. Ezek nyulak pupil-láját kifejezetten szűkítették. A tüdő, illetve a vese kivonatának i. p. befecskendezett 1 ccm-nyi, sőt még ennél is kevesebb mennyisége a 2 kg-os egészséges házi nyulakat egy percen belül görcsök között megölte. Ezek közül egyeseknek túlnyomás mellett feltárt mellkasában érdekes volt már a kísérlet folyamán: jobb szívük erős puffadását és balkamrájuk görcsös összehúzódását közvetlenül megfigyelnünk. A szövettanilag feldolgozott tüdők metszeteiben az izmos falú (kül. a zárókészülékes) apró tüdőverőér-ágaokon igen erős és a mellettük futó bronchiolusokon mérsékeltbb görcsös összehúzódások jelentkeztek. Nem kerülte el a figyelmemet, hogy P. MASCHERPA (1933), J. H. GADDUM (1936) közlései szerint a legtöbb normális állati tüdő elegendő szövetmérget, így különösen elegendő histamint rejt magában ahhoz, hogy az a sejtekből való felszabadulása és a keringésbejutása esetén görcsök között halálos collapsust idézhessen elő. Ellenőrző próbáink alapján azonban úgy találtuk, hogy a nagyjában normális emberi hullai tüdő kivonata az előbbi kísérleteinkben alkalmazott legkisebb adagban hatástalan. Meggyőződhattünk arról is, hogy tiszta kereskedelmi histaminnal nyulakon a fentebb jelzettekhez teljesen hasonló, mondhatnám azonos reactiókat lehet előidézni. Számításba véve, hogy REVOL-TELLA (1930) adatai szerint eklampsisások vizeletében feltűnően nagyobb mennyiségű histamin mutatható ki s maga az emberi placenta is renyhe fájások esetén erről látszik tanúságot tenni (DANFORTH, 1939), méltán terelődött a figyelmem a histamin szőbajóhető szerepének mérlegelésére.

Az igaz, hogy GUGGENHEIM REVOLTELLA leleteit bizonyos kétkedéssel fogadta, mert felvetette azt a gondolatot, hogy a vizeletben valószínűleg bakteriumos behatásra, tehát «extra corpus» keletkezett histamintöbbletet mutatott ki. UNGAR és DUBOIS (1937) azonban elég sok: 107 eset vizsgálata kapcsán szintén rámutathattak arra, hogy a terhesség folytán a gravidák jelentős (eseteiken belül, több mint 70) százalékának vizeletében jóval több histamin mutatható ki, mint a nem viselős asszonyokéiban, mégpedig külv. az V. hónap után. (Jól összeegyeztethető ez HINSELMANN megfigyelésével. Az ő kapilláris mikroszkópiumi észleletei szerint a terheseknek mintegy 60%-ában könnyen manifestálódhatnak, pl. a bőrön érszűkítések, sőt stasisok, amelyekért viszont — szerintem — méltán tehetnénk érmérgeket felelősekké.)

Sajnos, a 136/1943. sz. esetünknek a szervei revisióm alkalmával már nem a legfrissebb állapotban voltak és nyulak sem állottak rendelkezésemre. Ezért meg kellett elégednem azzal, hogy az aránylag még elég jó állapotban lévő uterus falából készítsünk vizes kivonatot s ennek a STRAUB módszere szerint izolált békaszívra gyakorolható hatását vizsgáljuk. A kivonat a túélő békaszív összehúzóását közepes töménységű histamin-oldatnak megfelelően fokozni tudta.

Ezeket az előpróbálkozásaimat természetesen általánosan meggyőző erejűeknek nem terthatom. Többet mondanék vélem a kórszövet-tani leleteim mérlegelését. Ezek közül a tüdőbeli arteriolaris és bronchiolaris szűkítések, a máj hajszálérhálózatának, az agykéreg capillarissainak viselkedése, továbbá mind a kéregbeli dúcsejtek, mind a májsejtek kifejezett kongó-affinitása olyan jelenségek, aminőket egytől-egyig — legalább is tengeri malacokon — tiszta histamin hatásának jellegzetes következményeiként ismerhettem meg magam is. Távol áll tőlem, hogy akár a tengeri malacon, akár más állaton szerzett észleleteket az emberi szervezetre egyenesen átvonatkoztassam. E helyett utalni szeretnék a továbbiakban GADDUM 1936. évi kitűnő munkájában felsorolt szerzők hosszú sorára. Ezek aránylag elég nagy histamin-adagok (2—8 mg. s. c. illetve 0.001—0.2 mg. i. v.) injectiójára többi között a vérnyomás süllyedését s különösen előtérbeállón és egybehangzóan: asthma, illetőleg asthma-szerű jelenségeket észleltek *embereken*. Tehát embe-

reken és még hozzá olyanokat, amelyenek a mi esetünket klinice és ehhez vágó kórszövettani vonatkozásaiban szintén jellemezték.

A felsorolt közvetlen és közvetett módon értékesíthető támpontoknál fogva felvehetőnek gondoljuk, hogy esetünkben histamin, illetve histaminszerű öntermelődésű szövetmérgeknek, még hozzá azok igen nagymérvű kóros feleslegének az alapvető kórjelenségek kiváltásában hangadó szerepük lehetett. Ennek a meglepő többlet-hatás jelentkezésének egyik indokát a többi között a hevenyen beállott elég jelentős vérvesztésben jelölhetnénk meg. Az élettani tanítások szerint ugyanis ischaemia a szövetekben általában histaminfelszabadulást vált ki. Ez érthető is, mert a histamin hatástalanítása rendezett viszonyok között — általában — a histaminase oxydatív természetű ténykedése révén történik. Figyelmeztetni szeretnénk továbbá arra is, hogy legfontosabb histamin méregtelenítő szervünként a vesét ismerjük. Már pedig ez a szerv adott esetünkben hevenyen s rendkívül súlyosan károsodott volt, s így ez is okot szolgáltatott a végzetesen fokozódó histamin-excessus circulus vitiosusának kifejlődésére. Légritkításos kísérleteim tanúsága szerint ennek alapját veti meg a szöveti milió savi irányban való eltolódása is, ami eklampsiásokban általánosan elismerten bekövetkezik. (Utóbbi jelentőségét HOFBAUER (1933) stb., szerint : tisztán a lúgosítással nem egyszer elérhető igen jó gyógyeredmények is példázzák.)

Az öntermelődésű szövetmérgek hatásaira vonatkozó, más téren is nyert szerény tapasztalataim visszatartanak attól, hogy a histamin, ill. histaminszerű anyagokat monopolisáljam s kizárólagos szerepeltetésüket az eklampsia minden egyes esetére tökéletesen egyforma mértékben erőltessem. Egyéb kísérleti észleleteim is arról győztek meg, hogy a szervezeten belül mind normalis, mind kóros viszonyok között az öntermelődésű szövetmérgeknek eléggé összetett és sajátos fermentumaik által is uralt rendszerével kell számolnunk. Ezek közül nem szabad tisztán egyetlen-egynek a pusztá jelenlétét, mindinkább változó mértékű mennyiségben ingadozható viszonylagos túlsúlyra jutását tekintetbe vennünk. Mennyisége szerint is egyugyanazon szövetmereg más és más hatásokat válthat ki. Semmiképpen sem gondolhattam a 136/1943. esetemmel vonatkozásban, pl. adenosin-vegyületek hangadó szerepelteté-

sére. Hiszen ezek GADDUM szerint a síma-izmok tonusát fokozni nem tudják. Az eklampsia kórformáinak változatosságára való tekintettel általában gondolnunk lehetne azonban más, így pl. acetylcholin, illetve tyramin-szerű (Muller, C. r. Soc. Biol. 1936) szöveti mérgekre és pedig a kórformák szerint váltakozható mértékben. Még hozzá annyival is inkább, mert pl. a placenta CHANG és WONG (1933) GADDUM (1936) adatai szerint minden más eddig vizsgált emberi és állati szervvel szemben kimagasló nagy mennyiségben tartalmaz acetylcholin. Utóbbi BEST, DUDLEY, TORPE (1920) tapasztalatai alapján adott viszonyok között a histamin hatását is potenciálhatja, sőt fordítva. Hypertensiós (convulsiós) esetekben Muller nyomán serumban, liquorban tyramint kellene kutatni.

Jól ismerve az anaphylaxiás elméletet, az erre való utalást szándékosan kerültem, jöllehet esetünket hyperergiás reactiós készségűnek jelöltem meg. Az anaphylaxiának ú. n. klasszikus értelmezéséhez fűzött oly sok spekulatív függelék nem hogy segitene, mint inkább hátráltatni látszik — szerintem — sok kérdésben a tisztánlátásunkat. Az evolutióját elért szervezettől senki sem vitathatja el, hogy megfelelő feltételek mellett nemcsak normergiásan, hanem azt sem, hogy hypo, illetve hyperergiásan reagálhasson. Méghozzá a nélkül, hogy önmagán belül végig kellessen csinálnia mindazt, amit a klasszikus anaphylaxia fogalmi körébe sokan mindmáig különösen serologiai stb. vonalon összespekuláltak.

Méltán felmerülhet végül az a meggondolás, hogy a most ismertetett 32 éves szülőasszonynak nyújtott gyógyszeres kezelés — legalább is részben — nem válthatta-e ki a kóros tüneteket, ill. azok túlzott kirobbanását.

ANSELMINO—HOFFMANN felfogása nyomán kialakult s már sokak előtt eléggé tetszetős elmélet híveinek mindenekelőtt a kitozási szakban adott három egység hátsólebens-hormon esetleges járulékos szerepére lehetne gondolniok. Talán még inkább akkor, ha ez az eset typosus, s így vérnyomás-emelkedéssel járó lett volna. Ezzel szemben azonban a szóban forgó esetünket éppen a katasztrofálisan lezuhanó vérnyomás és a teljes görcsnélküliség jellemezte. Hivatkozhatom továbbá ROSSENBECK véleményére is, aki szerint a kórbonctani szervi elváltozásokat, így különösképpen sem a vesén, sem a májon jelentkezőket nem lehet a hypophysis hátsólebens-hormonjának hatására visszavezetni. Márpedig ese-

tünkben ezek a szervek igen kifejezetten, sőt éppen a vesék erősen és előtérbenállóan károsodottak voltak.

Sokkal inkább felvethetné valaki, hogy a lepényi szak után i. m. befecskendezett 1 amp. «Secoin forte» (Chinoin) válthatott ki esetleg toxicus hatásokat. Különösen akkor, ha ALBERT 1938. évi közlésére hivatkoznék. Ő, 28 éves elsőszülő asszonynak késett szülésének megindítása végett két csepp secale cornutum-készítményt («Basergin»-t) adott. Erre rendkívül heves főfájás, hányások, vérnyomás emelkedés, albuminuria nyomában eklampsiás görcsrohamok léptek fel. Ezek a szerencsésen végződött császármetszés után is még két ízben megismétlődtek. Hangsúlyozza, hogy labilis érrendszerű asszonyok erre a szerre jóval erősebben reagálnak, amiért is adagolása a szülés folyamán feltétlenül kerülendő.

Saját adott vonatkozásunkban a secale-készítményt nem a szülés alatt, hanem a lepényi szak után alkalmazták. Nem is váltott ki sem görcsrohamokat, sem az ALBERT által észlelt egyéb tüneteket. Hivatkozhatom továbbá T. INOUE (Okayama Igk. Z. 46. l. 1934.) közlésére, aki nyulak veséjében nagy adag secale-készítmények s. c. adagolására sem tudott súlyosabb elváltozásokat előidézni, mint a csatornácskák hámsajtjeinek felduzzadását, fellazulását és Golgi-apparatusok eltűnését. Ezzel szemben a mi esetünkben általános viszonylatban is a lehető legtúlzottabb, olyan heveny laesiókat észleltünk, amelyek mögött a japán szerző leletei messze elmaradnak. Kétségtelen azonban, hogy BARGER és DALE s velük egyidejűleg ACKERMANN és KUTSCHER 1910-ben éppen az anyarozsból, mint egyik, természetben előforduló forrásból izolálták a histamint. Erre gondolva esetleges járulékos histaminszerű többlet hatására még gondolnunk lehetne, ámde maga a «Secoin forte» készítmény tiszta alkaloidákat tartalmaz.

Kórszövettani leleteimet, amelyeket finomabb részleteikben is sokat és igen behatóan tanulmányoztam, a magam részéről semmiképpen sem tudnám a most taglalt esetben alkalmazott sem egyik, sem másik gyógyszeres beavatkozás fejleményeinek minősíteni. Ezzel szemben esetünk fentebbi, alapvető histologiai jelenségei olyanok, amelyek a histamin széles körben ismert farmakologiai hatásaival jól összeegyeztethető kóralaktani fejleményeket példáznak.

Ha a szóhajóhető öntermelődéssű szövetmérgek közül viszony-

lagosan előtérbeállón histaminnak, illetve histaminszerű anyagoknak egyes megfelelő eklampsiás esetekben hajlandók volnának hangadó szerepet tulajdonítani, akkor ennek a felfogásnak tisztán munka-hypothesisként való elfogadása esetén is érdekes problémáink és jobb elképzeléseink egész sora támadhat.

Például, JÄGER vizsgálatai óta (1913) a szerzők egész sora szolgáltatott bizonyosságot arra, hogy a histamin az emberi uterust heveny összehúzódásokra készíti s hogy a szülő fájásokat fokozni képes. Felmerülhet tehát egyszerre a kérdés, hogy élettanilag rendezett viszonyok között is ezek kiváltásában a histamin vajjon kiveheti-e részét?

Ismerve a további eddigi kutatásokból a gyomorsecretióra vonatkozóakat, érdekes kérdésként vetődik fel a histaminnak a hyperemesis gravidarum estén is szóbjöhető szerepe. Ez a GADDUM után már felsorolt, embereken végzett histamin-adagolás után megfigyelt émelygés, hányás alapján is egészen kézenfekvőnek látszik.

Mint kiragadott különlegességhez fűződhető magyarázatot említhetném továbbá a BIRÓ ISTVÁN fentebb idézett, görcsök és eszméletvesztés nélküli esetének egyik szokatlan s tisztázatlanul maradt melléktünetével vonatkozásban a következőt. Ezen az asszonyon — többi között — BIRÓ gondos megfigyelése szerint, öt órával a szülési fájdalmak megindulása után: a könyökhajlat, combok és a has bőrén élénk vörös színű, urticariára emlékeztető, térkép-foltszerű, gyorsan terjedő exanthemák jelentkeztek. FIESSINGER és munkatársai (Paris) 1938-ban közölt s nemrég tudomásomra jutott megfigyelései alapján az ilyen természetű bőrtünet, tiszta histamin hatására is felléphet. Elképzelhetnénk tehát, hogy a BIRÓ esetében is, mégpedig szervezetbeli öntermelődéssé histamin válthatta ki.

A 643/1940. és 136/1943. sz. közelebbről most tárgyalt eseteimből merített feltevéseimmel, amelyeket igyekeztem lehetőségeim szerint megalapozni, utánvizsgálódásokra szeretnék buzdítani. Ha ezek révén feltevéseim és következtetéseim megerősítést nyernek, akkor ez indíttatásul szolgálhat majd klinikai értékesíthetőségük kipróbálására, mind az eklampsia és egyes megfelelő terhességi toxicosisok elleni védekezés, mind azok gyógyítása terén.

(A M. Tud. Akadémia III. osztályának 1943. május 17-i üléséből.)

DIE TODESURSACHE BEI EINEM ATYPISCHEN FALL VON EKLAMPSIE.

(Zusammenfassung.)

Von E. von BALOGH, korresp. Mitglied.

Der klinisch ziemlich verhüllt gebliebene eigenartige Fall verlief ohne Konvulsionen. Der makroskopische Befund bei der Obduktion war auch undeutlich. Aber die von näherem geschilderten mikroskopischen Bilder des akuten Hirnoedems, der ganz frischen, regressiven, schweren Nierenlaesionen, sowie die der blutungsfreien Leber entsprachen grundsätzlich den wohlbekannt histologischen Erscheinungen der schweren eklamptischen Intoxikationen. Als Todesursache waren die enorm schweren, spastischen Kontraktionen bes. an einzelnen chronisch geschädigten feineren Verzweigungen der Lungenarterie, sowie die an den Bronchiolen zu bezeichnen.

Auf Grund seiner früheren vergleichenden Beobachtungen wird dieser klinisch ziemlich atypischer Fall von ihm als: «Eklampsia leiomyospastica» benannt.

Seine bes. seit 1940 gewonnene praktische und experimentelle spezielle Anhaltspunkte zwingen ihn zu der Annahme, dass hier bei der Auslösung der fatalen Gefässkrisen etc. ein enormer Überschuss von histaminartigen Wirkstoffen ausschlaggebende Rolle spielen musste. Solchen und anderen ev. mitwirkenden autakoiden vasoaktiven (tyramin-, ev. acetylcholin-artigen etc.) Gewebsgiften nachzuforschen hält er für eine dankbare Aufgabe der Klinik nicht nur zur weiteren Klärung, sondern auch zur Bekämpfung der entsprechenden Schwangerschaftstoxikosen.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 17. Mai 1943.)

A TETANUSOS MÉRGEZÉS NEM FAJLAGOS RATIONALIS THERAPIAI BEFOLYÁSOLHATÓSÁGA ÁLLATKÍSÉRLETEKBEN.

Nemes BALOGH ERNŐ 1. tagtól.

(Előzetes közlemény.)

Az 1942. év végén, légritkításos kamrában megkezdett és azóta tovább folytatott kísérleteim kapcsán megfigyeltem, hogy pl. állataink egy órán belül elért, számukra végzetes névleges magasságon minden erejüket vesztve, petyhüdten összeesve, különbözőbb izgalmi tünetek nélkül múlnak ki.

Másutt ismerttetendő részlet-megfigyeléseim alapján feltételezhetőnek látszott, hogy ilyenkor izomzatuk terminalisan önerejét vesztvén, az egész környéki keringésük is csődbe jut. Ez a megfigyelés arra készítetett, hogy az izomtonust, ami különösen a vénás vérkeringést pl. izomösszehúzódások alkalmával kiadósan támogatni képes, megfelelő szerekkel, így pl. nem halálos strichninkezeléssel felserkentve az állatok viselkedését erős légritkítás esetén szemügyre vegyem.

Valóban, ha patkányoknak strych. nitr. 1:2000 oldatának 0.5 cc. mennyiségét bőr alá fecskendeztük, akkor lassúbb ütemű légritkítás mellett magasságtűrő képességüket valamennyire fokozni tudtuk. Egereken azonban következetesen szembetűnőbb jó hatást nem észleltem.

Így azután arra határoztam el magamat, hogy a strychninnél 40—50-szer erősebb méregként ismert tetanus-toxin hatására súlyos merevgörcsös állapotba eső fehér-egerek viselkedését vegyem szemügyre, nagy magasságoknak megfelelő légritkítás mellett. Ezen kísérleteim kapcsán nemvárt, egészen meglepő észleletre tettem szert.

12—28 g-os egerek közül egy-egy kísérleti sorozatban ellenőrzésként is közel egyező testsúlyúakat szerepeltettünk. A kísérletek technikai kivitelében FALUSSY ÁGNES és ÁCS LÁSZLÓ tanársegédeim a legelismerésreméltebben vették ki részüket, amiért itt is hálás köszönetemet fejezem ki számukra.

Egereink balcombjukon, közel a fark tövéhez faszilánk felhasználásával, szokásos módon lettek fertőzve. A használt gelatinás táptalajban nőtt spórázó, régebbi eredetű kultúra nem volt túlságosan erős virulentiájú, s így nem is robbantotta ki egyszerre a lehető legviharosabb tüneteket. Mégis átlag 24 óra múltán legalább is tetanus ascendens-t idézett elő és az egeret kb. 48 órán belül megölte. Az állatok rectalis hőmérséklete 37.8°C -ra is felszökhetett. Farkuk lépten-nyomon «zászló-tartás»-ba meredt. Nem ettek, szőrzetük felborzolódt, egy helyben gubbasztva súlyos beteg benyomását tették. Törzsük gyakran a test hossz tengelyére kinyújtva (orthotonusosan) vagy a frontális síkban (pleurothotonusosan) görbülten, illetve kivételesen ritkán a sagittális síkban előre, azaz lefelé horpadva (emprothotonusosan) vált merevvé. Praemortalisan a hőmérsékletük sokszor 33°C -ra is leszállott. Az ascendáló tünetek jelentkezésekor még elég nagy (pl. 25 I. E.) antoxin-adaggal (Phylexia) sem sikerült az állatokat megmentenünk.

Amint Joós ELEMÉR tanársegédem technikai készségének köszönhető filmfelvétel vetítésével szemléltethetem: orthotonusos s 36 órával előbb oltott bal hátsó végtagját is drótmereven tartó tetanusos egerünket a légritkításos kamaraként használt üvegbura alá helyezve, az már a 3000 m névleges magasságon valamit élénkülni kezdett. Majd merevsége mindinkább s 8000 m-en már eléggé oldódott. 8500 m-en talpra állt és a spaszusából is engedett bal hátsó lábát maga után vonszolva körbejárni tudott. A normalis 760 mm légnyomásra visszatérve azonban újra tespedten és gubbasztva mozdulatlaná vált.

A 331. sz., 24 órával a fertőzése után egy helyben erősen gubbasztott egerünket nyolc perc alatt ugyanígy 8000 m-nek megfelelő légritkításnak kitéve, erre ez is élénkülni kezdett. 9000 m-en azonban légzése szaggatottá vált. Ezért három perc alatt a légritkítást 4000 m-nek megfelelően csökkentettük. Majd két perc

múlva az előbbihez hasonló ütemben 8000 m-ig újra fokoztuk, amire az egér körbeforgolódott s 9500 m-en talpra állt. Ezután 48 órán át életben maradt.

Az oxygen megvonásának bár átmeneti, de ilyen meglepő jó hatását észelve, 5% O_2 -t tartalmazó ú. n. keverő-kamarában is kísérleteket végeztünk. Ezt a sűrített gázkeveréket tartalmazó gyári bombánk és a légritkításra s egyben az állat befogadására használt üvegburánk közé autoklavszerű tartályunkat iktattuk. Utóbbiban mindössze $\frac{1}{2}$ atm. túlnyomást létesítve, belőle kíméletesen adagolva eresztettük a gázkeveréket az állatra. A 447. sz. 48 órás tetanusos egerünk pl. az 5%-os O_2 gázkeverék rábocsátására drótmerev bal hátsó lábát vonszolva élénken járni kezdett. A 475. sz. 24^h tetanusos állatunk pedig ezt a gázkeveréket 41 percig nemcsak elbírt, hanem az abban létesített 8000 m magasságnak megfelelő gázritkításra feltűnően megélénkült, méginkább a kísérlet 23. percében, amikor 3500 m-nek megfelelő manometerállásra visszatértünk. Ez az állatunk a fertőzése utáni négy napon át életben volt tartható. A szóbanforgó gázkeverékkel létesített $\frac{1}{2}$ — $1\frac{1}{2}$ atm. túlnyomás mellett is egyszerre felfrissült, mellső lábaival élénken tisztálkodni kezdett, az előzőleg gubbasztó helyzetét feladva, meredt hátsó lábára ráállni tudott, nemcsak: a 24 órás tetanusos 456. számú, hanem ehhez hasonlóan, több más egerünk is.

Elég sok ilyen átmeneti sikerű befolyásoltatás mellett azonban eleinte számos állatot elvesztettünk. Később rájöttünk arra, hogy csak az egyes beteg állatok egyéni és alkalmi magatartásához mért éber alkalmazkodás mellett számíthatunk következetesebb átmeneti sikerre. Kedvező lefolyású kísérleteink azt mindenesetre sejtetni látszottak, hogy a szervezet a tetanusos mérgeződésével megfelelő kíméletes módon beállított, erősen oxigenszegény viszonyok között önerejéből — ha átmeneti időre is — de megküzdeni képes. Ez részben érthetővé teheti az, hogy a methylenkék redukciós próbáink szerint a tetanusos intoxicatio a szervezetet (különösen annak agyszövetét) sejtlégzésének igen erős fokozódására készíti, amit az erős légritkítás nagyjában a normalis mértékre csökkenthet. Ez a külső oxygenkínálat erős megvonásával elérhető kompenzáció azonban — sajnos — a rohamos lefolyású tetanusos

mérgezés folytán belső élelyülési tartalékaikban szinte már kiszarolt szöveteken érvényesülhet legtöbbször. Ennekfolytán könnyen felette kockázatos beavatkozássá is válik, amit a kedvezőtlen lefolyású kísérleteink is tanúsíthatnak.

Időközben, a magassági collapsus alkalmi elhárítására nézve tanulságos tapasztalatokat szerezhettem. Rájöttem arra, hogy az ilyenkor méltán szerepeltethető szövetmérgekre irányuló kezeléssel azok hatásait eléggé jól közömbösíteni lehet.

GALEHR—PLATTNER stb. szerint az állati szénnel, KENDALL s kül. ZIPF és BARTSCHER stb. in vitro kísérletei nyomán viszont erősen hígított (1 : 750—4000) formalinnal a legtöbb ismert vasoactiv hatású öntermelődésű szövetmérget közömbösíteni lehet. Érdekesen mindkét szerrel normalis állatainknak, nemcsak magassági tűrőképességét, sikerült előnyösen fokoznom, hanem súlyos tetanusos egereinknek is sokszor meglepő átmeneti, nem egyszer tartósabb javulást is elérhettem ezáltal. Ugyanígy még kongóvörös i. v. befecskendezésével is, aminek értelmezésével és jelentőségével most nem kívánok foglalkozni.

Haematoporphyrinnel előkezelt egereinket magassági collapsusukból ibolyántúli vagy legalább is ahhoz közelálló rövidebb hullámhosszú fény besugárzásával talpraállítani tudtuk. Ugyanígy, a kimerülni készülő belső sejt-élelyülési folyamatok tetemes fokozásával szintén sikerült merevgörccsös egereink súlyos állapotát feljavítanunk, sőt több állatot mindmáig életben is tartanunk. Különösen akkor, ha a besugárzást az inoculatio — (a tetanus-toxin főtermelődési) helyére koncentráltuk vagy esetleg még ugyanide hypotoniás RINGER-oldatban foglalt 30%-os alkoholt fecskendeztünk be. A szöveteken belüli oxygen-elszegényüléssel szemben még annak is igen jó hatását láttuk, ha a már szinte kifulladt állatok véráramába tiszta oxygen-gázt infundáltunk. (LÉGÉR elgondolását még nem is ismerve s tőle függetlenül próbálkoztunk ezzel, aki már 1915-ben O_2 bőr alá juttatásával javulást és állítólag gyógyulást is észlelt).

A terminalisan subnormalis hőmérsékletűvé vált s tespedt tehetetlenségbe esett állataink a tetanusos mérgezés oly szélső átcsapását sejtették meg velem, ami a magassági collapsus végső periodusára messzemenően emlékeztetett. Ezért az utóbbinál bevált

porphyrines fotosensibilisálást követő U. V. besugárzás mellett a hajszálerek praemortalis elrenyhülése ellen általunk kitűnő hatásúnak talált pituitrin-kezelésben részesítettük a szinte már halódó tetanusos egereinket. Erre, általános állapotuk egyszerre nemcsak feljavult, hanem hosszasabban melegegre helyezve őket, számosat közülük huzamosabban életben tartanunk is sikerült.

Eddigi előzetes, fentebbi eredményeimből főként azt a következtetést szeretném most levonni, hogy merevgörcs-betegség esetén szöveti eredetű önmérgeződéses tényezőknek és jelenségeknek a kórkép kialakításában igen jelentős szerepe van. Ezek közül néhány igen hangadóra rámutatnunk sikerült. Az utóbbiakra irányított rationalis beavatkozásainkkal feleslegüket és túlzott hatásukat tompítva, illetve közömbösítve a szervezetet természetes védekező erőforrásaihoz újra hozzásegítettük. Logikusan megindokolható tehát, hogy a merevgörcs-betegség folytán beálló súlyos tünetek ellen lehet nem fajlagos utakon és módokon is küzdeni. Ilyen irányú próbálkozást több-kevesebb sikerrel már előttem elég sokan végeztek (LÉGÉR [1915], STRAUB [1915], KOCHER [1914], BELIN [1918], s legújabban G. BOSCHI [1943] stb.) — utóbbi intralumbalis bidestillált víz befecskendezésével — a nélkül azonban, hogy megindokolt, illetve kidolgozott alapvető rationalis szempontokra támaszkodhattak volna. Minket voltaképpen kísérleteinkben a functionalis pathogenesis jobb megismerésére irányuló törekvés vezérelt. Ennek egyes alapvetően igen fontosnak látszó tényezőit kiderítve, sorozatos kísérleti therápiái próbálkozásaink sem mást, mint az előbbi tényezők igazi szerepének visszaigazolását célozták. Biztatóaknak látszó kísérleteimet tovább folytatom.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1943. május 17-én tartott üléséből.)

ZUR EXPERIMENTELLEN UNSPEZIFISCHEN
RATIONELLEN THERAPEUTISCHEN
BEEINFLUSSUNG DER TETANUSINTOXIKATION.

(Vorläufige Mitteilung).

Von E. von BALOGH, korresp. Mitglied.

(Zusammenfassung).

Zum Studieren des Verhaltens des Kapillarentonus in Unterdruckkammer hat er — nach gewissen Überlegungen — u. a. auch vom Wundstarrkrampf befallene Mäuse herangezogen. Die, mit mässig virulenten, sporulierenden Tetanus-Kulturen tödlich infizierten Tiere zeigten an ihrem 1-ten und 2-ten Krankheitstag vielfach eine erheblich gesteigerte Toleranz: kritischen, ja sogar sonst sicher letalen Sauerstoffverdünnungen gegenüber. Auf überraschender Weise konnte hiemit ihr toxischer Zustand augenblicklich aufge bessert werden. Einzelne von ihnen waren schon nach einmaligem kurzem Aufenthalt an Nennhöhen von 8—9500 m mit 24—48 Stunden länger im Leben zu halten als die unbeeinflussten gleichmässig infizierten Tiere.

Hiefür vermochte Verf. durch seine weitere, z. T. auch ältere Forschungsergebnisse eine Erklärung zu finden. Im Zustandekommen des experim. Höhenkollapses wies er nämlich u. a. Azidose und Herabsetzung der Zellatmung nach.

B im Wundstarrkrampf waren es dagegen eben deren ganz scharfe, histopatho-physiologische Kontrasterscheinungen (d. h. Alkalose u. ausserordentlich gesteigerte Zellatmung) zu enthüllen.

Das entsprechende Zusammentreffen von diesen beiden krankhaften Gruppenercheinungen vermag eine gegenseitige momentane, günstige Kompensation ermitteln, welche indirekte, ev. auch anderweitigen Kompensationen nach sich ziehen kann (so z. B. im System hochwirksamer vasoaktiver Gewebstoffe,

dessen verschiedenartige Gleichgewichtsstörungen histologisch und biologisch angedeutet waren).

Somit ist es leichter zu begreifen, dass man gegen den Wundstarrkrampf auch auf unspezifischen Wegen zu kämpfen vermag und durch die Ausschaltung der schweren histogenen Autointoxikationserscheinungen die natürlichen Abwehrkräfte neulich zum Worte gelassen werden können.

Mit seinen weiteren, usw. eine leichtere u. präzisere Dosierbarkeit ermöglichenden, medikamentösen u. physiko-chemikalischen, rationellen Eingriffen konnte er wirklich schon bisher mehrmals Dauerheilerfolge erzielen. Darüber wird er später nach dem Abschluss seiner Versuche ausführlicher berichten.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 17. Mai 1943.)

KÍSÉRLETI ÁLLATOK «LÉGIBÚVÁR»-, ILL. MAGASSÁGI HALÁLÁT SIETTETŐ SZÖVETMÉRGEK KÖZÖMBÖSÍTHETŐSÉGE.

Nemes BALOGH ERNŐ 1. tagtól.

Kórboncnokok, mint szakmánk egyik megalapítója: VIRCHOW RUDOLF mondá: a legkazuisztikusabb tudományok egyikét műveljük. E közben, egyes boncolt eseteink kapcsán esetleg már a méhembelüli s jóval mindennaposabban: az azutáni élet folyamán át felmerült, tudott vagy csak sejtett előzetes megbetegedések járulékos hatásain is kell gyakran töprengnünk. Mindezek számbavételével tartozunk a halál beteljesülésének mikéntjét kibogozni. Méltán ébredhet tehát bennünk az a vágy, hogy előzetes betegségek által megkímélt állatokon, tisztán és könnyen áttekinthető gyors lefolyású kísérletek révén a «lenni vagy nem lenni» nagy kérdésének rejtelmeibe közvetlenül mi is bepillanthassunk.

Ilyen nagy élmény volt és marad számomra a légembolia villámgyors történésének állatkísérletekben a lehető legközvetlenebb módon megejthető szemügyre vétele. Érdekesen, egy magyar orvosnövendék: BALIGA SÁMUEL, a göttingai egyetemen — ahol 1753-ban orvosi oklevelét elnyerte — HALLER mellett már közel 200 évvel ezelőtt végzett erre vonatkozó kísérletet. MAGYARY-KOSSA GYULA leírása szerint (M. Orvosi Eml. I. köt. 47. o.) kutyán azt demonstrálta, hogy ha a vénába levegő jut (csövön keresztül befúva), az állat görcsök közt elpusztul.

A nagy francia pathologus: BICHAT (1800) rendszeres kísérletei óta, a kutatók hosszú sora előtt megoldhatatlannak látszó ezen rejtélynek alapvető kórtani lényegét nyulakon végzett közvetlen megfigyelések alapján sikerült megoldanom. Azt, hogy ami

előttem így megviláglott, nem lidércfény volt, a lelkes munkatársaim segítségével kidolgozott kísérleti rationalis gyógyító eljárások teljes sikere tanúsíthatja legjobban. (D. M. W. 1940., 6. sz. 149. o.; Virchow's Arch. 307. köt. 362 o.; Scientia, 1942. 135 o. stb.) Számos hazai és külföldi megnyilatkozás közül igen kedves reflexióként őrzöm RÖSSLE berlini kórboncnok-tanár levelét. Ő a német pathologusok 1938. évi tübingai nagygyűlésén egyes-egyedül hallatta kétkedő szavát még nem is a therapiiai, hanem az előzetes functionalis pathologiai eredményeim ismertetése alkalmából. Emelkedett gondolkodásának azonban bizonyosságát képezheti az 1942. évben hozzám intézett levelében foglalt elismerő, későbbi megnyilatkozása: «Sie haben das schönste Ziel erreicht: der Patholog als Therapeut!» Ugyancsak ő, tavaly berlini hivatalos körökben ajánlotta túlnyomásos-kamara módszeremet életmentő alkalmazásra, megfelelő klinikai és nagy kórházi osztályokon.

Ez ne kérkedésnek tessenek, hanem inkább buzdításnak, különösen a kórbonctant életpályaként vállalni habozó magyar fiatal orvosok felé. Legyen ez is egyszersmind nyílt és egyenes válasz mindannyiunk, a kísérleti irányt szintén felkaroló kórboncnokok részéről azok felé, akik korántsem ily nyíltan bennünket és iskoláinkat a kórbonctan félreismerőiként szeretnének tévesen feltüntetni. *A kórbonctan feladata sohasem volt és ezentúl sem lehet más, mint a halott szervezeten keresztül: az élet titkának fűrkészése.*

Villámgyorsan tömörült lefolyású légemboliás kísérleteimből azt az általános mély benyomást szereztem, hogy kórbonctani, azaz morphologiai módszereinkkel, ilyenkor az alapvető életfolyamataink közül például a vérkeringésnek élettanilag rendezett viszonyok között végbemenő kormányzására nézve is igen jó elképzelést nyerhetünk. Ezt éreztették meg velem már az anaphylaxiás shock kapcsán a kis-vérkör erein megejtett kísérleti megfigyeléseim is. (M. Path. Társ. 1939 stb.)

Amikor az 1942. év végén, légritkítós kísérleteinket munkatársaimmal intézetemben megindítottuk, ezek lenyűgöző hatást tettek mindannyiunkra. Tisztán és szabatosan megválasztható kísérleti berendezés mellett sikerül így, sok zavaró külső tényező szerepét kirekesztve, megfigyeléseket tennünk. Hiszen ilyeneknek a szóhoz jutására úgyszólván időt sem engedünk. A nagyfokú

légritkítás azonban e rövid idő alatt is mélyen belenyúl a szervezet önkormányzatú életrendjének egészébe. Nemcsak a most közelebb-ről tárgyalni kívánt s a normalis tüdőben (P. MASHERPA, J. H. GADDUM stb. szerint) fiziológiásan is megbúvó szövetmérgek kórosan túlzott kiszabadulását váltja ki, hanem az endogenes dyscydo-sisba kapcsolódó igen bonyolult circulus vitiosusok hosszú sorát is, amelyek közül néhányat az alábbiakban elkerülhetetlenül érinteni tartozom.

Légritkítási kísérleteinket kezdetben a m. kir. honvéd magasági vizsgáló állomásnak: emberek befogadására is alkalmas nagyméretű kamarájában, majd később ROMHÁNYI GYÖRGY, illetve BÉGAI GYULA munkatársaim által szerkesztett üvegburás, illetve fémtartályos készülékünkhöz kapcsolt villanymotoros pumpával, jóval kevesebbszer pedig: üveg-exsiccator-edényre gyakorolt vízszívással végeztük. E mellett 4·97-, illetve 5·3% O_2 -t tartalmazó gázkeveréknek is 1 atm.-nál jóval kisebb, sőt jóval nagyobb nyomás melletti hatását is vizsgáltuk.

Ezideig több, mint 400 állaton kísérleteztünk. Főként egereket, patkányokat, jóval kevesebbszer nyulakat, tengeri malacokat, néhány macskát is használtunk. Különösen köszönöm MERÉNYI SCHOLTZ GUSZTÁV magántanár, orvos-alezredesnek és munkatársainak ezek egyrésznének szíves ajándékozását. Hálás köszönettel tartozom az ismertetendők kapcsán teljesített lelkes segédkezésükért: ROMHÁNYI GYÖRGY, FARKAS KÁROLY, ÁCS LÁSZLÓ, FALUSSY ÁGNES, SZABADY GÉZA intézeti munkatársainak.

Állatainkat szándékosan minden előzetes hozzászoktatás nélkül vontuk be a kísérletekbe. Magatartásuk közvetlen megfigyelésére az egész kísérlet alatt súlyt helyeztünk. Kísérleteinket két nagy főcsoportba oszthatom.

Az *I. nagy-csoportban* legfeljebb 10 perc alatt, de sokszor jóval ennél rövidebb — így kivételesen akár mindössze 3 mp. — időn belül végeztük el az állat collapsusát, illetve halálát kiváltó légritkítást. Az ilyen hyperakutos, kíméletlen nagy zökkenőkkel, hirtelen, lökésszerűen létrehozott végzetes oxygen-elszegényedés nyomában jelentkező kórtüneti együtttest-meglevő jobb kifejezés híjján röviden: «légibúvár betegség» (L. b.)-nek nevezem értekezésem címében és itt-ott, az alábbiakban is.

A II. nagy-csoportban: durva zökkenők nélkül, kíméletes fokozással, jóval 15 percen túl, átlag 45—60 perc leforgása alatt tettük ki az állatokat a számukra kritikus, illetve végzetes magasság hatásának. Az ilyen módon rajtuk kialakult körjelenségek összességét röviden: heveny «magassági betegség» (M. b.)-ként kívánom megjelölni.

Ennek a két csoportnak külön tarthatóságát nem a kísérleti időtartam, erőltetett pusztaszámszerűsége, hanem mind az in vivo, mind a post-mortem megismert jelenségek szembeötlő elkülönülése teszi indokolttá. Ez egyszerű megfontolás alapján is már eleve kézenfekvő. Vázzunk fel pl. a kísérleti két főtypust koordinata-rendszerbe és pedig ennek abszcisszájára a perceket, ordinátájára pedig a légritkítás révén elért névleges magasságokat. A megvonható eredő az I. typus eseteire vonatkozóan mindig túlzottan meredeken, míg a II. typus alkalmával mindig jóval szelídebben emelkedő lejtő vonalat rajzol ki. Azt, hogy e kétféle lejtő beutazása mily nagy különbséget jelenthet, mint pl. drótkötélpálya útvonala már csak egy kisebb hegycsúcsot is igen gyorsan, annak egyik ilyen illetve jóval lassabban másik amolyan oldala felől megközelíteni törekvők számára, előresejthetjük.

A subjective kiugró alapvető különbséget másképp is kidomboríthatjuk. Igaz, hogy mindkét kísérleti beállítás mellett egyformán magas légritkításos csúcspontra kívánjuk az állatot feljuttatni. Ehhez önerejéből és önkészségéből való *acclimatisatio*ja (végleges tartós beilleszkedése) mindkét esetben egyaránt lehetetlen. Amíg azonban az oxygen-elszegényedéshez való *accommodatio*ra (alkalmi odaidomulásra) a II. typus szerinti ütemben és időben bizonyos lehetőségeket teremtünk, az I. typus számára még ennek a lehetőségét is megvonjuk.

Valóban, amint erről közvetlenül meggyőződhettem magam is, amíg pl. a béka, mely életviszonyai folytán a szűkösebb oxygenkínálathoz való *accommodatio*ban és *acclimatisatio*ban eleve egyaránt otthonos, sem az I., sem a II. typus szerinti kísérleti befolyásoltatással mégcsak nyugalomból sem téríthető ki jóval, a laboratóriumi emlős állataink számára végzetes névleges magasság felett sem. Ellenben pl. felnőtt fehér egér, amíg a II. jellegű légritkítást sokáig elég nyugodtan tűri, ezzel szemben, amint filmvetítéssel

is szemléltethetem, az I. változatú kísérlet legkezdetétől kezdve, mindinkább fokozódóan, oly izgatottá válik, hogy szinte magánkívül lesz.

A jelzett I. és II. főtypus szerinti kísérleteink számos észleleti eredményeiről már a Magy. Path. Társ. 1942. június 5-i nagygyűlésén beszámoltam. Az alábbiakban foglalt egyes fogalmak részletesebb magyarázatát illetőleg — ismétléseket elkerülendő — az ottan elhangzottakra szeretnék utalni. Már ottan kifejtettem, hogy a jelzett kísérleti két (I., II.) főtypus szélsőbb válfajaihoz mérten nemcsak semioticailag és egyes biológiai próbáink (pl. szöveti *pH* meghatározások, sejtlégzés intenzitása stb.) s a kis és nagy vérkör finomabb ereinek alaktani magatartása szerint, hanem a velük kapcsolatban előtérbe lépő vasoactiv szövetméreg-hatás jellegét illetően is érdekes különbségek nyilvánulnak meg, amelyekkel most részben, valamivel részletesebben szeretnék foglalkozni.

ad. I. A hyperakutos «*xo és endogenes dysoxydosis accelerata progressivá*»-ból folyó «*légibúvár*»-halál esetén pl.: egereink, patkányaink, nyulaink kis vércsőben olyan finomabb érváltozásokat észleltem, aminőket bennük közvetlenül a tüdőre irányított acetylcholin és physostigmin együttes kezeléssel tudtam már régebben következetesen kiváltani. (Mat. Term. Tud. Ért. LI. köt. II. r. 691—698. o.) Egereinknek 1% állati szén (sőt közönséges korom) fiziológiás, illetve hypotóniás konyhasós oldatban foglalt suspensióját, illetve 1:2000 formalinoldatot (0.1 cc.) i. v. befecskendezve — azaz a tüdőn belül kül. érvényesült acetylcholin-többlet sokszorosán kipróbált adsorptiójára, illetve méregtelenítésére irányuló — másutt már részletezett — eljárásokkal sikerült magasságtűrő képességüket kifejezetten fokoznunk s őket nemcsak a collapsustól, de a biztos haláltól is megmentenünk olyan magasságokon, ahol az ilyen módon nem kezelt állatok biztosan elpusztultak.

Már ezekből is felvehetőnek látszott, hogy az I. typus, azaz légibúvár halál esetén a tüdőben végzetesen érvényesülő acetylcholin-hatással számolnunk lehet.

Az I. typusú kísérleti berendezés mellett állatainknak kül. agya és veséje *pH* colorimetriás mérésekkel ion-összetételbeli és pedig alkalosisos irányú eltolódást mutatott.

Ennek az így kifejezetten érvényesült — a túlszapora s kiadós expiratóiók okozta fokozott CO_2 -veszteségből jól ismert — «alkalosis»-nak a jelentőségét mi is megismerhettük. Előzetesen Na_2CO_3 -al peroralisan lúgosított állataink ugyanis 4—5000 m-el a kben szokásos határ előtt kimúltak.

További tapasztalataink szerint: physostigminezéssel — az acetylcholin elbomlását gátló és így hatását közvetve erősen fokozó szerrel — az I. típus szerint befolyásolt állatainknak magassági tűrőképességét messzemenően csökkenteni tudtuk. Ez közvetve igazolja, hogy az acetylcholin hatásának fokozása ilyenkor mily káros. De még azt is sejteti, hogy a L. b. kapcsán a fermentumok-rendszerében olyan zavar is támad, ami az acetylcholin-esterasét bár kellően érvényesülni nem engedi, azt egyszerre és tökéletesen ki nem iktatja.

Az atropinozásnak a hatása — sajnos — egerekben tudvalévően ismert resistentiájuk folytán nem valami jól elemezhető. Pedig ez mint az acetylcholin-hatással szemben érzéketlenítő hatású szer, itteni feltételezéseimnek igen jó próbaköve lehetne. Fenntartással közlendő eddigi előzetes tapasztalataim azt sejtetik, hogy I. típus szerinti, nagy magasságon kimúlt egér izolált tüdejét, ha atropinban áztatva i. p. inoculáltuk, akkor nem fejtette ki az általam egyébként igen károsnak megismert hatását más, egészséges állatokra, sőt pl. influenzás egerekre sem. Pedig az influenzavírus-fertőzésre az acetylcholin-hatásnak végzetességét 1942-ben meggyőzően kimutathattam.

Az említett 1942. évi érhatástani kórszövettani tanulmányaim s a fentebbi biológiai próbák alapján az I. típus (ú. n. «légbúvár»-betegség) esetén egerek, patkányok stb. tüdejében olyan vasoactiv szövetmérgek látszanak, praedominálón szóhoz jutni, amelyek acetylcholin-szerű hatásokat sejtetnek s ezekhez mért rationalis eljárásokkal, ad hoc eléggé szembeötlően: állati szén (korom), illetve 1 : 2000 formalinoldattal elég jól közömbösíthetők.

ad. 2. «Heveny magassági betegség» azaz szerintem: exo- és endogenes dysoxydosis regressiva retardata folytán, kb. 1 óra alatt halálukat lelt állataink tüdejében nem alakult ki az a szokványos bonctani és szövettani kép, amit az előbb tárgyalt I. csoportban

megismerhettünk. Tüdeik egyenletesen puffadtak, halvány rák-vörösek, illetve legfeljebb enyhén szederjeseek voltak. Ezért az elszíneződésért a hajszálerek általános tágulatát és vérbőségét lehetett felelőssé tennünk, amelyek fokozott permeabilitás jeleit is mutatták. A nagyvérkör területén is hasonlóan viselkedtek. Kórszövettani magatartásuk tehát olyan volt, ami mások és magunk tapasztalatai szerint is: histamin-hatással jól összeegyeztethető.

A máj és a tüdő szövetében a savi oldal felé tolódott el a vegyi milió. A szervekben, különösen az agy állományában a messze-menően késleltetett methylen-kék reduktíós próba sejt-légzésük visszavetett (retardált és regressiv) voltát élénken példázta. A sejt-légzést hathatós beavatkozással felélénkítve az állatot valóban magassági collapsusából magához térítenünk sikerült. Ezt úgy végeztük, hogy amint filmvetítéssel szemléltethetem, felvitel előtt fotoendoszenzibilizáló hatású haematophorphyrin fecskendeztünk be. Erre következően az üvegbura alá helyezett egeret collapsusa kiváltásáig menő légritkításnak tettük ki. A magában összeesett, halottnak tetsző — rövidebb hullámú fény iránt a mondottak szerint különösen túlérzékenyített — egeret most quarzlámpával besugározva az egyszerre felélénkült és talpra állt. (Tudvalévően ez a kezelés egészséges fehér egereken a normális színvonalú sejtenbelüli élenyülési folyamatokat halálos mértékig is felfokozhatja.)

Az ilyen II. típus szerint, lassúbb és kíméletesebb légritkítás mellett az állatok magasságtűrő képessége $\frac{1}{10}$ n sósav peroralis, illetve ascorbinsav subcutanos előzetes adagolására feltűnően roszszabodott. Az 1% állati szén suspensiójának feltűnő jó hatását nem észleltük, sőt ha azt erősen hipertóniás oldatban adtuk, már 5,000 m névleges magasságon kimúltak az egerek. Rosszhatásának bizonyult a histamin előkezelés is. — 200 g tengeri malacnak az i. v. shock-dosisnál kisebb (40 γ) adagot s. c. adva, 6500—7500 m között tipusos shock lépett fel s az állat a szokásosnál jóval kisebb magasságon exítált. Érdekesen, lóvérsavó egyszeri i. v. befecskendezésével elősensibilizált tengeri malacon az erre következő 17-ik napon: 5—6500 m-en tipusos anaphylaxiás shockot tudtunk

kiváltani (vagyis ennek az állatnak olyan kórfarmáját, aminek ma már elfogadott megállapítás szerint : histamin-felszabadulás az okozója).

A hajszálértonus terminalis elrenyhülése ellen jó hatású pituitrinnel egereink kritikus magasságot tűrő képességét szembetűnően fokoznunk sikerült.

Mindezek alapján felvehettük, hogy a II. csoportbeli kísérleteinkben vasoactiv hatású szövetmérgek, azaz vegyi anyagok hatásával szintén számolnunk kell (Így az angolszász iskola szigorúan vett terminológiáját betartva, tehát nem is annyira magassági collapsus-ról, mint inkább magassági shockról kellene beszélnünk. Érzésem szerint azonban ezt a terminologiai megkülönböztetést nem egészen könnyű szigorúan keresztülvinni. Aligha van olyan, egyenesen a sejtekre érvényesülő shock-méreg hatás, amely ideghatásokat magába ne vonhatna. A tüdőt például szeretik a pharmacologus-kutatók mint sajátos önálló idegdúcok nélküli szervet szerepeltetni. Pedig 1939-re visszamenő vizsgálataim szerint MILLER adatait megerősítve : paraarterialis ganglionokat a bronchusok falában magam is összes laboratoriumi állatainkon nemcsak észleltem, hanem ganglion-sejtjeiknek a tüdő heveny befolyásoltatásai esetén érdekes functionalis fázis-változatait is megfigyelhettem.)

Az előbocsátottak s még kidolgozás alatt álló több támpontunk alapján továbbmenően még azt is mondhatjuk, hogy ebben a II. typus szerinti kísérletekben közelebről histamin, illetve histaminszerű anyagok szerepének előtérbe jutására lehet gondolnunk. (A kéziratom szövegének kinyomtatása előtti átnézésakor iktathatom ide pl. FARKAS KÁROLY munkatársam egyik legújabb érdekes észleletét. Felkérésemre ő: SELYE (1936) közlését utána vizsgálta. Megerősíthette, hogy patkányokon 1%-os histaminoldatból 3 ccm-t i. v. befecskendezve, a többi szervek elváltozása nélkül, microscopicice is ellenőrzött kifejezett nyálkahártya elhalással és felszíni kifeléyesedéssel járó appendicitist lehet előidézni. — 5—6 napon át naponként több órára 7—8000 m névleges magasságon tartott — de egyébként sem histamin, sem más kezelésben nem részesült — patkányok féregnyúlványában ugyanezeket az elváltozásokat megkapó hűséggel fellelhetette. Amint erről magam is meg-

győződhettem, az utóbbi körülírt nyálkahártya elhalások olyanok, amelyek megkapóan egyeznek a histamin hatására keletkezettekkel histologice is, amennyiben mint ott, itt is túlzott hajszál-értágulatok s ilyenekben támadt vérrekedés fejleményeinek bizonyultak.)

Amint már említettük, az állati szénnek kül. hypertoniás konyhasós oldatban való adagolása határozottan rossz eredménnyel járt. Ezt azzal vélelem magyarázni, hogy az állati szén a histaminnak tökéletes, 100%-os adsorbense, a hypertoniás *NaCl*-oldat pedig a histamin felszabadulást gátolja. Tehát, ha a histaminnak szinte physiologiásan megkívántnak látszó igen mérsékelt mennyiségének érvényesülhetőségét is teljesen kiiktatjuk, ez önmagában véve katasztrofális lehet. Éppen ezért az a sejtésem támadt, hogy itt sem egyetlen egy öntermelődésű vasoactiv szövetméreg teljes visszaszoríttatása, mint inkább a szervezetbeli szövetméreg együttes fiziologiás eloszlási egyensúlyi rendszerét megközelítő visszazabályozás ígérhet jobb eredményt. Ezt a histamint is méregteleníteni tudó 1:2000 formalin i. v. befecskendezésével valamelyes eredménnyel elérhettük. Az állatok magasságtűrő képességét ugyanis így valóban fokozni tudtuk.

Amint azonban 1943. május 17-én itt erről is beszámolhattam, sokszorosán jobb és igazán meglepő eredményeim adódtak, ha az influenza-virussal fertőzött egerekben támadt szövetméreg-rendszerbeli zavart állítottam szembe a nagy névleges magasságon várhatóan beállóval.

3—4 napos, kifejezetten beteg influenzás egerek a lassan és kíméletesen elért 9000—9500 m, sőt esetleg ennél is nagyobb magasságot, megkapó feljavulásuk kíséretében bámulatosan viselték el. Példázva tehát, hogy a bennük fakadt és megállapításaim szerint praedominálón acetylcholin-jellegűnek tartható szöveti önmérgeződésnek túlzásai a heveny magassági betegség esetén keletkezőket üdvösen s szinte a normalis élettani színvonalra közeledően kompenzálni képesek és fordítva.

Ha a heveny magassági halál kiváltásában — a fentebbi támpontok alapján histamin, illetve histaminszerű mérgeknek szerepet juttatunk, sok más is könnyebben megértünk. Többi között azt is, hogy miként indulhat meg a szervezetbeli oxygen elszegényedés végzetes *circulus vitiosus*. RÜHL (1930) s STANG (1932) megállá-

pításából ismeretes az a tény, hogy histamin hatására a vér O_2 tartalma csökken. Viszont az élettan tanítja, hogy a szövetek cxygen-elszegényedése (pl. ishaemia stb. folytán) histamin felszabadulásához vezet. Mindkét körülmény heveny magassági betegség esetén — megfigyeléseink szerint — bekövetkezik, s elengedhetetlenül egymásba fonódva lendülnek azután abba a végzetes circulus vitiosusba, melynek nemcsak az állat hirtelen rosszullete, hanem életben maradásának lehetetlenné válása lesz a végfejeménye.

Kísérleteink fellebbtették előttem a morphologus előtt is valamelyest a leplet az élő szervezetnek a sok közül egyik csodálatos nagy titkáról: az összes sejtek élet-feltételeit és folyamatait biztosító vérkeringésnek öntermelődéssű szövetmérgek által tájéklag és testszerte is végbemehető physiologiás önszabályozódásáról. Ennek ugyanis kórosan feldimenzionálódott torzképeiként gondolom fentebbi kísérleteim kirívó jelenségeit felfogni. Utóbbiak erősen s markánsan rajzolják ki a rendezett élettani viszonyok során biztosan végbemenő finom mechanizmusok jellemvonásait.

Kísérleti tapasztalataim szerint a magassági betegséget semmiféle változatában sem szabad lenyegében kórtani terminologiailag egyszerűen «hypoxiá»-nak, illetve «anoxiái»-nak nevezni, mint azt pl. BÜCHNER és iskolája cselekszi. Abból a durván kezelt tapasztalati tényből eredt ez a minden haladásnak féket vetni tudó dogmatikus felfogás, hogy általában, kellő időpontban történő oxygenjuttatással minden kóros tünet jóváhozható. Még hozzá szinte óvatos elhallgatás mellett többi között a SCHNEIDER—NOËL-féle ugyancsak tapasztalati ú. n. «paradox-jelenség»-nek (hypoxiából tiszta O_2 légzésre áttérés esetén: átmeneti rosszabbodása a közérzetnek és az előzetes tüneteknek).

Ennyire szerencsétlenül választott szinte statikai szűk szemzőgből nézelődve és kiindulva, szinte elemezni sem merném pl. hypo-, -iso-, illetve hyperbarotoniás viszonyok között, tiszta oxygenes vagy ennek csupán 5% keverékéből készített közegben már eddig is megejtett sok igen megkapó észleletemet. Még kevésbbé érthetnénk meg a szervezetbeli történéseket az endogenes biológiai oxydatio vonalán, amely maga sem spekulatíve ráerőszakolt béklyóba kényszeríthető merev rendszer, hanem sok szép és érdekes

felderített biológiai ismérvei mellett érhatású öntermelődésű anyagok s azok adaequatos, fermentumai eloszlási egyensúlyi rendszerével a legbensőbb kapcsolatokban álló csodás dynamismusú mestermű.

Továbbfejlesztendő kutatásaim eddigi eredményeinek ezzel az előzetes közlésével utánvizsgálódásokra szeretnék buzdítani. Annival is inkább, mert — érzésem szerint — ezek révén gyakorlatilag, így pl. a hivatásos repülőek egészségvédelmére is hasznosítható irányelvek kibontakozása méltán várható.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1943. jún. 21-én tartott üléséből.)

ÜBER DIE FATALE WIRKUNGEN VON AUTAKOIDEN
VASOAKTIVEN GEWEBSSTOFFEN
BEI EXPERIMENTELLER «LUFTTAUCHER»-, BZW.
HÖHENKRANKHEIT UND DEREN ERFOLGREICHE
BESEITIGUNG.

(Vorläufige Mitteilung.)

E. von BALOGH, korresp. Mitglied.

(Zusammenfassung.)

Verf. hat in seinem Universitätsinstitut für path. Anatomie u. experim. Krebsforschung zu Budapest, an etwa 350 Tieren (Mäusen, Ratten, Kaninchen, Meerschweinchen) hyperakut und akut verlaufende Versuche in Unterdruckkammer, z. T. mit der technischen Unterstützung des königl. ungarischen Luftwaffenkommandos ausgeführt.

Auf Grund seiner näheren Analyse wird von ihm die nach enorm rapider, drastischer Sauerstoffverdünnung eintretende Krankheitsform «A» (kurz, wenn auch nicht ganz zutreffend: «Lufttaucherkrankheit») als eine *hyperakute, akzelerierte u. progressive*, die akute Höhenkrankheit («B») dagegen: als eine *akute, retardierte regressive «exo- u. endogene Dysoxydase»* aufgefasst und vielfach begründet.

Bei der u. a. mit Alkalose und gesteigerter Zellatmung einhergehenden Form: «A», bleibt jede geringste momentane Akkommodationsmöglichkeit aus.

Bei beiden Krankheitsformen entdeckte er überschüssige autakoide Produktion von hochwirksamen, vasoaktiven Gewebstoffen, welche bei der Auslösung der schweren akuten Gefäßkrisen somit auch bei der des Todes ausschlaggebend mitwirken.

Es schienen in diesen Tierexperimenten bei «A»: vorwiegend azetylcholinartige, bei mit Azidose und herabgesetzter Zellatmung einhergehender Form «B»: hauptsächlich histaminähnliche Gewebsgifte zum Worte zu kommen. Die fatalen Wirkungen von diesen glückte es ihm auf verschiedener Weise zu paralysieren. Bei Versuchsanordnung «A» konnte er z. B. die Höhentoleranz durch intravenöse Einspritzung einer 1% Tierkohlen suspension wesentlich steigern. Bei «B» wurden durch annehmbare Inaktivierung mit i. v. oder s. c. verabreichtem 1 : 2000 Formalin (im Sinne von Kendall, Best u. Mc. Henry, Zipf und Bartscher etc.), bzw. durch den Kapillarentonus wiederherstellendes Pituitrin noch bessere Resultate erzielt.

Bei schwerkranken Influenzamäusen (die nach seinen Feststellungen überschüssige Mengen freigesetzter acetylcholinartiger Stoffe in ihren Lungen aufweisen) trat an langsam erreichten kritischen Höhen eine momentane Besserung auf. Die katastrophalen Gefäßkrisen waren somit auf frappanter Weise vielfach aufzuheben. Diese Mäuse überlebten mit 10—15 Tagen die infizierten unbehandelten Kontrolltiere.

Seine Experimente werden fortgesetzt.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 21. Juni 1943.)

RITKA ÉS ÚJ ROTATORIÁK A KIS-BALATONBÓL.

Vitéz VARGA LAJOS I. tagtól.

(16 szövegekőzi ábrával.)

A teljes pusztulásnak és kiszáradásnak útján levő Kis-Balaton nyugati medencéjében 1938. aug. 18-án gyűjtöttem abból a célból, hogy a víz nyári életközösségének kerek es férg eit (*Rotatoria*) megismerjem. Eddig ugyanis egyedül DADAY (1897) régebbi adatai alapján csak 12 faj jelenlétéről tudtunk.

Tervbe vettem minél nagyobb anyag gyűjtését. Ezért külön üvegekbe gyűjtöttem a planktonból úgy, hogy innen finomszövetű merítőhálóval vettem a próbákat. Külön gyűjtöttem a Kis-Balaton nyílt vizeiben nagyon buján tenyésző *Ceratophyllum* és külön a más helyeken szintén gazdag állományt alkotó *Myriophyllum* alámerülő mezőiből. A növényzetből kézzel, vagy leginkább finom szövetű merítőhálóval egy csomót kiemeltem és a hálóba, ezt félig a vízben tartva, alaposan kirázogattam, kimostam. A háló tartalmát jól megszűrve öntöttem a gyűjtőüvegekbe.

A Kis-Balatonban nagy, kiterjedt vízfelületeket takar el széles úszóleveleivel a *Nuphar luteum*, mely kiemelkedő szép sárga virágaival még a nyár második felében is pompás díszet adott a víznek. Főképpen az idősebb leveleket a vízből óvatosan kiemeltem s egy lapos gyűjtőtányér fölé tartva a vizes levélfonák aljáról az ott megtelepedett életközösséget lapos kés élével gyöngéden a tányérba lekapartam. Mintegy 40 levélről készítettem kaparékot s ezt ismét külön üvegbe téve rögzítettem.

Hasonló módon készítettem kaparékot a kisebb mennyiségben díszlő *Hydrocharis morsus ranae* kicsiny úszóleveleiről is. Mintegy 100 levélről, itt is jórészt az idősebb levelekről, kapartam le a rajtuk megtelepedett életközösséget. Ezt az anyagot is külön üvegben tettem el.

A különféle élőhelyekről gyűjtött anyagnak mintegy a felét külön gyűjtőüvegbe helyeztem, hogy rögzítés nélkül az élő állatkákat vizsgálhassam meg mikroszkóp alatt. A másik felét a helyszínen annyi formalinnal rögzítettem, hogy az állatkákat tartalmazó víz a formalinnal kb. 5%-os keveréket alkosson.

Az élő anyagot a tihanyi Biológiai Kutatóintézetben, a rögzített gyűjtést pedig a budapesti Pázmány Péter Tudományegyetem állatrendszertani intézetében dolgoztam fel.

Az egyszeri gyűjtésből olyan gazdag anyag került elő, hogy belőle jó képet nyerhetünk a Kis-Balaton nyári kerekese-féregfaunájáról. Összesen 116 faj, közöttük néhány *fajváltozat* (varietas) jelenlétét sikerült megállapítanom. Ezek között akadt számos nagyon ritka és faunaterületünkön először észlelt faj. Ezenkívül előkerült egy a tudományra nézve is új faj, egy új fajváltozat (varietas) és egy új alakváltozat (forma).

Ezeket kissé részletesebben a következők során ismertetem.

1. család: Notommatidae.

Encentrum plicatum EYFERTH
(=*Theorus plicatus* EYFERTH).

A szerves törmelékben gazdag vízi élettetek lakója. Árnyékot kedvelő, rejtett életmódot folytató, kevés oxigénnel is megelégedő állatka. Ezért főképpen olyan helyeken található, ahol ezek az életfeltételek megvannak. Ilyenek a csendes vizek laza iszapjának felszíne, alámerülő növények levélkéi között felhalmozódott moszatszővedék.

Teste megnyúlt, igazi féregalakú. Kültakaróját 9–10 jól kifejlődött befűződés teszi jellemzővé. Ezek a befűzések hasonlítanak a többszörösen kinyújtható és betolható távcső részeihez. Az állatka is igen lassú kúszása alkalmával a gyűrűsférgek mozgásához hasonlóan hol összehúzza állzeit s ilyenkor teste egészen megrövidül, hol meg hosszúra kinyújtózkodik, miközben hegyes láb-



1. ábra.
Encentrum
plicatum
EYFERTH.

ujjaival az alzaton egy helyen megtámaszkodik. Legtöbbször a r a s z o l ó mozgást végezve változtatja a helyét. Minthogy kerékszerve gyengén fejlett, azért ezt inkább a táplálék megszerzésekor, mint a helyváltogatásban az úszásra használja.

F e j e jól elkülönült, nagy. Elöl a hasi oldalon lecsapott s ezen a mezőn helyezkednek el a kerékszerv csillói. A fej homloki részén széles, lapos, parányi ásóhoz hasonló ormánya fejlődött, mely a törmelék közötti tovahaladásban segíti az állatkát. Nagyon érzékeny és állandó mozgásban van ez az ormány. Az ormány alján két erősen fénytörő, teljesen átlátszó, színtelen gömböcske van, melyek olyanok, mint két festéknélküli szemecske. Vajjon a fényérzékelésben van-e jelentőségük, nem tudjuk biztosan. A szemek alatt helyezkedik el az agydúc s ez alatt két kicsiny, többnyire háromszög alakú agydúc alatti (subcerebrális) mirigy. A fejben foglal helyet a szájnyláson kiölthető, fogóalakú, hegyes kitinlécekből felépített rágókészülék.

A t ö r z s jól kivehető nyakkal kezdődik. A farki testrészt felé kiszélesedik, majd a láb felé hirtelen elkeskenyedik. A láb fölé sarkantyúszerűen kitüremkedik. A törzsben van a gyomor és bél, petefészkek és a nagy sziktömlő, mely leginkább a hasi oldalt tölti ki. A lábfölötti törzsrészben foglal helyet az összehúzóköny húgyhólyag.

A l á b rövid, tömzsi, benne két kicsiny mirigy van, melyek tapadó váladékot termelnek. Tartalmuk a hosszú és hirtelen elkeskenyedő lábujjak vége táján buggyan ki s az állatkát az alzathoz rögzíti.

Az állatka nagyon nyugtalan, testét állandóan ide-oda mozgatja, összehúzódik, majd hirtelen kinyújtózkodik, fejének ormányszerű szervét előrefeszíti és szüntelenül táplálékát keresgéli. Tápláléka parányi moszatok és finom növényi törmelék.

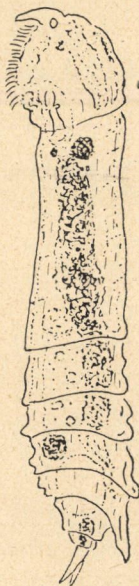
WULFERT K. (1936), aki igen jó rajzokat közöl e fajról, azt írja, hogy Merseburg környékének tócsáiban a nyár kivételével az egész éven át előfordul. A Kis-Balatonban nyáron is él.

Hazánkban eddig csak a Fertőből (VARGA, 1934) és a Hanság vizeiből (VARGA, 1935) ismerjük. A Kis-Balatonban a *Ceratophyllum* és *Myriophyllum* szövedéke közül számos példányban került elő.

Két kinyújtózkodott állatkának a testhosszúságát is megmértem. Ezek testének hosszúsága teljesen kinyújtózkodott állapotban 175—180 μ volt. Rendes körülmények között azonban nagyon ritkán nyújtózkodik ki s ezért a test jóval kisebb.

2. *Encentrum Saundersiae* HUDSON.

Ez a nagyon ritka nálunk eddig csak a Hanság vizeiből ismeretes (VARGA, 1935) faj a Kis-Balatonban csupán a *Hydrocharis* levelének aljáról került elő néhány példányban. Az előző fajhoz hasonló nagyságú állatka, teljesen kinyújtózkodott testének hosszúsága eléri a 200 μ -t is. Ámde nagyon ritkán lehet ilyen állapotban megfigyelni. Többnyire félig összehúzódva mozog és keresgéli táplálékát. Helyváltoztatása az *Encentrum plicatum*-éhoz hasonló. Kevésbé nyugtalan állatka. Szintén árnyékot kedvelő és rejtőzködő életmódot folytató faj.



2. ábra.
*Encentrum
Saundersiae*
HUDSON.

Kutikuláján nincsenek jól fejlett befűződések, bár kinyújtózkodott állapotban is mind a hasi, mind a háti oldalon, különösen a törzs hátsó, második felében kisebb-nagyobb redők láthatók. Ezeknek száma 4—5. A redők különösen az összehúzózott példányokon figyelhetők meg jól.

Féje vaskos és rendszeren előrebukó. Ormánya széles alapú, a fej egész szélességéből nőtt előre; igen mozgékony. Az ormány alján két erősen fénytörő, színtelen gömböcske látható. Olyanok, mintha festéknélküli parányi szemek volnának. A fejben ugyanazok a szervek helyezkednek el, mint az előbbi faj fejében.

Nyaka jól kivehető, törzse a farki testtáj felé fokozatosan kiszélesedik. A törzs belsejében az anyagcsere és a szaporodás szervei nem mutatnak különösebb alkotást. Rágószerve erős, igen hosszú és kampós végű manubriumokkal. A törzs végén a láb fölött a kutikula lefelé görbülő, sarkantyúszerű függelék fejlesztett, mely a lábat többnyire betakarja. WULFERT (1936) szerint a

gyomorban *Zoochlorellák* vannak; a kisbalatoni faj egyedeiben ilyeneket nem láttam.

A l á b széles alapú, hátrafelé kúpszerűen keskenyedő. Bonne páros, körtealakú, tapadó folyadékot elválasztó mirigyek vannak. A lábujjak egyenletesen keskenyedők.

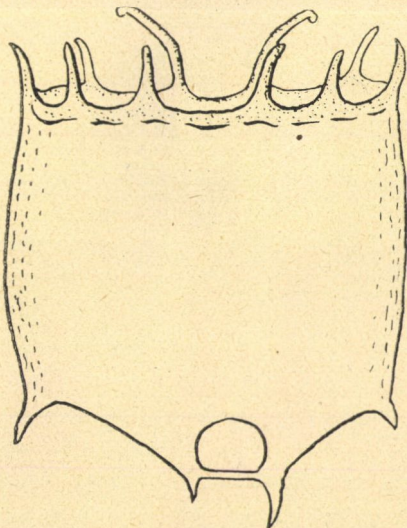
A kisbalatoni példányok jóval kisebbek, mint a WULFERTTŐL leírt alakok. Szerinte a németországi tócsák iszapjában talált egyedek teljes testhosszúsága 260—350 μ . A mi fajunk testnagysága inkább az amerikai fajéhoz (HARRING—MYERS, 1928) áll közel (185 μ). A németországi és amerikai faj testnagysága közötti különbséget WULFERT azzal magyarázza, hogy az amerikai kutatóknak rögzített, tehát zsugorodott anyag állott rendelkezésükre. Magam csakis élő állapokban vizsgáltam az állatkát s így végeztem méréseimet. A testméret ezeknél a fajoknál nem tekinthető teljes értékű faji bélyegnek. Igaz, hogy a kisbalatoni kerekésférgek általában kisebbek, mint a más életterekben élő fajok.

WULFERT szerint az *Encentrum Saundersiae* rétek árkaiban, iszapos forrástócsákban, szennyes patakokban és a folyók iszapjában él. Bizonyos, hogy ilyen helyeken nálunk is meg fogjuk találni.

2. család. **Brachionidae.**

Brachionus patulus MÜLL.
var. *balatonicus* n. var.

A *Brachionus patulus* MÜLL. (*Noteus militaris* EHRBG, *Brachionus militaris* EHRBG) nevű törzsfajt kevés hazai vizünkből ismerjük. DADAY Dés környékéről említi; én leírtam Kolozsvár vidékéről (1914) és a Körös morotváiból (1931), a Hanság vizeiből (1935), WOYNÁROVICH (1938) pedig Mezőcsát egyik tócsájából. A Balatonból eddig még nem került elő.



3. ábra. *Brachionus patulus* MÜLL.
var. *balatonicus* n. var.
Hasi oldalról. — Ventralseite.

A Kis-Balatonban a planktonban, igen nagy száma pedig a *Ceratophyllum* szövedékében élt. A tipikus alaktól jelentékeny bélyegeken eltért s ezért külön fajválattnak (varietas) kell tartanom. Feltűnő a test szimmetriátlan alakotása, ami a 3. ábrán jól látható. A páncél kissé megnyúlt, úgyhogy valamivel nagyobb a hosszúsága, mint a szélessége.

A páncél hátsó tüskéi a tipikus alakénál jóval fejletlenebbek. A páncél szemcsézettsége igen gyér s a szemcsék — amennyiben kifejlődtek — igen aprók.

A test méretei a következők:

a páncél hosszúsága a leghosszabb elülső és hátsó tüskék között	180—182 μ
a páncél szélessége	115—120 μ
a legnagyobb begömbülő homloki tüske hosszúsága ..	48 μ
a leghosszabb hátsó tüske	21 μ
a láb mellett levő jobboldali tüske hosszúsága	17 μ

Ezek a méretek is azt mutatják, hogy a kisbalatoni egyedek jóval kisebbek, mint a másutt található törzsfaj egyedei. SACHSE (BRAUER, 1912) szerint ugyanis a páncél hosszúsága kb. 240 μ .

Lepadella cristata Rouss.

(*Metopidia semicarinata* LUCKS.)

Hazánk édesvízeinek faunájában eddig nem ismertük.

Páncélja mindenütt egyenletes futású vonallal ellipszisalakú. A feji rész háti oldalán a páncélon igen sekély bemélyedés, a hasi oldalon azonban mély öböl van (4. ábra, *a*). A páncél lábfelölí részén nagy bemélyedést lehet látni, melyen a láb kinyújtható. A páncél feji oldalán a hát középvonalában vékony és éles, igen merev kutikulából álló taraj (4. ábra, *b*) fejlődött ki, melynek hosszúsága a páncél háti részének kb. egyharmada.

A páncél nyaki részén a mély öböl alján kis redőzöttség látszik; egy sekély redősáv a nyaki rész alján is megfigyelhető. A háti páncél egyébként végig meredek, tarajszerű élt visel. A háti páncél a szélein törpe szárnyhoz hasonlóan hajlik a hasi páncél

széleihez (4. ábra, c). Ezért a test keresztmetszete csaknem egyenlőoldalú háromszögalakot mutat. Egyébként mind a háti, mind a hasi páncél tiszta, átlátszó.

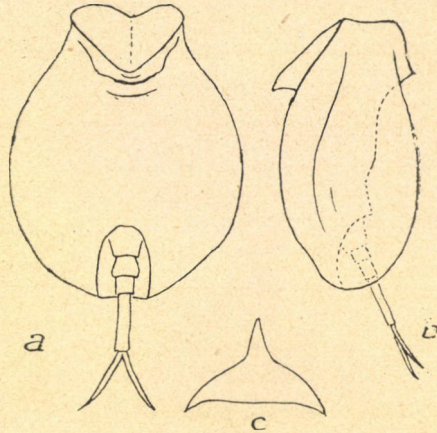
A hasi páncél lábnyílása nagy, a hasi oldal felé szabályosan lekerekített szélű. A lábízek közül az az íz a leghosszabb és legkeskenyebb, mely szélső végén a lábujjakat viseli. A lábujjak hosszúak, keskenyek; a háti vagy hasi oldalon fekvő állatkán kissé kifelé, az oldalán fekvő állatkán pedig kissé előre, a hasi testrészt felé hajolnak.

A Kis-Balatonban csak a planktonból került elő néhány példánya. Mind jóval kisebbek, mint az irodalomban eddig leírt egyedek. LUCKS (1912) a páncél hosszúságát 125—140 μ -nak, szélességét 100—110 μ -nak, a láb hosszúságát 30—35 μ -nak mondja. HARRING H. K. (1917) a következő testméreteket adja (p. 559): teljes hosszúság 180 μ , a páncél hosszúsága 118 μ , szélessége 90 μ , a páncél láböblének hosszúsága 34 μ , szélessége 27 μ , a láb hosszúsága 45 μ , a lábujjaké 32 μ .

Én két megmért egyeden középpértékben a következő méreteket találtam:

teljes testhosszúság	158 μ
a páncél hosszúsága	88 «
a páncél szélessége	62 «
a láb hosszúsága.....	46 «
a lábujjak hosszúsága	34 «

A *Lepadella cristata* mind az európai, mind az amerikai vizekben nagyon ritka. Poroszország nyugati részén LUCKS (1912)



4. ábra. *Lepadella cristata* ROUSS.
 a = hasi oldalról — Ventralansicht;
 b = oldalról — von der Seite;
 c = keresztmetszet a test közepén —
 Querschnitt durch die Mitte des
 Körpers.

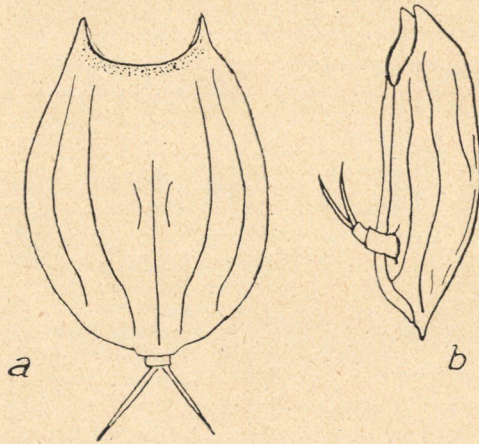
nyáron találta három tőzegmocsár vizében, mindig egyenként és elvétve.

Lepadella quinquecostata LUCKS.

Új faj hazai vizeink faunájára.

Nagyon csinos *Lepadella*-faj, melyet LUCKS (1912) írt le először Poroszország nyugati részének több vizéből, ahol növények közül gyűjtötte. HAUER (1935) a Feketeerdő (Schwarzwald) lápjai-ban találta, ahol árkok és patakok sphagnetumaiban él.

A p á n c é l tojásdadalakú, elől keskenyebb, mint hátrafelé és a homloki részen kétoldalt, előre felé, hegyes csúcsokban végző-



5. ábra. *Lepadella quinquecostata* LUCKS.

a = háti oldalról — Dorsalansicht;

b = baloldalról — von der linken Seite.

dik. A h á t i p á n c é l homloki vonala széles öblöt alkot, szegélyét apró pontok borítják. A p á n c é l farki vége hátul kissé kiemelkedik, amint HAUER is megfigyelte, tehát nem egyenesen levágott, mint LUCKS állatkáinak p á n c é l j a.

A legjellemzőbb faji bélyeg az, hogy a háti p á n c é l oldalain hosszában 2—2 e r ő s b o r d a húzódik végig, melyek közül a hát középvonala felé esők csaknem a farki szegély széléig futnak le, a hasi oldal felé levők azonban nem érnek el odáig. A p á n c é l háti középvonalában is van egy kevésbé kifejlődött borda, mely

azonban csak a hát közepéig ér le, ahol villásan elágazik; az ágak a homloki tüskék irányában futnak, de odáig nem érnek el.

A h a s i páncél lapos és elől mélyen kivágott. A lábnyílás széles, a láb négyizű. A lábujjak hosszúak, keskenyek, tűhegyesen elvégződők, a hasi oldal felé hajolnak.

A testméretek a következők:

a páncél hosszúsága	81 μ
a páncél szélessége.....	58 «
a páncél magassága	29 «
a lábujjak hosszúsága	21 «

A kisbalatoni faj tehát jóval kisebb termetű, mint Lucks példányai, melyek Lucks szerint a következő méreteket mutatták: a páncél hosszúsága 100—112 μ , szélessége 67—70 μ , a lábujjak hosszúsága 30 μ .

A *Lepadella quinquecostata* a Kis-Balatonban a *Ceratophyllum* és *Myriophyllum* levélszövedékében élt, eléggé nagy számban. Úgy látszik, hogy árnyékot és melegebb vizet kedvelő (melegszenothermás), rejtőzködő életmódot folytató állatka.

Squatinella intermedia BURN.
(*Stephanops intermedius* BURN.)

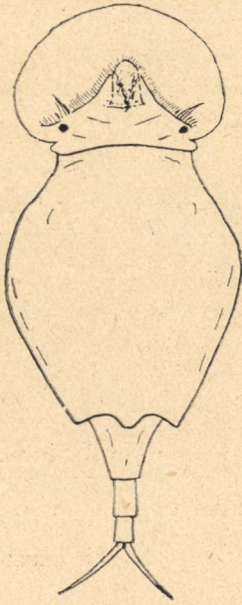
T e s t e körtealakú, tömzsi, háthasi irányban erősen lapított. Feji lemeze széles, kerek, teljesen átlátszó. A f e j rövid nyakkal különül el a törzstől. A törzset eléggé kemény páncél borítja, mely körülbelül az első harmadában szélesebb, mint a fej jellemző diadémszerű lemeze.

A p á n c é l a háti oldalon a fark felé három igen csekély mértékben fejlett kiszögellésben végződik, tehát nem olyan hegyes tüskékben, mint a *Squatinella tridentata* nevű fajnál. A páncél síma, üvegszerűen átlátszó. A l á b eléggé hosszú, háromizű; az alapi íz a legfejlettebb. Az utolsó lábízből két hosszú, túszerű lábujj nyúlik ki. Hátsó oldalról nézve a páncél nem takarja el a lábat, csupán az első íznek egy csekély részét.

A test méretei a következők :

teljes testhosszúság	142 μ
a páncél hosszúsága	62 «
a páncél szélessége.....	60 «
a fej hosszúsága	32 «
a láb hosszúsága	28 «
a lábujjak hosszúsága	20 «
a fejlemez szélessége	48 «

Nagyon ritka faj. Először BURN írta le (1889). Sokáig önálló, jó fajnak tartották (VOIGT, LUCKS stb.), de HARRING (1913) egyesítette a *Squatinella tridentata* FRESENIUS nevű fajjal. A különböző szerzők (MYERS, HAUER stb.) azóta mindazokat a fajokat, melyeknek páncélja hátul a láb fölött három kis fogszerű képletben végződik, ilyen néven írják le. A Balaton aszófői nádas öblében élő *Rotatoriák*król szóló dolgozatomban (VARGA, 1939) magam is ismertettem ezt a fajt.



6. ábra. *Squatinella intermedia* BURN.

A *Squatinella intermedia* azonban nagyon tömzsi, erősen lapított teste és körtealakú páncélja miatt, továbbá azért, mert a páncél csaknem az egész lábat szabadon hagyja, határozottan jól elkülöníthető faj. Jellemző bélyeg még az is, hogy a páncél hasi oldalán a legszorgosabb kutatás ellenére sem találtam meg azt a két pikkelyszerű, piciny kutikuláris képletet, mely a *Squatinella tridentatán* mindig megfigyelhető.

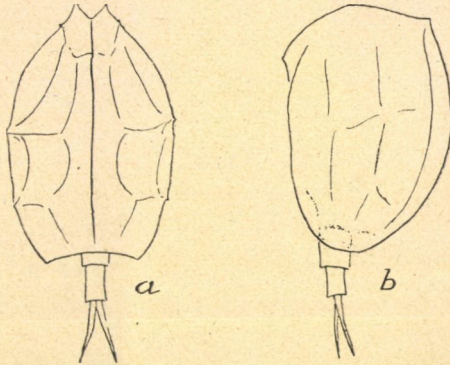
Ezek alapján szükségesnek vélem, hogy BURN régi fáját újból visszaállítsuk és érvényes, jó fajnak tartsuk.

A *Squatinella intermediát* a Kis-Balatonban a *Myriophyllum* levélszövedékében találtam néhány példányban. Hazai faunánkra nézve új faj.

Colurella tessellata GLASSCOTT.

Nagyon ritka faj. Eddig csak a Balaton aszófői nádas öbléből írtuk le (VARGA, 1939). A Kis-Balatonban csupán a *Myriophyllum* közül került elő több példányban.

HAUER (1924) szerint Írország-, Skócia-, Svédországból, Észak-Amerikából és az ő felfedezései szerint a Fekete-erdő két fellápjából ismeretes. HAUER (1937—38) Szumátra szigetének két helyéről is kimutatta. Azt hiszi, hogy a fellápok vizét kedvelő faj. Az a körülmény, hogy ez a faj a Balatonban és a Kis-Balatonban



7. ábra. *Colurella tessellata* GLASSCOTT.

a = Háti oldalról (Dorsalansicht). *b* = Oldalról (Seitenansicht).

is él, nagyobbfokú ökológiai valenciájára vall s azt mutatja, hogy nem igazi lápkedvelő állatka. Igaz, hogy mind a Balatonban, mind a Kis-Balatonban több, hasonló tulajdonságú, másutt lápos vizeket kedvelő kerekesefféregfajt találtunk már.

Legfontosabb faji tulajdonsága, hogy páncéljának felületén mindkét oldalon vékony bordázottsággal több mező tűnik fel. Más *Colurellák* páncélján ez hiányzik. A kisbalatoni faj megegyezik a balatonival abban, hogy a bordák nagyon alacsonyak s így a közöttük kissé behorpadó mezők kevésbé feltűnőek. A páncél háti középvonalában alacsony taraj húzódik végig.

A kisbalatoni faj egyedei még a balatoniaknál is kisebbek. Több egyeden végzett mérés szerint a páncél hosszúsága 51μ , magassága 33μ , szélessége 28μ ; a lábujj hosszúsága 17μ . A *Colu-*

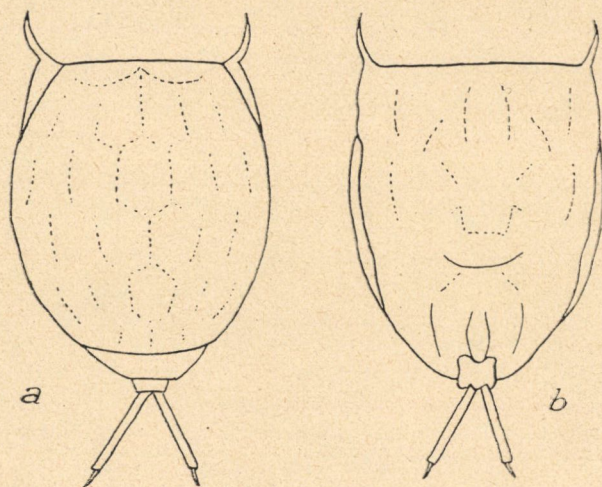
rella tessellata tehát a legkisebb kerekésférgek közé tartozik. Árnyé-
kot kedvelő, rejtőzködő életmódot élő faj.

3. család: **Lecanidae.**

Lecane (Distyla) aculeata JAKUBSKI.

Új faj hazánk faunaterületén.

Elsőnek JAKUBSKI A. W. (1912) írta le a keletafrikai Ussangu-
steppe egyik vizében gyűjtött anyagból, egyetlen példány alapján.
Európában csak WISZNIEWSKINEK sikerült megtalálnia (1931),
mégpedig Spanyolországban a Valencia mellett fekvő Albufera-tó



8. ábra. *Lecane aculeata* JAKUBSKI.
a = háti oldalról (Dorsalseite); *b* = hasi oldalról (Ventralseite).

planktonjából 1929-ben gyűjtött anyagban. Az állatkának jó le-
írását és rajzát adja, amivel tökéletesen kiegészíti JAKUBSKIMAK
az egyetlen talált példányról nyújtott adatait. HAUER (1937—38)
a Szunda-szigeteken (Szumátra, Jáva és Bali) a német limnológiai
kutatóút résztvevőitől gyűjtött anyagban igen gyakran megtalálta.

A rögzített állatka teste tojásdadalakú. A háti pán-
cél a közepén valamivel szélesebb, mint a hasi pán-
cél, melynek feji részén az állatkára nagyon jellemző két igen hegyes és hosszú

tüske nyúlik előre. A két páncél a homloki részen teljesen összeillik és fedi egymást, egyenes vonalat írva le. A háti páncél domború és finom redőkkel sajátos mezőkre osztott, melyek közül a középsők megnyúlt hatszögeket alkotnak. A szélek felé eső redők azonban már nem futnak össze hatszöges idomokká. Ebben a tekintetben a kisbalatoni példányok eltérnek mind a spanyolországi, mind a Szunda-szigetek vizeiben talált példányoktól. Az előbbiek háti páncélján egyszerű redők vannak, mint a kisbalatoni példányok páncéljának szélén. Az utóbbi helyről gyűjtött példányok háti páncélján a redők mindenütt hatszögeket alkotnak. A kisbalatoni példányokon azonban a redők nagyon nehezen vehetők észre.

A hasipáncél redői egyszerűek, igen nehezen figyelhető meg s olyan elrendeződésűek, mint a spanyolországi és szunda-szigeteki példányokon.

A lábujjak hosszúak, keskenyek és egyforma vastagságúak. Belső szélük végén parányi, igen hegyes karmok erednek.

A kisbalatoni példányok testméretei a következők:

páncélhosszúság	75 μ
a háti páncél hossza	69 «
a háti páncél szélessége	44 «
a hasi páncél szélessége	43 «
az elülső tüskék hosszúsága	9·7—10 μ
az elülső tüskék hegyeinek egymástól való távolsága	46 μ
a páncélok vonala a tüskék alapja között	38 «
a lábujjak teljes hosszúsága	24 «
a karmok hosszúsága	5·5 μ

A méretek szerint tehát a kisbalatoni példányok testnagysága közelebb áll a JAKUBSKITól leírt afrikai, mint a szunda-szigeteki példányokhoz.

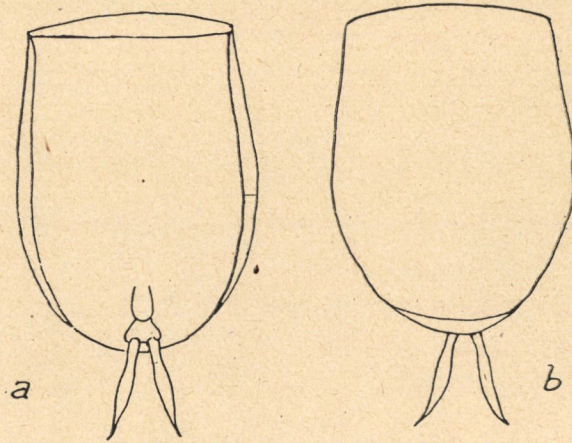
A *Lecane aculeata* tehát eddig Kelet-Afrikából, Spanyolországból, a Szunda-szigetektől és a Kis-Balatonból ismeretes. Az utóbbi

helyen a *Ceratophyllum* szövedéke között számos példányban, a *Nuphar* levelének alján kevesebb számban élt. Úgy látszik, hogy árnyékot kedvelő állatka.

Lecane clara BRYCE.

Szintén új faj faunaterületünk vizeiben.

Páncélja nagyon puha s ezért a rögzített példányokon a páncél szélei egyenlőtlen lefutásúak. Teste hosszúkas. A háti páncél domború s elől kissé előrehajló; a hasi páncél lapos, elől csaknem egyenes vonalú, egyes példányokon alig észrevehetően homorú vonalban végződő. A háti páncél szélesebb, mint a hasi s háti oldalról nézve emezt eltakarja. A háti páncél egészen eltakarja a lábnak mind a két ízét is.



9. ábra. *Lecane clara* BRYCE.

a = hasi oldalról (Ventralseite); *b* = háti oldalról (Dorsalseite).

Mind a háti, mind a hasi páncél teljesen síma, semmiféle redőzöttség sincs rajtuk. A láb első íze hosszúkas, csapalakú, a második íz pedig összenyomott, sapkaalakú. Ebből nyúlnak ki a fajra nagyon jellemző alakú lábujjak, melyek kezdetüknél keskenyek, közepükön a lándzsa hegyéhez hasonlóan kiszélesednek, majd hirtelen vékonyodva rendkívül hegyesen végződnek el.

A kisbalatoni faj testméretei a következők:

teljes testhosszúság	92 μ
a háti páncél hosszúsága	70 «
a háti páncél szélessége	52 «
a hasi páncél hosszúsága	71 «
a hasi páncél szélessége	50 «
az elülső szegély szélessége	48 «
a lábujjak hosszúsága	22 «

A kisbalatoni példányok nagyság tekintetében jóval kisebb termetűek, mint a HARRING—MYERSTÖL (1926) leírt példányok s inkább a németországi faj nagyságához vannak közelebb (HAUER, 1931).

Angliában, ahonnan először leírták és Németországban *sphagnumos* lápok vizében találták. A Szunda-szigeteken is ilyen vizekben gyűjtött anyagból írta le HAUER (1937—38). A Kis-Balatonban való előfordulása azt mutatja, hogy nemcsak a sphagnumos vizeket kedveli.

A Kis-Balatonban a *Ceratophyllum* szövedéke között találtam, ahonnan eléggé sok példány került elő. Úgy látszik, hogy az árnyéket és a dús alsóbbrendű növényvilágot rejtegető élettereket kedveli.

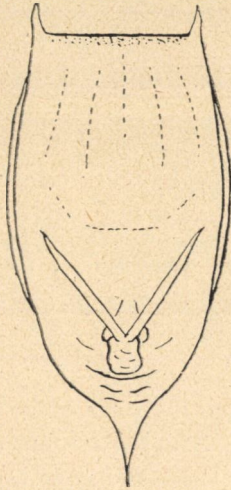
Lecane Ludwigi ECKSTEIN.

Hazai vizeinkben nagyon ritka faj. Eddig csak a Hanság vizeiben találtam (VARGA, 1935). A Kis-Balatonban a *Ceratophyllum* sűrű szövedékében élt s több példánya került elő.

Páncélja megnyúlt, hosszúkás ellipszisalakú. A háti és hasi páncél elől a homloknál egy vonalban záródnak össze a rögzítés után. A háti páncél rövidebb és szélesebb, mint a hasi, mely a fajra nagyon jellemző hosszú és igen hegyes tuskében végződik el hátrafelé.

A kisbalatoni faj a tipikus alaktól abban különbözik, hogy a páncél homloki tuskéi karcsúbbak és kissé hosszabbak, a hátsó nagy túske pedig egyenletesen keskenyedő és igen vékony hegyben végződik. Különbözik abban is, hogy a páncélok homloki szegélye egészen egyenes vonalat mutat és nem

öblösödik be, mint a tipikus alakon; a hasi páncél elől sűrűn pontozott, de csak nagyon keskeny szegélyen. Végül a háti páncél csak kissé szélesebb, mint a hasi.



10. ábra. *Lecane Ludwigii* ECKSTEIN.
Hasi oldalról (Ventral-
seite.)

Az irodalomból ismerjük az amerikai (HARRING—MYERS, 1926) és a Szunda-szigeteken (HAUER, 1937—38) talált fajok testméreteit. Ezekkel összehasonlítva kiderül, hogy a kisbalatoni példányok testnagysága valamivel kisebb, mint az amerikai és Szunda-szigeteken talált egyedeké. A kisbalatoni példányok testméretei a következők:

a hasi páncél hosszúsága	.....	158 μ
a hasi páncél szélessége	.....	68 «
a háti páncél legnagyobb szélessége		71 «
a homloki tüskék hosszúsága	.....	12 «
a homloki tüskék egymástól való távolsága	.....	56 «
a hátulsó nagy tüske hosszúsága	..	31 «
a lábujjak hosszúsága	.....	47 «

Mind a háti, mind a hasi páncélon gyengén fejlett rajzolat figyelhető meg.

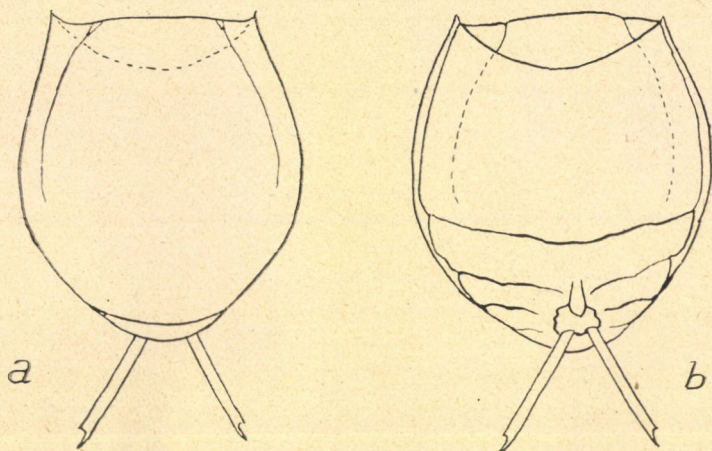
Úgy látszik, hogy a *Lecane Ludwigii* rejtett életmódot élő és árnyékot kedvelő faj.

Lecane luna MÜLL. f. *balatonica* n. f.

A *Lecane luna* törzsfaja hazai vizeinkben nagyon közönséges, sokszor tömegesen megjelenő faj. A Kis-Balaton mindegyik életterében nagy számban lehet találni.

A típusos faj mellett számos példányban találtam a *Ceratophyllum* között egy különleges alakját, mely több bélyegben eltér a típustól. Minthogy ezek a bélyegek állandók és jellegzetesek, azért kétségtelen, hogy helyi változatról van szó ezért ezt új alakváltozatnak (forma) kell tartanunk. Bélyegei alapján a címben megadott néven írom le.

Összehúzódtott páncélja mindig azt a jellegzetes képet mutatta, amint az a 11. ábrán látható. A páncél lényegesen tojásdadabb, mint az inkább kerekre összehúzódtott típusos alak páncélja. A háti páncél homlokí pereme előredomborodik, míg a típusnál mindig erősen bemélyedő, két redő figyelhető meg rajta. A hasi páncél mély öblöt alkotva fokozatosan bemélyedő. A háti páncél egészen eltakarja a hasi páncélt.



11. ábra. *Lecane luna* MÜLL f. *balatonica* n. f.

a = háti oldalról ((Dorsalansicht; *b* = hasi oldalról Ventralansicht).

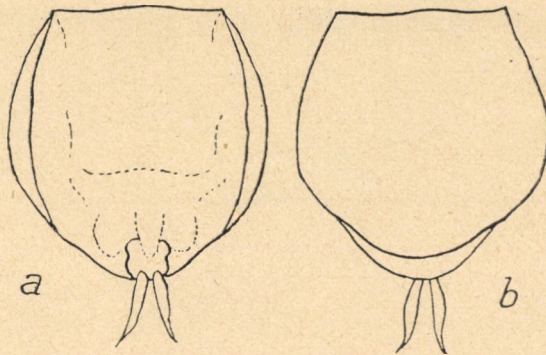
A homlokvonalon ott, ahol a két páncél egymásba fut át, gyengén kifejezett két túske alakult ki. A hasi páncél lábfelé eső részén három éles redő fejlődött ki, melyek vastagvonalú sötét csíkot alkotnak. A lábujjak olyan hosszúak, mint a típusos fajnál, de valamivel szélesebbek s igen hegyes karomban végződnek. A testméretek mindig valamivel kisebbek, mint a típusos faj testének méretei.

Úgy látszik, hogy az új alakváltozat főképpen az árnyékos helyet kedveli, oxigénigénye nagy s rejtett életet él.

Lecane nana MURRAY.

A Kis-Balaton a második hazai lelőhelye. Eddig csak a tihanyi Belső-tóból ismertük. Az előbbi helyen nagy számban él a *Myriophyllum* levélszővedéke között és a *Nuphar* levelének alján.

Páncéljai tömzsiék, kerekdedek. A háti páncél csaknem kör alakú és szélességben túlszárnyalja a hasi páncélt. A páncélok szegélyei csekélyfokú hullámosságot mutatnak, tehát nem olyan épszélűek, mint ahogyan azt HARRING—MYERS (1926) rajzolják. A teljesen összehúzódtott állatka feji részén a hasi és háti



12. ábra. *Lecane nana* MURRAY.

a = hasi oldalról (Ventralansicht); *b* = háti oldalról (Dorsalansicht).

páncél vonalai nem összevágók: csekélyke rész marad közöttük. Ezekben a bélyegekben a kisbalatoni egyedek teljesen megegyeznek a tihanyi Belső-tóban talált példányokkal.

A lábujjak a fajra nagyon jellemzően kissé karélyosak, végükön hirtelen keskenyedők és tűhegyhez hasonlóan kifelé nyúlva végződnek. Nagyon jellemző a láb többszörös karélyossága is.

Mint hogy a test nagyságában némi különbség volt a *Myriophyllum* között és a *Nuphar* levelének alján élő egyedek között, azért megmértem mindkét helyről származó több egyedet. A mérés eredményét az alábbi adatok mutatják:

	<i>Myriophyllum</i> közül	<i>Nuphar</i> leveléről
a teljes testhosszúság	76 μ	73 μ
a háti páncél hosszúsága	54 «	51 «
a háti páncél szélessége	53 «	61 «
a hasi páncél hosszúsága	57 «	57 «
a hasi páncél szélessége	51 «	52 «
a homloki szegély szélessége	48 «	50 «
a lábujjak hosszúsága	21 «	20 «

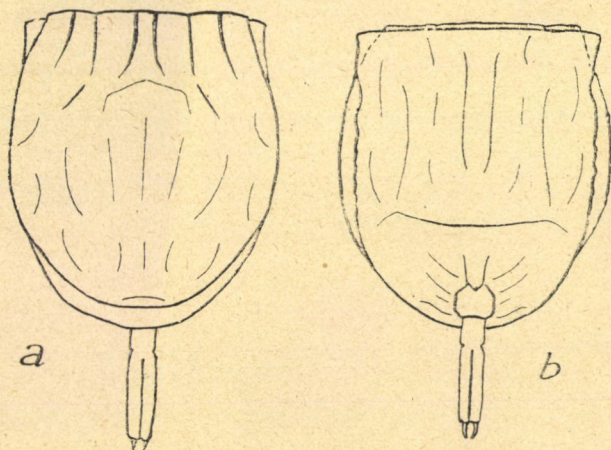
A *Nuphar* levelének alján élő faj tehát valamivel szélesebb páncélú, mint a *Myriophyllum* levélszövedékében élő faj. Ez valószínűleg azzal függ össze, hogy a *Nuphar* levelének alján a laposabb és szélesebb test biztosabb mozgást, jobb és sikeresebb odatapadást tesz lehetővé.

Lecane sympoda HAUER.

Új faj hazánk faunájában. Először HAUER (1929) írta le Karlsruhe mellett a Rajna síkságának egyik kicsiny, sekély tócsájából. Európában ezenkívül csak Spanyolországból (Albufera-tó) ismerjük, ahonnan WISZNIEWSKI (1931) mutatta ki. HAUER (1937—1938) a német Sunda-tanulmányút Szumátra, Jáva és Bali szigetén végzett gyűjtéséből 16 próbában találta meg.

A Kis-Balaton nyári életközösségében nagyon gyakori faj. Megtaláltam a planktonban, a *Ceratophyllum* és a *Myriophyllum* között, végül a *Nuphar* levelének alján. Nagy számban volt mindenütt, de a legkevesebb mégis a planktonban volt. Az élettérben tehát nem válogató, eurytop állatka.

A páncélok tojásdadalakúak, elől csaknem egyenes vonalúak, hátul lekerekítettek. Peremük oldalt és hátul nem egye-



15. ábra. *Lecane sympoda* HAUER.

a = háti oldalról (Dorsalansicht); b = hasi oldalról (Ventralansicht).

nes lefutású, hanem kissé hullámos. A páncélok általában nagyon vékonyak. A háti páncél szélesebb, mint a hasi és ezt különösen oldalt éri túl; a farki tájékon azonban rövidebb, mint a hasi páncél. A háti páncélnak a homloki részen két piciny bemélyedése van. Nagyon sekély redők vannak rajta, eléggé szabályos elrendeződésben.

A hasi páncél valamivel keskenyebb és puhább, mint a háti páncél. Szélei nem egyenletes hajlásúak. A homloki részen oldalt kissé kinyúlik a háti páncél oldalsó szélei fölé. Szintén igen vékony redők vannak rajta, de egy erős harántredő jellegzetesen kifejlődött és a páncél második harmadában élesen látható; a farki harmadon már nem látható redőzöttség, csak ott, ahol a lábnyílás kezdődik. A hasi páncél homloki szegélye általában egyenes, bár vannak olyan példányok is, melyeken itt némi hullámozottság vehető ki.

A láb első íze gyengébben fejlett, mint a második íz, mely széles négyzetalakú, az első íz felé gyengén hajló szélekkel. A fajra rendkívül jellemző a lábujj, mely első negyedében kis befűződést mutat. Itt a lábujjak még összesen öttek s csak alattuk kezdődik a két lábujj szétkülönülése. A lábujjak egyébként erősen fejlettek, párhuzamos szélűek és végükön kicsiny karmokat viselnek, melyek élesen elkülönülnek az ujjaktól. Az ujjak hosszúsága valamivel nagyobb, mint a páncél egyharmada.

A test méretei a következők:

a háti páncél hosszúsága	84 μ , szélessége	.....	74 μ
a hasi páncél hosszúsága	87 μ , szélessége	.....	71 «
a homloki vonal hosszúsága	.....	.....	55 «
a lábujjak hosszúsága a karmokkal együtt	.....	.....	31 «
a karmok hosszúsága	.....	.....	5 «
a lábujjak összesített része átlag	.....	.....	10 «

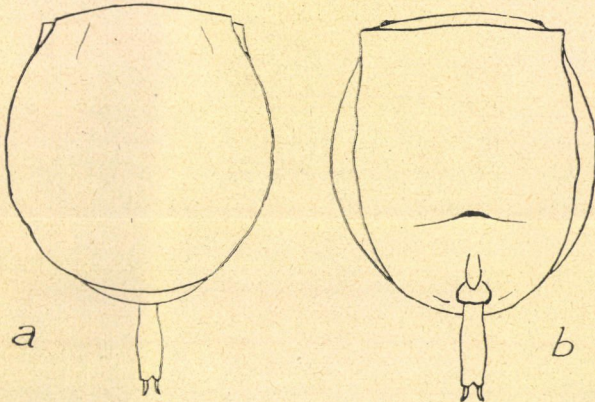
A kisbalatoni faj egyedei némileg különböznek a rajnai típusfajtól, mert zömökebbek, páncéljaik puhábbak, lábujjaik erősebben fejlettek s a karmok rendszeren összehajolnak. Ámde feltűnően megegyeznek a WISZNIEWSKITŐL (1931) Spanyolországból leírt fajjal, továbbá a HAUERTŐL a Szunda-szigetek vizeiből meghatározott alakokkal.

HAUER (1937—38) helyesen tartja melegszténothermás állatkának. Erre vall a Kis-Balaton nyári meleg vizében való nagyszámú és csaknem minden élettérben való előfordulása is. Tápláléka parányi moszatok és finom növényi törmelék, melyek a Kis-Balaton minden élettérben bőségesen megtalálhatók.

Monostyla furcata MURRAY.

Új faj hazánk vizeinek faunájában.

Igen ritka, de a Kis-Balatonban a *Nuphar* leveleinek alján megtelepedett életközösségnek gyakori tagja. Igen kicsiny állat. Háti páncélja kerekded és a legnagyobb részben eltakarja a hasi páncélt. A hasi páncél hosszúka, jóval keskenyebb,



14. ábra. *Monostyla furcata* MURRAY.

a = háti oldalról (Rückenansicht); *b* = hasi oldalról (Ventralansicht).

mint a háti és elől a homloki részen szögletesen végződik. A rögzített példányokon az amerikai HARRING—MYERS (1926) szerint a két páncél homloki vonala pontosan egymásra illik és egyenes vonalat írnak le. A kisbalatoni faj egyedén ez nem egészen így van, mert a háti páncél homloki szegélye előredomborodik és eléjnyúlik a hasi páncél homloki peremvonalának.

A fajra legjellemzőbb bélyeg a láb szerkezete. Ez ugyanis feltűnően széles, lapos; az amerikai, németországi (HAUER,

1929) és hátsóindiai szigetek vizeiben élő példányoktól különbözően nem egyenes és párhuzamos szegélyű, hanem a közepén kissé kiszélesedő. A láb végén két kicsiny k a r o m (ujjacska) van, melyek a tövüknél távol állanak egymástól, végükön pedig oldalt, kifelé nyúlnak.

A kibalatoni példányok testméreteik alapján kisebbek, mint az amerikai (HARRING—MYERS, 1926), németországi (HAUER, 1929), spanyolországi (WISZNIEWSKI, 1931) és a Szunda-szigetek vizeiben élő (HAUER, 1937—38) példányok.

Testméretei a következők:

a teljes testhosszúság (rögzített állapot)	71 μ
a háti páncél hosszúsága 58 μ , szélessége	49 «
a hasi páncél hosszúsága 60 μ , szélessége	45 «
a láb hosszúsága karmok nélkül	15 «
a karmok hosszúsága	4 «

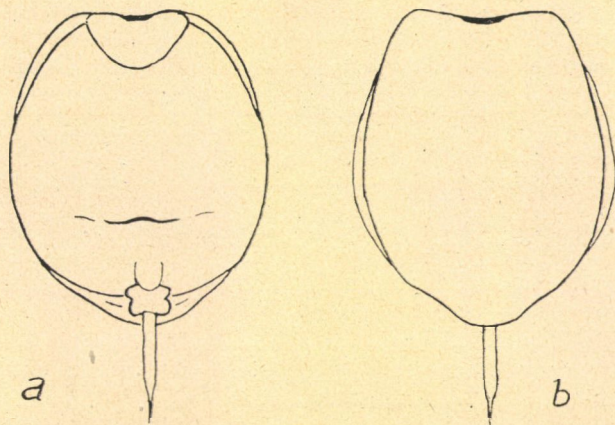
Eddig a Föld nagyon különböző helyeiről ismerjük. Amerika számos helyén megtalálták, különféle vizekben. Németországban HAUER (1929) szerint a Rajnavidék morotváiban és agyaggödrei-ben nem ritka. Általában a növényzetben gazdag vizeket és a árnyékos helyeket kedveli. A Kis-Balatonhoz hasonló, csendes, sekélyvizű és növényzetben gazdag hazai vizekből bizonyára elő fog még kerülni.

Monostyla myriophylli n. sp.

Ez a különös *Monostyla*-faj t o j á s d a d a l a k j a mellett azonnal feltűnik meglehetősen kemény háti és hasi páncélja h o m l o k i részének sajátos alkotásával és a többi fajétól eltérő keskenységével. A h á t i páncél homloki vonala csaknem egyenes, igen sekély beöblösődéssel, a h a s i páncélnek azonban a homlok egyenes vonalától számított egyenletesen lefutó szegélyű, 15 μ mélységű beöblösődése van. Elöl a két páncél összefutásánál r e d ő k képződtek, melyek hátrafelé az oldalvonalak mellett is követhetők.

A h a s i páncél szélesebb, mint a háti páncél, de csak a test középvonalában, mert elől, a homloki tájékon, a h á t i páncél a szélesebb. A háti páncél a láb felé túlnövi a hasi páncélt s sekély

hullámvonallal fut tovább. A háti páncél teljesen síma, átlátszó, semmiféle redőzöttség vagy pontozottság nincsen rajta. A hasi páncél is síma, de átlátszósága valamivel csekélyebb és a láb fölött éles, de igen rövid redőt mutat.



15. ábra. *Monostyla myriophylli* n. sp.

a = hasi oldalról (Ventralansicht); *b* = háti oldalról (Dorsalansicht).

A láb második íze karélyos, csaknem a háti páncél legelső vonaláig nyúlik. A lábujj alkotása is jellegzetes: hosszú és keskeny, vége felé hirtelen vékonyodik el és igen hegyesen végződik.

A páncélok homloki érintkezésénél sem redők, sem tüskék nem fejlődtek ki, amelyek sok *Monostyla*-faj jellemző bélyegei. Ez különbözteti meg a lábalkotásában és a páncélok szegélyvonalában hozzá némileg hasonló *Monostyla hamatától*. Ennek a fajnak a páncéljai ugyanis elől teljesen más nyílást alkotnak, hegyes és magas tüskékkel rendelkeznek s testméretei is egészen mások.

A *Myriophyllum* közül kimosott anyagban mindössze két példányát találtam. Testméreteik a következők:

a háti páncél hosszúsága	72 μ	szélessége	61 μ
a páncélok fejnyílásának legnagyobb szélessége	28 «		
a hasi páncél beöblösödésének szélessége (mélysége)	15 «		
a lábujj hosszúsága	29 μ	szélessége	5 «

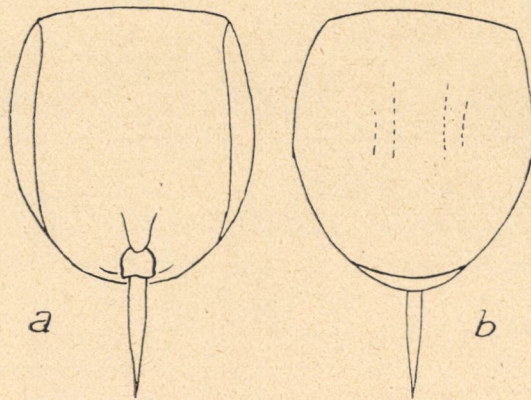
A *Monostyla myriophylli* n. sp. árnyékot kedvelő, rejtőzködő életmódot folytató faj. Tápláléka parányi moszatok és finom növényi törmelék, melyek élőhelyén bőségesen állanak rendelkezésére.

Monostyla pyriformis DADAY.

Faunaterületünkön ismerjük a budapesti vízvezeték vizéből (Török P., 1935), a tihanyi Belső-tóból és a Balaton aszófői nádas öbléből. A Kis-Balatonban elég nagy számban él. Megtaláltam a planktonban, *Myriophyllum* között és a *Nuphar* levelének fonákján.

Nagyon kicsiny állat. A *Myriophyllum* közül kimosott anyag példányainak testméretei a következők voltak:

teljes testhosszúság	75 μ
a háti páncél hosszúsága 51 μ , szélessége	47 «
a hasi páncél hosszúsága 53 μ , szélessége	38 «
a lábujj hosszúsága	24 «



16. ábra. *Monostyla pyriformis* DADAY.

a =hasi oldalról (Ventralansicht); b =háti oldalról (Dorsalansicht).

Faji bélyegei közül nagyon jellemző az, hogy a páncélok elől kissé kidomborodó, de sarkok nélküli egyenes vonalat alkotnak. A lábujj egyenletesen elkeskenyedő, igen hegyes végű; ujjacsákák nincsenek.

Ezt a fajt először DADAY (1905) írta le Paraguay édesvizeiből. HARRING—MYERS (1926) Észak-Amerikában a *Sphagnum* os vizek gyakori állatkájának mondják. HAUER (1929) Karlsruhe mellett a Rájna egyik holtágában gyűjtötte. De itt *Sphagnum* között is megtalálta. Később kimutatta (HAUER, 1937—38) a német Szunda-tanulmányút számos gyűjtéséből. Eddig ismert előfordulása tehát: Észak-, Közép- és Dél-Amerika, Szunda-szigetek, Kína, a Kaukázus északi része, Németország és Magyarország.

Irodalom.

BRAUER (1912): Die Süßwasserfauna Deutschlands. Heft 14: Rotatoria und Gastrotricha. Jena. Fischer.

BURN (1889): Some new and little known rotifers. *Science Gossip*, London, vol. 25. p. 179—182.

DADAY JENŐ (1877): Adalékok a Rotatoriák ismeretéhez. Erdélyi Múzeum-Egylet évk., új folyam, II. köt. 173—219.

DADAY JENŐ (1905): Paraguay mikrofaunájának alaprajza. *Math. és Természettud. Ért.* XXIII. köt., 312—355.

HARRING, H. K. (1913): Synopsis of the Rotatoria. *Smits. Inst. U. S. Nat. Mus. Bull.* 81.

HARRING, H. K. (1917): A revision of the Rotatorian Genera *Lepadella* and *Lophocharis* with descriptions of five new species. *Proc. U. S. Nat. Museum*, vol. 51, 527—568, Taf. 89—97.

HARRING—MYERS (1926): The Rotifer fauna of Wisconsin. III. A revision of the genera *Lecane* and *Monostyla*. *Trans. of the Wisconsin Acad. of Science*, vol. XXII.

HARRING—MYERS (1928): The Rotifer fauna of Wisconsin. IV. The Dicanophorinae. *Trans. of the Wisconsin Acad. of Sci.*, vol. XXIII.

HAUER, J. (1924): Zur Kenntnis des Rotatorien-Genus *Colurella* BOY DE ST. VINCENT. *Zool. Anz.* 59. köt., 177—189.

HAUER, J. (1929): Zur Kenntnis der Rotatoriengenera *Lecane* und *Monostyla*. *Zool. Anz.* 83. köt., 143—164.

HAUER, J. (1931): Zur Rotatorienfauna Deutschlands. II. *Zool. Anz.* 93. köt. 7—13.

HAUER, J. (1935): Rotatorien aus dem Schluchseemoor und seiner Umgebung. *Verhandl. d. Naturw. Ver. Karlsruhe*, 31. Bd. 47—130.

HAUER, J. (1937—38): Die Rotatorien von Sumatra, Java und Bali nach den Ergebnissen der Deutschen Limnologischen Sunda-Expedition. *Arch. f. Hydrobiol. Suppl.-Bd.* XV. 296—384, 507—602.

JAKUBSKI, A. W. (1912): Beiträge zur Kenntnis der Süßwasser-mikrofauna Ostafrikas, I. Die Rädertiere der Ussangusteppen. *Zool. Anz.* 39. köt. 536—550.

- LUCKS, R. (1912): Zur Rotatorienfauna Westpreussens. Danzig.
- SACHSE, R. lásd BRAUER, 1912.
- TÖRÖK P. (1935): A budapesti vízvezetéki víz szüredékének faunája. Mat. és Természettud. Ért. LIII., 637—664.
- VARGA L. (1914): Adatok Kolozsvár kerekcséregfaunájának ismeretéhez. Múzeumi Füzetek (Kolozsvár), IX.
- VARGA L. (1931): Adatok az egyesült Körös két holtágának limnológiájához. Magyar Biol. Kutatóint. Munkálatai, IV.
- VARGA L. (1934): Újabb adatok a Fertő-tó kerekcséregfaunájának ismeretéhez. Állattani Közlem. XXXI., 139—150.
- VARGA L. (1935): A Hanság limnológiai viszonyai, különös tekintettel kerekcséregfaunájára. U. ott, XXXII., 101—118.
- VARGA L. (1937): A tihanyi Belső-tó kerekcséregjei. A m. Biol. Kutatóint. Munk. IX., 153—202.
- VARGA L. (1939): Adatok a Balaton kerekcséregfaunájának ismeretéhez. Az «Aszófői nádas öböl» kerekcséregjei. U. ott, XI., 316—371.
- WISZNIEWSKI, J. (1931): Sur quelques Rotifères trouvés en Espagne. Archives d'Hydrobiol. et d'Ichthyol. T. 6, 41—64.
- WOYNÁROVICH, E. (1938): Vorläufige Mitteilung über die Entomostroken- und Rotatorienfauna der im Sommer austrocknenden Gewässer der Umgebung von Mezőcsát (Kom. Borsod). Fragm. Faunist. Hung. I. 24—25.
- WULFERT, K. (1936): Beiträge zur Kenntnis der Rädertierfauna Deutschlands. II. Arch. f. Hydrobiol. XXX. köt., 401—437.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1944. febr. 21-én tartott üléséből.)

SELTENE UND NEUE ROTATORIEN AUS DEM KIS-BALATON.

Von L. vitéz VARGA, korresp. Mitglied.

(Mit 16 Abb. im ungarischen Text.)

Verfasser untersuchte im Sommer 1938 die Rotatorien der Sommer-Biocönose des Kis-Balatons. Dieses schon sehr versumpfte und von dem Balaton-See abgesonderte Wassergebiet ist mit ausgedehnten Röhrichten bedeckt und besitzt nur eine etwa $\frac{1}{2}$ km² freie Wasserfläche. Durch die Regelung des Zala-Flusses ist das Gebiet in zwei Becken getrennt.

Die freien Wasserfläche sind im Sommer mit untergetauchten Wasserpflanzen (*Myriophyllum*, *Ceratophyllum*) und *Nuphar*, *Nymphaea*, *Hydrocharis* stark bewachsen. Ganz freie Wasserfläche sind selten. Hydrogenionkonzentration (pH): 9·00. Verfasser sammelte aus dem Plankton, hat submerse Wasserpflanzen vorsichtig ausgewaschen, von der unteren Seite der *Nuphar*- und *Hydrocharis*-Blätter die angesiedelten Organismen abgewischt. So wurden 116 Rotatorien-Arten gefunden. Es fanden sich darunter einige seltene und für die Fauna Ungarns neue, sowie einige auch für die Wissenschaft neue Rotatorien, die vom Verf. eingehender beschrieben werden.

Encentrum plicatum EYFERTH (Abb. 1 im ungarischen Text) ist zwischen *Myriophyllum* und *Ceratophyllum* nicht selten. Körperlänge ganz ausgestreckt 175—180 μ .

Encentrum Saundersiae (Abb. 2) lebt an der Unterseite der *Hydrocharis*-Blätter. Selten. Zoochlorellen waren im Magen nicht vorhanden.

Brachionus patulus MÜLL. var. *balatonicus* n. var. (Abb. 3) unterscheidet sich von dem *Typus* durch die auffallend asymmetrische

Bau des Panzers, durch die Kleinheit der hinteren Dornen und die Durchsichtigkeit des Panzers. Länge des Panzers: 180–182 μ . Breite des Panzers: 115–120 μ , Länge der grössten Frontaldornen: 48 μ , Länge des grössten hinteren Dornes: 21 μ . Die neue Varietät lebt im Plankton, aber massenhaft zwischen Ceratophyllum.

Lepadella cristata ROUSS. (Abb. 4) ist zum ersten Mal in Ungarn gefunden. Lebt im Plankton; selten. Gesamtlänge des Körpers: 158 μ , Länge des Panzers: 88 μ , Breite desselben: 62 μ , Länge des Fusses: 46 μ , die Länge der Zehen: 34 μ .

Lepadella quinquecostata LUCKS (Abb. 5) ist neu für die Fauna Ungarns. Lebt in ziemlich grosser Anzahl zwischen *Ceratophyllum* und *Myriophyllum*. Die Länge des Panzers: 81 μ , die Breite desselben: 58 μ , die Höhe: 29 μ ; die Länge der Zehen: 21 μ .

Squatinnella intermedia BURN (Abb. 6). Die zwischen *Myriophyllum* gefundenen Formen können mit *Squatinnella tridentata* FRES. nicht identifiziert werden. Der Körper ist birnförmig, gedrunken, dorsoventral stark abgeplattet. Der Panzer ist durchsichtig, bedeckt den Fuss nicht. Gesamtlänge: 142 μ , die Länge des Panzers: 62 μ , die Breite desselben: 60 μ ; Länge des Kopfes: 32 μ , die des Fusses: 28 μ , die der Zehen: 20 μ ; Breite des Kopfschildes: 48 μ . — An der Bauchseite konnten keine chitinösen Bauchschuppen beobachtet werden.

Die Art kann nur mit der alten *Squatinnella intermedia* BURN identisch sein.

Colurella tessellata GLASSCOTT (Abb. 7) lebt zwischen *Myriophyllum*. Ziemlich häufig.

Lecane aculeata JAKUBSKI (Abb. 8) kommt zwischen *Ceratophyllum* und an der Unterseite der *Nuphar*-Blätter vor. Länge der Dorsalplatte: 69 μ , Breite derselben: 44 μ ; die Breite der Bauchplatte: 43 μ ; die Länge der Vorderdornen: 9·7–10 μ ; die Entfernung der Vorderdornen: 46 μ ; die Entfernung der Basis der Vorderdornen: 38 μ ; Gesamtlänge des Fusses: 24 μ , die Länge der Krallen: 5·5 μ .

Die Art ist neu für die Fauna Ungarns.

Lecane clara BRYCE (Abb. 9) ist für die Gewässer Ungarns neu. Sie lebt zwischen *Ceratophyllum*; nicht selten. Gesamtlänge: 92 μ , Länge der Dorsalplatte: 70 μ , Breite derselben: 52 μ ; Länge der

Ventralplatte: 71 μ , Breite derselben: 50 μ ; Breite des Vorderrandes: 48 μ ; Länge der Zehen: 22 μ .

Lecane Ludwigii ECKSTEIN (Abb. 10) lebt zwischen *Ceratophyllum*, ziemlich häufig. Länge der Ventralplatte: 158 μ , Breite derselben: 68 μ ; die grösste Breite der Rückenplatte: 71 μ ; Länge der Vorderdornen: 12 μ , Länge des hinteren Dornes: 31 μ ; die Entfernung der Vorderdornen: 56 μ ; Länge der Zehen: 47 μ .

Lecane luna MÜLL. f. *balatonica* n. f. (Abb. 11). Die Typusform ist in den Gewässern Ungarns sehr verbreitet. Die neue Form unterscheidet sich von dem Typus, der auch im Kis-Balaton massenhaft und überall vorkommt, durch die ovale Form des Panzers und hauptsächlich durch die Ausbildung der frontalen Seite des Rücken- und Bauchpanzers, sowie durch die scharfen Falten des Bauchpanzers. Die neue Form ist immer kleiner, als der Typus. Sie wurde nur zwischen *Ceratophyllum* gefunden.

Lecane nana MURRAY (Abb. 12) lebt in grosser Anzahl zwischen *Myriophyllum* und an der Unterseite der *Nuphar*-Blätter. Die Formen, die in dem letzteren Biotop leben, sind mehr abgeplattet und besitzen eine bereitere Dorsalplatte (61 μ). Grösse der zwischen *Myriophyllum* lebenden Formen: Gesamtlänge 76 (73 μ)¹, Länge der Rückenplatte: 54 (51) μ , Breite derselben: 53 (61) μ ; Länge der Bauchplatte: 57 (57) μ , Breite derselben: 51 (52) μ ; Breite des Vorderrandes: 48 (50) μ ; Länge der Zehen: 21 (20) μ . Das Leben an der unteren Seite der *Nuphar*-Blätter ist durch die breitere und flachere Form des Körpers mehr erleichtert.

Lecane sympoda HAUER (Abb. 13). Neu für die Fauna Ungarns. Sie lebt in grosser Anzahl im Plankton, an der Unterseite der *Nuphar*-Blätter, zwischen *Myriophyllum* und *Ceratophyllum*. Länge der Rückenplatte 84 μ , Breite derselben: 71 μ ; Länge der Bauchplatte: 87 μ , Breite derselben: 71 μ ; Breite des Vorderrandes: 55 μ ; Länge der Zehen mit Krallen: 31 μ , Länge der Krallen 5 μ ; der zusammengewachsene Teil der Zehen: 10 μ .

Monostyla furcata MURRAY (Abb. 14) ist neu für Ungarn. An der unteren Seite der *Nuphar*-Blätter häufig. Gesamtlänge des

¹ Die im Klammer stehenden Zahlen beziehen sich auf die Formen, die von der Unterseite der *Nuphar*-Blätter stammen.

Körpers: 71 μ , Länge der Dorsalplatte 58 μ , Breite derselben: 49 μ ; Länge der Ventralplatte: 60 μ , Breite derselben: 45 μ ; Länge der Zehe ohne Krallen 15 μ ; die der Krallen: 4 μ .

Monostyla myriophylli n. sp. (Abb. 15). Körper oval. Rückenplatte stark konvex, Bauchplatte mehr flach. Frontallinie der Rückenplatte fast gerade, die der Bauchplatte mit einer etwa 15 μ tiefer Einbuchtung. Der frontale Teil der Platten ist auffallend schmal (28 μ). Die Vorderrandecken sind abgerundet.

Der Bauchpanzer ist nur in der Mittellinie des Körpers breiter, an anderen Teilen ist dagegen der Rückenpanzer grösser. An der Rückenplatte sind keine Falten, sie ist glatt und durchsichtig. Die Bauchplatte ist weniger durchsichtig und besitzt über der Fussöffnung eine kurze, wellige und scharfe Furche. Das letzte Fussglied ist breit, wellig, ragt fast bis zur unteren Linie der Rückenplatte. Die Zehe ist schmal, lang, sie verjüngt sich an ihrem Ende scharf und endet sich sehr spitz. Krallen sind nicht vorhanden.

Grösse: Länge der Rückenplatte: 72 μ , Breite derselben: 61 μ ; die grösste Breite der Kopföffnung: 28 μ ; Länge der Zehe: 29 μ , die Breite derselben: 5 μ .

Monostyla myriophylli n. sp. wurde zwischen *Myriophyllum* in zwei Exemplaren gefunden. Scheint Schatten zu bevorzugen. Ihre Nahrung besteht aus sehr kleinen Algen und feinem Detritus.

Monostyla pyriformis DADAY (Abb. 16) ist im Kis-Balaton ziemlich häufig. Lebt im Plankton, zwischen *Myriophyllum* und an der Unterseite der *Nuphar*-Blätter. Gesamtlänge: 75 μ ; Länge der Dorsalplatte: 51 μ , Breite derselben: 47 μ , Länge der Bauchplatte: 53 μ , Breite derselben: 38 μ ; Länge der Zehe: 24 μ .

Die Körpergrösse der in dem Kis-Balaton lebenden Rotatorien ist im Allgemeinen kleiner, als die der in anderen Ländern beobachteten Arten.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 21. Februar 1944.)

A SZERVEKBEN FOGLALT HAEMOGLOBIN ÉS SZÁRMAZÉKAI SZÍNTARTÓS MEGŐRZÉSÉNEK VEGYI FELTÉTELEI.

ROMHÁNYI GYÖRGY-től.

KAISERLING, PICK, valamint JORES által megadott színes rögzítési eljárások jó eredményei általánosan ismertek. Ennek ellenére ismételtelen történtek kísérletek a legutóbbi időkig menően jobb vagy megbízhatóbb eljárások kidolgozására. Ezen fáradozások valószínűleg-azzal a körülménnyel függenek össze, hogy az említett szerzők eljárásai, főleg ami a tartósságot illeti — nem voltak mindig kielégítőek. Azt a kérdést, hogy a sikertelenség a primár rögzítőkeverékek vagy a praeparatumok elzárása után beálló secundär elváltozások rovására írható, igen sokáig nem kísérelték meg tisztázni. Csak 1924—25-ben indított n. BALOGH ERNŐ rendszeres vizsgálatot ennek a kérdésnek a tisztázására. Vizsgálataiban, amelyeket külföldi intézetek (Prof. MALLORY-BOSTON, Prof. TURNBULL-London) és itthoni múzeális anyagon éveken át folytatva, a szokásos rögzítőkeverékek H^+ -concentrációját colorimetriásan meghatározva megállapította, hogy a JORES-folyadék, amely a szervek színét már a rögzítés folyamata alatt közismerten még a legjobban biztosítja, spektroskopos ellenőrzéssel a vérfestenynek oxyhaemoglobin változatát megtartva, pH 7.4—7.6 vegyhatásával is kitűnik szemben a KAISERLING I. oldat savanyúbb (pH 6.2—6.4) ill. a PICK-oldat jóval lúgosabb (pH 8.2—8.4) viselkedésével. További vizsgálataiban azután KAISERLING eljárása szerint eredetileg színesen rögzített és idő folyamán kifakult készítmények zárófolyadékának jelentős megsavanyodását mutatta ki (pH . 5.0-ig menően), míg a színüket jól megtartott készítményeknél a záró-

folyadék 6·8 körül *pH* értékeket mutatott. Minthogy a vegyiközegtől függően az oxyhaemoglobin viszonylagos legjobb maradandósága a *pH* 6·8-as isoelektromos pontjához van kötve, n. BALOGH ERNŐ a zárófolyadék előrehaladó megsavanyosodásának döntő jelentőséget tulajdonított a KAISERLING szerint színesen rögzíteni kívánt készítmények végleges kifakulásában. A folyadék megsavanyodását ceteris paribus főként a szervek belső autolysises elváltozásaira vezette vissza. Mivel a savanyú közeg az autolysisnek kedvez, az így meginduló circulus vitiosus folytán szerinte főleg a nagyobb, elégtelenül rögzített készítmények következetesen kifakulnak. Ezért a zárófolyadékoknak *pH* 6·8-ra való beállítását és ennek tartósabb biztosítását a SÖRENSEN-féle phosphatoldatoknak kellő arányban ($\bar{a}\bar{a}$) való alkalmazásával kísérte meg. Kisebb szervdarabkákat előzetes *pH*. 6·8-ra beállított rögzítő, majd minden alkohol kezelés nélkül glicerinmentes, enyhén formalinozott zárófolyadékba helyezve megkapó jó eredményeket észlelt. Egész szervek használata esetén azonban a kiegyensúlyozó rendszer (Puffer-System) hamarosan mindjobban előrehaladó kimerülését észlelte.

n. BALOGH ERNŐt törekvéseiben az a nagy gyakorlati érdek vezette, ami az egyetemi kórbonctani intézetek tanítómunkájához fűződik. Már az előző világháborúban mint hadsereg-prosektor rájött arra, hogy repeszdarabokkal rögzített számos készítmény művi siderosis folytán természetűen színtartóvá vált. Valóban a budapesti kórbonctani intézetben őrzünk jelenleg is immár 26 év óta megkapóan természetes színhúségben nem egy ilyen készítményét. Törekvéseiben méltánylandó, hogy amint azt COHN bostoni biochemikus feléje mondotta, a «konyhai recept»-szerű eljárásokkal szemben tudományos mederben foglalkozott a kérdéssel s mint egyedüli lehetőségtől, ettől várta a végleges igazi megoldást. Az ő lankadatlan múzeumszeretete nem kis mértékben serkentett ezen kérdéssel kapcsolatos, a budapesti egyetemi kórbonctani intézetben végzett, alább ismertetendő vizsgálataimra.

Előzetesen rá szeretnék mutatni egy körülményre, amely éppen a saját eljárásom kidolgozása során igen fontosnak mutatkozott. Nevezetesen a rögzítő eljárások folyamán nagy általánosságban alkalmazott és részben a zárófolyadékban is szereplő vegyszerek

közül az alkohol és glicerín oxygen jelenlétében maguk is methaemoglobinképzők. Alkohol először kathaemoglobinképződéshez vezet, (amelynek az oxyhaemoglobinhoz hasonló elnyelési színekepe van és a főszerepet játsza a szervek színének megtartásában), néhány nap múlva azonban már fokozatosan methaemoglobinképződést idéz elő. Ezen körülménnyel lehetne összefüggésbe hozni KAISERLINGnek empirikus ajánlatát, hogy az eljárásában alkalmazott alkohol-kezeléses rekolorisatio csak néhány órát vegyen igénybe. A zárófolyadéokban MELNIKOW-RAZWEDENKOW kezdeményezése óta derítőszerként alkalmazott glicerín HAUROWITZ szerint O_2 jelenlétében ugyancsak methaemoglobinképző. Mindezen körülményből magától adódik a készítmények teljesen légmentes elzárásának döntő fontossága, minthogy utólagos oxygen hozzájutás methaemoglobinképződés által a készítmények elszíntelenedéséhez vezet. A légmentes elzárás továbbá megakadályozza az oxydatív tejsavképződést a glicerínből és ezzel a zárófolyadéknak, n. BALOGH ERNŐ által annyira károsnak talált megsavanyodását. A készítmények légmentes elzárásának döntő fontosságát a színek megtartása szempontjából azonban az eddigi methodikai előírások egyáltalán nem hangsúlyozták. Valószínűnek vélem, hogy igen sokszor éppen a véletlenül szerencsésen légmentesen elzárt készítmények tartották meg eredeti színeiket abban az esetben, ha megfelelő átrögzítés utólagos autolysises folyamatok kialakulását és következményes megsavanyodását nem tette lehetővé.

Vegyí szempontból sem KAISERLING, sem PICK, JORES stb. nem dolgozták ki messzebbmenően eljárásaikat. A szervek színét pl. KAISERLING az oxyhaemoglobin spektrumához hasonló elnyelési színeképpel rendelkező kathaemoglobin útján igyekezett megtartani. Kémiai szempontból pontosan jellemzett színes rögzítési eljárást SCHULTZ ismertetett 1929-ben, aki a világítógáz által kiváltott CO-haemoglobin reactio útján igyekezett a szervek véradta színét megtartani, kiindulva az ismert tényből, hogy a CO 140-szer nagyobb affinitást mutat a vérfestenyhez, mint az oxygen. Az eljárás azonban nem járt tartós eredménnyel, mert nem számított a CO-haemoglobin fénydissociációs készségével. A készítmények valóban túlzott fényérzékenységük miatt nem bizonyultak tartósaknak. Ezzel az eljárással kezdetlegesen formában 1910—11-ben ORSÓS J. IMRE és

mellette n. BALOGH ERNŐ, mint orvosnövendékek már próbálkoztak.

Más egyéb vegyileg jól jellemzett vérfestényszármazékokat eddig színes rögzítési eljárás céljaira még nem vettek eredményesen igénybe. Ezek közül intenzív vörös színük miatt elsősorban a haemochromogenek jöhetnének számításba. A haemochromogen intenzív elnyelési színe és az ezzel kapcsolatos erőteljes vörös színe már HOPPE-SEYLER óta ismert. Törvényszéki orvostani gyakorlatban is gyakran igénybeveszik a vér spectroscopos kimutatására, minthogy sokkal nagyobb hígításokban is kifejezetten felismerhető a jellemző két kötegű haemochromogen spectrum, mint oxyhaemoglobin esetében. A haemochromogen kémiai összetétele és viselkedése közelebbről azonban csak az utóbbi időkben vált pontosabban ismertté. A haemochromogen a redukált haematinnak nitrogén tartalmú basisokkal való complex kötésének felel meg. Lúgos közegben már a natív vérből keletkezik erőteljesebb redukáló szernek, mint pl. $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ (natriumhydrosulfurosum) hatására. Ebben az esetben a redukált haemoglobin basicus amino-csoportjaival képezi a complex kötést. A globinon kívül más nitrogéntartalmú basisok is képesek a redukált *Hb*-hoz kötődve a haemochromogenképződésben részt venni. A haemochromogen képződésnél szereplő aminobasisok szerint megkülönböztetünk: globin, pyridin, nicotin, NH_3 , hydrasin stb. haemochromogent. Minthogy a globin a szervek rögzítése után amino-csoportjainak denaturálódása révén elveszti kötődési képességét a redukált vérfestényhez, ezért haemochromogen-képződés rögzített szerveken csak a reakcióhoz szükséges nitrogénbasis hozzáadása révén érhető el. A haemochromogen képződéshez alkalmazható nitrogén basisok közül azonban csak a pyridin és a nicotin rendelkezik a globinhoz hasonló nagyfokú affinitással a haemochromogenképződéshez. Fontos továbbá az a tény, hogy a haemochromogen a reakciós componenseivel a következő egyensúlyi helyzetben áll:

Redukált haematin + N (globin, nicotin, pyridin) \rightleftharpoons haemochromogen.

A nitrogénbasis növelésével mind több haemochromogen képződik egészen a kvantitatív reakcióig. Ezzel a körülménnyel lehetőség nyílik a szín intenzitás tervszerű beállítására, mert pl. haematin-

oldatnak vagy egy rögzített szervrészletnek annál élénkebb piros lesz a színe, mennél több nitrogénbasist (nikotint, v. pyridint) alkalmazunk a reakcióban. Ezáltal széles variációs lehetőség nyílik a készítmények színezésére, amit természetesen célszerűen ki lehet használni. Hasonló lehetőséget az eddigi eljárások egyike sem nyújtott, minthogy eredményük semmiképpen nem volt befolyásolható. A fenti lehetőséget tovább fokozza az a körülmény, hogy az egyes haemochromogenek szintónusa elég szembetűnő árnyalati különbségeket mutat. Ez a sajátosságuk az elnyelési csíkjaiknak némileg változó helyzetéből származik. Az eljárásunk során alkalmazásra kerülő haemochromogenek közül a pyridin-haemochromogen mérsékelt koncentrációban igen élénk piros színt mutat, mely az arterialis vérbőség színének felel meg. A nikotinhaemochromogen hasonló töménységben kissé sötétebb árnyalatú, és kisebb töménységben közeledik a pangásos szervek szederjes színéhez. Az ammoniumhaemochromogen már kifejezetten szederjes vörös színeket eredményez. NH_3 azonban sokkal kisebb affinitással rendelkezik a haemochromogen-képződéshez, mint a pyridin vagy nikotin és ezért megfelelő reakció intenzitáshoz nagyobb koncentrációban volna szükséges az alkalmazása, ami későbbi haemolysis veszélyével járna.

Színes készítményeknek haemochromogen-reakció révén való készítésénél legnagyobb fontosságú az a tény, hogy a haemochromogenek állandóságának elengedhetetlen feltétele a redukciós állapot. Az összes művi haemochromogen oxigénérzékeny és autooxydabilis. Levegőn szabadon hagyott haemochromogen-oldat csakhamar felülről lefelé rétegzetesen terjedő szennyes barna elszíneződést mutat, ami az élenyüléssel haematin képződésnek az eredménye. A reakció azonban reverzibilis. Ha azonban a haemochromogen oldat, illetve készítmény számára, amelyen haemochromogen reakciót végeztünk, biztosítjuk a redukciós állapotot azáltal, hogy meggátoljuk légmentes elzárással O_2 utólagos beszívargását, akkor a haemochromogen Zey-nek szavaival: «korlátlanul tartós». Haemochromogen oldataink és szervrészleteink, amelyeket haemochromogen-reactio után légmentesen elzártunk most már közel három éve semmiféle színi eltérést nem mutatnak és spektroskoposan áteső, illetve refraktált fényben változatlanul

mutatják a haemochromogenek jellemző kétkötégű elnyelési színképét.

A felsorolt adatok kielégítően ismertették az általunk kidolgozott színes rögzítési eljárásnak elméleti alapjait. Lényegében tehát vegyileg jól meghatározott vérfestenyreakcióról van szó. nevezetesen haemochromogenképződésről, amit előzetesen a szokásos módokon rögzített szerveken váltunk ki, ami által megfelelő feldolgozás mellett kitűnő színtónusok nyerhetők, amelyek a redukációs állapot biztosítása mellett eddigi 3 éves tapasztalataink szerint változatlanul tartósaknak mutatkoztak. További előnye ezen eljárásnak, hogy a vérfestényszármazékoknak egész sora alkalmas a haemochromogenképzésre. Oxyhaemoglobin és redukált *Hb* mellett methaemoglobin és haematin is reakcióképes. Hasonlóan a rothadásos kén-methaemoglobin. Ennek gyakorlati haszna, hogy az utóbb említett vérfestényszármazékok (*metHb*, haematin) nemcsak a szerveknek a különböző sóformalin keverékekben való friss rögzítésekor keletkeznek (még a JORES-féle chloralhydratos rögzítő keverék is hosszabb behatás után hasonló vérfestény módosulást idéz elő), hanem ezeknek keletkezése (főleg *metHb*-é) idézi elő az eredetileg színesen rögzített készítményeknek idővel igen gyakran bekövetkező kifakulását. Ezen vérfestényszármazékoknak haemochromogenképződésre alkalmas reakciókészsége gyakorlatilag könnyen keresztülvihető lehetőséget nyújt régi kifakult készítmények recolorizálására. Hasonló lehetőség áll fenn természetesen formalinrögzített szervekre is. Évtizedes kifakult öreg készítményeken elvégzett haemochromogenreakció a legtöbb esetben egészen meglepő eredménnyel jár. A reakció tulajdonképen csak olyan készítményeken válik teljesen eredménytelenné, amelyekben az izomzat és vértartalmú részek szinte hófehér kifakulást mutatnak, amelyekben a vér- és izomfestény valószínűleg már teljes lebomlásnak esett áldozatul. — n. BALOGH ERNŐ egyes észleletei szerint kül. ilyenkor érvényesül a zárófolvadéknak savanyúvá vált hatása, amelyben ő az elbomló haemoglobinnal kidiffundálhatónak vélt vastöbbltet is tudott nem egyszer kimutatni.

Az eljárásnak gyakorlati kivitele egyszerűen alakul. A friss készítmények rögzítése a különböző sóformalinkeverékekben történhetik. (KAISERLING, PICK, JORES.) Tiszta formalinrögzítés is jó

eredményeket ad különösen a vértartalmú részek élénk természetes színét illetően. Egyes szervek és izomzat színe azonban kissé világos színárnyalatban tűnik elő. Magunk részéről mind a három említett rögzítő keveréket jó eredménnyel alkalmaztuk. Minthogy JONES-féle rögzítő keverék az eredeti összetételben a haemochromogénreakció után szinte túlélénk színeket adott, ezért később némileg módosított formában alkalmaztuk. (Aqu. dest. 8000. Formalin 2000. karlsbadi só 500, chloralhydrat 100 vagy 50.) Igen fontos, hogy a rögzítés alapos legyen, ami által a készítmények későbbi haemolysise meggátolható. (Ezért régi készítmények recolorizálása-kor hetek múltán gyakran mutatkozik meggátolhatatlan haemolysis, ami annak eredménye, hogy az eddigi színes rögzítési eljárások igen rövid, néhánynapos rögzítéssel dolgoztak, ami után a készítményeket rögzítő hatás nélküli zárófolyadékba helyezték.) A rögzítés ideje ezért lényegesen hosszabb időre terjed, mint az eddigi gyakorlatban volt. Közepes nagyságú szervek (vese, szív) rögzítése 3 hétig szükséges. Nagyobb szervek megfelelően hosszabb ideig rögzíttetnek, bár itt mindig fennáll a veszélye annak, hogy a rögzítő hatás hiányos mélyrehatolása folytán a rögzítés nem ki-elégítő. Túlnagy szervek helyett inkább szervszeletek alkalmazása ajánlatos. Hiányosan átrögzített szervek a haemochromogénreakció elvégzése után hetek múltán lassan előrehaladó haemolysist mutatnak.

A rögzítés után a szerveket a kívánt helyzetben végleges üveg-edényükben felillesztve folyó víz alá helyezzük 1—2 napig. Teljesen víztiszta zárófolyadékkal rendelkező készítmények előállításához még tanácsos a kimosott készítményt félórára desztillált vízzel leönteni és abban állni hagyni. Ezután a víz leöntése után az edényt a készítmény minden megbolygatása nélkül a következő összeállítású zárófolyadékba helyezzük:

Desztillált víz	10000
Natr. acet.	500
Formalin (40%)	400

A zárófolyadékban a desztillált víz feltétlenül szükséges, mert a haemochromogénképződéshez hozzáadandó nátronlúg a vezetéki vízzel enyhe zavarosodást idéz elő. Nátriumacetat lúgos dissocia-

tiója révén ugyanezt a célt szolgálja, bár annak hozzáadása nem feltétlenül szükséges. Ha lehetőség van rá, természetesen glicerint is hozzáadható a zárófolyadékhoz a szokásos mennyiségben.

Ha a készítmény edényét a zárófolyadékkal feltöltöttük, adjuk csak hozzá a haemochromogenképződéshez szükséges reagenseket, és pedig az edényben foglalt zárófolyadék mennyiségéhez meghatározott arányban. A reakció elérésére hozzá kell adni: nikotint 0·01%—0, 1%-ig a kívánt színárnyalatnak megfelelően, NaOH -t mindig változatlanul 0·05%-ban, és a redukáló szert: nátriumhydrosulfurosumot ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$, nátrium hydrosulfurosum technicum E. MERCK) 1% mennyiségben. A koncentráció arányok a zárófolyadék mennyiségére vonatkoznak, azért annak mennyiségét az edény feltöltésekor előzetesen meg kell határozni.

A reakció egyszerű keresztülviteléhez a következő törzsoldatokat kell elkészíteni:

5% nikotinoldat (nicotin crudum megfelelően hígítva desztillált vízzel),

5% pyridinoldat (csak kiemelkedően élénk színtónusok elérésére alkalmazandó és ezért általában nem szükséges),

5% NaOH .

A készítmény zárófolyadékához először NaOH -t adunk 0·05% arányban. A lúgoldat töménysége úgy van megválasztva, hogy 1 cm^3 lúgoldat a zárófolyadék 100 cm^3 -éhez éppen a kívánt aránynak felel meg. Ezután adjuk a készítményhez a kívánt nikotinmennyiséget. Ennek aránya általában 0·05—0·1% között változtatható a kívánt színárnyalatnak megfelelően. JORESben rögzített szervek általában már 0·05% nikotinmennyiségnél megfelelően élénk színárnyalatot nyernek, míg KAISERLING és PICK oldatokban rögzített szerveknél ez 0·1% nikotinmennyiséget igényel. Szederjes színárnyalatokhoz 0·025%—0, 05% nikotinarány alkalmas. A nikotinmennyiség változtatásával a készítmény színtónusa annak jellegéhez alkalmazható. Ha pl. arterialis vérbőség élénk vörös színét kívánjuk előidézni, akkor 0·1% nikotint alkalmazunk. ez a színtónus még felélénkíthető azáltal, hogy 0·05% nikotint együttesen alkalmazunk 0·05% pyridinnel. Ez a színtónus már az előben észlelhető arterialis vérbőség élénk színének felel meg és kórbonctani készítményeken kissé szokatlanul is hat. Különböző

nikotinkoncentrációval előállított próbakészítmények színkülönbsége alapján igen könnyű elsajátítani gyakorlati felhasználás céljából a szintónus variálási lehetőségeit.

A lüg és nikotin hozzáadása után a zárófolyadék mennyiségére számítottan 1%-ban adunk redukáló szert por alakban ($Na_2S_2O_4$). Az oldatnak pipettával való enyhe felkeverése és a por hozzáadása és feloldódása után az edényt gondosan légmentesen elzárjuk. Egy-két cm magas levegőmaradvány a folyadék felett jelentőség nélküli, csak további állandó levegőbejutást kell megakadályozni. A légmentes elzárásra leginkább olyan edények alkalmasak, melyek vízszintes záróperemmel rendelkeznek. (Az üvegfedő leragasztására a következő keveréket találtuk megfelelőnek: sárgaviasz, gyanta, iszapolt kréta aa.) Különös gonddal kell ügyelni arra, hogy a felmelegített üvegfedőnek a ragasztómasszára való nyomásakor apró levegőbuborékok ne maradjanak vissza a ragasztó anyagba zártan.

A lezárt készítményben máris megindulóban van a haemochromogenreakció révén a készítmény színeinek élénkülése. A reakció azonban csak 24 óra múltán éri el tetőfokát. Ekkor a színek sokszor kissé túlélénkek, ugyanis a haemochromogenreakció kezdetben a szerv felszínén túl koncentráltan alakul ki, minthogy a haemochromogen és reakciós komponensei között egyensúlyi reakció áll fenn. Kezdetben tehát az egész reakció a felszínen fejlődik ki, később fokozatosan a reakció a szervben egyenletes elosztást ér el és ennek folytán a színek némileg enyhülnek, ami kb. két hét alatt zajlik le és ekkor éri el a készítmény a végleges színárnyalatait. Minthogy a színárnyalat az alkalmazott nikotinmennyiségtől függ, érthető hogy ha túlnagy készítményt helyezünk szűk edénybe kevés folyadékkal, és a folyadékmennyiséghez csak a fenti arányban adjuk a kívánt reagenseket, akkor ugyan kezdetben felszíni haemochromogenreakció révén élénk színek alakulnak ki, azonban a nikotinmennyiségnek elégtelensége miatt a reakció mélyreterjedése folytán igen hamar, már az első hét folyamán szembetűnő halványulás áll be. Ebből következik, hogy a készítményeket saját tömegükhöz viszonyítva legalább 2—3-szoros folyadékmennyiségben kell állítani, ill. olyan készítményekhez, amelyekben nagy tömeg vér vagy izomzat van, 0.15% nikotint kell a szükséges színárnyalat elérésére hozzáadni.

Eltekintve ilyen esetektől, ahol az elégtelen nikotinmennyiség folytán az említett módon a színtónus már korán fakulni kezd, a megfelelő mennyiségű reagensekkel ellátott és légmentesen elzárt készítmények változatlanul tartósak. Színtelenedés kizárólag utólagos levegő-bejutás következménye lehet. Ezt már arról is meg lehet figyelni, hogy készítmény felülről lefelé rétegzetesen továbbhaladó elfakulást mutat a haematinképződés folytán. Kapillaris légbeszivárgásnál ez a folyamat hónapokig is eltarthat. A levegő-bejutás jelei tehát könnyen felismerhetők, úgyhogy ilyen esetekben megismételt légmentes elzárással az elszíntelenedés meggátolható, ill. a szükséges reagensek hozzáadásával a készítmény újrászínezhető. Kellő gondosság mellett azonban tapasztalataink szerint ilyen zavarok a légmentes elzárással csak kivételesen fordulnak elő és nem zavarják lényegesen az eljárásnak különben megbízható eredményeit.

A továbbiakban egyes szövetelemeknek sajátos viselkedéséről kívánunk még megemlékezni, amelyekre vonatkozólag eddig 500-on felül elkészített preparátum kapcsán megfigyelést tehetünk. Ez a sajátos viselkedés egyes szöveti festenyanyagokra vonatkozik: a genny és chloroma zöld színére, az epefestenyre és a zsír festőanyagára, valamint egyes közelebbről nem definiált szöveti festőanyagokra.

Általánosan ismert, hogy sem a chloroma, sem a genny zöld színe, továbbá az ikterusos szervszíneződések az eddig ismert eljárások révén nem voltak eredeti színárnyalatukban megterhathatók. A chloroma és a genny zöld színe már legtöbbször a levegőn, de legkésőbb a rögzítő folyadékban eltűnnek. Eljárásunk során azt tapasztaltuk, hogy mindkét festenyanyag a redukáló szer hozzáadásakor szinte pillanatok alatt zöld színárnyalatukban újra megjelentek és eddigi legidősebb készítményeinkben már két éven túl változatlanul megmaradtak. A chloroma és a genny zöld színének a redukció révén való visszanyerése nemcsak frissen rögzített szerveken lehetséges. Egy esetben sikerült 6 évig formalinban tartott, teljesen kiszíntelenedett chloromás szövetnek redukció révén annak eredeti zöldes színét visszaadni.

Ez a megfigyelés azt mutatja, hogy a genny és különösen a chloroma zöld színének a levegőn bekövetkező gyors eltűnése

oxydációs, de reversibilis leuko-vegyületté való átalakulásának felel meg. A két festenyanyagnak ezen sajátága alapján érthető, hogy ezek az eddigi konzerváló eljárások során már a primär rögzítő folyadéokban oxydáció révén elszíntelenedtek, és a továbbiak során már leuko-formájukban kerültek az elzáró folyadékba.

Részben hasonló sajátágot mutat a lipochrom is. Ismeretes, hogy a zsírnak és más lipoidtartalmú szövetrészeknek sárga színe rögzítő oldatokban már napok mulva fokozatosan krétafehér színbe megy át. Hogy itt ugyancsak oxydációs folyamatok játszhatnak szerepet, sejteti az a megfigyelés, hogy ez a jelenség a készítménynek a levegő, ill. a folyadékfelszín felé fordított felszínén alakul ki leghamarabb. A zsírszövetnek ez a krétafehér elszíneződése öreg múzeumi készítményeken csaknem mindennapi jelenség. Tulajdonképpen csak kivételesen láthatók régibb készítmények sárga színüket megtartott zsírszövettel. Ha a zsírszövet nem fehéredett ki teljesen, akkor sikerült régi készítményeken visszaszínezünk. Viszont friss készítményeken a zsírfestény fokozatos oxydációs elszíntelenedését redukciós eljárásunkkal meggátolva, ezáltal a készítmények színdússágát igen előnyösen növelhettük.

Hasonlóan ismert, hogy az ikterusos szervelszíneződéseket eredeti sárga színárnyalatukban eddig nem volt lehetséges megtartani. Az epefestények sokszor már a szervezetben is oxydatív átalakulást szenvednek, és megzöldítik a szerveket. Ugyanez az átalakulás bekövetkezik még sárga icterusos szervek rögzítésekor, mikoris azok fűzőldékké válnak. Az eljárásunk során szereplő redukciós állapot visszaalakítja az oxydáció folytán kialakult biliverdint bilirubinná, ami által az ikterusos szervek eredeti sárga színüket nyerik vissza. Nehézség csak abban mutatkozik, hogy az epefestények nincsenek mindig szorosan a szöveti kolloidokra adszorbeálva, ezért könnyen kioldódnak. Ez a jelenség különben már ikterusos szervek rögzítésekor is általában megfigyelhető, amikor azok folyadéka fűzőlddé válik. Ennek megfelelően csak 4—5 heti rögzítés után sikerült a bilirubin kioldódását a szövetekből meggátolni. Alapos átrögzítés után sikerült ikterusos bőrszeleteket, valamint agyszeleteket újszülöttek ú. n. magikterusánál természetes színükben tartósan konzerválni.

Kiegészítésül megemlíthető, még, hogy más egyéb, közelebbről nem jellegzett szöveti festenyanyagok, valamint különböző

váladékoknak (kolloid, cystatartalmak), színe igen sokszor mutat a fent említetteknek megfelelő viselkedést. Ezek színgazdagsága ugyancsak gyakran már a rögzítéskor elvész. Sok esetben tapasztaltuk, hogy ezek is redukciós eljárásunk révén pillanatok alatt visszanyerték eredeti változatos színárnyalataikat.

Összefoglalás.

A részleteiben közölt új színes rögzítési eljárás alapját haemochromogenreakció képezi. Alaposan átrögzített szervrészeket megadott zárófolyadékban olyan reagensekkel látjuk el, amelyek a szervek vérfesteny tartalmát az élénkörös haemochromogenné alakítják át. A készítmények légmentesen zárandók le. A haemochromogenképződéshez szükséges nikotin mennyiségének változtatása által tetszésszerűt, a készítmények jellegének megfelelő színárnyalatokra tehetünk szert. Az eljárás formalinban rögzített szerveken is hatásos. Továbbá igen jó eredménnyel visszaszínezhetők régi kifakult múzeumi készítmények is. A haemochromogenképződéshez szükséges redukciós eljárás sajátos hatást fejt ki az egyes szöveti festékanyagokra. Ezáltal lehetségessé vált ikterusos szervszíneződéseket, a zsírszövet színét, valamint a genny és chlőroma zöld színét eredeti színárnyalatában tartósan rögzíteni. Készítményeim diffus napfénynek nap mint nap szándékosan kitéve három év múltán is mindmáig színtartóaknak bizonyultak.

A melanin-festény megőrzésére azonban redukciós eljárásunk nem alkalmas, mert az ennek folytán fokozatos sárgulással halványul, ami ismeretes chemismusából folyóan kézenfekvően következik.

Irodalom.

- N. BALOGH ERNŐ: Orvosképzés XVII. 1927.
 N. BALOGH ERNŐ: Acta Univ. Fr. Jos. Tom. III. Szeged, 1929.
 N. BALOGH ERNŐ: 2^{ème} Congrès intern. de Path. Comp. Paris, 1932.
 HAUROWITZ: Z. phys. Chem. 138. 68. 1924.
 JORES: Verh. D. path. Ges. 1913.
 KAISERLING—ABDERHALDEN: Hdbch. biol. Arb. Abt. VIII. 1/I. 1924.
 MELNIKOW—RAZWEDENKOW: Zb. Path. 8—9.
 SCHÜLTZ: Zb. Path. 44. 1929.
 ZEILE: Z. phys. Chem. 263. 1940.
 ZEYNEK: Z. phys. Chem. 25. 1898.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1943. nov. 22-én tartott ülésén bemutatta nemes Balogh Ernő l. t.)

DURCH HAEMOCHROMOGENBILDUNG UND REDUKTIONSVERFAHREN ERZIELTE FARBIGE KONSERVIERUNGSMETHODE.

Von GEORG ROMHÁNYI.

Verfasser hat im path.-anat. u. experim. Krebsforschungsinstitut der Univ. Budapest (Vorstand: Prof. E. von BALOGH) eine farbige Konservierungsmethode mittels der Hämochromogenbildung und dazu adaptierten Reduktionsverfahrens ausgearbeitet. Zur Fixierung der Organe sind verschiedene Fixierungsgemische (KAISERLING, PICK, JORES) geeignet. Zur Verhinderung einer später eintretenden Hämolyse ist eine 2—3 Wochen, oder noch länger dauernde Fixierung ratsam. Die besten Resultate gibt die JORES-sche Fixierungsfüssigkeit in folgender Zusammensetzung: Aqua dest. 8000, Form 2000, Karlsbadersalz: 500, Chloralhydrat: 100 g. Nach gründlichem Auswässern im fließendem Wasser (1—2 Tage) werden die Präparate in der endgültigen Aufbewahrungsfüssigkeit (Aqua dest. 10,000, Na acet. 500, Formol 400) mit den zur Hämochr.-bildung nötigen Reagenzien *luftdicht* abgeschlossen. Es werden 0.05-bis 0.1% Nikotin oder Pyridin (bzw. beide in verschiedenen Verhältnissen, zur Abstufung der Farbtöne), 0.05% NaOH, und als Reduktionsmittel: 1% $Na_2S_2O_4$ zugegeben und mit diesen Reagenzien abgeschlossen. Bluthaltige Stellen heben sich gleich im lebhaften Rot hervor. Das Verfahren ist auch am Formalinmaterial brauchbar, besonders an frischen Schnittflächen. Es können auch jahrelang in Formol gründlich durchfixierte, d. h. von autolytischen Zersetzungsprozessen verschont gebliebene farblose Präparate mit gutem Erfolg rekoloriert werden.

Durch das angewandte Reduktionsmittel können einige, wahrscheinlich durch oxydative Veränderungen während der Fixation entfärbte Gewebsbestandteile vorteilhaft beeinflusst werden. Entfärbte eitrige Exsudate gewinnen z. B. ihre grünliche Farbe zurück, ähnlicherweise konnte die grüne Farbe des Chloroms an einem jahrelang im Formol gehaltenen Präparate zurückgewonnen werden. Grüne ikterische (Biliverdin) Präparate werden durch das Reduktionsmittel in die gelbe Farbe des Bilirubins übergeführt. Gute Resultate erzielte er auch beim entfärbten Fettgewebe. Melanin zeigt dagegen eine gewisse Abschwächung ihres braunen Farbtons und schlägt infolge der Reduktion ins gelbliche über.

Die ältesten, unter den etwa 500, nach der angegebenen Methode hergestellten Präparate, die ungeschützt gegen Lichteinwirkung aufbewahrt wurden, sind jetzt 3 Jahre alt und zeigen bei gut erhaltenen unveränderten Farbtönen im reflektierten Licht das charakteristische zweibändige Hämochromogenspektrum.

(Vorgelegt in der Sitzung der Ungarischen Akademie der Wissenschaften
am 22. November 1943.)

A KÁRPÁTMEDENCE VIZIATKAVILÁGÁNAK ÁLLATFÖLDRAJZI ÁTTEKINTÉSE.

SZALAY LÁSZLÓ-tól.

A szerző a németnyelvű dolgozatban megállapítja, hogy a Kárpátmedence, illetőleg történelmi Magyarország vizeiből eddig 193 víziatka fajt ismerünk. Ezeket először rendszertani sorrendben sorolja fel, majd állatföldrajzi tájegységek, illetőleg világtájak szerint csoportosítva horizontális elterjedésükről ad részletes képet és megállapítja, hogy a Kárpátmedence víziatkavilágának egyes fajai a Föld felületén a következőképpen oszlanak meg:

Kozmopolita	3
Négy világrészben (Európa, Ázsia, Afrika és Amerika) ismeretes	6
Európában, Ázsiában és Afrikában ismeretes	17
Európában, Ázsiában és Amerikában ismeretes	13
Európában, Afrikában és Amerikában ismeretes	1
Európában és Ázsiában ismeretes	37
Európában és Afrikában ismeretes	6
Európában és Amerikában ismeretes	2
Csak Európában ismeretes	80
Endemikus	26
	<hr/>
	191

Két bizonytalan fajt az állatföldrajzi taglalásból ki kellett hagyni.

Dolgozata második részében lehetőleg az egyes szinttájak szerint csoportosítva a tárgyalt fajok vertikális elterjedését vázolja.

Végül megállapítja, hogy a Kárpátmedence víziatkavilágának (a bennszülött, az Európában gyakori és az Európán kívül is ottho-

nos alakokat nem számítva) jórésze és elsősorban a szomszédos, hasonló ökológiai viszonyokkal rendelkező területek, tágabb értelemben általában Közép-Európa viziátkavilága között jól felismerhető természetszerű faunisztikai összefüggés van. Az európai fajok közül egyes alakok többé-kevésbé a délszláv, illetőleg a balkáni, mások a délorosz, illetőleg a pontokaspikus viziátkavilággal való kapcsolatokra, egyesek az északeurópai, mások pedig a nyugat-európai viziátkavilággal való kapcsolatokra utalnak.

(A Magyar Tudományos Akadémia III. osztályának 1843. június 21-én tartott ülésén előterjesztette Dudich Endre r. t.).

DIE HYDRACHNELLAE DES KARPATHENBECKENS IN TIERGEOGRAPHISCHER BEZIEHUNG.

Von L. SZALAY, Budapest.

Aus dem Gebiete des Karpathenbeckens, bzw. des historischen Ungarns kennen wir derzeit insgesamt 193 Arten und Varietäten aus der Gruppe der Hydrachnellae. Das Karpathenbecken gehört vom Gesichtspunkte der Hydracarinologie noch immer nicht zu den gut durchforschten Gebieten. Es gibt nämlich in Europa Gebiete bzw. Länder, in welchen die Zahl der bekannten Hydrachnellae viel höher ist. Es ist daher sicher anzunehmen, dass die weiteren Forschungen noch eine ganze Anzahl von Wassermilben aus der Gruppe der Hydrachnellae im Karpathenbecken bekannt machen werden.

Da eine Übersicht der bis jetzt bekannten Tatsachen, meines Erachtens, doch nicht ganz ohne Interesse ist, will ich versuchen, eine Darstellung der Hydrachnellae-Formen des Karpathenbeckens in tiergeographischer Hinsicht zu geben, soweit es der augenblickliche Stand unserer diesbezüglichen Kenntnisse erlauben.

Liste der bisher aus dem historischen Ungarn bekannt gewordenen Hydrachnellae.

1. *Hydrachna* (H.) *cruenta* O. F. MÜLL.
2. *Hydrachna* (H.) *Skorikowi* PIERS.
3. *Hydrachna* (A.) *denudata* PIERS.
4. *Hydrachna* (D.) *globosa* (DE GEER)
5. *Hydrachna* (Rh.) *geographica* O. F. MÜLL.
6. *Limnochaes* *aquatica* (L.)
7. *Eylais* (Prot.) *degenerata angulata* VIETS

8. *Eylais* (Prot.) *variabilis galeata* VIETS
9. *Eylais* (Prot.) *variabilis consors* SZAL.
10. *Eylais* (E.) *extendens* (O. F. MÜLL.)
11. *Eylais* (E.) *Mülleri* KOEN.
12. *Eylais* (E.) *Mülleri Mrázeki* THON
13. *Eylais* (E.) *emarginata* PIERS.
14. *Eylais* (E.) *Soari* PIERS.
15. *Eylais* (E.) *hungarica* DAD.
16. *Eylais* (E.) *dubia* DAD.
17. *Eylais* (E.) *producta* DAD.
18. *Eylais* (E.) *Eugenii* THON
19. *Eylais* (E.) *megalostoma telmatobia* SZAL.
20. *Eylais* (Par.) *tantilla* KOEN.
21. *Eylais* (Par.) *rimosa* PIERS.
22. *Eylais* (Par.) *rimosa triarcuata* PIERS.
23. *Eylais* (Par.) *infundibulifera* KOEN.
24. *Eylais* (Par.) *infundibulifera acuta* DAD.
25. *Eylais* (Par.) *incisa* DAD.
26. *Eylais* (Par.) *Dadayi* PIERS.
27. *Eylais* (Met.) *hamata* KOEN.
28. *Partnunia* *Steinmanni* WALT.
29. *Protzia* *eximia* (PROTZ)
30. *Protzia* *invalvaris barsica* SZAL.
31. *Protzia* *sculptopetiolata* SZAL.
32. *Calonyx* *rotundus* (WALT.)
33. *Euthyas* *truncata* (NEUM.)
34. *Thyopsis* *cancellata* (PROTZ)
35. *Thyas* *barbigera* VIETS
36. *Thyas* *dirempta* KOEN.
37. *Thyas* *pachystoma* KOEN.
38. *Paniscus* *Michaeli* KOEN.
39. *Hydryphantes* (H.) *ruber* (DE GEER)
40. *Hydryphantes* (H.) *ruber prolongatus* THON
41. *Hydryphantes* (H.) *dispar* (VON SCHAUB)
42. *Hydryphantes* (H.) *Bayeri* PISAŘ.
43. *Hydryphantes* (H.) *crassipalpis* KOEN.
44. *Hydryphantes* (P.) *flexuosus* (KOEN.)

45. *Hydryphantes* (P.) *Thoni* (PIERS.)
46. *Georgella helvetica* (HALL.)
47. *Hydrodroma despiciens* (O. F. MÜLL.)
48. *Sperchonopsis verrucosa* (PROTZ)
49. *Sperchon* (Sp.) *glandulosus* KOEN.
50. *Sperchon* (Sp.) *glandulosus Thienemanni* KOEN.
51. *Sperchon* (Sp.) *brevirostris* KOEN.
52. *Sperchon* (Sp.) *brevirostris pachydermis* PIERS.
53. *Sperchon* (Sp.) *mutilus* KOEN.
54. *Sperchon* (H.) *denticulatus* KOEN.
55. *Sperchon* (H.) *clupeifer* PIERS.
56. *Sperchon* (H.) *tenuabilis* KOEN.
57. *Sperchon* (H.) *plumifer* S. THOR
58. *Sperchon* (H.) *plumifer ticinense* MAGL.
59. *Sperchon* (H.) *plumifer danubialis* SZAL.
60. *Sperchon* (H.) *Koenikei* WALT.
61. *Sperchon* (M.) *compactilis discrepans* VIETS
62. *Dartia* (D.) *Borneri* WALT.
63. *Dartia* (*Dartiella*) *longipora* (WALT.)
64. *Lebertia* (L.) *Maglioi* S. THOR
65. *Lebertia* (L.) *dalmatica* VIETS
66. *Lebertia* (P.) *insignis* NEUM.
67. *Lebertia* (P.) *porosa* S. THOR
68. *Lebertia* (P.) *exuta* KOEN.
69. *Lebertia* (P.) *saxonica* S. THOR
70. *Lebertia* (P.) *caucasica* SOKOL.
71. *Lebertia* (Ps.) *glabra* S. THOR
72. *LEBERTIA* (Ps.) *papillosa* PIERS.
73. *Lebertia* (Ps.) *lineata* S. THOR
74. *Lebertia* (Ps.) *tuberosa* S. THOR
75. *Lebertia* (H.) *macilentata* VIETS
76. *Lebertia* (H.) *Halíki* SZAL.
77. *Lebertia* (H.) *barsica* SZAL.
78. *Oxus ovalis* (O. F. MÜLL.)
79. *Atractides* (A.) *anomalus* C. L. KOCH
80. *Atractides* (A.) *ellipticus* (MAGL.)
81. *Atractides* (A.) *brevirostris* HALB.

82. *Atractides* (A.) *barsicus* SZAL.
83. *Atractides* (A.) *Dudichi* SZAL.
84. *Atractides* (A.) *longirostris* SZAL.
85. *Atractides* (R.) *spinirostris* S. THOR
86. *Atractides* (R.) *Ungeri* SZAL.
87. *Pseudotorrenticola* *rhynchota* WALT.
88. *Limnesia* *maculata* (O. F. MÜLL.)
89. *Limnesia* *undulata* (O. F. MÜLL.)
90. *Limnesia* *fulgida* C. L. KOCH
91. *Limnesia* *Koenikei* PIERS.
92. *Limnesia* *connata* KOEN.
93. *Hygrobates* *fluviatilis* (H. STROEM)
94. *Hygrobates* *longipalpis* (HERM.)
95. *Hygrobates* *nigro-maculatus* (LEB.)
96. *Hygrobates* *trigonicus* KOEN.
97. *Hygrobates* *calliger* PIERS.
98. *Megapus* *spinipes* (C. L. KOCH)
99. *Megapus* *loricatus* (PIERS.)
100. *Megapus* *gibberipalpis* (PIERS.)
101. *Megapus* *tener* S. THOR
102. *Megapus* *nodipalpis* S. THOR
103. *Megapus* *nodipalpis fonticola* VIETS
104. *Megapus* *nodipalpis pennata* VIETS
105. *Megapus* *nodipalpis fluviatilis* SZAL.
106. *Megapus* *Pavesii* (MAGL.)
107. *Megapus* *arcuatus* S. THOR
108. *Megapus* *distans* VIETS
109. *Megapus* *acutirostris* MOT.
110. *Megapus* *soproniensis* SZAL.
111. *Megapus* *barsiensis* SZAL.
112. *Megapus* *diastema* SZAL.
113. *Megapus* *angustiporus lobatus* SZAL.
114. *Megapus* *latipes* SZAL.
115. *Unionicola* (U.) *ypsiphora* (BONZ)
116. *Unionicola* (P.) *figuralis* (C. L. KOCH)
117. *Unionicola* (P.) *Bonzi* (CLAP.)
118. *Unionicola* (P.) *aculeata* (KOEN.)

119. *Unionicola* (P.) *tricuspis* (KOEN.)
120. *Unionicola* (P.) *Hankói* SZAL.
121. *Unionicola* (H.) *crassipes* (O. F. MÜLL.)
122. *Neumania* *spinipes* (O. F. MÜLL.)
123. *Neumania* *vernalis* (O. F. MÜLL.)
124. *Neumania* *limosa* (C. L. KOCH)
125. *Neumania* *deltoides* (PIERS.)
126. *Feltria* (F.) *clipeata* PIERS.
127. *Feltria* (F.) *armata* KOEN.
128. *Feltria* (F.) *cornuta* WALT.
129. *Feltria* (F.) *Rouxi Romijni* (BESS.)
130. *Feltria* (F.) *brevipes liburnica* VIETS
131. *Feltria* (*Feltriella*) *rubra* PIERS.
132. *Hydrochoreutes* *ungulatus* (C. L. KOCH)
133. *Hydrochoreutes* *Krameri* PIERS.
134. *Acercus* *latipes* (O. F. MÜLL.)
135. *Acercus* *ornatus* (C. L. KOCH)
136. *Acercus* *scaurus* (KOEN.)
137. *Acercus* *Dudichi* SZAL.
138. *Pionopsis* *lutescens* (HERM.)
139. *Pionacercus* *Leuckarti* (PIERS.)
140. *Piona* (P.) *nódata* (O. F. MÜLL.)
141. *Piona* (P.) *carnea* (C. L. KOCH)
142. *Piona* (P.) *coccinea* (C. L. KOCH)
143. *Piona* (P.) *coccinea gracilipalpis* LUNDBL.
144. *Piona* (P.) *rotunda* (KRAM.)
145. *Piona* (P.) *uncata* (KOEN.)
146. *Piona* (P.) *disparilis* (KOEN.)
147. *Piona* (P.) *obturbans* (PIERS.)
148. *Piona* (P.) *controversiosa* (PIERS.)
149. *Piona* (P.) *annulata* (S. THOR)
150. *Piona* (D.) *clavicornis* (O. F. MÜLL.)
151. *Piona* (D.) *conglobata* (C. L. KOCH)
152. *Piona* (D.) *conglobata conjugula* KOEN.
153. *Piona* (T.) *variabilis* (C. L. KOCH)
154. *Piona* (T.) *circularis* (PIERS.)
155. *Piona* *unguiculata* (NEUM.)?

156. *Piona punctata* (NEUM.)?
157. *Forelia variegator* (C. L. KOCH)
158. *Brachypoda versicolor* (O. F. MÜLL.)
159. *Axonopsis complanata* (O. F. MÜLL.)
160. *Axonopsis gracilis* (PIERS.)
161. *Ljania bipapillata* S. THOR
162. *Aturus scaber* KRAM.
163. *Aturus scaber rotundus* ROMIJN
164. *Aturus crinitus* S. THOR
165. *Aturus spatulifer* PIERS.
166. *Aturus asserculatus* WALT.
167. *Aturus fontinalis* LUNDBL.
168. *Kongsbergia materna* S. THOR
169. *Kongsbergia marginiporosa* SZAL.
170. *Midea orbiculata* (O. F. MÜLL.)
171. *Mideopsis* (M.) *orbicularis* (O. F. MÜLL.)
172. *Mideopsis* (*Xystonotus*) *Willmanni* (VIETS)
173. *Arrenurus* (A.) *papillator* (O. F. MÜLL.)
174. *Arrenurus* (A.) *pustulator* (O. F. MÜLL.)
175. *Arrenurus* (A.) *maculator* (O. F. MÜLL.)
176. *Arrenurus* (A.) *cuspidator* (O. F. MÜLL.)
177. *Arrenurus* (A.) *tricuspidator* (O. F. MÜLL.)
178. *Arrenurus* (A.) *claviger* KOEN.
179. *Arrenurus* (A.) *Bruzellii* KOEN.
180. *Arrenurus* (A.) *abbreviator* BERL.
181. *Arrenurus* (A.) *Neumani* PIERS.
182. *Arrenurus* (A.) *batillifer* KOEN.
183. *Arrenurus* (Meg.) *globator* (O. F. MÜLL.)
184. *Arrenurus* (Meg.) *buccinator* (O. F. MÜLL.)
185. *Arrenurus* (Mic.) *integrator* (O. F. MÜLL.)
186. *Arrenurus* (Mic.) *sinuator* (O. F. MÜLL.)
187. *Arrenurus* (Mic.) *bifidicodulus* PIERS.
188. *Arrenurus* (Mic.) *pugionifer* KOEN.
189. *Arrenurus* (Tr.) *truncatellus* (O. F. MÜLL.)
190. *Arrenurus* (Tr.) *Stecki* KOEN.
191. *Arrenurus* (Tr.) *nodosus* KOEN.
192. *Arrenurus* (Tr.) *nagysallóensis* SZAL.
193. *Arrenurus* *insulanus* KOEN.

Verbreitung der Arten und Varietäten.

Ich möchte betonen, dass die nachstehenden geographischen Angaben über die Süßwassermilben leider viel zu spärlich sind und bis aufs Weitere nur provisorischen Wert haben, da die Verbreitung der Süßwassermilben noch recht wenig bekannt ist. Es gibt nämlich Gebiete, welche unvollständig oder gar nicht durchforscht sind.

Es ist noch zu bemerken, dass *Piona unguiculata* und *P. punctata* in der Literatur als unsichere Arten bezeichnet sind. Die Tiere, welche A. WIERZEJSKI damals als *P. unguiculata* und *P. punctata* determiniert hatte, sind nicht zugänglich, so dass es nicht möglich ist, die Synonymie dieser Arten durch einer Revision der Exemplare klarzustellen. Beide Arten musste ich daher bei der vorliegenden tiergeographischen Analyse der ungarischen Hydrachnellae beiseite setzen.

A) Horizontale Verbreitung.

I. Kosmopolitische Formen.

Als kosmopolitisch sind solche Formen bezeichnet, die aus allen Kontinenten gemeldet worden. Wir müssen aber bemerken, dass das Festland Australien und die zu Australien gerechneten pazifischen Inseln in ihrer Süßwassermilbenfauna noch sehr ungenügend erforscht sind. Aus Australien (Festland und Tasmanien) kennen wir bis jetzt 25, aus Neuseeland, Neukaledonien und Bismarckarchipeln nur einige wenige, etwa 20 Arten. Die Süßwassermilbenfauna von Mikronesien und Polynesien ist derzeit noch völlig unbekannt. Als kosmopolitisch gelten nur die folgenden Formen:

Hydrodroma despiciens *Unionicola crassipes*.
Unionicola figuralis

Unionicola figuralis scheint nirgend häufig zu sein. Die Art wurde fast in ganz Europa beobachtet und wurde auch aus Asien (Sibirien), aus Afrika (Zentralafrika), aus Nord- (U. S. A.) und Südamerika (Chile) gemeldet, so dass auch sie, meiner Meinung nach als Kosmopolit gelten darf.

II. Formen mit Verbreitung in vier Regionen, bzw. Weltteilen.

(*Europa, Asien, Afrika und Amerika.*)

Die folgenden Formen sind hier zu erwähnen:

Sperchonopsis verrucosa	Hygrobatas longipalpis
Limnesia maculata	Hydrochoreutes Krameri
Limnesia undulata	Piona rotunda.

Diese Arten sind aus ganz Europa bekannt;

Sperchonopsis verrucosa wurde ausserdem aus Ostsibirien, Nordbirma, Japan (var.?), Marokko und U. S. A.,

Limnesia maculata aus Nordasien, Nordafrika und Nordamerika,

Limnesia undulata aus Nordasien (Sibirien, Kamtschatka, Japan), Südafrika und Nordamerika,

Hygrobatas longipalpis aus Asien, Nordafrika und Nordamerika,

Hydrochoreutes Krameri aus Ostsibirien, Algerien und Südamerika,

Piona rotunda aus Asien (Turkestan, Mongolei, Sibirien, Ussuri Gebiet, Japan, Palästina), Afrika und Amerika gemeldet.

Die Kenntnis ihrer geographischen Verbreitung ist allerdings noch lückenhaft. Es ist aber wahrscheinlich, dass wir nach Erweiterung der Kenntnis ihrer Verbreitung auch diese Arten wohl als kosmopolitische Süßwassermilben auffassen müssen.

III. Formen mit Verbreitung in drei Regionen, bzw. Weltteilen.

1. *Europa, Asien und Afrika.*

Hierher gehören:

Eylais degenerata angulata	Dartia longipora
Eylais rimosa	Atractides anomalus
Eylais rimosa triarcuata	Megapus nodipalpis
Eylais hamata	Megapus arcuatus

<i>Neumania vernalis</i>	<i>Forelia variegator</i>
<i>Acercus ornatus</i>	<i>Arrenurus tricuspikator</i>
<i>Pionopsis lutescens</i>	<i>Arrenurus Bruzelli</i>
<i>Piona nodata</i>	<i>Arrenurus truncatellus</i> .
<i>Piona coccinea</i>	

Diese Süßwassermilben sind aus folgenden Gebieten gemeldet :
Eylais degenerata angulata aus Ungarn, Spanien, Kleinasien, Sumatra und Afrika (tropische Ostafrika, Sahara);

Eylais rimosa aus fast ganz Europa, ferner aus Sibirien und Nordafrika;

Eylais rimosa triarcuata aus den meisten Gebieten Europas, weiter aus Turkestan, Ostsibirien und Nordafrika (Algier, Tunis);

Eylais hamata aus ganz Europa, ausserdem aus Kleinasien, Palästina, Tibet, Sibirien, China, weiterhin aus Nord- und Südafrika;

Dartia longipora aus Spanien, Karpathenbecken (hist. Ungarn), Bulgarien (aus einer Thermalquelle von etwa 40° C bei Raslog), ferner aus Asien (Turkmenien) und Afrika (Algier, Sahara);

Atractides anomalus aus den Brit. Inseln, Holland (?), Schweiz, Deutschland, Italien, Österreich, Ungarn, Rumänien, Russland, ausserdem aus Turkestan und Algier;

Megapus nodipalpis aussereuropäisch aus Japan, Algier, Marokko und Oran;

Megapus arcuatus aus Ungarn und Russland, ferner aus Turkestan und Algier;

Neumania vernalis aus fast ganz Europa, weiterhin aus Turkestan und Zentralafrika;

Acercus ornatus aus fast ganz Europa, ausserdem aus den persischen Kaspiküsten, Buchara, Ostsibirien, Kaschmir und Algier;

Pionopsis lutescens aus fast ganz Europa, ausserdem aus Mongolei, persischen Kaspiküsten und Algier;

Piona nodata aus den meisten Gebieten Europas, weiter aus Asien (Turkestan, Sibirien, Ussuri Gebiet, Japan) und Nordafrika (die Angabe aus Nordamerika ist zweifelhaft);

Piona coccinea aus ganz Europa, ausserdem aus mehreren

Gebieten Asiens, Zentralafrika (Kamerun) und Südafrika (Transwaal);

Forelia variegator aus fast ganz Europa, ferner aus Ostsibirien, Algier und Oran;

Arrenurus tricuspikator aussereuropäisch aus Turkestan und Algier;

Arrenurus Bruzelii aussereuropäisch aus Turkestan und Algier;

Arrenurus truncatellus aus den meisten Gebieten Europas, weiterhin aus Ostsibirien und Algier.

Rein *paläarktisch* sind also, soweit bekannt, die folgenden Formen: *Eylais rimosa*, *E. r. triarcuata*, *Atractides anomalus*, *Limnesia maculata*, *Megapus nodipalpis*, *M. arcuatus*, *Acercus ornatus*, *Pionopsis lutescens*, *Forelia variegator*, *Arrenurus tricuspikator*, *A. Bruzelii* und *A. truncatellus*.

Eylais degenerata angulata und *Piona coccinea* wurden auch in dem indischen bzw. orientalischen Faunengebiete (Sumatra) und in der äthiopischen Region (tropische Ostafrika, Kamerun und Transwaal) gefunden. *E. hamata* und *Neumania vernalis* schreiten nur die Grenzen der äthiopischen Region über, da die erste in Südafrika, die zweite in Zentralafrika angetroffen wurde.

Piona nodata kann man derzeit nicht genügend beurteilen.

2. Europa, Asien und Amerika.

Folgende Formen sind hier zu verzeichnen:

<i>Hydrachna cruenta</i>	<i>Unionicola ypsilohpora</i>
<i>Limnochaes aquatica</i>	<i>Hydrochoreutes unguatus</i>
<i>Eylais infundibulifera</i>	<i>Piona carnea</i>
<i>Sperchon glandulosus</i>	<i>Piona obturbans</i>
<i>Lebertia porosa</i>	<i>Piona conglobata</i>
<i>Limnesia fulgida</i>	<i>Miedopsis orbicularis</i> .
<i>Limnesia Koenikei</i>	

Von diesen Formen ist *Hydrachna cruenta* allem Anscheine nach in Europa überall zu Hause, sie ist ferner aus Transkaukasien, Sibirien und Nordamerika gemeldet.

Die in Europa überall gefundene *Limnochaeres aquatica* kommt aussereuropäisch in Sibirien, Japan und Nord- und Südamerika vor.

Eylais infundibulifera wurde in Europa auf den Brit. Inseln, in Holland, Dänemark, Deutschland, Böhmen, Ungarn, Litauen, Fennoskandia und Russland gefunden, und wurde auch aus Turkestan und Canada nachgewiesen.

Sperchon glandulosus ist in fast ganz Europa bekannt, er wurde auch in Ostsibirien, Japan und Nordamerika beobachtet.

Lebertia porosa wurde auf den Brit. Inseln, in Frankreich, Dänemark, Färöer, Schweiz, Deutschland, Fennoskandia, Italien, Jugoslawien, Ungarn, Litauen und Russland angetroffen, sie ist ferner für Nord- und Ostasien und Nordamerika angegeben.

Die in Europa weit verbreitete *Limnesia fulgida* wurde auch aus Asien und Nordamerika verzeichnet.

Die in ganz Europa bekannte *Limnesia Koenikei* wurde noch aus Nordasien (Sibirien, Ussuri Gebiet, Kamtschatka, Japan) und Nordamerika (Canada) gemeldet.

Unionicola ypsilophora ist aus fast ganz Europa verzeichnet, sie wurde weiterhin in China und in Nordamerika beobachtet.

Hydrochoreutes ungulatus ist aus vielen Gebieten Europas, ferner aus Sibirien und Nordamerika (Wisconsin) bekannt.

Piona carnea wurde aus fast ganz Europa gemeldet, weitere Meldungen liegen aus Sibirien, Turkestan, Palästina, Japan und Nordamerika (Wisconsin) vor.

Piona obturbans wurde auf den Brit. Inseln, in Frankreich, Holland, Deutschland, Italien, Serbien, Österreich, Ungarn, Rumänien, Russland, aussereuropäisch in Persien und Nordamerika festgestellt.

Piona conglobata ist in Europa überall bekannt, sie wurde weiter aus Sibirien, Turkestan, Mongolei und neuerdings aus Nordamerika (Wisconsin) verzeichnet.

Mideopsis orbicularis ist in Europa weit verbreitet und auch aus Mongolei, Ostsibirien und Nordamerika bekannt.

Alle diese Formen sind als *holarktische* Tiere aufzufassen, nur *Limnochaeres aquatica* wurde auch in der neoarktischen und neotropischen Region gefunden.

3. *Europa, Afrika und Amerika.*

Hierher können wir nur eine Art rechnen, und zwar:

Neumania spinipes.

Sie ist in den meisten Gebieten Europas vertreten, wurde ferner aus Nordamerika und Zentralafrika gemeldet. Es ist aber zu bemerken, dass die Angabe aus Zentralafrika zweifelhaft ist. Wenn wir von der zweifelhaften zentralafrikanischen Angabe absehen, ist sie ein *holarktisches* Tier. Eine, mit Namen nicht versehene Varietät lebt in Japan.

IV. Formen mit Verbreitung in zwei Regionen bzw. Weltteilen.

1. *Europa und Asien.*

Hierher gehören folgende Formen:

Hydrachna denudata	Hygrobates nigro-maculatus
Hydrachna globosa	Hygrobates trigonicus
Hydrachna geographica	Neumania deltoides
Eylais variabilis consors	Feltria rubra
Eylais extendens	Acercus latipes
Eylais Mülleri	Pionacercus Leuckarti
Eylais Soari	Piona uncata
Eylais tantilla	Piona controversiosa
Protzia eximia	Piona clavicornis
Thyas barbiger	Piona conglobata conjugula
Thyas diremta	Piona variabilis
Hydryphantes ruber	Piona circularis
Hydryphantes dispar	Brachypoda versicolor
Hydryphantes Bayeri	Arrenurus papillator
Hydryphantes crassipalpis	Arrenurus maculator
Hydryphantes flexuosus	Arrenurus Neumani
Sperchon plumifer	Arrenurus globator
Atractides ellipticus	Arrenurus sinuator.
Limnesia connata	

Diese Formen sind aus folgenden Gebieten nachgewiesen:

Hydrachna denudata aus Deutschland, Ungarn, Polen, Russland, Rumänien, aussereuropäisch aus Kleinasien und Ostsibirien;

Hydrachna globosa aus fast ganz Europa, weiter aus Turkestan; die in Europa weit verbreitete

Hydrachna geographica auch aus Turkestan und Mongolei;

Eylais variabilis concors aus Ungarn und Kleinasien;

die in Europa überall häufige *Eylais extendens* auch aus Ostsibirien;

Eylais Mülleri aus England, Schottland, Dänemark, Norwegen, Deutschland, Österreich, Ungarn, Polen, Rumänien und Russland, ferner aus Ostsibirien;

Eylais Soari aus ganz Europa ausserdem aus Turkestan;

Eylais tantilla aus Spanien, Holland, Ungarn, Polen, Estland, Bulgarien, Rumänien und Russland, weiterhin aus Ostsibirien;

Protzia eximia aus Irland, Schottland, Frankreich, Dänemark, Schweiz, Deutschland, Bornholm, Schweden, Jugoslawien, Ungarn, Böhmen, Rumänien und Russland, weiter aus Ostsibirien und Japan;

Thyas barbiger aus Spanien, Dänemark, Deutschland, Schweden, Ungarn, Litauen, Russland, Rumänien und Bulgarien, auch aus Sibirien und Japan;

Thyas dirempta aus Frankreich, Dänemark, Deutschland, Ungarn, Litauen, Rumänien, Russland und Sibirien;

Hydryphantes ruber aus fast ganz Europa, weiterhin aus Kamtschatka (die Funde aus Nordamerika sind spezifisch zweifelhaft);

Hydryphantes dispar aus den meisten Gebieten Europas und aus Ostsibirien;

Hydryphantes Bayeri aus England, Holland, Deutschland, Böhmen, Ungarn, Polen, Litauen, Russland und aus China;

Hydryphantes crassipalpis aus Irland, Deutschland, Schweden, Ungarn, Bulgarien und Russland, ferner aus Ostsibirien;

Hydryphantes flexuosus aus Deutschland, Böhmen, Ungarn, Rumänien und Russland, ausserdem aus Sibirien und China;

Sperchon plumifer aus Frankreich, Schweiz, Deutschland,

Norditalien, Ungarn, Rumänien, Russland (Ukraine, Krim, Kaukasus), auch aus Ostsibirien und Japan;

Atractides ellipticus aus den Brit. Inseln, Frankreich, Deutschland, Italien, Österreich, Ungarn, Bulgarien, Rumänien und Russland (Krim), weiter aus Ostsibirien;

Limnesia connata aus den Brit. Inseln, Holland, Dänemark, Deutschland, Bornholm, Skandinavien, Italien, Ungarn, Tschechoslowakei, Litauen, Lettland, Finnland, Rumänien und Russland, ferner aus Mongolei und Ostsibirien;

Hygrobatas nigro-maculatus aus Schottland, Frankreich, Holland, Dänemark, Norwegen, Schweiz, Deutschland, Österreich, Böhmen, Ungarn, Polen, Litauen, Lettland und Russland, weiterhin aus Sibirien;

Hygrobatas trigonicus aus Grossbritannien, Belgien, Holland, Skandinavien, Schweiz, Böhmen, Ungarn und Russland, ausserdem aus Ostsibirien;

Neumania deltoides aus den meisten Ländern Europas, weiter aus Ostsibirien und China;

Feltria rubra aus Spanien, Frankreich, Schweiz, Ungarn, Polen, Rumänien und Russland, ferner aus Japan;

Acercus latipes aus den Brit. Inseln, Frankreich, Holland, Dänemark, Skandinavien, Schweiz, Deutschland, Italien, Österreich, Böhmen, Ungarn, Litauen, Lettland, Bulgarien, Rumänien und Russland, dazu aus Sibirien;

Pionacercus Leuckarti aus den Brit. Inseln, Frankreich, Schweiz, Skandinavien, Deutschland, Österreich, Böhmen, Ungarn, Rumänien, Russland und aus dem Baikalsee;

Piona uncata aus den Brit. Inseln, Frankreich, Holland, Dänemark, Schweiz, Deutschland, Schweden, Serbien, Österreich, Böhmen, Ungarn, Litauen, Lettland und Russland, weiter aus Turkestan;

Piona controversiosa aus den Brit. Inseln, Spanien, Frankreich, Holland, Dänemark, Norwegen, Deutschland, Italien, Österreich, Ungarn, Galizien, Litauen, Lettland, Rumänien und Russland, ferner aus Turkestan, aus den persischen Kaspiküsten und Japan;

Piona clavicornis aus den Brit. Inseln, Holland, Dänemark,

Deutschland, Skandinavien, Ungarn, Lettland, Litauen, Russland und aus Japan;

Piona conglobata conjugula aus ganz Europa und aus Sibirien, Turkestan, Mongolei, Ussuri Gebiet und Japan;

Piona variabilis aus ganz Europa, ferner aus Asien;

Piona circularis aus den Brit. Inseln, Frankreich, Holland, Schweiz, Deutschland, Schweden, Jugoslawien, Ungarn, Lettland und Russland, weiter aus Sibirien und Turkestan;

Brachypoda versicolor aus ganz Europa und Sibirien;

Arrenurus papillator aus Holland, Dänemark, Deutschland, Schweden, Italien, Ungarn, Galizien, Litauen, Lettland, Rumänien und Russland, auch aus Sibirien;

Arrenurus maculator aus ganz Europa und Japan;

Arrenurus Neumani aus fast ganz Europa und aus Sibirien;

Arrenurus globator aus ganz Europa und aus Altai;

Arrenurus sinuator aus ganz Europa und aus Turkestan.

Diese Eurasiaten zum Teil eurosibirischen Formen sind natürlich nach ihrer bisher bekannten geographischen Verbreitung alle rein *paläarktische* Tiere, welche die Grenzen des indischen Faunengebietes nicht erreichen, bzw. überschreiten.

2. Europa und Afrika.

Die folgenden Formen sind hier zu erwähnen:

<i>Eylais variabilis galeata</i>	<i>Sperchon brevisrostris</i>
<i>Calonyx rotundus</i>	<i>Sperchon denticulatus</i>
<i>Hydryphantus Thoni</i>	<i>Sperchon clupeiifer</i> .

Eylais variabilis galeata ist bisher aus Jugoslawien, Ungarn und Afrika bekannt.

Calonyx rotundus wurde in Frankreich, Deutschland, Italien, Ungarn, weiter in Algerien und Oran beobachtet.

Hydryphantus Thoni wurde aus Deutschland, Ungarn, Böhmen, Litauen, Lettland, Rumänien und Russland, ferner aus Algier gemeldet.

Sperchon brevisrostris wurde auf den Brit. Inseln, Färöer, in Spanien, Frankreich, Schweiz, Deutschland, Skandinavien, Finnland, Österreich, Böhmen, Ungarn, Galizien, Bulgarien, Rumänien

und Russland festgestellt, es liegen weitere Meldungen aus den Azoren und Madeira vor; es ist zu bemerken, dass die Azoren und Madeira hier zu Afrika gerechnet werden.

Sperchon denticulatus ist aus ganz Europa gemeldet, er ist noch aus Algerien und Oran verzeichnet.

Sperchon clupei wurde in Grossbritannien, Spanien, Frankreich, Holland, Bornholm, Deutschland, Italien, Jugoslawien, Rumänien und Russland gefunden, er wurde auch aus Algier nachgewiesen.

Diese Formen sind auch *paläarktische* Tiere, welche aber bisher nur in der afrikanischen Paläarktis beobachtet wurden, mit Ausnahme von *Eylais variabilis galeata*, die auch in der äthiopischen (Nyembe-Bulungwa, tropische Ostafrika) Region lebt.

Sperchon brevis ist allem Anscheine nach eine montane Form, die die Gewässer der Tiefebene zu meiden scheint. Er bevorzugt vor allem die steinigten, moosigen Bergbäche. Nach den Azoren und Madeira dürfte er sich mit fliegenden Insekten verbreitet haben. Es ist sehr interessant, dass nach unseren bisherigen Kenntnissen die Gewässer der Azoren fast allein diese Art bevölkert (nur ein *Arrenurus* sp. ist noch von den Azoren erwähnt), und dort ist er sehr häufig und verbreitet.

3. Europa und Amerika.

Hierher gehören nur:

Megapus spinipes

Unionicola aculeata.

Der erste ist in den meisten Gebieten Europas bekannt, er wurde ausserdem auch für U. S. A. angegeben; die zweite ist aus England, Holland, Dänemark, Schweiz, Deutschland, Schweden, Ungarn und Jugoslawien gemeldet, sie wurde weiterhin in Nordamerika beobachtet.

Beide Formen sind also *holarktische* Tiere.

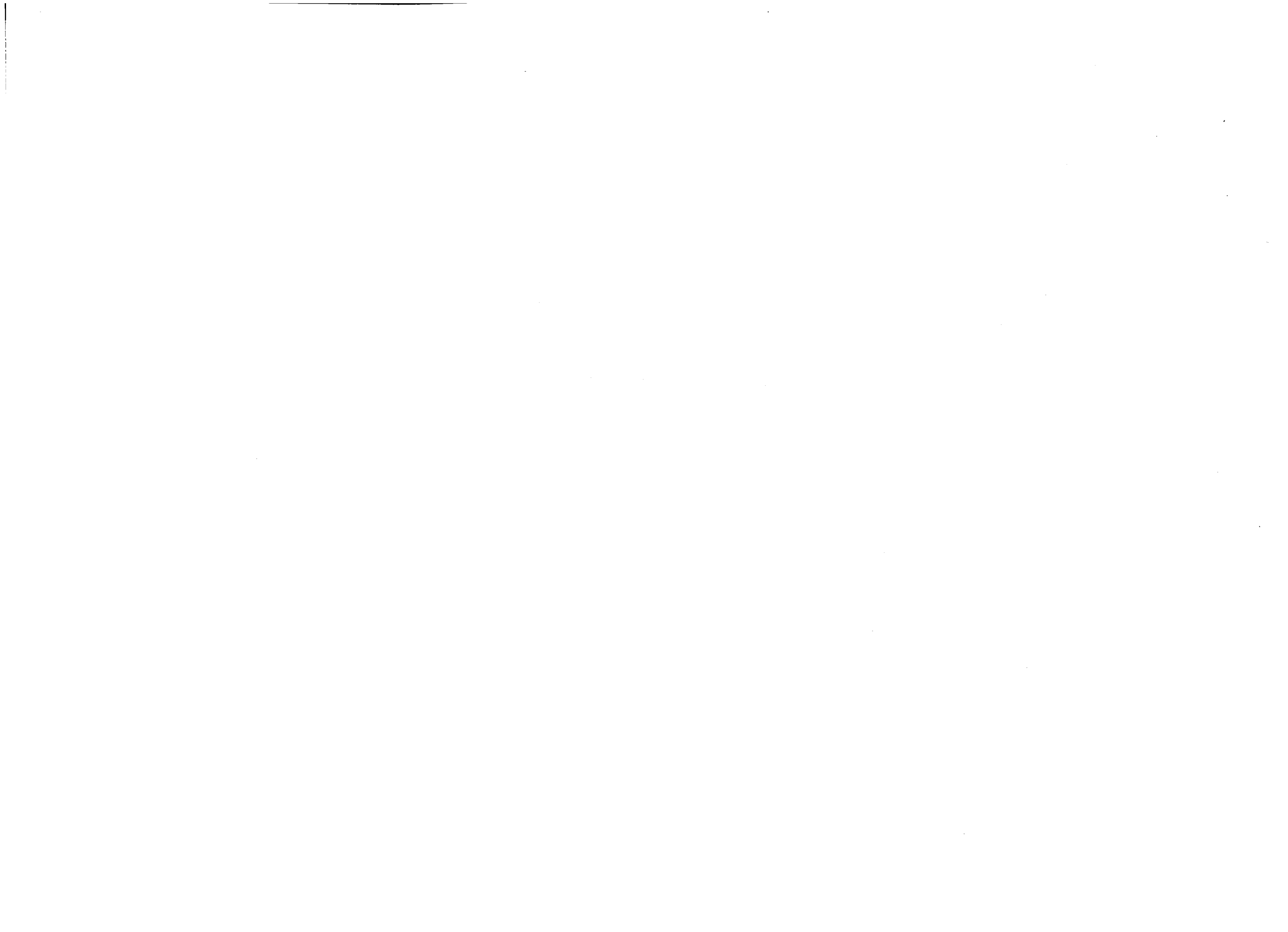
V. Europäische Formen.

Eine Anzahl der Formen sind bisher ausschliesslich nur aus Europa bekannt. Unter diesen sind folgende Formen in Europa höchstwahrscheinlich überall verbreitet:

Szalay: Hydrachnellae. I.

Arten	Britische Inseln		Pyren. Halbinsel	Westliches Tiefland und Mittelgebirge				Deutsches Tiefland, Mittelgebirge + Sudeten		Alpen		Apenn. Halbinsel	Balkan		Karp. pathenbecken	Baltikum				Ostseeinseln		Fennoskandia			Östl. Tiefland	Pontokaspia		
	Irland	England + Schottland + Färder		Frankreich	Belgien	Holland	Dänemark	Deutschland	Böhmen	Schweiz	Österreich		Italien	Jugoslawien (Serbien, Montenegro)		Bulgarien	Ungarn	Polen + Galizien	Litauen	Lettland	Estland	Bornholm	Rügen + Möen	Norwegen		Schweden	Finnland	Russland	Rumänien	Südrussland + Krim + Kaukasus
1 Hydrachna Skorikowi		+					+							+		+										+		
2 Eylais Mülleri Mrázeki							+						+			+												
3 Eylais emarginata			+				+							+				+									+	
4 Eylais Eugenii							+																					
5 Eylais infundibulifera acuta							+																					
6 Partnunia Steinmanni						+	+			+	+	+															+	
7 Protzia sculptopetiolata							+																				+	
8 Thyopsis cancellata		+				+	+			+		+								+						+		
9 Thyas pachystoma						+	+			+										+						+		
10 Panisus Michaeli	+	+				+	+			+	+									+						+		
11 Hydryphantes ruber prolongatus	+	+				+	+			+	+					+	+			+					+		+	
12 Georgella helvetica						+	+			+	+															+		
13 Sperchon glandulosus Thienemanni		+				+	+			+	+									+						?		
14 Sperchon brevirostris pachydermis	+	+				+	+			+	+																	
15 Sperchon mutilus						+	+			+	+																	
16 Sperchon tenuabilis	+	+	+				+			+	+										+							
17 Sperchon plumifer ticinense							+			+	+																	
18 Sperchon Koenikei						+	+			+	+															+		
19 Sperchon compactilis discrepans							+			+	+																	
20 Dartia Borneri							+			+	+																	
21 Lebertia Maglioi			+			+	+			+	+															+		
22 Lebertia insignis	+	+				+	+			+	+					+	+				+				+		+	
23 Lebertia exuta						+	+			+	+																	
24 Lebertia saxonica						+	+			+	+		+													+		
25 Lebertia caucasica							+			+	+																	+
26 Lebertia glabra		+				+	+			+	+										+					+		
27 Lebertia lineata						+	+			+	+									+					+	+	+	
28 Lebertia tuberosa						+	+			+	+									+					+	+	+	
29 Oxus ovalis		+	+			+	+			+	+										+				+	+	+	
30 Atractides brevirostris	+		+			+	+			+	+																	
31 Atractides barsicus						+	+			+	+																	
32 Atractides spinirostris	?	?				?	?			?	?					?	?				+				?		?	
33 Atractides Ungerii						+	+			+	+																	
34 Pseudotorrenticola rhynchota						+	+			+	+															+		
35 Hygrobatas calliger	+	+				+	+			+	+										+				+	+	+	
36 Megapus loricatus						+	?			+	+																	

1 Nach einer liebenswürdigen Mitteilung von Herrn Prof. O. LUNDBLAD.



Szalay: Hydrachnellae. II.

Arten	Britische Inseln		Pyren. Halb-insel	Westliches Tiefland und Mittelgebirge				Deutsches Tiefland, Mittelgebirge + Sudeten		Alpen		Apenn. Halb-insel	Balkan		Karpaten-becken	Baltikum				Ostseeinseln		Fennoskandia			Östl. Tief-land	Pontokaspia		
	Irland	England + Schottland + Färöer		Spanien	Frankreich	Belgien	Holland	Dänemark	Deutschland	Böhmen	Schweiz		Österreich	Italien		Jugoslawien (Serbien, Montenegro)	Bulgarien	Ungarn	Polen + Galizien	Litauen	Lettland	Estland	Bornholm	Rügen + Möen		Norwegen	Schweden	Finnland	Russland	Rumänien	Südrussland + Krim + Kaukasus
37	Megapus gibberipalpis	+			+		?		+		+	+			+											+	+	+
38	Megapus tener	+			+		+		+		+	+			+											+	+	+
39	Megapus nodipalpis fonticola				+		+		+						+											+		+
40	Megapus nodipalpis pennata				+		+		+				+		+													+
41	Megapus nodipalpis fluviatilis								+				+		+													+
42	Megapus Pavesii			+					+			+			+					+								+
43	Megapus distans								+						+												+	+
44	Megapus acutirostris								+						+													+
45	Unionicola Bonzi		+		+		+		+		+				+			+								+	+	+
46	Unionicola tricuspis				+				+		+				+													+
47	Neumania limosa			+	+		+		+		+	+		+	+											+	+	+
48	Feltria armata				+		+		+		+			+	+												+	+
49	Feltria cornuta				+				+					+	+												+	+
50	Feltria Rouxi Romijni						+		+					+	+												+	+
51	Acereus scaurus	+			+		+		+		+			+	+					+						+	+	+
52	Piona coccinea gracilipalpis								+				+		+												+	+
53	Piona disparilis		+		+		?		+		+		+		+											+	+	+
54	Piona annulata						+	+	+						+											+	+	+
55	Axonopsis complanata		+					+	+		+				+					+						+	+	+
56	Axonopsis gracilis							+	+		+		+		+												+	+
57	Ljania bipapillata	+	+		+		+	+	+		+				+					+						+	+	+
58	Aturus scaber rotundus				+		+		+		+				+						+						+	+
59	Aturus crinitus				+		+		+		+		+		+						+						+	+
60	Aturus spatulifer								+		+				+						+						+	+
61	Aturus asserculatus				+				+		+				+						+						+	+
62	Aturus fontinalis							+	+		+				+					+						+	+	+
63	Kongsbergia materna	+	+		+		+		+		+		+		+					+					+	+	+	+
64	Mideopsis Willmanni								+		+				+					+						+	+	+
65	Arrenurus pustulator				+			+	+		+				+					+						+	+	+
66	Arrenurus abbreviator			+	+			+	+		+		+		+					+						+	+	+
67	Arrenurus batillifer				+		+		+		+				+					+						+	+	+
68	Arrenurus infegrator	+	+	+	+		+	+	+		+				+					+					+	+	+	+
69	Arrenurus bifidicodulus		+	+	+		+	+	+		+		+		+					+						+	+	+
70	Arrenurus pugionifer							+	+		+				+					+						+	+	+
71	Arrenurus nodosus		+		+		?	+	+		+				+					+						+	+	+
72	Arrenurus insulanus	+	+					+	+		+				+					+						+	+	+

<i>Euthyas truncata</i>	<i>Arrenurus cuspidator</i>
<i>Hygrobates fluviatilis</i>	<i>Arrenurus claviger</i>
<i>Aturus scaber</i>	<i>Arrenurus buccinator</i>
<i>Midea orbiculata</i>	<i>Arrenurus Stecki.</i>

Über die Verbreitung der übrigen Formen in den verschiedenen Gebieten, bzw. Ländern Europas gibt die beiliegende Tabelle Aufschluss.

Portugalien, Griechenland und Albanien habe ich in die Tabelle nicht aufgenommen, da aus diesen Ländern solche Süßwassermilben-Formen, welche auch im Karpathenbecken leben, nicht bekannt sind.

Es ist zu bemerken, dass wir über die geographische Verbreitung einiger Formen (z. B. *Sperchon tenuabilis*, Sp. *Koenikei*, *Atractides spirostris*) kein ganz klares, endgültiges Bild verschaffen können, da die Ansichten der einzelnen Autoren über die spezifische Stellung dieser Arten nicht übereinstimmen.

Bei tiergeographischer Beurteilung anderer Formen (z. B. *Sperchon glandulosus* var. *Thienemanni*, *S. plumifer* var. *ticinense*) verursachen dagegen jene Verhältnisse Schwierigkeiten, dass manche Autoren die Varietät von der Stammform nicht abtrennen.

Es fällt aus der Tabelle in die Augen, dass es ausser den von der Tabelle erwähnten, in Europa überall verbreiteten Arten noch weitere Formen gibt (z. B. *Lebertia insignis*, *L. lineata*, *Oxus ovalis*, *Hygrobates calliger*, *Unionicola Bonzi*, *Ljania bipapillata*, *Kongsbergia materna*, *Arrenurus pustulator*, *A. batillifer*, u. a.), die in Europa auch eine weite Verbreitung aufweisen. Fast sicher dürften diese Formen mit mehreren anderen Formen aus der Tabelle ganz Europa bevölkern, einige werden bei weiteren Untersuchungen ja sogar wahrscheinlich auch aus Asien, Nordafrika, eventuell aus Nordamerika zum Vorschein kommen. Bis dahin müssen wir jedoch die in der Tabelle aufgezählten Formen so auffassen, dass sie in Europa autochton sind.

Andere Formen sind dagegen in der Tabelle mit wenigen oder relativ wenigen, nicht selten weit voneinander entlegenen Fundstellen erwähnt, so dass also die Kenntnis ihrer geographischen Verbreitung noch sehr lückenhaft ist. Die endgültige B. urteilung

des tiergeographischen Charakters dieser Formen ist natürlich noch verfrüht, da man derzeit noch nicht wissen kann, wie sich die Kenntnis ihrer Verbreitung erweitern wird.

Eine mit wenigen Fundstellen bekannte Form ist z. B. *Eylais Mülleri Mrázeki*, welche wir bislang nur aus Jugoslawien und Ungarn kennen. Dieses Tierchen sowie *Megapus nodipalpis fluvialis* und *Axonopsis gracilis* sind allem Anscheine nach mitteleuropäische Formen, welche Beziehungen zu der balkanischen Wassermilbenfauna aufweisen.

Eylais Eugeni und *E. infundibulifera acuta* sind wahrscheinlich auch mitteleuropäische Formen; sie wurden bisher nur in Ungarn und Deutschland festgestellt.

Zu den mitteleuropäischen Formen sind wahrscheinlich auch *Sperchon plumifer ticinense*, *Sp. compactilis discrepans*, *Dartia Borneri* und *Unionicola tricuspis* zu rechnen.

Protzia sculptopetiolata wurde bislang nur in Rumänien (Ostkarpathen auf der rumänischen Seite) wiedergefunden; es kann sein, dass sie ein verhältnismässig enges Verbreitungsgebiet besitzt.

Der bisher bekannte Verbreitungskreis von *Aturus spatulifer* ist auch verhältnismässig eng, da diese Art einstweilen nur aus dem Böhmer Wald (Deutschland), aus Galizien, aus den Ost- und Südkarpathen (rumänische Seite) und aus Oberungarn gemeldet wurde.

Ein breiteres Verbreitungsgebiet eroberte *Lebertia caucasica*, welche bisher nur aus dem Kaukasus und Oberungarn gemeldet wurde. Diese Form deutet auf die Beziehungen der ungarischen Süßwassermilbenfauna zu der Russlands, bzw. des Kaukasus hin.

Der in Südfrankreich wiedergefundene *Atractides barsicus* und *A. Ungeri*, weiterhin *Sperchon brevisrostris pachydermis* (nur auf den Brit. Inseln), *Sp. mutilus*, *Dartia Borneri*, *Lebertia exuta*, *Megapus loricatus*, *Unionicola tricuspis*, *Feltria cornuta*, *F. Rouxi Romijni*, *Aturus scaber rotundus*, *A. asserculatus* und *Arrenurus insulanus* sind dagegen von Ungarn westlich verbreitet.

Atractides Ungeri wurde von Ungarn südlich in Jugoslawien *Megapus loricatus* südwestlich in Oberitalien festgestellt.

Piona annulata und *Aturus fontinalis*, wahrscheinlich auch

Mideopsis Willmanni sind allem Anscheine nach nördliche Formen, dessen südlichste Fundstellen in Ungarn sind.

Es ist eine interessante Erscheinung, dass es unter den in Ungarn bisher bekannt gewordenen Lebertien, mit Ausnahme der endemischen Formen, nur eine Art gibt (*Lebertia porosa*), die ausser Europa auch in anderen Weltteilen lebt. Die anderen sind alle europäische, bzw. in Ungarn endemische Formen. Eine ähnliche Erscheinung sehen wir bei den *Megapus*- und *Aturus*-Arten. Die letzteren sind alle nur in Europa zu Hause.

VI. Endemische Formen.

Unter den Süßwassermilben des historischen Ungarns sind endlich Formen, welche aus anderen Gebieten nicht bekannt sind. Es ist aber zu bemerken, dass einige von diesen Formen, vielleicht alle, aus ökologisch gleichwertigen Biotopen der benachbarten Länder wahrscheinlich früher oder später noch zum Vorschein kommen werden. Bis dahin sind diese Formen aber als *endemische* Tiere aufzufassen, und wir können vorläufig kein oder wenig Urteil aussprechen, da eine kausal arbeitende Tiergeographie mit neuen Formen zunächst meist wenig anzufangen weiss. Hierher gehören:

<i>Eylais hungarica</i>	<i>Atractides Dudichi</i>
<i>Eylais dubia</i>	<i>Atractides longirostris</i>
<i>Eylais producta</i>	<i>Megapus soproniensis</i>
<i>Eylais megalostoma telmatobia</i>	<i>Megapus barsiensis</i>
<i>Eylais incisa</i>	<i>Megapus diastema</i>
<i>Eylais Dadayi</i>	<i>Megapus angustiporus lobatus</i>
<i>Protzia invalvaris barsica</i>	<i>Megapus latipes</i>
<i>Sperchon plumifer danubialis</i>	<i>Unionicola Hankói</i>
<i>Lebertis dalmatica</i>	<i>Feltria clipeata</i>
<i>Lebertia papillosa</i>	<i>Feltria brevipes liburnica</i>
<i>Lebertia macilentia</i>	<i>Acercus Dudichi</i>
<i>Lebertia Halíki</i>	<i>Kongsbergia marginiporosa</i>
<i>Lebertia barsica</i>	<i>Arrenurus nagysallóensis.</i>

Es sei erwähnt, dass *Eylais megalostoma* in Afrika lebt, während die var. *telmotobia* in Ungarn gefunden wurde.

Protzia invalvaris wurde bisher aus Spanien, Frankreich, Holland, Schweiz, Norditalien, Deutschland, Böhmen, Rumänien und Bulgarien gemeldet; weiters kennen wir eine var. aus Japan und var. *barsica* aus Ungarn.

Megapus angustiporus ist nur aus Spanien bekannt, var. *lobatus* kam in Ungarn zum Vorschein.

Feltria brevipes kennen wir aus den Alpen, Frankreich und Deutschland, var. *liburnica* aus dem Brušnica-Bach bei Brušani, westlich Gospić am Velebit-Gebirge (dieses Gebiet rechnen wir auch zu dem Karpathenbecken).

Eine Subspezies von *Atractides Dudichi* unter dem Namen *cognatus* beschrieb Viets aus Südjugoslawien.

Nähere Beziehungen zwischen diesen Stammformen und ihren Varietäten sind derzeit noch unbekannt.

Lebertia dalmatica beschrieb VIETS aus dem Brušnica-Bach bei Brušani westlich Gospić am Velebit-Gebirge, das Tierchen wurde später in Oberungarn (Garamrudnó und Szklenófurdó) in Gebirgsbächen wiedergefunden.

Der aus den oberungarischen (Szklenófurdó, Körmöcbánya) Gebirgsbächen bekannt gewordene *Megapus barsiensis* wurde in dem Abflusse der Quelle Ložanjek bei Brušani, westlich Gospić am Velebit-Gebirge festgestellt.

Beide Formen deuten auf die Beziehungen der ungarischen Süßwassermilbenfauna zu der balkanischen hin.

Zwischen den ungarischen Süßwassermilben sind also:

Kosmopolitische Formen	3
Formen mit Verbreitung in vier Weltteilen:	
Europa, Asien, Afrika und Amerika	6
Formen mit Verbreitung in drei Weltteilen:	
1. Europa, Asien und Afrika	17
2. Europa, Asien und Amerika	13
3. Europa, Afrika und Amerika	1

Formen mit Verbreitung in zwei Weltteilen:

1. Europa und Asien	37
2. Europa und Afrika	6
3. Europa und Amerika	2
Europäische Formen	80
Endemische Formen	26
	<hr/>
	191

B) Vertikale Verbreitung.

Sehen wir nur kurz einige Beispiele, wie einige von den behandelten Formen vertikal verbreitet sind.

Die ausgesprochen limnophilen eurytopen und eurythermen Formen, wie die *Hydrachna* Arten, *Limnocharis aquatica*, *Eylais*-Arten, *Protzia eximia*, *Euthyas truncata*, *Thyopsis cancellata*, *Thyas*-, *Hydryphantes*-Arten, *Georgella helvetica*, *Hydrodroma despiciens*, *Dartia longipora*, *Lebertia porosa*, *L. exuta*, *Oxus ovalis*, *Limnesia*-, *Hygrobates*-, *Unionicola*-, *Neumania*-, *Hydrochoreutes*-, *Acercus*-Arten, *Pionopsis lutescens*, *Pionacercus Leuckarti*, *Piona*-Arten, *Forelia variegator*, *Brachypoda versicolor*, *Axonopsis*-Arten, *Midea orbiculata*, *Mideopsis orbicularis*, *M. Willmanni* und die meisten *Arrenurus*-Arten bevorzugen in erster Linie im allgemeinen die stehenden und die langsam fliessenden Gewässer der *Tiefländer*, einige auch die stilleren Bäche der *Mittelgebirge*.

Doch sind unter diesen Formen, welche auch in ziemlich hoch liegenden Tümpeln, Teichen oder Seen ganz gut gedeihen. So wurden z. B. *Limnocharis aquatica*, *Pionacercus Leuckarti*, *Arrenurus maculator* und *A. Neumani* in den Alpengewässern in einer Höhe von 1800—2000 m, *Piona carnea*, *Brachypoda versicolor* in einer Höhe von 2000—2200 m, *Limnesia fulgida*, *Hygrobates longipalpis* in einer Höhe von 2200—2400 m, *Eylais extensus* und *E. hamata* in einer Höhe von 2400—2600 m, *Lebertia porosa* in einer Höhe von 2600—2800 m gefunden.

Acercus ornatus hat in Kaschmir eine Höhe von 1585 m erreicht. Von den limnischen Formen drang *Eylais hamata* vielleicht am höchsten hinauf, da sie in Tibet (Chushol) ungefähr 4340 m hoch lebt.

Pionopsis lutescens wurde in Norwegen aus 900—1000 m, *Pionacercus Leuckarti* in Schweden aus 1000—1100 m hoch liegenden Fundstellen verzeichnet.

Diese Formen haben im allgemeinen horizontal und vertikal einen recht breiten Verbreitungskreis.

Eine ziemlich starke Verbreitungsenergie haben insbesondere in der vertikalen Richtung jene, hauptsächlich rheophile Formen, welche vorwiegend die fließenden Gewässer der *Tiefländer*, *Mittelgebirge* und *Alpen* bevölkern. Solche Formen sind z. B. *Sperchon plumifer*, *Megapus nodipalpis fonticola*, *M. n. pennata*, *Aturus scaber rotundus*, *A. crinitus*.

Aturus crinitus wurde in den Alpen aus einer Höhe von 1800—2000 m verzeichnet.

Sperchon compactilis discrepans und *Megapus distans* sind nur in den Gewässern der *Tiefländer* und der *Mittelgebirge* zu finden.

Es gibt weiter Formen, die nicht nur die Gewässer der *Mittelgebirge* bevölkern, sondern auch in die *Alpengewässer* gedrungen sind. Im allgemeinen sind diese nicht von weiter ausgedehnten Verbreitung. Zu diesen gehören *Partnumia Steinmanni*, *Calonyx rotundus Panisus Michaeli*, *Sperchon glandulosus*, *Sp. brevirostris*, *Sp. mutilus*, *Sp. denticulatus*, *Dartia Borneri*, *Lebertia Maglioi*, *L. insignis*, *L. lineata*, *L. tuberosa*, *Pseudotorrenticola rhynchota*, *Megapus loricatus*, *M. nodipalpis*, *M. acutirostris*, *Feltria armata*, *F. rubra*, *Aturus scaber*, *A. asserculatus* und *Kongsbergia materna*.

Von diesen Formen wurden z. B. *Dartia Borneri*, *Lebertia lineata*, *Megapus nodipalpis*, *M. loricatus* in einer Höhe von 1800—2000 m, *Calonyx rotundus*, *Sperchon mutilus*, *Feltria rubra* in einer Höhe von 2000—2200 m, *Partnumia Steinmanni*, *Panisus Michaeli*, *Sperchon glandulosus*, *Sp. brevirostris*, *Sp. denticulatus*, *Lebertia Maglioi* in einer Höhe von 2200—2400 m, *Lebertia tuberosa* in einer Höhe von 2400—2600 m gefunden.

In Norwegen wurden *Lebertia insignis* aus einer Höhe von 900—1000 m, *Sperchon brevirostris*, *Megapus nodipalpis* und *Aturus scaber* aus einer Höhe von 1200 m festgestellt.

Die Arten endlich, welche sich in ihrer Verbreitung nur auf die Gewässer der *Mittelgebirge* beschränken, besitzen eine verhältnismässig noch geringere Ausbreitungsenergie. Die meisten

sind vorwiegend rheophilen Charakters. Nur aus den Gewässern der Mittelgebirge sind bisher bekannt geworden: *Protzia invalvaris barsica*, *Pr. sculptopetiolata*, *Sperchonopsis verrucosa*, die meisten *Sperchon*-, *Lebertia*-, *Atractides*-, *Megapus*-, *Feltria*-Arten, *Ljania bipapillata*, einige *Aturus*-Arten und *Kongsbergia marginiporosa*.

*

Wir können zum Schluss feststellen, dass ein Teil der Hydrachnellae-Fauna des Karpathenbeckens — die endemischen, die europäischen Ubiquisten und die auch in anderen Weltteilen heimischen Formen abgerechnet — einen natürlichen Zusammenhang in erster Linie zu derjenigen benachbarter Gebiete mit ähnlichen Verhältnissen, im weiteren Sinne zu der Süßwassermilben-Fauna Mitteleuropas aufweist. Einige europäische Formen zeigen — wie erwähnt wurde — eine deutliche Beziehung zu der südslawischen, bzw. balkanischen, andere zu der südrussischen und ponto-kaspischen, einige zu der nordeuropäischen, schliesslich einige zu der westeuropäischen Süßwassermilben-Fauna.

Literatur.

1. BESSELING, A. J.: Nederlandsche Hydrachnidae. (Tijdschr. v. Entom., 75, 1932, p. 141—148).
2. HALÍK, L.: Příspěvek k fauně australskýc vodulí — Beitrag zur Kenntnis der Wassermilbenfauna Australiens. (Sbornik entom. odd. Zemského Musea v Praze, 19, 1941, p. 103—118).
3. HUSTATINSCHI, A.: Fauna Hydracarinelor din bahna «Mihodreii» (Bucovina). (Bul. Fac. Ştiinţe Cernăuţi, 11, 1937, p. 1—131).
4. LUNDBLAD, O.: Die Hydracarinen Schwedens I. (Zool. Bidrag Uppsala, 11, 1927, p. 185—540).
5. LUNDBLAD, O.: Report on Hydracarina in: Yale North India Expedition. (Mem. Conn. Acad., 10, 1934, p. 85—118).
6. LUNDBLAD, O.: Eine Übersicht des Hydrachnellensystems und der bis jetzt bekannten Verbreitung der Gattungen dieser Gruppe. (Zool. Bidrag Uppsala, 20, 1941, p. 359—379).
7. LUNDBLAD, O.: Die Arthropodenfauna von Madeira nach den Ergebnissen der Reise von Prof. Dr. O. Lundblad Juli—August 1935. XXXI. Hydrachnellae. (Ark. för zoologi, 34 A, 5, 1942, p. 1—319).
8. MARSHALL, R.: Preliminary List of the Hydracarina of Wisconsin, I. The Red Mites. (Trans Wis. Acad. S. A. L., 26, 1931, p. 311—319).

9. MARSHALL, R.: Preliminary List of the Hydracarina of Wisconsin, Part II. (Trans. Wis. Acad. S. A. L., 27, 1932, p. 339—358).
10. MARSHALL, R.: Preliminary List of the Hydracarina of Wisconsin, Part III. (Trans. Wis. Acad. S. A. L., 28, 1933, p. 37—61).
11. MARSHALL, R.: Preliminary List of the Hydracarina of Wisconsin, Part IV. (Trans. Wis. Acad. S. A. L., 29, 1935, p. 273—297).
12. MARSHALL, R.: Preliminary List of the Hydracarina of Wisconsin, Part V. (Trans. Wis. Acad. S. A. L., 30, 1937, p. 225—251).
13. MOTAŞ, C.: Contribution à la Connaissance des Hydracariens français particulièrement du Sud-Est de la France. (Trav. Labor. Hydrobiol. Piscicult. Univ. Grenoble, 20, 1928, p. 1—373).
14. MOTAŞ, C.: Cîţiva Hidracarieni torenticoli din Carpaţi. (Rev. Stiint. «V. Adamichi», 18, 1932, p. 158).
15. SOAR, C. D. et WILLIAMSON, W.: The British Hydracarina, I—III. London, 1925—1929.
16. SOAREC, J. I.: Contribuţie la studiul hidracarienilor din România. (Acad. Română, Mem. Secţ. Stiinţ., Ser. III, Tom. XIV, Mem. 12, 1939, p. 363—372).
17. SOKOLOV, I.: Hydracarina in: Faune de l'URSS, Vol. V, no 2, 1940, p. 1—510.
18. SZALAY, L.: Magyarországi Hydracarinák — Über Hydracarinen aus Ungarn. (Ann. Mus. Nat. Hung., 26, 1929, p. 211—249).
19. SZALAY, L.: Über drei Sperchon-Arten. (Zool. Anz., 99, 1932, p. 239—249).
20. SZALAY, L.: Über zwei Wassermilben aus der Gattung Atractides C. L. Koch. (Zool. Anz., 102, 1933, p. 227—236).
21. SZALAY, L.: Bars vármegye Hydracarina-faunájának alapvetése — Grundlagen zur Kenntnis der Hydracarinen-Fauna des Komitatus Bars in Ungarn. (Ann. Mus. Nat. Hung., 34, Pars Zoologica, 1941, p. 192—215).
22. SZALAY, L.: Die im Karpathenbecken bisher nachgewiesenen Hydrachnellae. (Fragm. Faunist. Hung., 5, 1942, p. 99—118).
23. UCHIDA, T.: Some rheophilous Water-mites from Japan. (Journ. Fac. Sci. Hokkaido Imp. Univ., Ser. VI, Zoology, 3, 1934, p. 67—116).
24. UCHIDA, T.: Water mites from the Kurile Islands. (Bull. Biogeograph. Soc. Japan, 6, 1936, p. 171—182).
25. UCHIDA, T.: Water mites from Saghalien. (Bull. Biogeograph. Soc. Japan, 6, 1936, p. 309—323).
26. VIETS, K.: Kleine Sammlungen in- und ausländischer Wassermilben. (Zool. Anz., 104, 1933, p. 261—274).
27. VIETS, K.: Wassermilben aus Bulgarien. (Zool. Anz., 109, 1935, p. 33—39).
28. VIETS, K.: Wassermilben aus Finnland. (Ann. Zool. Soc. Vainamo, 2, 1935, p. 18—20).

29. VIETS, K.: Hydracarinen aus Jugoslawien. (Arch. Hydrobiol., 29, 1936, p. 351—409).
30. VIETS, K.: Wassermilben oder Hydracarina in: Dahl, Die Tierwelt Deutschlands. Jena, 1936, Teil 31 u. 32.
31. VIETS, K.: Wassermilben aus Russisch-Karelien. (Arch. Hydrobiol., 30, 1936, p. 574—581).
32. VIETS, K.: Hydrachnellae et Porohalacaridae (Acari). (Bull. Mus. Hist. Nat. Belg., 12, 1936, p. 1—10).
33. VIETS, K.: Hydrachnellae et Porohalacaridae (Acari). II. (Bull. Mus. Hist. Nat. Belg., 13, 1937, p. 1—12).
34. VIETS, K.: Wassermilben aus nordöstspanischen Höhlengewässern. (Arch. Hydrobiol., 1937, p. 553—564).
35. VIETS, K.: Über einige Wassermilben aus China. (Zool. Anz., 124, 1938, p. 286—287).
36. VIETS, K.: Wassermilben (Hydrachnellae und Porohalacaridae, Acari) aus den französischen Pyrenäen. (Zool. Anz., 125, 1939, p. 1—15)
37. VIETS, K.: Wassermilben (Hydrachnellae, Acari) aus den Bayrischen Alpen bei Garmisch-Partenkirchen. (Arch. Hydrobiol., 36, 1939, p. 72—93).
38. VIETS, K.: Süßwassermilben (Hydrachnellae, Acari) von ozeanischen und pseudo-ozeanischen Inseln. (Zool. Anz., 128, 1939, p. 206—208).
39. VIETS, K.: Hydrachnellae, Porohalacaridae und Halacaridae s. str. (Acari) aus Bulgarien. (Zool. Anz., 130, 1940, p. 36—41).
40. VIETS, K.: Wassermilben (Hydrachnellae und Porohalacaridae, Acari) aus dem nördlichen Finnland. (Zool. Anz., 131, 1940, p. 44—46).
41. VIETS, K.: Ausbreitungswege und nacheiszeitliche Verbreitung der Kaltwasser- und Strömung liebenden Wassermilben in Europa. (Arch. Hydrobiol., 37, 1940, p. 278—319).
42. WALTER, C.: Hydracarina (Voyage de Ch. Alluaud et P. A. Chappuis en Afrique occidentale française, Dec. 1930—Mars 1931). (Arch. Hydrobiol., 28, 1935, p. 69—136).
43. * WIERZEJSKI, A.: Materyjali do fauny jezior tatrzańskich, Krako, 1882.
44. * WIERZEJSKI, A.: Zarys fauny stawów tatrzańskich, Krako, 1883.
45. WILLIAMSON, W.: Hydrachnidae in: The Natural History of Barra, Outer Hebrides. The results of a scientific expedition organised by the Biological Society of the University of Edinburgh, 1st to 14th July 1935. (Proc. Roy. Phys. Soc., 22, 1936, spec. p. 287—288).
- Die mit * bezeichneten Beiträge waren mir nicht zugänglich.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 21. Juni 1943.)

HÁROM ÚJ KÜLÖNLEGES SZENÜNKRŐL.

VITÁLIS ISTVÁN I. tagtól.

A mult évben alkalmam volt három új különleges szenünket megismerni. Az egyik új szénfajta a Mátra-hegységben a rózsaszentmártoni új alagútban feltárt *őskátrányban dús* miocénkorú barnaszén; a másik a Prelukai szigethegység alsó oligocénkori, *kénben dús* barnaszene; a harmadik a Máramarosi Havasok erdős területén lelt *nagy fűtőértékű, kénszegény* karbonkorú grafitos antracit-kőszén. Ezeket ismertetik a következő sorok.

1. A Mátra-hegység kátránydús barnaszene.

Budapest székesfőváros most épülő zagyvavölgyi nagy villamos központjának a szénszükségletét a mátraalji rózsaszentmártoni pontusi lignittel fogják ellátni. A szállítás könnyebb és olcsóbb lebonyolítása végett most vájták ki a Zagyva-folyó völgyéből a Lőrinci község határához tartozó Pernye-pusztá felől Rózsaszentmárton lignitmezeje felé a Mátra-hegység déli nyújtványán át az altárót, amely Pernye-pusztánál lávakőzetben: piroxénes andezitben indult, de csakhamar vulkáni törmelékes kőzetbe: durvább andezittufába és finomszemű vulkáni hamuba jutott.

Ebben a finomszemű vulkáni hamuban szenesedett és vas-kovanggal impregnált fadarabokon kívül az altáró szájától 425·0—425·5 méter között olyan különleges szén fordul elő, amely engemet a Bakony-hegységben lelt bitumenben, illetve őskátrányban nagyon dús *jasditra* emlékeztetett.

Mátraszőlősen már 30 évvel ezelőtt kőületek alapján mutattam ki, hogy a Mátrában a középső miocén: a felső mediterrán korszakban hosszú időn át váltakozva követték egymást a piroxénes

andezites és a riolitos erupciók,¹ s így a pernyepusztai pircxénes andezitláva, -tufa és -hamu, valamint a *vulkáni hamuba zárt széntelep is középmiocén: felső mediterrán képződmény, vagyis jóval idősebb, mint a rózsaszentmártoni pliocénkori pontusi lignit.*

A pernyepusztai felső mediterránkorszakú széntelep fekvője és fedője egyaránt finomszemű vulkáni hamu, vagyis a *széntelep olyan növények felhalmozódásából keletkezett, amelyek az erupció szünete-lése idejében éltek.* A pernyepusztai felső mediterránkorszakú szén-telep tehát a nyitrabányai (handlovai) és a nógrádverőcei típushoz tartozik.

A szóbanforgó pernyepusztai széntelep 50 centiméter vastag. A fekvő felőli 40 cm vastag része barnás színű, rétegzésnélküli s látszólag egynemű. A fedő felőli 10 cm vastag teleprész szene palás, réteges, s e rétegek között ujjnyi vastag vulkáni hamu iktatódik közbe, annak jeléül, hogy a vulkáni kitörés: a hamuszórás először gyenge volt, egy időre meg is szűnt, s így a szénképződés újból megindult, ámde csak rövid ideig tarthatott, minthogy az altáró 425·5 métertől kezdve még nagyon vastag vulkáni hamuban haladt.

Ezt a hatalmas hamuszórást újabb szünet követte, úgy hogy a növényi tenyészet megint megindult és nyersanyagot szolgáltatott újabb széntelep képződéséhez. Ez a második széntelep azonban vékony, vagyis az erupció-szünet nem sokáig tartott, s újból hatalmas hamuszórás következett, amely a növényi tenyészetnek véget vetett.

Az altáróban a harántolt vulkáni tufa, vulkáni hamu rétegei, valamint a közbeiktatózott széntelegek meredeken: 45—50 fok lejtőszöggel kelet felé lejtősződnék, vagyis a vulkáni kőzetek és a közbezárt széntelegek erős szerkezeti elmozdulást szenvedtek.

A pernyepusztai felső mediterránkorszakú szén eltér a hasonló korszakú barnászenektől abban, hogy vékony szilánkjai már a gyufa lángjában meggyulladnak és hosszú lánggal égnek el, úgy mint a Bakony-hegység jásdítja.²

¹ VITÁLIS ISTVÁN: Adatok a Cserhát keleti részének geológiai viszonyaihoz. Math. és Természettud. Értesítő XXXIII. k. Budapest 1915. p. 561.

² VITÁLIS ISTVÁN: Szén- és szénolajproblémáink. Bány. és Koh. Lapok. LXII. évf. Budapest. 1929. p. 299.

Erre való tekintettel kérésemre KAMARÁS GYÖRGY vegyész-mérnök megelemezte ezt a különleges szenet. Vizsgálatának az eredménye a következő:

nedvesség	2·74%
hamu.....	38·16%
égésmeleg	4816 kal.
fűtőérték	4551 kal.
kén	7·51%
hidrogén	4·60%
karbónium	34·71%
O+N	12·24%

A nagy kéntartalom onnan van, hogy a megismétlődött vulkáni kitöréssel kapcsolatban a széntelep, úgymint a vulkáni hamu és a vulkáni tufa, valamint a hólyagos pircxénandezitláva is vas-kovanddal van impregnálva.

A pernyepusztai szénnek ugyan több mint egy harmadrésze: 38·16%-a hamu, mégpedig vulkáni hamu, a fűtőértéke földtani korához képest mégis feltűnően nagy: 4551 kalória, minthogy barnaszéneknél szokatlanul csekély: 2·74% nedvesség maradt benne, és mivel igen nagy: 4·60% a hidrogénium-tartalma.

A csekély nedvesség a megismétlődött, s a szénképződést követő vulkáni kitörés hőjének a szárító hatására vezethető vissza; a nagy hidrogénium-tartalom meg arra, hogy ez a szén annyira gazdag volt bitumenben, illetve őskátrányban, hogy bár annak egy része a vulkáni hő felbontó hatásának esett áldozatul, mégis jelentős mennyiség maradt vissza belőle.

Kérésemre KAMARÁS GYÖRGY vegyész-mérnök a pernyepusztai felső mediterránkorszakú szén bitumen- és őskátránytartalmát is meghatározta. Benzol+alkohollal 20·75% bitument vont ki belőle. Összehasonlításként megemlítem, hogy HANKISS SZILÁRD a Tüzelőszerkísérleti Állomáson 1927-ben a hasonlókorszakú sajószentpéteri barnaszénből csak félannyi: 10% bitument extrahált.³

³ HANKISS SZILÁRD: Szénkísérleti Közlemények. II. f. 1927. Budapest, 1928. p. 56.

A KAMARÁS GYÖRGY által végzett Fischer-elemzés adatai a következők:

nedvesség	3·79%
félkokszt	56·70%
kátrány	26·70%
bomlásvíz	2·11%
gáz és veszt.	11·40%

A *pernyepusztai szén* tehát 26·70% *őskátrányt* tartalmaz; ez igen sok, ha figyelembe vesszük, hogy MÓRY BÉLA 1927-ben a Tüzelőszerkísérleti Állomáson a hasonló korú mucsonyi szénből 3·35 s az ormospusztaiból is csak 5·75% kátrányt párolt le.⁴

Összehasonlításként megemlítem, hogy a Bakony-hegységben az általam felfedezett *jásdit*ban 1929-ben GYÖRKI JÓZSEF 38·97%, a *jásditos szén* átlagpróbájában pedig KAPUS LÁSZLÓ 19·10% kátrányhozamot mutatott ki. (2. p. 354.) A *jásdit* felső oligocénképződmény.

A Zala vármegyében feltárt és termelt nagymennyiségű ásványolaj ugyan a szénolaj lepárlását háttérbe szorította, nem lehetetlen azonban, hogy egyszer sor kerül a szénolajra is, és így jónak véltem az illetékesek figyelmét reáterelni a Bakony-hegységben a Gaja-medence és a Mátra-hegységben *Pernye-pusztá* bitumenben, illetve *őskátrányban* dús szeneire. Már régebben rámutattam arra is, hogy a borsódi szénmedencében is előfordulnak *őskátrányban* dús teleprések.

2. A kénben feltűnően dús csolti szén.

Erdély visszatért északi részében Kolozsvár—Bánffyhunyard—Zsibó között a Vlegyásza, a Bükk és a Prelukai kristályospala alaphegység által körülvett palaeogén medencében régóta ismeretesek felső oligocénkorszakú barnaszénelőfordulások, sőt ennek az 1500 km² kiterjedésű nagy medencének a déli részében a bánffyhunyard—kolozsvári fő vasútvonal közelében Egeres—Forgácskút községek között és a medence északi részében a szamosvölgyi

⁴ MÓRY BÉLA: Magyar szenek lepárlása kis hőfokon. Szénkísérleti Közlemények. I. f. Budapest, 1927. p. 57.

vasút mentén Tihó, Szurduk, Szalonna, Kiskeresztes stb. vidékén régóta termelik is a felső oligocén barnaszénét.

Sajnos, ezek a mi viszonyaink között óriási kiterjedésű felső-oligocénkorszakú barnaszéntelepek igen vékonyak: a fejthető részük átlag alig 40—60 cm vastag, a fűtőértékük ugyan igen jó 4—5 ezer kalória, ámde feltűnően nagy a kéntartalmuk.

GRITTNER ALBERT «Szénelemzések» című táblázataiban 762 magyar szénpróba elemzését közölte, és azok között a Kolozsvár—Bánffyhunyad—Zsibó között elterülő palaeogén medence felső-oligocénkorszakú szénében lelta a legtöbb ként. Így az egeresi felső oligocén barnaszénből vett próbák között elemzett olyant is, amelyben az éghető kéntartalom 8.43% s az összes kén 8.94%-ot ért el.⁵

Eddig ez az egeresi barnaszén volt Magyarországon a legnagyobb kéntartalmú szén.

Észak-Erdély és Kelet-Magyarország határos részén Doboka és Szatmár vármegye területén a Prelukai kristályospala szigetehegység peremén az alsó oligocén barnaszén is sok ként tartalmaz. Így GRITTNER említett elemzése szerint a szatmárvármegyei Nagysomkút közelében a Prelukai kristályospala szigetehegység északi peremén Hovrilla község határában az alsó oligocénkorszakú barnaszénben (GRITTNER ALBERT összesen 7.68% ként lelt. (5. p. 25.)

A mai nagy szénhiány reáterelte a figyelmet Nagysomkút vidékének az alsó oligocénkorszakú barnaszéneire is, s közülök különösen Csolt—Törökfalva község környékét véltem kutatásra érdemesnek, minthogy ez a két község fekszik legközelebb Nagysomkút vasúti állomásához.

Csolt község határában több helyen természetes kibúváson láttam az alsó oligocén barnaszéntelepeit részint a vízvájta árkokban, részint svadások által feltárt hegyoldalokban. Két helyen három vékony telepben, illetve padban láttam így felnyitva a széntelepeket. Közülök az egyik helyen a vízvájta árokban leásással sikerült az alsó: a negyedik széntelepet is feltárni, amely 60 cm vastag és két szénpadra oszlik. A felső szénpad 32, az alsó 23 cm vastag, s kissé palás. Minthogy 60 cm vastag széntelep

⁵ GRITTNER ALBERT: Szénelemzések. Budapest, 1906. p. 16.

technikailag már fejthető, vettem átlagmintát mind a két szén-padból.

Ámbár a próbákat a kibúvásról vettem, ahol már az atmoszferiáliák erős romboló hatása érvényesülhetett, a fűtőérték megközelíti a 3900 kalóriát, vagyis kielégítő. *A kéntartalom azonban 10·6%, vagyis az addig vegyelemzett magyar szenek között a legnagyobb!*

A csolti barnaszén elemzési adatai KAMARÁS GYÖRGY szerint a következők:

nedvesség	13·90%
hamu.....	24·10%
kén.....	10·60%
fűtőérték	3833 kal.

A csolti szén palás részében, a pala réteglapjain fillérnagyságú foltokban gipszkristálycsoportok láthatók olyanféleképpen, mint télen az ablak üveglapján a jégvirágok. Gyakoriak a markazitbevonatok és markazitgumók is. Ezeknek az elbontásából keletkeztek a gipszkristálykivirágzások. A nagy kéntartalom a markazittal és a gipsszel függ össze genetikailag.

A Prelukai kristályospala szigethegység déli oldalán a révkörtvélyesi oligocén széntelepben KOCH ANTAL is lelt markazit- és gipszbevonatokat.⁶

GRITTNER ALBERT szénelemzése néhány külföldi szénre is kiterjedtek. Azok között az isztriai Arsa-szén tartalmaz legtöbb: 8·86% ként. Sőt egyes szerzők szerint még ennél is többet.

Az isztriai barnaszén triász mészkővön fekszik. Az ilyen, ú. n. *karsztszenekben*, amelyeknek mészkő vagy mészben dús márga a közvetlen fekvőjük, más helyeken is nagy a kéntartalom. Ausztriában PETRASCHEK VILMOS, nálunk SZÁDECZKY KARDOSS ELEMÉR foglalkozott közelebbről a karsztszenek kéntartalmának eredetével.

A Prelukai kristályospala szigethegység peremén északon Hovrilla, Bucsonfalva, és délen Révkörtvélyes határában a kénben feltűnően dús oligocén széntelep közvetlen fekvője az eocén nummulinás mészkőve. A déli peremen Révkörtvélyesen KOCH

⁶ KOCH ANTAL: Az erdélyrészi medence harmadkori képződményei. I. rész. Budapest, 1894. p. 300.

ANTAL is említette ezt; az északi peremen különösen Bucsonfalva egyik vízvájta árkában láttam jó feltárásban ezt a nummulinás mészkövet a széntelep fekvőjében. Más helyeken a fekvőt mészben dús márga alkotja, így pl. Csolton is.

Hazai szeneink közül azoknak a teleprészeknek a szene, amelyek közvetlenül a mészkövön fekszenek, általában sok kén-tartalmaz. Így pl. a Vác fölötti kódsi eocénkori szénben a kén-tartalom 6·78%, Pilisvörösváron 6·71%, Pilisszentivánon 6·57%, Tokodon 6·48%-ig emelkedik. (L. GRITZNER: Szénelemzések.)

Éreztetni a mészkő és a mészben dús márga kéndúsító hatását akkor is, ha a széntelegek között meddő közbeágyazásként vagy a széntelep fedőjeként fordul elő. Csolton a fedőt is mészben dús márga alkotja.

3. A Máramarosi Havasok grafitos antracit-kőszene.

Eddig Csonka-Magyarország területén csak Sátoraljaújhelytől keletre, a Zempléni Szigethegységben, Nagy- és Kistoronya község határában volt ismeretes felső karbonkorszakú antracitos kőszén. Nagytoronya határában először még 1905-ben maga a földbirtokos: SZÉCHENYI DOMOKOS gróf nyitotta fel táróval 0·5 és 1 m vastagságban az antracit-kőszéntelepet, majd a megszállás alatt 22 m mély aknával tárták fel ugyanezeket a telepeket, most pedig a *Sorg Antal Építőipari R. T.* mélyített ugyancsak aknát, és már építi is Sátoraljaújhelytől keletre Csörgő vasúti állomására a szállító drótkötélpályát.

A Zempléni Szigethegység felső karbonkorszakú grafitos antracitos kőszénét részletesen ismertettem már több közleményemben.⁷⁻¹⁰

A múlt év szeptember hónapjában alkalmam volt Máramaros-

⁷ VITÁLIS ISTVÁN: Magyarország szénelőfordulásai. Sopron, 1939. p. 56.

⁸ VITÁLIS ISTVÁN: A visszatért Felvidék és Kárpátalja szénelőfordulásai. Bány. és Koh. Lapok. LXIII. évf. 2. sz. Budapest, 1940. p. 24.

⁹ VITÁLIS ISTVÁN: Néhány félreismert fosszilis szénelőfordulásról u. o.

¹⁰ VITÁLIS ISTVÁN: Karbonkorszakú kőszén a Zempléni Szigethegységben. Mat. és Természettud. Értesítő. LXII. k. Budapest, 1943.

szigettől keletre a *Máramarosi Havasok* erdős területén olyan karbonorszakú grafitos antracit-kőszénelőfordulásokat megismerni, amelyek megegyeznek a Zempléni Szigethegység grafit és grafitos antracit-kőszén előfordulásaival.

A Máramarosi Havasokban a bécsi földtani intézet geológusai végezték az első, részletesebb földtani felvételt. A sűrű erdővel takart hegyekben azonban elkerülték a figyelmüket a karbonpálák és azok között a grafit- és antracit-kőszéntelepek.

A román megszállás alatt PAPP KÁROLY egyik tanítványa: SELAGIAN VAZUL kolozsvári geológus adott hírt először a Máramarosi Havasok grafitos-antracitos kőszénelőfordulásairól. A múlt évben nekem is alkalmam volt az előfordulásokat megnézni.

Először egy mély szakadékos völgyben nagytömegű kőzet-hordalék között 1—3 m hosszú és 0·5—1 m vastag, lencsealakú fészkekben a víz által összehordva, vagyis *másodlagos* helyen láttam a grafitos agyagot, amely ugyan látszólag elég tiszta, ámde áthurcolódás következtében kisebb-nagyobb kődarabokkal keveredett össze.

8—10 ilyen grafitos fészket láttam, de minthogy ezek nem alkotnak összefüggő telepet, bányászatra nem alkalmasak.

Láttam azonban a grafitos telepet *elsőlegesen* helyen is.

Oly helyeken ugyanis, ahol a patak vize mélyen bevágódott a karbonpala-rétegsorozatba, azt jól feltárta. Ily módon egymás közelében három grafitos telep vált láthatóvá.

Az első feltárásban a karbonpala erősen gyűrt és a térdráncban kvarcittal kontaktusban 10 cm vastag, szembetűnően tiszta, pikkelyes grafittelepecske van. Ettől az első vékony grafitteleptől mintegy 12 méterrel tovább észak felé a karbonpala nyugodtabb településű: ott mintegy 20—22 cm vastag középső grafittelep látható. Még távolabb észak felé a karbonpala még nyugodtabb fekvésű. Ott a grafittelep fekvője $21\frac{1}{3}$ óra irányban lejtősszöggel 35 fok lejtőszöggel.

Ezt a harmadik grafittelepet csapásirányban északkelet felől jövő, vízvájta árok tárta fel, majd törmelékújával nagy részben eltakarta. Néhány munkás segítségével sikerült azonban a kőtörmeléket annyira eltávolítani, hogy a grafitos telep nagy része láthatóvá lett.

A fekvőt alkotó karbon agyagpalán először vékony levelekre szétváló grafitpala, majd palás grafit települ. Azután 30 cm vastag, kemény agyagpala közbetelepülés fedőjében tisztább és agyagosabb palás grafit következik, melynek 3 m vastag részét sikerült feltárunk. Ennek a szerkezete a következő: 40 cm vastag pikkelyes grafit, 35 cm vastag palás grafit, 25 cm vastag kemény grafitos agyagpala-közbetelepülés, 50 cm vastag palás grafit, 30 cm vastag pikkelyes grafit, 40 cm vastag palás grafit, 25 cm vastag pikkelyes grafit és 50 cm vastag grafitos pala.

Ezek szerint a kibontott telep összvastagsága kerekén 3 m. Ebből $40+30+25$, vagyis 95 cm összvastagság esik a tisztább pikkelyes grafitra, és $35+50+40+50$, vagyis összesen 175 cm vastag rész jut a gyengébb palás és agyagosabb grafitanyagra és 25 cm a meddő közbetelepülésre.

Ebből a vastag grafitos telepből két átlagmintát vettem. Az egyik átlagmintát a tisztább, pikkelyes grafit ($40+30+25=$) 95 cm összvastagságú részéből hoztam, a másik átlagpróbát a ($35+50+40+50=$) 175 cm összvastagságú gyengébb palás-agyagos grafitanyagból vettem!

Ezt a két átlagos grafitpróbát, valamint az első, de vékony telepből vett szép grafitpróbát is megelemeztem. A vegyi vizsgálatot KAMARÁS GYÖRGY vegyészmérnök úr szíveskedett elvégezni.

A következő táblázatban 1. sz. alatt a 10 cm vastag, viszonylag legtisztább pikkelyes grafittelepecskéből vett átlagminta elemzési adatait közlöm, a 2. sz. alatt a 3 m vastag telep viszonylag tisztább 1 m vastag részének és a 3. sz. alatt ugyanezen vastag telep 1.75 m vastag, kevésbé tiszta részének az átlagából nyert elemzési adatokat sorolom fel. A 4. sz. alatt összehasonlításként a Zempléni Szigethegység grafitos anyagának az elemzését közlöm.

	Máramarosi Havasok nyers grafitja			Zempléni Szigethegység nyers grafitja
	1.	2.	3.	4.
Karbonszén	6.45%	5.23%	3.09%	6.54%
Hidrogén	0.73 »	0.83 »	0.66 »	0.66 »
Hamu	— »	— »	— »	87.58 »
Nedvesség	— »	— »	— »	1.30 »

A közölt elemzési adatok szerint a Máramarosi Havasok és a Zempléni Szigethegység nyers grafitos anyaga megegyezik egymással.

KÁRPÁTI JENŐ a m. kir. Földtani Intézet fővegyésze a Máramarosi Havasok nyers grafitját megkísérelte flotálással feldúsítani, a grafit-flotátum a következő összetételt mutatta:

Karbónium	23·45%
Hamu.....	68·70%
Nedvesség	9·78%

A Máramarosi Havasok és a Zempléni Szigetegység grafitos anyagának a dúsításával érdemes tovább kísérletezni, minthogy valószínű, hogy a dúsabb koncentrátumból készítendő tűzálló téglék hasznosíthatók lesznek a vaskohászatban. Bizonyára alkalmas lesz ez a két hazai grafitos anyag a vastárgyak rozsdamentesítésére is. Használják a grafitot a gépeknél a csapágak kopásának csökkentésére, kenőcs helyett, továbbá az elektromos iparban. A tiszta grafitból ceruza készül.

További laboratóriumi kísérletek vannak hivatva megállapítani, hogy az említett két hazai grafitanyag erősebben is dúsítható-e és hogy a flotátum mire használható fel. Magyarország évi grafitbehozatala 1939-ben 27,434 métermázsa volt 254,000 P értékben. Érdemes volna megkísérelni ezt a mennyiséget itthon termelni.

A Máramarosi Havasok grafittelepeivel együtt változó vastagságú telepekben, ú. m. a Zempléni Szigetegységben, felső karbonkori *antracit-kőszén* is előfordul, amely még feltárára vár.

A Máramarosi Havasok antracit-kőszénének egy-egy darabját KÁRPÁTI JENŐ és KAMARÁS GYÖRGY külön-külön megvegyelemezte, az elemzés adatait, valamint összehasonlításként a Zempléni Szigetegység, továbbá Kemenceszék és Tiszafaújványa felső karbon szeneinek az elemzési adatait a következő táblázat szemlélteti:

	Máramarosi Havasok		Zempléni Szigetegység		Kemenceszék (Szekul)	Újbánya (Bafa Noua)
	1.	2.	3.	4.	5.	6.
Nedvesség ...	2·66%	2·97%	4·33%	4·73%	1·38%	1·48%
Hamu	17·47 »	18·53 »	34·17 »	11·75 »	17·64 »	22·98 »
Karbón	75·16 »	— »	55·57 »	77·75 »	67·21 »	67·63 »
Hidrogén ...	1·40 »	— »	1·54 »	1·28 »	4·33 »	3·37 »
Éghető kén ..	0·44%	0·56 »	0·48%	0·68%	1·06%	0·20%
Égésmeleg ..	6450 kal.	— kal.	4657 kal.	6739 kal.	— kal.	— kal.
Fűtőérték ...	6349 »	6447 »	4561 »	6631 »	6463 »	6318 »

Ezek szerint a Máramarosi Havasok és a Zempléni Sziget-hegység felső karbonkorszakú antracit-kőszene elsősorban *feltűnően csekély hidrogénium-tartalmával* tér el a kemenceszéki és az újbányai felső karbon kőszentől. A Máramarosi Havasok és a Zempléni Sziget-hegység antracit-kőszében ugyanis csak 1·40, illetve 1·28% a hidrogénium, holott a kemenceszéki és az újbányai 4·33, illetve 3·37%. A Máramarosi Havasok és a Zempléni Sziget-hegység felső karbon antracit-kőszene tehát *rendkívül sovány szén*. Ezt bizonyítja az a körülmény is, hogy KAMARÁS GYÖRGY megállapítása szerint a Máramarosi Havasok és a Zempléni Sziget-hegység antracit-kőszében csak 0·1, illetve 0·16% az *öskátrány*.

Ilyen csekély hidrogenium és feltűnően kevés kátrány a koksza jellemző. A Máramarosi Havasok és a Zempléni Sziget-hegység felső karbonkorszakú antracit-kőszene tehát *természetes koksznak* minősíthető.

Említettem már, hogy a Máramarosi Havasokban az elsődleges helyen feltárt grafittelepek erősen gyúrt karbonpala-rétegsorozatban foglalnak helyet, és hogy kemény kvarcitpadok is közbeiktatódnak. *Ezek szerint a felső karbonkorszakú kőszén erős szerkezeti mozgások: gyűrődések okozta hőhatásra vesztette el hidrogénium- és öskátránytartalmának a nagy részét, s a nagy nyomás kiváltotta hő hatására alakult át antracittá, természetes koksszá, sőt végül grafitá.*

Minthogy a Máramarosi Havasok antracit-kőszene — úgy mint a Zempléni Sziget-hegysége is — tulajdonképpen természetes koksz, nehezen gyűjthető meg és így egyrészt csak kövér szénrel keverve lehet könnyebben eltüzelni, és másrészt viszonylag bőségesebb szurokhozadással lehet belőle brikettet, illetve kokszbrikettet gyártani.

A Máramarosi Havasok és a Zempléni Sziget-hegység antracit-kőszénét főleg rendkívül csekély: 0·44—0·68% kéntartalma miatt kell nagyon értékesnek minősítenünk. Nagyon valószínű ugyanis, hogy a belőlük gyártott kokszbrikettet a vaskohászatban is fel lehet majd használni. A mecseki: a pécsi mosott liaszkori feketeszénből égetett koksz ugyanis — SVEHLA GYULA kísérletei szerint — a vasércek kohósításánál főleg nagy: 2·56% kéntartalma miatt nem használ-

ható.¹¹ Sajnos, paleocén fényes és egyébként nagy fűtőértékű barnaszeneinkben is sok a kén.

A külföldről behozott drága koksz pótlására feltétlenül indokolt volna kikísérletezni, hogy a Máramarosi Havasok és a Zempléni Szigethegység feltűnően csekély kén tartalmú antracit-kőszénét hogyan lehetne értékesíthető formába hozni. Érdeemes volna laboratóriumi kísérletekkel azt is megállapítani, hogy a külföldi drága szurok helyett nem lehetne-e a derna—tatarosi vagy a tard—bogácsi szurkot úgy készíteni elő, hogy a Máramarosi Havasok és a Zempléni Szigethegység antracit-kőszéne azzal legyen brikettezhető.

¹¹ SVEHLA GYULA: Magyar szenekkel végzett kokszolási kísérletek. Bány. és Koh. Lapok. Budapest, 1933. p. 274.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1944. febr. 21-én tartott üléséből.)

ÜBER DREI NEUE EIGENARTIGE UNGARISCHE KOHLENABARTEN.

Von ISTVÁN v. VITÁLIS.

Vorliegende Abhandlung erscheint in den Mitteilungen der berg- und hüttenmännischen Abteilung an der Kgl. ung. Palatin Josef-Universität für technische und Wirtschaftswissenschaften. Sopron, Bl. XVI. 1944.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 21. Februar 1944.)

A MONOKLIN HESSITRŐL.

TOKODY LÁSZLÓ 1. tagtól.

Az Ag_2Te — ásványtani nevén — *hessit* kristályrendszerének megállapítása sokáig vitás volt. A különböző kutatók az ásványt a négyzetes és egyhajlású kivételével a kristályrendszerek mind-egyikébe besorolták. Végül az a felfogás alakult ki, hogy a *hessit* a szabályos rendszerben kristályosodik. Az ásvány éremikroszkópiai tanulmányozásakor keresztezett nikolok között igen jellemző és gyakran durva átalakulási ikerlemezség volt azonban felismerhető. BORCHERT izzítási kísérleteivel megállapította, hogy $150^\circ C$ -nál a lemezes szerkezet eltűnik és az ásvány viselkedése izotróp; nézete szerint a *hessit* csakis $150^\circ C$ felett szabályos.¹

Az éremikroszkópiai és fizikai vizsgálatokból joggal következtethetem arra, hogy a *hessit*nek két módosulatának kell lenni, ezek közül az egyik magasabb hőmérsékleten szabályos rendszerű, a másik közönséges hőmérsékleten a szabályosnál kisebb szimmetriájú.

Feltevéseim igazolása céljából a közönséges hőmérsékleten előforduló *hessit* szimmetriáját röntgenvizsgálatokkal megállapítottam és az ásvány e módosulatát az egyhajlású rendszerbe tartozónak találtam.² A monoklin β -*hessit* rácsállandói:

¹ Az erre vonatkozó irodalom és felfogások ismertetését ismétlések elkerülése végett mellőzöm. Mindezek az adatok részletesen megtalálhatók *A hessit szerkezete* című dolgozatomban. (Mat. és Természettud. Értesítő. 49. 1932. 325—337.)

² TOKODY L.: *A hessit szerkezete.* (Über die Struktur des Hessit.) Mat. és Természettud. Értesítő. 49. 1932. 325—337.

TOKODY. L.: Über Hessit. Zeitschr. f. Krist. (A). 82. 1932. 154—157.

TOKODY. L.: Berichtigung zu meiner Mitteilung «Über Hessit». Zeitschr. f. Krist. (A). 89. 1934. 416.

$$a=6\cdot57 \text{ \AA}, b=6\cdot14 \text{ \AA}, c=6\cdot10 \text{ \AA}, \beta=61^\circ 15'.$$

A tengelyarány $a:b:c=1\cdot070:1:0\cdot993$ $0=61^\circ 15'$.

A figyelembe vehető tércsoport: C_2^1 , C_2^1 és C_{2h}^1 ; ezek elkülönítése és egy tércsoport kijelölése nem volt lehetséges. Ellenőrzésül a hessit egy kristályát 4 órán át N -áramban 250°C hőmérsékleten hevítettem, lehűlés után a kristály röntgenfelvételéből ismét az előbb felsorolt adatokat kaptam. A hessit rácsa közönséges hőmérsékleten tehát monoklin modifikációba megy át.

A monoklin β -hessit rekrisztalizációja rendezett (orientált). A részecskék elrendeződése egy középirány körül ingadozó. Az ingadozás mértéke kis szögtávolságra szorítkozik, de ahhoz elegendő, hogy a goniométeres méréskor a rendszer megállapításánál bizonytalanságot okozzon. A felvételeken röntgen-aszterizmus figyelhető meg.³

RAHLFS az Ag és Cu szulfid-, szelenid- és telluridjainak magas hőmérsékleten fellépő módosulatait tanulmányozta⁴ és mesterségesen előállított hessitről megállapította, hogy 170° és 250°C -n a szabályos rendszer szimmetriáját követi. E szabályos rendszerű α -hessit rácsállandója $a=6\cdot572 + 0\cdot010 \text{ \AA}$ kitűnően egyezik az általam meghatározott $a=6\cdot57 \text{ \AA}$ értékkel.

RAHLFS szerint az $\alpha\text{-}Ag_2\text{Te}$ rácsa azonos az $\alpha\text{-}Cu_2\text{Se}$ szerkezetével. Mindkét rács lényegileg szfaleritszerkezet azzal az eltéréssel, hogy a rács hézagaiban a kationok ugyanabban a számban megegyeszer előfordulnak, azonban eloszlásuk csak statisztikus. Általában az általa megvizsgált vegyületek ($\alpha\text{-}Ag_2\text{S}$, $\alpha\text{-}Ag_2\text{Se}$, $\alpha\text{-}Ag_2\text{Te}$, $\alpha\text{-}Cu_{1,8}\text{S}$, $\alpha\text{-}Cu_2\text{Se}$) kristályszerkezetét a rácshézagokba statisztikusan települt kationok jellemzik.

RAHLFS vizsgálatai kétségtelenül igazolták a magas hőmérsékleten megjelenő $\alpha\text{-}Ag_2\text{Te}$ létezését.

³ TOKODY L.: A hessit röntgenogrammjainak aszterizmusa. (Asterismus der Hessit-Röntgenogramme.) Földtani Közlöny. 62. 1932. 210—213.

⁴ P. RAHLFS: Über die kubischen Hochtemperaturmodifikationen der Sulfide, Selenide und Telluride des Silbers und des einwertigen Kupfers. Zeitschr. f. phys. Chemie. (B) 31. 1936. 157—194.

Röntgenfelvételeim indexelése és az intenzitások összehasonlítása alapján csak a β -hessit monoklin rendszerbe tartozását és rácsállandóit határozhattam meg. Miután az Ag_2Te két módosulatának előfordulása kétségtelenül bebizonyult, megkísérleltem a monoklin hessit szerkezetének közelebbi meghatározását vagy legalább is a szerkezet további tulajdonságainak kiderítését. E feladat megoldását kristálykémiai úton megközelíthetjük az atom(-ion)rádiuszok és rádiuszkvociensek, továbbá a koordinációs számok tanulmányozásával.

Az Ag_2Te kristálykémiai értelemben az AX_2 általános képlettel kifejezhető vegyületek csoportjába tartozik. E vegyület-típusban a rádiuszkvociensek határértékei jellemző rácstípusokat határoznak meg, melyekhez szintén jellemző koordinációs számok tartoznak.

Az Ag_2Te rádiuszkvociense 0·54, illetve 0·57 ($Ag^{+1}=1\cdot13\text{Å}$ GOLDSCHMIDT, $1\cdot26\text{Å}$ PAULING, $Te^{-2}=2\cdot11\text{Å}$ GOLDSCHMIDT és PAULING).⁵ Ez a kvociens érték a fluorittípus határértéke (0·73—4·45) alatt marad⁶ és a rutiltípus határértékei (0·41—0·73) közé esik.⁷ A figyelembe veendő koordinációs számok a fluorittípusban 8 és 4, a rutiltípusban 6 és 3.

Vizsgáljuk meg tehát a koordinációs számok és rádiuszkvociensek szerepét az Ag_2Te -re vonatkozóan.

A monoklin β -hessit rácsának megállapításakor az elemi cellában foglalt molekulák számát $n=3$ fogadtam el. (A szabályos α -hessit rácsában $n=4\cdot17\sim 4$; RAHLFS). A β - Ag_2Te -nak a röntgenfelvételekre használt botesi kristályok elemzéséből nyert molekula-súlya (353·85) tekintetbevételével az elemi cella $n=3\cdot52$ molekulát tartalmaz, míg az Ag_2Te elméleti összetételének megfelelő vegyület molekulásúlyának (343·37) felhasználásával $n=3\cdot63$. Mindkét érték igen közel áll $n=4$ -hez, ennek megfelelően a hessit képlete Ag_8Te_4 ; a koordinációs számok pedig 8 és 4.

⁵ V. M. GOLDSCHMIDT: Kristallchemie. Fortschritte d. Min. 15. 1941. 88.

⁶ V. M. GOLDSCHMIDT: Geochem. Verteilungsgesetze der Elemente. VIII. Vid. Akad. Skr. 1926. 93.

⁷ V. M. GOLDSCHMIDT (6) l. c. 95.

A rutiltípusban $n=2$ és a koordinációs számok 6 és 3; e típusbeli szerkezetről tehát nem lehet szó.

A szabályos α -hessit szerkezete RAHLFS szerint a szfalerit-típusba tartozik, ahol a rádiuszkvociensek határértéke $0.22-4.45$ és $n=4$; az általános képlet pedig AX -szel fejezhető ki.⁸ Az Ag_2Te képlet szerint megkövetelt és hiányzó Ag -ionokat tehát a rácshézagokba helyezi el, ahol azok a rácspontok kationjaival egyező számban ismétlődnek, s ily módon hidalja át a vegyület képlete, az atomok száma és a szfaleritszerkezet közti eltérést.

A monoklin hessit követhetné a szfalerittípust a rádiuszkvociensek és a molekulák száma szerint, de ekkor nem egyeznének a koordinációs számok és a vegyület az AX típusnak felelne meg, ami az ásványkémiai adatokkal ellenkezik és többek között éppen ezért vette fel RAHLFS is a hiányzó alkatrész statisztikus elhelyezését. Az Ag_2Te rádiuszkvociens-értéke megengedi a vegyületnek a fluorittípusba sorolását, ahol minden kation rácsponti helyzetet nyer. A fluorittípus 8 és 4 koordinációjának megfelelően minden Te -t nyolc Ag és minden Ag -t négy Te vesz körül. Az Ag rádiusza nyolcas koordinációban 1.40Å , aminek felhasználásával számított rádiuszkvociens 0.66 (GOLDSCHMIDT, illetve 0.63 PAULING) már eléri a fluorittípus alsó határértékét; a szigorú egyezés nem lévén feltétlen követelmény különösen a típushatárokon. A nyolcas koordinációban az Ag és Au rádiusza egyenlő, tehát a természetes hessitben az ezüst mellett jelenlevő és azt helyettesítő arany nem okoz semmi zavart.

Az AX_2 vegyületek között a fluorittípus jellemző ásványa a fluorit $Ca^{+2}F_2^{-1}$. A hessit Ag_2Te képlete szerint az anion és kation helyet cserél s ennek megfelelően rácsa az antifluorittípust A_2X képviseli. RAHLFS szerint az α - Ag_2Te nem tartozhatik antifluorit-típusba, aminek támogatására felemlíti, hogy felvételein a (200) nem lép fel, jóllehet e síkháló számítással nyert intenzitása jelentős. Valóban a szabályos rendszer nagyobb szimmetriájának megfelelően kevés vonalat feltüntető felvételein az erős intenzitásúnak számított (200) egyáltalában nem jelenik meg, ezzel ellentétben

⁸ V. M. GOLDSCHMIDT (6) l. c. 88.

a β - Ag_2Te -ről készített vonaldús felvételeimen a (200) erős intenzitással ténylegesen szerepel.

STRUNZ ásványrendszertanában kifejezi annak valószínűségét, hogy a Cu_2S , Ag_2S és Cu_2Se rácsa antifluorit-szerkezet⁹ RAHLFS szerint az Ag_2S és α - Ag_2Se központ szerint centrált rácsa két molekulát tartalmaz, ezek tehát vizsgálataink szempontjából nem vehetők figyelembe. Az α - Cu_2Se és α - $Cu_{1,8}S$ 4 molekulás rácsa lapszerint centrált és ezek közül az α - Cu_2Se és α - Ag_2Te rácsa igen hasonló, de nem azonos.

A β - Ag_2Te rácsa a fentiek alapján az antifluorittípusba tartozik, de mivel nem szabályos, hanem egyhajlású rendszerű, ezért a monoklin hessit szerkezete deformált antifluorit-rácsnak fogható fel.

Lehetséges, hogy a Ag_2Te deformált antifluorit-rácsa közönséges hőmérsékleten még nem jutott nyugalmi helyzetbe, erre utal, hogy az elemi alkotórészek jóllehet már rendezetten (orientáltan) helyezkednek el, mégis elrendeződésük kis szögtávolságon belül ingadozó és a felvételeken röntgen-aszterizmus figyelhető meg. A deformáció továbbá következménye a goniométerrel mért szögértékek eltérése a számítottaktól.

Felvételeim alapján a monoklin hessit deformált antifluorit rácsában az alkotórészek pontos térbeli elrendeződését, helyzetét *egyértelműen* nincs módomban meghatározni; e feladat megoldását későbbi időre tartom fenn. A monoklin hessit β - Ag_2Te végleges szerkezete — esetleg — csak alacsonyabb hőmérsékleten végzendő vizsgálatokkal dönthető el.

⁹ H. STRUNZ: Mineralogische Tabellen. Leipzig, 1941. p. 21.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1944. márc. 20-án tartott üléséből.)

DER MONOKLINE HESSIT.

Von korresp. Mitglied L. TOKODY.

Nach den früheren Untersuchungen des Verf. hat der Hessit zwei Modifikationen: 1. die bei normaler Temperatur stabile monokline Modifikation ($a=6\cdot57\text{Å}$, $b=6\cdot14\text{Å}$, $c=6\cdot10\text{Å}$, $\beta=61^\circ15'$); β -Hessit und 2. eine kubische Hochtemperaturmodifikation; α -Hessit. Das Bestehen der letzteren Modifikation wurde durch die Röntgen-Strukturuntersuchungen von RAHLFS bestätigt ($a=6\cdot572 \pm 0\cdot010\text{Å}$).

Es wurde neuerdings versucht, die Struktureigenschaften des β -Hessits mit Berücksichtigung der Koordinationszahlen und Radiusquotienten zu ermitteln.

Als Endresultat ergibt sich, dass der β -Hessit eine deformierte Antifluoritstruktur besitzt. Die Deformation des Gitters ruft die Schwankung der Bausteine um eine mittlere Richtung innerhalb eines nicht zu grossen Winkelbereiches, den Röntgenasterismus und die Abweichung der goniometrisch gemessenen und berechneten Winkelwerte hervor. Die eindeutige Strukturbestimmung des deformierten Antifluorit-Hessitgitters konnte derzeit nicht durchgeführt werden.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 20. März 1944.)

PYROXÉNANDEZIT DITRÓTÓL ÉK-RE.

HERRMANN MARGIT-tól és RAPSZKYNÉ HANÁK MÁRIÁ-tól.

ERDÉLYI JÁNOS 1942. év nyarán a ditrói elaeolithsyenit-masszivum¹ területén tett ásvány- és kőzetgyűjtő útjában a Ditrótól Gyergyótlgyes felé vezető országút mentén az 5-ös számú kilométerkö mellett, vízmosásban sötét sz'nú andezitet talált. A kőzet ERDÉLYI megfigyelései szerint 1—2 m-es méretű legömbölyödött tuskókban (görgetegeekben) fordul elő; ez a vízmosás a feltárása. A legömbölyödött tuskókat világosszürke mállási kéreg burkolja. E görgetegyek közül többet szétverték útburkolási célokra; a kőzet belsejében üde és friss. ERDÉLYI szerint valószínű, hogy e görgetegyek egykori andezittakaró foszlányai.

Ezt a Hargita piroxénandezit-vonulatának² magmájával bizonyára összefüggő andezitelőfordulást első pillantásra bazaltnak lehetne nézni sötétszürke színe miatt, úgyszintén megtévesztő a benne makroszkopikusan látható, olivinhez hasonló, üveges, sárgás-

¹ MAURITZ BÉLA, VENDL MIKLÓS: Adatok a ditrói szienitmasszivum abisszikus kőzeteinek ismeretéhez. (Mat. és Term.-Tud. Értesítő. 1923.)

MAURITZ B., HARWOOD H. F., VENDL M.: A ditrói szienit újabb típusai. (Mat. és Term.-Tud. Értesítő. 1923.)

MAURITZ BÉLA: Adatok a gyergyó-ditrói szienittömsz kémiai viszonyainak ismeretéhez. (Mat. és Term.-Tud. Értesítő. 1912.)

MAURITZ B., VENDL M. és HARWOOD H. F.: A ditrói szienit további petrokémiai vizsgálata. (Mat. és Term.-Tud. Ért. 1925.)

MAURITZ BÉLA: A magmatikus differenciáció a ditrói és mecseki foyaitos kőzetekben. (Mat. és Term.-Tud. Értesítő. 1925.)

VENDL MIKLÓS: Telérkőzetek a ditrói nefelin-szienitmasszivumból. (Mat. és Term.-Tud. Ért. 1926.)

² PÁLFY MÓR: A Hargita-hegység andezites kőzetei. (Értesítő az Erd. Múz. Egylet Orv. és Term.-Tud. szakoszt. 1886.)

PRIMICS GYÖRGY: A Hargita északi nyúlványai stb. (Földt. Közl. Bd. XI.)

KOCH ANTAL: A málnási hipersztén-tartalmú augitandezit stb. (Ért. az Erd. Múz. Egylet Orv. és Term.-Tud. szakoszt. 1886.)

zöld színű diopszidaugit is. Friss megtartású, tömött kőzet. Kézi nagyítóval a világoszöld (sárgászöld) augitokon kívül már a földpátokat is megfigyelhetjük.

Mikroszkop alatt nézve a kőzetet, megállapíthatjuk, hogy a kőzet lényeges elegyrészei: plagioklász földpát, diopszidaugit és hipersztén. Tehát a kőzet a piroxénandezitek csoportjába tartozik. Strukturája hypokristályosan porfiros; szürke üveganyagban apró földpát- és diopszidszemek vannak, amelyekhez képest az üveganyag mennyisége az uralkodó, tehát a szövet hyalopilites.

Az alapanyag szemnagysága a következő: a diopszidszemeké átlagosan 0.12×0.16 mm, a földpátoké: 0.09×0.01 mm— 0.30×0.12 mm.

A porfirosan kivált (010) szerint táblás nagy plagioklászok (szemnagyság felmegy 1.02×2.04 mm-ig is) frissek, üdék, mállás alig tapasztalható, ellenben nagyon sokszor tartalmaz, mégpedig bőven, zárványokat, főleg salakos üvegzárványokat, melyek a földpáttáblákban zónásan helyezkednek el. Sokszor a nagy földpáttáblának csak a belsejében van egy tiszta zárványmentes magja, erre következik a zárványdús rész, majd a periferián ismét keskeny, víztiszta, zárványmentes zónát figyeltünk meg. A salakos üvegzárványokon kívül tartalmaz még apró magnetit-, augit-zárványkákát is. — Ikrek leginkább az albit ikertörvény szerint. Egyes szemekben az ikerlemezek száma nem nagy, olykor csak két egyénből állanak. Karlsbadi-albit kombinált ikrek is igen gyakoriak. Úgyszintén albit-periklin ikerkombináció is. Zónás struktúra ritkábban fordul elő.

Karlsbadi-albit ikreken mért konjugált kioltások a szimmetrikus zónában a következők:

$$\left. \begin{array}{l} 1 \text{ és } 1' = 30^\circ \\ 2 \text{ és } 2' = 17^\circ \end{array} \right\} \text{ szerint } Ab_{44}An_{56} \text{ tartalom;}$$

$$\left. \begin{array}{l} 1 \text{ és } 1' = 25^\circ \\ 2 \text{ és } 2' = 7^\circ \end{array} \right\} \text{ szerint } Ab_{43}An_{57} \text{ tartalom;}$$

$$\left. \begin{array}{l} 1 \text{ és } 1' = 22^\circ \\ 2 \text{ és } 2' = 5^\circ \end{array} \right\} \text{ szerint } Ab_{42}An_{58} \text{ tartalom;}$$

$$\left. \begin{array}{l} 1 \text{ és } 1' = 32\frac{1}{2}^\circ \\ 2 \text{ és } 2' = 17\frac{1}{2}^\circ \end{array} \right\} \text{ szerint } Ab_{41}An_{59} \text{ tartalom;}$$

méretű, amely diopszidaugittal van körülnöve. A hipersztén-mag nagysága uralkodik.

Találtunk egy-két olivin-szemet is (pl. egy keskeny 1.4×0.2 mm és egy 0.6×0.3 mm kristályt). Erős fénytörésével, erős kettőtörésével, párhuzamos kioltásával rögtön szembeötlik; $\rho < \nu$; a benne levő repedések mentén erősen szerpentesedett; szerpentesedéssel egyidejűleg belsejében vasoxid is képződött, amely a mállási termékeket vörös barnára festette.

Az alapanyag földpátjai élesen idiomorfok, kémiai összetételüket tekintve valamivel savanyúbbak, mint a porfirostan kivált földpátok. A szimmetrikus zónában mért maximális kioltások szerint ($17^\circ - 24^\circ$) $Ab_{67}An_{33} - Ab_{55}An_{45}$ tartalmu andezinek.

Az alapanyag hiperszténjei, diopszidaugitjai hasonlóak az első generáció piroxénjeivel. Olivin szemecskéket az alapanyagban is leltünk.

A magnetit szemek frissek, nem leukoxenesedettek, igen gyakoriak; legnagyobb szemnagyságú egy 0.24×0.24 mm méretű.

Az üveganyagban apatit túket is találtunk.

Mállási termék alig van: szerpentesedés olivinből s epidot-szemcsék augitból.

Kőzetünket tehát a fentiek alapján olivin tartalmú hipersztén-augitandezitnek mondhatjuk.¹

A kőzet fajsúlya és kémiai elemzése (elemző: RAPSZKYNÉ HANÁK MÁRIA) a következő:

$$D_4^{20} = 2.752.$$

SiO_2	57.70%
TiO_2	1.01 «
Al_2O_3	16.17 «
Fe_2O_3	1.77 «
FeO	4.51 «
CaO	6.14 «
MgO	4.27 «
MnO	0.11 « = (0.113)

¹ PÁLFY MÓR: A Hargita-hegység andezites kőzetei (1895) című munkájában szintén ír le olivintartalmú hipersztén-augit-andeziteket Toplicáról, Salomásról stb.

P_2O_5	0·20%
S_2	0·12 « = (0·115)
Cl_2	0·40 « (0·403)
BaO	0·06 «
Na_2O	3·65 «
K_2O	2·32 «
H_2O^-	0·17 «
H_2O^+	0·89 «
CO_2	nincs
Cr	nincs
V	nincs
Zr	nincs
	<hr/>
	$\Sigma = 99·49\%$

Az elemzési adatokból nyert NIGGLI-értékek:

$si=176·8$	$al=29·00$	$k=0·30$
$ti= 2·4$	$fm=35·41$	$mg=0·55$
$p= 0·2$	$c=20·18$	$o=0·11$
	$alk=15·41$	$c/fm=0·58$
		metszet = IV.
	<hr/>	
	$\Sigma=100·00$	

Kőzetünk NIGGLI normaldioritos magmatípusához tartozik és annak Electric Peak-, (Yell. Park)-i piroxén-csillámdioritjához áll legközelebb.

Összehasonlításul:

	si	ti	p	al	fm	c	alk	k	mg	Metsz.
Ditró-tölgyesi andezit.....	176·8	2·4	0·2	29·—	35·41	20·18	15·41	0·30	0·55	IV
Electric Peak, Yell. Piroxén-csillámdiorit	175·0	—	—	31·5	33·5	20·0	15·0	6·28	0·48	IV
Normal-diorit magmatípus....	185·0	—	—	29·0	35·0	22·0	14·0	0·28	0·48	IV

Az amerikai (C. I. P. W.) rendszer szerint a kőzet normái:

Kvarc	11·22
Ortoklász	13·90
Albit	25·15
Anortit	23·63
Halit	1·29
Diopszid	4·94
Hipersztén	13·36
Magnetit	2·55
Ilmenit	1·98
Apatit	0·34
Pyrit	0·48
	Σ = 98·84%

A C. I. P. W. rendszerben a kőzet szimbóluma:

II. 1. 5. 3. 4.

*

Befejezésül megemlítjük még, hogy KOCH ANTAL a Ditrótól Borszék felé vezető országúton a mi lelőhelyünkötől kb 20 km-re szintén talált andezitet, amelyről a következőket írja: «...a legnagyobb augitkristályokat a Ditrótól Borszék felé vezető úton... egy szép porfiros augitandezitben találtam...».¹

Ugyancsak ebben a munkájában írja le a bélbori andezitet is, amely azonban közelebb fekszik a Hargita vonulatához, mint a mi előfordulásunk. A bélbori andezitnek kémiai elemzését is közli. (Elemző: Prof. AN. FLEISCHER.) Összehasonlításul itt adjuk együtt a bélbori és a ditrótölgyesi andezit kémiai elemzéseinek főbb adatait:

¹ KOCH, A.: Die Tertiärbildungen des Beckens der Siebenbürgischen Landesteile. II. p. 270. (1900.)

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	CaO	MgO	K_2O	Na_2O
Bélbori andezit	61·27	9·24	15·19	—	8·99	3·8	0·39	0·65
Ditrótölgyesi andezit	57·70	16·17	1·77	4·51	6·14	4·27	2·32	3·65

Érdeemes volna a Hargitától keletre fekvő többi kis andezit-feltörést is begyűjteni, megelemezni és megvizsgálni, hogy összefüggő képet kaphassunk róluk.

(Készült az Orsz. Term. Tud. Múzeum Ásvány-Kőzettárában 1943.)

(A Magyar Tudományos Akadémia III. osztályának 1943. november 22-én tartott ülésén bemutatta Mauritz Béla t. t.)

PYROXENANDESIT NÖ. VON DITRÓ.

Von M. HERRMANN und M. RAPSZKY (geb. HANÁK).

Vorliegende Arbeit gibt die petrographische Beschreibung eines Pyroxenandesits, welcher zwischen den Gemeinden Ditró und Gyergyótölgyes beobachtet wurde. Nach den übereinstimmenden chemischen und mikroskopischen Untersuchungen können wir ihn als einen olivinführenden Hypersthen-Augit-Andesit bezeichnen. Die Gemengteile sind Andesin-Labrador, Sanidin, Diopsid-Augit, Hypersthen; wenig Olivin und Magnetit. Sekundäre Produkte: Epidot und Serpentin. Die Daten der chemischen Analyse, die NIGGLI- und C. I. P. W.-Werte siehe S. 612—614. im ungarischen Texte. Das Gestein gehört zu NIGGLIS nomaldioritischem Magmatypus und steht dem Pyroxen-Glimmer-Diorit vom Electric Peak (Yellowst. Park) nahe.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 22. November 1943.)

FELSZÍNALATTI GEOLÓGIAI SZERKEZETEK ÉRTELMEZÉSE A TORZIÓSINGAMÉRÉSEK ALAPJÁN.*

EGYED LÁSZLÓ-tól.

1. Bevezetés.

A geofizikai mérések gyakorlati feladata a felszínalatti geológiai alakzatok adatainak meghatározása. A gravitációs mérések elsősorban a geológiai szerkezetek eloszlásáról (antiklinálisok, szinklinálisok, törések stb. helyéről) adnak számot. Fontos azonban az is, hogy a gravitációs mérésekből a szerkezet mélységére, alakjára és kiterjedésére is felvilágosítást kapjunk. Közvetlen eljárás erre a gyakorlatban nincs, hanem feltételeznek egy szerkezetet s azt vizsgálják, hogy a feltételezett szerkezet gravitációs hatása megegyezik-e az adott gravitációs hatással.

Kérdés, vajjon e próbálgatás helyett nem határozhatnók-e meg a gravitációs mérés adataiból a szerkezetre vonatkozó értékeket közvetlenül. Ennek a kérdésnek azonban csak akkor van értelme, ha az anomáliák görbéi egyértelműen meghatározzák a hatást létrehozó szerkezetet. Köztudomású, hogy ez utóbbi minden megszorítás nélkül nem áll.

Tételezzük azonban fel, hogy csak egy kontaktfelületről van szó. Mi a helyzet ekkor?

Az első felelet, amit erre adtak, negatív volt. D. C. BARTON¹ példákon kimutatta, hogy különböző egyenlőszárú-háromszög-

* Készült a «Maort üzemek a m. kir. Kincstár használatában» cég geológiai osztályán.

¹ D. C. BARTON: Calculations in the interpretation of observations with the Eötvös torsion balance. Geophysical Prospecting. 1929. A. I. M. E. p. 480—504.

keresztmetszetű tömegek, még akkor is, ha a háromszög csücs-pontját rögzítjük — a mérési pontosság határain belül — ugyanazt a gravitációs hatást adhatják, azáltal, hogy a tömegek közötti sűrűségkülönbséget megfelelően választjuk meg.

H. RAINBOW² a szerkezet mélységének és sűrűségkülönbségnek az ismeretét feltételezve adott közelítő eljárást a szerkezet határfelülete Fourier-koefficienseinek a meghatározására.

F. BREYER³ függőleges törés esetét vizsgálta és adott rá grafikonok segítségével megoldást, bár — feleslegesen — a sűrűségkülönbség ismeretét is feltételezi.

Később H. PENTZ⁴ telérszerű mágneses szerkezeteknek a a mágneses anomáliákból való meghatározására adott grafikonokat s eljárásának az alapgondolata az volt, hogy ilyen szerkezet nemcsak az anomáliát határozza meg, hanem viszont is, az anomália jellemző a szerkezet adataira. Jóllehet ezt mágneses hatással kapcsolatban állította, valójában eljárását átfogalmazhatjuk gravitációs anomáliákra is azáltal, hogy a függőleges mágnesezettség anomáliáját gravitációs görbülettel, a vízszintes mágnesezettség anomáliáját pedig a gradiens-értékekkel helyettesítjük.

Mi a fenti — részben negatív, részben pozitív, de kétes gyakorlati értékű — eredményekkel szemben, határozottan pozitív feleletet adunk arra a legegyszerűbb, de mégis fontos esetre, amikor a ható tömeget egy lejtő és két, a felszínnel párhuzamos félsík határolja. Kimutatjuk, hogy e felszínalatti lépcső mélysége, dőlése és magassága, sőt a közegek sűrűségkülönbsége is meghatározható egy a csapásirányra merőleges szelvényen végzett torziósingamérés gradiens és görbületi értékeiből. E két görbe jól meghatározható, jellemző adatai segítségével, igen egyszerű számítással és szerkesztéssel adódik maga a szerkezet.

² H. RAINBOW: The interpretation of torsion balance data. World Petroleum Congress Proceedings. Volume I. p. 143—146.

³ BREYER: Zur gravimetrischen Erschliessung Norddeutscher Salzdomes und Erdöllagerstätten. World Petroleum Congress Proceedings. Volume I. p. 147—149.

⁴ H. PENTZ: Formulas and Curves for the Interpretation of Certain Two-Dimensional Magnetic and Gravitational Anomalies. Geophysics. 1940. July. p. 295—306.

Tehát a gyakorlati geofizikában is jólhasználható eljárásról van szó.

Megjegyezzük még, hogy állításaink nemcsak a mérés pontosságán belül igazak, hanem matematikailag is.

A függőleges (90°-os) törés a gradiens- és görbületgörbéből jól felismerhető, mert ekkor a gradiens- és görbületgörbe szimmetrikus, másrészt a görbületgörbének a zérushelye összeesik a gradiensgörbe maximumhelyével. Bár az általános eljárás a függőleges lejtőre is éppúgy vonatkozik, ez utóbbival külön is foglalkozunk. Külön érdekességet ad a feladatnak ez az eset azért, mert tisztán a gradiensgörbe segítségével is megoldható és éppúgy tisztán a görbületgörbe ismerete is elégséges.

Az az eljárás, amellyel a törés adatait magából a gradiensgörbéből határozzuk meg, azért is értékes, mert graviméteres mérések esetén is alkalmazható.

A feladatnak a görbületgörbéből való megoldása pedig minden számolás nélkül, egyszerű szerkesztéssel adódik.

Legyen szabad még végül annyit megjegyezni, hogy az állítások mennyiségtani igazolását mindig az összetartozó állítások után, tehát a fejezet végén közlöm, úgyhogy ezeknek kihagyása nem okoz semmiféle érthetőségi zavart azok számára, akiket a kérdésnek csak a gyakorlati része érdekel.

1. §. A ferde lejtővel határolt felszínalatti lépcső adatainak meghatározása a gradiens- és görbületgörbe alapján.

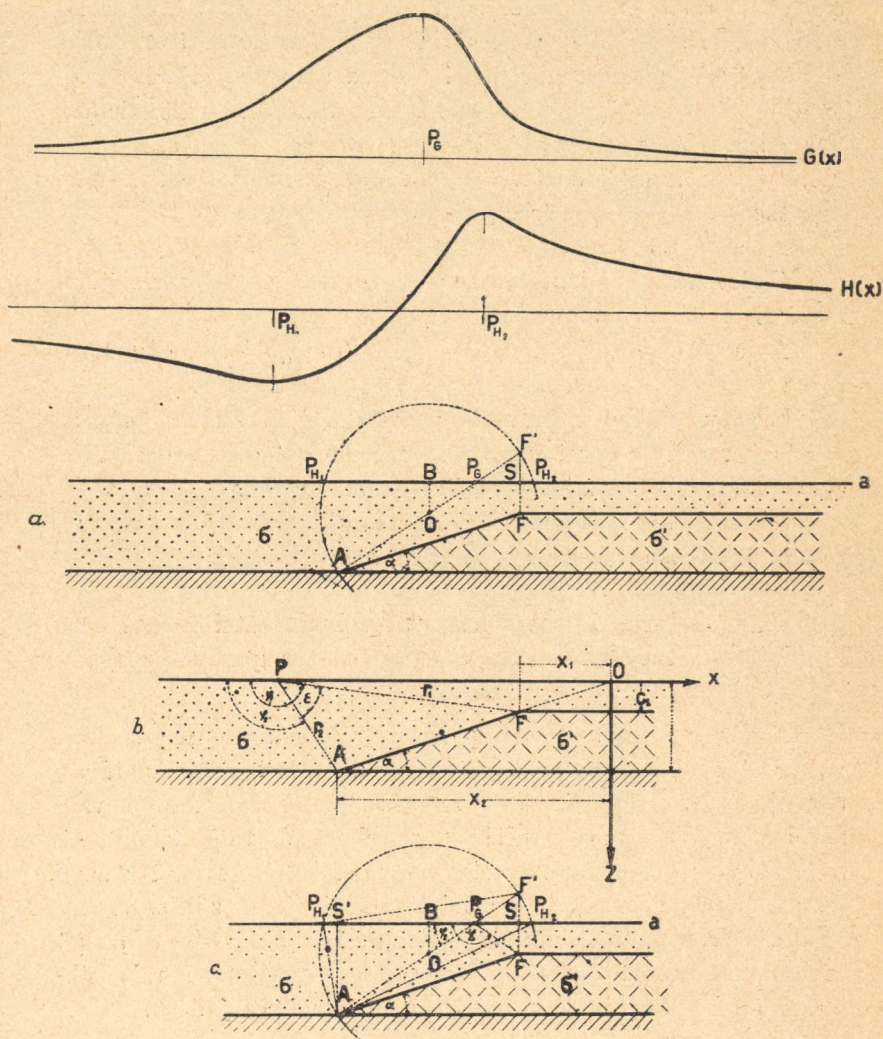
A tárgyalásunkban szereplő lejtővel határolt felszínalatti lépcső (ezentúl röviden: lejtő) keresztmetszetét az 1a. ábrában tüntetjük fel. c_1 jelöli a lejtő felső szélének a felszíntől való távolságát, c_2 az alsó szélének a felszíntől való távolságát. A $h = c_2 - c_1$ távolságot a lejtő magasságának nevezzük; az α szög a lejtő hajlásszöge; σ' a lejtőt alkotó tömeg sűrűsége, míg σ a környező tömeg sűrűségét jelöli, így $\Delta\sigma = \sigma' - \sigma$ a két közeg sűrűségkülönbsége. A szóbanforgó szerkezet a rajz síkjára merőlegesen mindkét irányban végtelen kiterjedésű.

A következőket állítjuk:

1. A lejtő gradiensgörbének ott van a legnagyobb értéke,

ahol a lejtő alsó pontját és a felső pontjának a felszínre vonathozó tükörképét összekötő egyenes metszi a felszínt.

E tétel alapján azt a P_G helyet (lásd az 1a. ábrát), ahol a szerkezethez tartozó gradiensgörbe legnagyobb értékét veszi fel, így szerkeszthetjük meg: az F' pontot tükrözzük az a fel-



1. ábra.

szinre vonatkozólag; az F' tükörképet és a lejtő A pontját összekötő egyenes metszi ki az a felszínből a P_G pontot.

2. Ha a lejtő felső pontjának a tükörképét a lejtő alsó pontjával összekötő egyenesdarabra, mint átmérőre, kört szerkesztünk, e körnek a felszínnel való két metszéspontja megadja a görbületgörbe két szélsőérték helyét; mégpedig a sűrűbb közeg felé eső pont a maximumhelyet, míg a másik a minimumhelyet.

Azaz a görbületgörbe szélsőérték helyét az 1a. ábra esetében megkapjuk, ha az $F'A$ távolságot felezzük; az O felezési pontból az $OA = OF'$ távolsággal kört rajzolunk; e körnek az a felszínnel alkotott P_{H_1} és P_{H_2} metszéspontjai lesznek a keresett szélsőérték helyek, mégpedig ha $\sigma' > \sigma$, P_{H_1} -nél lesz a maximum.

3. A görbület szélsőértékét meghatározó kör középpontjának a felszíntől mért távolsága éppen a lejtő magasságának a felével egyenlő.

Azaz, az 1a. ábrát tekintve: $OB = \frac{h}{2}$.

Jelöljük a görbületnek a gradiens maximumánál lévő differenciálhányadosát H'_G -vel, míg a gradiensnek a görbület szélsőértékeinél lévő differenciálhányadosai legyenek G'_{H_1} és G'_{H_2} ; végül a görbület két szélsőérték helyének egymástól való távolsága legyen ρ , azaz $\rho = P_{H_1}P_{H_2}$.⁵

E jelölések segítségével következő állításunkat így fejezhetjük ki:

4. A lejtő adatai és a görbék jellemző differenciálhányadosai között fennállanak a következő összefüggések:

$$Q_1 = \frac{H'_G}{G'_{H_2} - G'_{H_1}} = \frac{c_1 + c_2}{\rho};$$

$$Q_2 = \frac{G'_{H_1} - G'_{H_2}}{H'_G} = \left(\frac{h}{c_1 - c_2} \right)^2 \cotg a$$

$$\rho = \sqrt{h^2 \cotg^2 a + 4c_1 c_2}$$

⁵ Egy görbe differenciálhányadosát a görbe érintője és a pozitív x -tengely által bezárt szög tangense adja meg.

Ezekből az alapformulákból levezethető, hogy

$$\operatorname{tg} 2\alpha = \frac{2Q_1^2 Q_2}{1 - Q_1^2}$$

vagy az eredeti mennyiségekkel

$$\operatorname{tg} 2\alpha = \frac{2H'_G(G'_{H_1} + G'_{H_2})}{(G'_{H_2} - G'_{H_1})^2 - H_G'^2}$$

Így az α szög értéke meghatározható. Ha pedig az α szöget ismerjük, a lejtő magassága így adódik

$$h = \rho Q_1 \sqrt{Q_2 \operatorname{tg} \alpha} = \rho \frac{\sqrt{H'_G(G'_{H_1} + G'_{H_2}) \operatorname{tg} \alpha}}{G'_{H_2} - G'_{H_1}}$$

Ezekután rátérünk arra, hogyan lehet a gradiens- és görbületgörbéből a lejtő által meghatározott felszínalatti lépcső adatait meghatározni.

A mérések által kapott gradiens- és görbületgörbe alatt mindig kiegyenlített gradiens-, illetőleg görbületgörbét értünk. Ezt úgy kapjuk, hogy a koordinátarendszerre felvitt mérési adatokat folytonos vonallal összekötjük. Ez a vonal természetesen hullámos lesz, mert a mérési adatokat a ki nem küszöbölhető térrénhatás egyenlőtlené teszi. E hullámos vonal helyett olyant veszünk, amely az előző görbét az ingadozások nélkül követi, mégpedig úgy, hogy a hullámok és a görbe közötti területnek a görbe feletti része ugyanakkora, mint a görbe alatti része (területi kiegyenlítés).

A lejtő magasságát a 4. állítás összefüggéseiből levezetett

$$h = \rho Q_1 \sqrt{Q_2 \operatorname{tg} \alpha}$$

összefüggés szolgáltatja, míg az ebben szereplő α szöget a

$$\operatorname{tg} 2\alpha = \frac{2Q_1^2 Q_2}{1 - Q_1^2}$$

összefüggés.

Ha fel van rajzolva a gradiens- és a görbületgörbe, akkor ki tudjuk jelölni a gradiensgörbe maximumának a helyét, P_G -t, valamint a görbületgörbe P_{H_1} és P_{H_2} szélsőértékhelyeit.

A 2. és 3. állítás szerint P_{H_1} és P_{H_2} körön fekszik, amelynek a középpontja $\frac{h}{2}$ távolságra van a felszín alatt. Ha tehát

(lásd az 1. ábrát) a $P_{H_1}P_{H_2}$ távolságot felezzük, a felezési pontból, B -ből merőlegest emelünk az a felszínre, erre lefelé felmérjük a már meghatározott $\frac{h}{2}$ távolságot s az így kapott O középpontból az $OP_{H_1} = OP_{H_2}$ távolsággal kört rajzolunk, éppen a szóbanforgó kört kapjuk.

Az 1. és 2. állítás szerint az F'' és az A pont rajta fekszik egyrészt az OP_G egyenesen, másrészt a szóbanforgó körön. Ha tehát az O és P_G ponton keresztül (lásd az 1. ábrát) egyenest fektetünk, akkor ennek a körrel való metszéspontjai éppen az F'' és A pontokat adják meg. Ha pedig az F'' pontot a felszínre vonatkozólag tükrözzük, megkapjuk az F' pontot, tehát a lejtő felső pontját. A lejtő pedig az alsó- és felső pontjával teljesen meg van határozva. Adatait egyszerűen a rajzból mérhetjük ki. De egyszerű formulákat is meg lehet adni az egyes adatok kiszámítására.

A lejtő adatainak ismeretében maga a sűrűségkülönbség is meghatározható, pl. úgy, hogy kiszámítjuk egységnyi sűrűségkülönbség mellett a maximális gradiens értékét és az adott maximális gradienst ezzel osztjuk. A hányados szolgáltatja a keresett $\Delta\sigma$ -t. Egységnyi sűrűségkülönbség esetére táblázatok is vannak, amelyekből adott lejtőhöz tartozó maximális gradiens értékét közvetlenül ki lehet olvasni.⁶

Megjegyzés. Az 1. és 2. állítás eredményeit gyakorlatilag igen jól használhatjuk a szelvényszámításnál, ahol a felszínalatti geológiai alakzatot lejtőkből tesszük össze. E lejtők megválasztásánál fontos tudni, hogy az egyes lejtőknek hol van a lényeges hatásuk mind a gradiens-, mind pedig a görbületgörbében.

Most pedig közöljük eddigi állításaink mennyiségtani igazolását.

Ismeretes, hogy egy lejtő által létrehozott gravitációs anomáliának egy megadott — s az 1b. ábrán feltüntetett — P pontban a gradiensre vonatkozó értéke:

⁶ K. SELLIEN: Beitrag zur Auswertung von Drehwaagenmessungen. Beiträge zur angewandten Geophysik. Bd. VIII. S. 179—186.

$$\begin{aligned}
 G(x) &= \frac{\partial^2 U}{\partial x \partial z} = -f \Delta \sigma \sin^2 a \ln \frac{(x-x_2)^2 + c_2^2}{(x-x_1)^2 + c_1^2} - \\
 &\quad - f \Delta \sigma \sin 2a \left(\operatorname{arc} \operatorname{tg} \frac{c_1}{x_1-x} - \operatorname{arc} \operatorname{tg} \frac{c_2}{x_2-x} \right) = \\
 &\quad = -2f \Delta \sigma \sin a \left(\sin a \ln \frac{r_2}{r_1} + \cos a \cdot \varepsilon \right)
 \end{aligned}$$

mig a görbületre vonatkozó érték:

$$H(x) = -\frac{\partial^2 U}{\partial x^2} = 2f \Delta \sigma \sin a \left(\cos a \ln \frac{r_2}{r_1} - \sin a \cdot \varepsilon \right).$$

Az egyes mennyiségek jelentését az ábrából kiolvashatjuk.

Először a gradiens szélsőértékhelyeit akarjuk meghatározni. $G(x)$ -nek ott van szélsőértéke, ahol az x -szerinti differenciálhányadosa eltűnik. Ilyen x -re tehát

$$G'(x) = -2f \Delta \sigma \sin a \left[\sin a \left(\frac{x-x_2}{r_2^2} - \frac{x-x_1}{r_1^2} \right) + \cos a \left(\frac{c_1}{r_1^2} - \frac{c_2}{r_2^2} \right) \right] = 0$$

egyszerűsítve $-2f \Delta \sigma \sin a$ -val és tekintetbevéve, hogy

$$\frac{x-x_1}{r_1} = \cos(180^\circ - \varphi_1) = -\cos \varphi_1$$

és

$$\frac{x-x_2}{r_2} = \cos(180^\circ - \varphi_2) = -\cos \varphi_2$$

továbbá, hogy

$$\frac{c_1}{r_1} = \sin \varphi_1 \quad \text{és} \quad \frac{c_2}{r_2} = \sin \varphi_2$$

feltételünk így alakul:

$$\sin a \left(\frac{\cos \varphi_1}{r_1} - \frac{\cos \varphi_2}{r_2} \right) + \cos a \left(\frac{\sin \varphi_1}{r_1} - \frac{\sin \varphi_2}{r_2} \right) = 0.$$

Beszorozva, átrendezve és egyszerű trigonometriai összefüggések felhasználása után ez az egyenlőség így írható fel:

$$\frac{\sin(\alpha + \varphi_1)}{r_1} - \frac{\sin(\alpha + \varphi_2)}{r_2} = 0,$$

illetőleg arány alakjában:

$$\frac{r_1}{r_2} = \frac{\sin(\varphi_1 + \alpha)}{\sin(\varphi_2 + \alpha)}.$$

Ha viszont a PAF háromszögre felírjuk a sinustételt, az

$$\frac{r_1}{r_2} = \frac{\sin(\varphi_2 - \alpha)}{\sin(\varphi_1 - \alpha)}$$

egyenlőséget kapjuk. Ezt az előbbivel egybevetve

$$\frac{\sin(\varphi_1 + \alpha)}{\sin(\varphi_2 + \alpha)} = \frac{\sin(\varphi_2 - \alpha)}{\sin(\varphi_1 - \alpha)}$$

vagy

$$\sin(\varphi_1 + \alpha) \sin(\varphi_1 - \alpha) = \sin(\varphi_2 + \alpha) \sin(\varphi_2 - \alpha).$$

De

$$2 \sin(\varphi + \alpha) \sin(\varphi - \alpha) = \cos 2\alpha - \cos 2\varphi.$$

Úgyhogy egyenletünk így írható:

$$\cos 2\alpha - \cos 2\varphi_1 = \cos 2\alpha - \cos 2\varphi_2.$$

Egyszerűsítés után a szélsőértékhelyekre a következő szükséges feltételt kapjuk:

$$\cos 2\varphi_1 = \cos 2\varphi_2.$$

Ez a feltétel a következő esetekben teljesül:

1. ha $2\varphi_1 = 2\varphi_2$ tehát, ha $\varphi_1 = \varphi_2$
2. ha $2\varphi_1 = 360^\circ - 2\varphi_2$ azaz, ha $\varphi_1 = 180^\circ - \varphi_2$.

Az első eset három x -értéknél következik be: $+\infty$ -ben, $-\infty$ -ben és a 0 -nál. A $+\infty$ -ben és a $-\infty$ -ben a gradiensgörbének minimuma van. Az $x = 0$ helynél a $G'(x) = 0$ összefüggés csak az $\alpha = 0$ esetben teljesül.

A legérdekesebb a $\varphi_1 = 180^\circ - \varphi_2$ esete. Itt, mint a második differenciálhányados vizsgálatából kitűnik, a gradiensfüggvénynek maximuma van. E maximumhelynek a felkeresése nagyon egyszerűen történik. Tekintsük az 1c. ábrát!

A $\varphi_1 = 180^\circ - \varphi_2$, azaz $\varphi_1 + \varphi_2 = 180^\circ$ feltételből következik, hogy az FP_GS szög φ_2 -vel megegyezik. De akkor φ_2 meg kell egyezzen az FP_GS háromszög tükrözéséből származó $F'P_GS$ háromszög $F'P_GS$ szögével is. Ennek azonban az a következménye, hogy az F' , a P_G és az A pont egy egyenesbe esik. Tehát azt a P_G pontot, ahol a lejtő által okozott gravitációs anomália gradiensének maximuma van, úgy kapjuk meg, hogy a lejtő felső pontjának a tükörképét összekötjük a lejtő alsó pontjával s ennek az egyenesnek a felszínnel való metszés-

pontja szolgáltatja a P_i maximumhelyet. És ezzel első állításunkat igazoltuk.

A görbület szélsőértékének a meghatározásához a görbület differenciálhányadosának a zérushelyeit kell felkeresnünk.

$$H'(x) = 2f \int \sigma \sin a \left[\cos a \left(\frac{\cos \varphi_1}{r_1} - \frac{\cos \varphi_2}{r_2} \right) - \sin a \left(\frac{\sin \varphi_1}{r_1} - \frac{\sin \varphi_2}{r_2} \right) \right] = 0$$

egyszerűsítve $2f \int \sigma \sin a$ -val, a

$$\cos a \left(\frac{\cos \varphi_1}{r_1} - \frac{\cos \varphi_2}{r_2} \right) - \sin a \left(\frac{\sin \varphi_1}{r_1} - \frac{\sin \varphi_2}{r_2} \right) = 0$$

feltételt kapjuk.

Egészen hasonló eljárással és meggondolással, mint amit a gradiens esetében követtünk, eljutunk a

$$\frac{\cos(\varphi_1 + a)}{\cos(\varphi_2 + a)} = \frac{\sin(\varphi_2 - a)}{\sin(\varphi_1 - a)}$$

vagy más alakban a

$$\cos(\varphi_1 + a) \sin(\varphi_1 - a) = \cos(\varphi_2 + a) \sin(\varphi_2 - a)$$

egyenlőséghez; de felhasználva a

$$2 \cos(\varphi + a) \sin(\varphi - a) = \sin 2\varphi - \sin 2a$$

összefüggést és egyszerűsítve $\sin 2a$ -val, szélsőértéknél a φ_1 és φ_2 -nek teljesítenie kell a

$$\sin 2\varphi_1 = \sin 2\varphi_2$$

egyenletet. Ez a következő lehetőségeket foglalja magában:

- | | | |
|--|------|-------------------------------------|
| 1. $2\varphi_1 = 2\varphi_2$ | azaz | $\varphi_1 = \varphi_2$ |
| 2. $2\varphi_1 = 180^\circ - 2\varphi_2$ | azaz | $\varphi_1 + \varphi_2 = 90^\circ$ |
| 3. $2\varphi_1 = (180^\circ - 2\varphi_2 + 360^\circ)$ | azaz | $\varphi_1 + \varphi_2 = 270^\circ$ |

Az első eset egészen hasonló a gradiens esetéhez.

A második esetben maximuma, a harmadikban viszont minimuma van a görbületnek, feltételezve a $\sigma' > \sigma$ teljesülését.

E két szélsőérték hely felkeresése úgy történik, hogy az $F'A$ távolságra (lásd az 1c. ábrát) mint átmérőre kört szerkesztünk s e körnek az a felszínnel való metszéspontjai: P_{H_1} és P_{H_2} szolgáltatják a keresett szélsőérték helyeket. Ugyanis a P_{H_1} -nél a φ_1 megegyezik az $F'P_{H_1}P_G$ szöggel, φ_2 pedig a $P_G P_{H_1} A$

szöggel. Az $F'P_{H_1}P_G$ szög és a $P_G P_{H_1}A$ szög összege pedig az $F'P_{H_1}A$ szöggel lesz egyenlő. Ez pedig, mivel átmérőre szerkesztett kerületi szög, éppen 90° -ot ad. Teljesül tehát a kiszabott $\varphi_1 + \varphi_2 = 90^\circ$ feltétel. Hasonlóképpen P_{H_2} -nél $F'P_{H_2}P_G = 180^\circ - \varphi_1$ és $P_G P_{H_2}A = 180^\circ - \varphi_2$. A kettőnek az összege itt is természetesen derékszög, tehát

$$(180^\circ - \varphi_1) + (180^\circ - \varphi_2) = 90^\circ;$$

átrendezve:

$$\varphi_1 + \varphi_2 = 270^\circ.$$

Ez pedig a 3. pont alatti feltétel. Második állításunkat ezzel igazoltuk.

Harmadik állításunk igazolására tekintsük ismét az 1c. ábrát. Az

$$SF' = SF = c_1 \quad \text{és} \quad S'A = c_2$$

jelöléseken kívül vezessük be még a következő jelöléseket:

$$BS = BS' = d; \quad BP_G = \delta; \quad BO = t.$$

Az $AS'P_G$ és OBP_G háromszögek hasonlóságából következik a

$$c_2 : (d + \delta) = t : \delta$$

és az $SF'P_G$ és OBP_G háromszögek hasonlóságából a

$$c_1 : (d - \delta) = t : d$$

arány. E két arányból

$$c_2 = \frac{d + \delta}{\delta} \cdot t$$

$$c_1 = \frac{d - \delta}{\delta} \cdot t.$$

Innen pedig

$$h = c_2 - c_1 = 2t.$$

Ezzel pedig igazoltuk a $t = \frac{h}{2}$ összefüggést.

Hogy utolsó állításunkat is igazolhassuk, meg kell határoznunk a szélsőértékek koordinátáit.

A gradiensnek ott van maximuma, ahol $\varphi_1 + \varphi_2 = 180^\circ$, tehát

$$\text{tang } \varphi_1 = - \text{tang } \varphi_2$$

azaz

$$\frac{c_1}{x_1 - x} = \frac{c_2}{x - x_2}.$$

Ennek az egyenletnek a megoldása, vagyis a maximumhely:

$$x_G = \frac{2c_2}{c_1 + c_2} \cdot x_1.$$

A görbület szélsőértékeinél $\varphi_1 + \varphi_2 = 90^\circ$. Ez akkor teljesül, ha

$$\text{tang } \varphi_1 = \frac{1}{\text{tang } \varphi_2}.$$

Az x -változóval kifejezve

$$\frac{c_1}{x_1 - x} = \frac{x_2 - x}{c_2}.$$

A megoldások:

$$x_{H_1} = \frac{x_1 + x_2 + \sqrt{h^2 \cotg^2 \alpha + 4c_1 c_2}}{2}$$

$$x_{H_2} = \frac{x_1 + x_2 - \sqrt{h^2 \cotg^2 \alpha + 4c_1 c_2}}{2}.$$

A görbület két szélsőérték helyének egymástól való távolsága:

$$\rho = x_{H_1} - x_{H_2} = \sqrt{h^2 \cotg^2 \alpha + 4c_1 c_2}.$$

Ez pedig a 4. állítás utolsó összefüggése.

Ezekután be fogjuk bizonyítani, hogy

$$1. \quad H'(x_G) = - \frac{2f\Delta\sigma h}{c_1 c_2 [h^2 \cotg^2 \alpha + (c_1 + c_2)^2]} \cdot (c_1 + c_2)^2$$

$$2. \quad G'(x_{H_1}) + G'(x_{H_2}) = - \frac{2f\Delta\sigma h}{c_1 c_2 [h^2 \cotg^2 \alpha + (c_2 + c_3)^2]} \cdot h^2 \cotg \alpha$$

$$3. \quad G'(x_{H_1}) - G'(x_{H_2}) = - \frac{2f\Delta\sigma h}{c_1 c_2 [h^2 \cotg^2 \alpha + (c_1 + c_2)^2]} \cdot \rho(c_1 + c_2).$$

E három összefüggésből a 4. állítás összefüggései önként következnek.

A bizonyítás menete:

$$H' = 2f\Delta\sigma \sin \alpha \left[\cos \alpha \left(\frac{\cos \varphi_1}{r_1} - \frac{\cos \varphi_2}{r_2} \right) - \sin \alpha \left(\frac{\sin \varphi_1}{r_1} - \frac{\sin \varphi_2}{r_2} \right) \right]$$

$$G' = -2f\Delta\sigma \sin \alpha \left[\sin \alpha \left(\frac{\cos \varphi_1}{r_1} - \frac{\cos \varphi_2}{r_2} \right) + \cos \alpha \left(\frac{\sin \varphi_1}{r_1} - \frac{\sin \varphi_2}{r_2} \right) \right]$$

G szélsőértéknél

$$\sin \alpha \left(\frac{\cos \varphi_1}{r_1} - \frac{\cos \varphi_2}{r_2} \right) = - \cos \alpha \left(\frac{\sin \varphi_1}{r_1} - \frac{\sin \varphi_2}{r_2} \right)$$

mivel $G' = 0$. Ezt az összefüggést a H' -be behelyettesítve, kapjuk, hogy a gradiens maximumhelyénél a görbület differenciálhányadosa

$$\begin{aligned} H'(x_G) &= -2f\Delta\sigma \left(\frac{\sin \varphi_1}{r_1} - \frac{\sin \varphi_2}{r_2} \right) \\ &= 2f\Delta\sigma \left(\frac{c_2}{r_2^2} - \frac{c_1}{r_1^2} \right). \end{aligned}$$

Ha ebbe behelyettesítjük az x_G értékét, tehát a $\frac{2c_2}{c_1 + c_2} \cdot x_1$ -et és utána a kapott kifejezést rendezzük, felhasználva a $c_1x_2 - c_2x_1 = 0$ összefüggést, eredményül tényleg az első kifejezést kapjuk.

Ugyanezzel a megfontolással jutunk arra, hogy a gradiens differenciálhányadosa a görbület szélsőértékénél

$$\begin{aligned} G'(x_H) &= -2f\Delta\sigma \left(\frac{\cos \varphi_1}{r_1} - \frac{\cos \varphi_2}{r_2} \right) \\ &= -2f\Delta\sigma \left(\frac{x - x_2}{r_2^2} - \frac{x - x_1}{r_1^2} \right). \end{aligned}$$

Ha e kifejezés változója helyébe először az első, majd a második szélsőérték hely koordinátáit behelyettesítjük, majd tekintetbe vesszük, hogy

$$\begin{aligned} x_H - x_1 &= \frac{h \cotg \alpha \pm \sqrt{h^2 \cotg^2 \alpha + 4c_1c_2}}{2} \\ x_H - x_2 &= \frac{-h \cotg \alpha \pm \sqrt{h^2 \cotg^2 \alpha + 4c_1c_2}}{2} \end{aligned}$$

és képezzük az így kapott kifejezések összegét, illetőleg különbségét, tehát a $G'(x_{H_2}) + G'(x_{H_1})$, ill. $G'(x_{H_2}) - G'(x_{H_1})$ értékeket, akkor inkább hosszadalmas, mint nehéz számolás után eljutunk a 2., ill. a 3. kifejezésre.

A $\text{tang } 2\alpha = \frac{2Q_1^2 Q_2}{1 - Q_1^2}$ összefüggést legkönnyebben úgy igazolhatjuk, hogy a

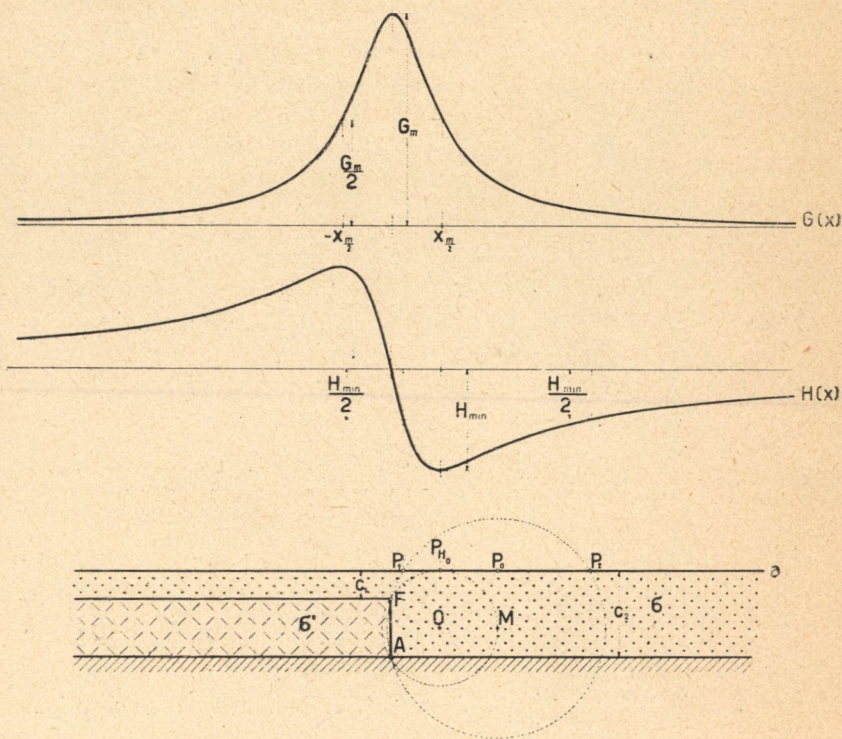
$$Q_1 = \frac{c_1 + c_2}{e} \quad \text{és} \quad Q_2 = \left(\frac{h}{c_1 + c_2} \right)^2 \cotg a$$

kifejezések jobboldalát behelyettesítjük a képletbe és tekintetbe vesszük, hogy

$$\frac{2 \cotg a}{\cotg^2 a - 1} = \operatorname{tg} 2a.$$

2. §. Függőleges törés adatainak meghatározása a gradiensgörbéből.

Mint a bevezetésben már említettük, a függőleges törés adatait tisztán a gradiensgörbéből is meg lehet határozni, aminek azért van jelentősége, mert nem korlátozódik csupán a torziósinga-mérésekre, hanem a graviméteres méréseknél is használható.



2. ábra.

Leghamarabb a törés helyét tudjuk meghatározni, mert ez pontosan a maximumhely alatt van. Hátra van még a törés mélységének és ugrásmagasságának, vagy ami ezzel egyértelmű, a c_1 és c_2 -nek kiszámítása.

Ismeretes,⁷ hogy annak a pontnak a koordinátája, ahol a gradiensgörbe maximális értékének a felét veszi fel (lásd 2. ábrát).

$$x_m = \sqrt{c_1 \cdot c_2}.$$

E helyen legyen a gradiens differenciálhányadosa $G'(x_m)$, míg a gradiens maximális értékét jelöljük G_m -mel. Legyen továbbá

$$\eta = -\frac{G_m}{x_m \cdot G'(x_m)} \quad \text{és} \quad \xi = \frac{c_2}{c_1}$$

akkor az η és a ξ értékek között fennáll a következő egyenlet:

$$\eta = \frac{\xi + 1}{\xi - 1} \ln \xi.$$

Ennek az egyenletnek a grafikonját megrajzolhatjuk és belőle bármely η -értékhez kiolvashatjuk a megfelelő ξ -t. (Lásd 3. ábrát.)

Az x_m értékét kimérhetjük a görbéből. Ugyancsak kiszámítható a gradiensgörbe adataiból az η értéke is és így a grafikon felhasználásával a ξ értékét is ismerjük. De

$$c_1 \cdot c_2 = x_m^2 \quad \text{és} \quad \frac{c_2}{c_1} = \xi.$$

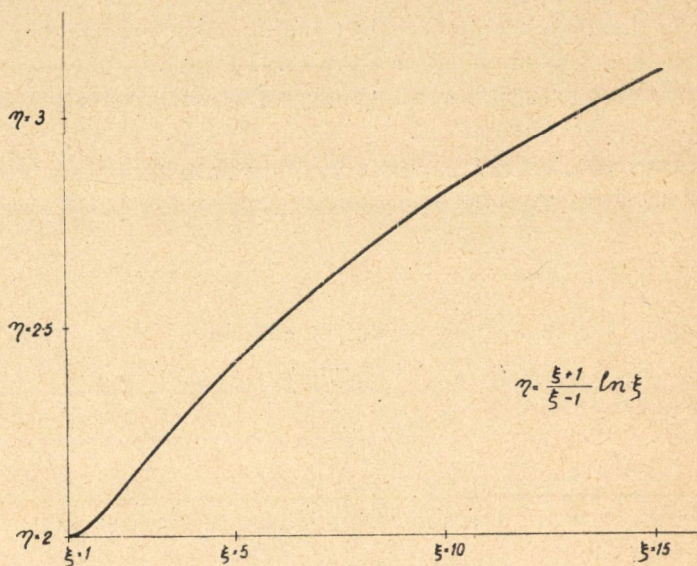
E két egyenletből pedig c_1 is és c_2 is kiszámítható, mégpedig

$$c_1 = \frac{x_m}{\sqrt{\xi}}$$

$$c_2 = x_m \cdot \sqrt{\xi}.$$

Ezek pedig éppen a törés keresett adatai.

⁷ K. JUNG: Die Bestimmung von Lage und Ausdehnung einfacher Massenformen unter Verwendung von Gradient und Krümmungsgrösse. Zeitschrift für Geophysik. Bd. III. S. 257—280.



3. ábra.

Mivel

$$G_m = -2f\Delta\sigma \ln \frac{c_2}{c_1}$$

$$\Delta\sigma = -\frac{G_m}{2f \ln \xi}$$

Ezzel pedig a hatótömegek közötti sűrűségkülönbséget is meghatároztuk.

Be kell még bizonyítanunk, hogy

$$\eta = \frac{\xi + 1}{\xi - 1} \ln \xi$$

ahol

$$\eta = -\frac{G_m}{x_{\frac{m}{2}} \cdot G'(x_{\frac{m}{2}})} \quad \text{és} \quad \xi = \frac{c_2}{c_1}$$

Igazolás:

$$G_m = -2f\Delta\sigma \ln \frac{c_2}{c_1} = -2f\Delta\sigma \ln \xi$$

és

$$x_{\frac{m}{2}} \cdot G'(x_{\frac{m}{2}}) = +2f\Delta\sigma \left(\frac{x^2}{x^2 + c_1^2} - \frac{x^2}{x^2 + c_2^2} \right)_{x = \sqrt{c_1 c_2}}$$

tehát

$$x_m G'(x_m) = 2f \Delta \sigma \frac{c_2 - c_1}{c_2 + c_1} = 2f \Delta \sigma \frac{\xi - 1}{\xi + 1}$$

A hányadost képezve tényleg $\eta = \frac{\xi + 1}{\xi - 1} \ln \xi$.

3. §. Függőleges törés megszerkesztése a görbületgörbéből.

Most megmutatjuk, hogy a függőleges törés adatait, hogyan lehet a görbületgörbéből megszerkeszteni.

Függőleges törés esetén a felszín egy adott P pontjában a görbület értéke, amint azt a dolgozat első részének második felében közölt formulából $\alpha = 90^\circ$ helyettesítéssel kaphatjuk

$$H(x) = 2f \Delta \sigma (\varphi_2 - \varphi_1).$$

Tekintsük azt a P_H helyet, ahol a görbület a minimumát veszi fel és tekintsük a P_1 és P_2 pontokat, ahol a görbület a minimális érték felével egyenlő. (Lásd 2. ábrát.)

Ha a törésvonalra, mint húrra felszín érintő kört rajzolunk, a görbület értéke a fenti képlet szerint éppen az érintkezési pontban lesz minimális (ill. abszolút értékben maximális). Tehát az érintkezési pont éppen a P_H lesz. Tekintsük a kör felszínrel párhuzamos átmérőjének azt az M pontját, amelyik a töréstől távolabb van. Ha e pontból, mint középpontból a törésvonalon, mint húron kört rajzolunk, akkor ez a kör azokban a pontokban metszi a felszín, ahol a $H(x)$ értéke a minimum felével lesz egyenlő, tehát a P_1 és P_2 pontokban. Ugyanis a körnek az Af húrhoz tartozó szöge megegyezik a $\varphi_2 = \varphi_1$ minimumával (abszolút értékben: maximumával), tehát akkor a kerületi szög ennek fele lesz és mivel a görbület értéke csak a szögtől függ, a görbületi érték itt a minimális görbületi értéknek felével lesz egyenlő.

A törésvonalat tehát így szerkeszthetjük meg:

A $P_1 P_2$ távolságot felezzük. A felezési pont legyen P_0 . A P_H ponthoz a $P_0 P_H$ sugárral érintő kört rajzolunk. Ezzel megrajzoltuk első körünket. E körnek meghatározható az M

pontja. Az M pontból MP_1 sugárral kört rajzolva, a két kör közös húrja adja az AF törésvonalat. Mivel a törésvonalnak egyúttal a gradiens szélsőértékpontja, illetőleg görbület zéruspontja alatt van a helye, ellenőrzésre is lehetőség nyílik.

* * *

Végül őszinte köszönetet mondok VAJK RAUL egyet. m. tanár úrnak azért a megértésért és jóindulatért, amivel vizsgálataimat támogatta, értékes tanácsaiért s a fáradságért, amivel e dolgozatot szakszerűségi szempontból átolvasta.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1944 február hó 21-én tartott ülésén
bemutatta RYBÁR ISTVÁN r. t.)

DEUTUNG UNTERIRDISCHER GEOLOGISCHER STRUKTUREN AUF GRUND DER DREHWAGENMESSUNGEN.

Von LADISLAUS EGYED.

Diese Note beschäftigt sich mit der Frage, wie man aus den Schwereanomalien die Daten einer unterirdischen Struktur bestimmen kann, falls diese Struktur eine schräg einfallende Verwerfung ist.

Die Lösung der Aufgabe geschieht mit Hilfe folgender Sätze:

1. Die Gradientenkurve der schräg einfallenden Verwerfung hat sein Maximum an der Stelle, wo die durch den unteren Punkt und für das auf der Oberfläche bezogene Spiegelbild des oberen Punktes der Verwerfung bestimmte Gerade die Oberfläche schneidet.

2. Die Extremwertstellen der Krümmungskurve geben die Schnittpunkte der Oberfläche mit dem Kreis, dessen Durchmesser die Strecke ist, die den unteren Punkt mit dem Spiegelbild des oberen Punktes der Verwerfung verbindet. Der Mittelpunkt des Kreises liegt unter der Oberfläche in einem Abstand, der mit dem halben Wert der Höhe der Verwerfung gleich ist.

3. Es sei

H'_G der Differentialquotient der Krümmungskurve bei der Maximalwertstelle der Gradientenkurve;

G'_{H_1}, G'_{H_2} die Differentialquotienten der Gradientenkurve bei der Extremwertstellen der Krümmungskurve;

ρ der Abstand der zwei Extremwertstellen der Krümmungskurve,

c_1 und c_2 der Abstand des oberen bzw. des unteren Punktes der Verwerfung von der Erdoberfläche,

a der Neigungswinkel der Verwerfung,

endlich $h = c_2 - c_1$ die Höhe der Verwerfung, so bestehen die folgenden Gleichungen:

$$\frac{H'_G}{G'_{H_2} - G'_{H_1}} = \frac{c_1 + c_2}{\rho}; \quad \frac{G'_{H_1} + G'_{H_2}}{H'_G} = \left(\frac{h}{c_1 + c_2} \right)^2 \cotg a;$$

$$\rho = \sqrt{h^2 \cotg^2 a + 4c_1 c_2}$$

Aus diesen Gleichungen lässt sich der Wert von h bestimmen. Ist h bekannt, so kann man die Verwerfung folgenderweise konstruieren. In dem Mittelpunkt der Strecke, der zwischen den zwei Extremwertstellen der Krümmungskurve liegt, misst man den Abstand $\frac{h}{2}$ senkrecht auf die Oberfläche, so bekommt man den Mittelpunkt des Kreises, der die Extremwertstellen der Krümmungskurve bestimmt. Der Kreis ist mit diesem Mittelpunkt und die Extremwertstellen vollständig bestimmt. Verbindet man diesen Mittelpunkt mit der Maximumstelle der Gradientenkurve durch eine Gerade, so geben die Schnittpunkte der Gerade und des Kreises den unteren Punkt bzw. das Spiegelbild des Oberen Punktes der Verwerfung, womit auch die Verwerfung bekannt ist. Mit den Daten der Verwerfung ist auch der Dichteunterschied bestimmt.

Im zweiten Teil wird die Bestimmung der Daten der senkrechten Stufe aus der Gradientenkurve behandelt.

Ist der Abstand der zwei Stellen, wo die Gradientenkurve die Hälfte ihres Maximalwertes annimmt $2x_{\frac{m}{2}}$ und der Differentialquotient an dieser Stelle $G'_{\frac{m}{2}}$, so bestehen die folgenden Gleichungen

$$x_{\frac{m}{2}} = \sqrt{c_1 \cdot c_2}; \quad \xi = \frac{c_2}{c_1}$$

$$\eta = \frac{\xi + 1}{\xi - 1} \ln \xi \quad \text{wo} \quad \gamma = \frac{G_{\max}}{x_{\frac{m}{2}} \cdot G'_{\frac{m}{2}}}$$

Aus diesen Gleichungen kann man die gesuchten Werten c_1 und c_2 der Stufe sehr leicht ausrechnen.

Der letzte Teil gibt ein einfaches Verfahren, womit aus der Krümmungskurve die senkrechte Stufe durch eine geometrische Konstruktion bestimmt werden kann.

ADATOK A SZUSZPENZIÓK ESÉSI GÖRBÉJÉNEK GRAFIKUS KIÉRTÉKELÉSÉHEZ.

Vitéz BOTVAY KÁROLY-tól.

ODÉN S. szerint a szedimentációs hengerben homogénre össze-
rázott szuszpenzió leülepedő részecskéit egy. a henger feneké fölé
függesztett serpenyőn az idő függvényeképpen szakaszosan mérve
s az így nyert adatokból az ú. n. *esési görbét* megrajzolva, ez utóbbi-
ból szerkesztés vagy számítás útján meghatározhatjuk a szuszpen-
dált anyag mechanikai összetételét (1—3). Az eljárásnak — mint
általában minden szedimentáció útján történő mechanikai elem-
zésnek — számos feltétele van. Ilyenek a szuszpendált anyag
különböző nagyságrendű részecskéinek azonos sűrűsége, bizonyos
mértéken aluli szuszpenzió-töménység, a diszperz eszköz (víz)
lehető elektrolyt-mentessége, állandó iszapolási hőmérséklet stb.,
amelyekre vonatkozó közelebbi részletek tekintetében itt csak az
irodalomra utalhatunk (4—6).

A fentebbiekben körvonalozott iszapolási elvnek a gyakor-
lati alkalmazása ODÉN óta sokat fejlődött. Részben a görbe fel-
vételére az eredeti ODÉN-féle szedimentációs mérlegnél ma már
gyakorlatiasabb berendezéseket használnak, — mint aminő a
WIEGNER-féle iszapoló henger (7, 8) s annak számos változata (4, 5)
vagy a célnak megfelelő areométeres berendezés (9) — részben
pedig magát a szedimentációs mérleget tették alkalmas változatok-
ban a gyakorlat részére hozzáférhetőbbé (10—12). Bármilyen
kísérleti berendezéssel nyerjük is azonban az esési görbét, annak
kiértékelésére változatlanul ODÉN matematikai levezetései szolgál-
nak alapul s így a kérdés ma is időszerű.

Az esési görbe kiértékeléséhez midnenekelőtt a részecskék

aequivalens sugara és *esési sebessége* közötti összefüggésre van szükségünk, melyet STOKES G. (i. vezetett le még a mult század közepén az ismeretes

$$v = \frac{2}{9} \cdot g \cdot \frac{D_a - D_w}{\eta} \cdot r^2 \quad (1)$$

kifejezésben, hol v a részecske esési sebessége, r a részecske *aequivalens sugara* D_a a részecskék anyagának a sűrűsége, D_w a folyadék-médium (víz) sűrűsége, η a viszkozitása, g a nehézségi állandó.

A *szekesztés* útján történő kiértékelésre ODÉN egy igen egyszerű és gyors eljárást vezetett le, amelynek az alapját a következő megfontolások adják:

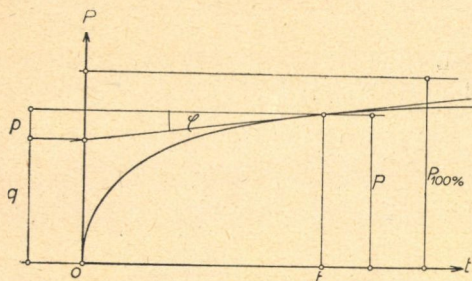
Tegyük fel, hogy a kísérleti úton nyert esési görbéről az r -nel nagyobb sugarú részecskék %-os mennyiségét kell megállapítanunk s hogy az 1. sz. STOKES-képlet segítségével az r sugarú részecskék ülepedési idejét t értéket kaptunk.

Általában a h magasságú szuszpenzió-oszlopból t időpontban a szedimentációs henger serpenyőjére leülepedett P anyag részecskéi két csoportba tartoznak, melyek egyikét: a q csoportba tartozókat a $v \geq \frac{h}{t}$ sebességük folytán már teljes mennyiségükben leülepedett részecskék alkotják; ez tehát a tulajdonképpen meghatározandó frakció. Ezenkívül azonban ugyanezen t időpontban az összes kisebb szemcsenagyságok különböző mennyiségei is jelen vannak az üledékben, mert az ülepedés megindultakor a szuszpenzió az összerázás folytán homogén volt, a térben valamennyi frakció egyenletesen oszlott meg s így egyes részecskék elég kis magasságban kezdték meg az esésüket a serpenyő felett ahhoz, hogy $v < \frac{h}{t}$ sebességükkel is leülepedhettek. Ezen részben leülepedett frakciók összessége alkotja a p csoportot.

ODÉNnek az esési görbe elemzésével kapcsolatos matematikai fejtegetései szerint (1) a p csoportba tartozó részecskék mennyisége kifejezhető az első differenciálhányados és az idő szorzatával:

$$p = t \cdot \frac{dP}{dt} = t \cdot tg \varphi$$

Ha tehát a keresett r sugarú szemcsenagyság ülepedésének megfelelő t időpontban az esési görbéhez érintőt fektetünk (1. ábra), akkor — miután az érintő a függőleges tengelyre vetített P -magas-



1. ábra.

ságból egy a p értékének megfelelő hosszat metsz le — a keresett q értékét a

$$q = P - t \cdot \operatorname{tg} \phi \quad (2)$$

értelmében grafikus úton nyertük.

ODÉNNek ezen képletében a q *üledékmennyiséget* jelent. Hogy az eredményt %-os értékben kaphassuk, a q értékét még meg kell szoroznunk a %-faktorral: ϕ -vel. Ennek nagysága

$$\phi = \frac{100}{P_{100\%}}, \quad (3)$$

ahol $P_{100\%}$ a teljes próbamennyiség leülepedésének megfelelő és számítás útján meghatározandó ordinátamagasságot jelenti.

Másrészt két tetszőszerinti t_n és t'_n esési időeknek megfelelő r_n és r'_n sugarú részecskék közé eső frakció %-os mennyisége úgy nyerhető, ha a t_n és t'_n időpontokban a görbéhez húzott érintők által lemetszett $q_n - q'_n$ különbséget olvassuk le és szorozzuk ϕ -vel.

Ezen grafikus megoldást ODÉN kisebb pontosságot igénylő elemzések céljaira szánta. Minthogy ugyanis az egyes frakciók mennyiségét érintők fektetése segítségével határozzuk meg, másrészt pedig bizonyos kedvezőtlenül futó görbületekhez az érintőknek a fektetése bizonytalanná válhat, a kiértékelésben a szubjektív megítélésnek is számottevő szerep juthat. Ebből a körülményből

folyik az a törekvés, hogy a kiértékelés a grafikus vonatkozásoktól lehetőleg mentesítve tisztán *számítás* útján legyen végezhető. ODÉN egy ilyen eljárást is levezetett. Ez azonban meglehetősen körülményes s végeredményben a grafikus vonatkozásoktól mégsem teljesen mentes. Idevonatkozó bővebb ismertetésekbe ezen a helyen nem bocsátkozhatunk és az irodalomra utalunk (1). Később GRIPENBERG S. ugyancsak elemzés alá vette az esési görbét s rendkívül egyszerű eszközökkel le is vezetett egy a q értékek meghatározására szolgáló képletet. Ebből a célból az esési görbét egyes rövid szakaszaiban egyenesekkel helyettesítette (13).

A valósághoz természetesen jóval közelebb kerülünk akkor, ha az esési görbét egyes rövidebb szakaszaiban a görbéhez közelebb álló *másodfokú parabolákkal* helyettesítjük. Ebből — miként az alábbi matematikai fejtegetésekből ki fog tűnni — az az előnyünk is meg lesz, hogy a *grafikus kiértékeléshez* támpontokat nyerünk.

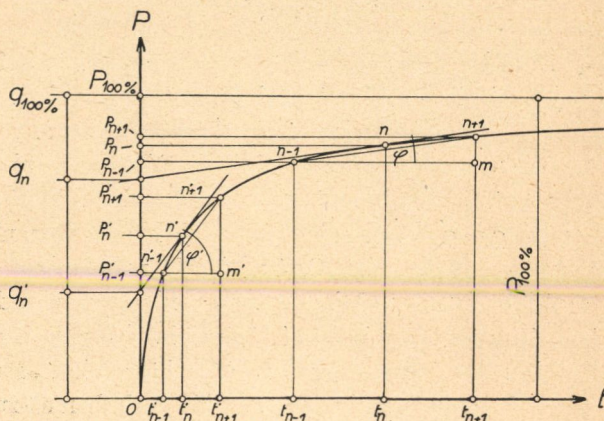
Ahhoz azonban, hogy a másodfokú parabolával való helyettesítés útján az eljárás körülményessé ne váljon, szükséges, hogy a helyettesítő szakaszokban az esési görbe az érintési ponttal

a) két egyenlő időközre (vízszintes tengelybeli közre), avagy

b) két egyenlő üledékmennyiségnek megfelelő közre (függőleges tengelybeli közre) legyen felosztva (2. ábra).

Nézzük először az a) alatti esetet:

Legyenek az esési görbét helyettesítő szakaszban az esési



2. ábra.

görbe három szomszédos pontjának: az $n-1$, n és $n+1$ -nek az
összrendezői:

$$n-1 \left\{ \begin{matrix} t_{n-1} \\ P_{n-1} \end{matrix} \right., \quad n \left\{ \begin{matrix} t_n \\ P_n \end{matrix} \right., \quad n+1 \left\{ \begin{matrix} t_{n+1} \\ P_{n+1} \end{matrix} \right.,$$

ahol a feltétel szerint az ezen pontokkal határolt két vízszintes
tengelybeli köz egyenlő:

$$t_{n+1} - t_n = t_n - t_{n-1}$$

és így

$$t_{n+1} + t_{n-1} = 2t_n. \quad (4)$$

Hogy ezen szakaszban a kiértékeléshez az ODÉN-féle 2. sz.
egyenletet alkalmazhassuk, csupán $tq\varphi$ értékére van szükségünk,
mert P és t értéke (esetünkben P_n és t_n) ismeretesek, t. i. az esési
görbe ábrájáról lemérhetők. Keressük tehát $tq\varphi$ értékét!

A fentebbi pontokkal megadott másodfokú parabola általános
egyenlete, ha annak tengelye a t tengellyel párhuzamos:

$$P_n = A + Bt_n + Ct_n^2$$

s ennek t_n szerint vett differenciálhányadosa:

$$\frac{dP_n}{dt_n} = B + 2Ct_n \quad (5)$$

Mínt hogy a parabola az $n+1$ és $n-1$ pontokon is átmeny:

$$\begin{array}{l} P_{n+1} = A + Bt_{n+1} + Ct_{n+1}^2 \\ P_{n-1} = A + Bt_{n-1} + Ct_{n-1}^2 \\ \hline P_{n+1} - P_{n-1} = B(t_{n+1} - t_{n-1}) + C(t_{n+1}^2 - t_{n-1}^2) \end{array}$$

és

$$\frac{P_{n+1} - P_{n-1}}{t_{n+1} - t_{n-1}} = B + C(t_{n+1} + t_{n-1}).$$

Figyelembevétel a 4. sz. egyenletet

$$\frac{P_{n+1} - P_{n-1}}{t_{n+1} - t_{n-1}} = B + 2Ct_n$$

s az 5. sz. egyenlet értelmében a t_n szerint vett differenciálhányados, vagyis az n pontban fektetett érintő hajlásszögének tangense:

$$\frac{P_{n+1}-P_{n-1}}{t_{n+1}-t_{n-1}} = \frac{dP_n}{dt_n} = tg\varphi \quad (6)$$

A $b)$ alatt felsorolt feltétel esetében ugyanilyen levezetés útján a P'_n szerint vett differenciálhányadosra, vagyis az n' pontban fektetett érintő hajlásszögének a tangensére nyerjük, hogy

$$\frac{t'_{n+1}-t'_{n-1}}{P'_{n+1}-P'_{n-1}} = \frac{dt'_n}{dP'_n} = tg\varphi'. \quad (7)$$

A $tg\varphi$ értékére azért van szükségünk egyszer az $a)$, egyszer meg a $b)$ alatti feltételből kiindulva, mert a kiértékeléshez az esési görbét a meredekebben futó első fázisában egyenlő *üledékmennyiség-szakaszokra*, a későbbi laposabban futó fázisában pedig egyenlő *időszakokra* célszerű tagolni.

A $tg\varphi$ -re, illetőleg $tg\varphi'$ -re kapott 6. és 7. sz. egyszerű kifejezésekkel az 1. ábra és 2. egyenlet értelmében való érintő meghúzásához hasznos támpontokat nyertünk. A 2. ábra szerint ugyanis a 6. és 7. sz. kifejezésekben szereplő $P_{n+1}-P_{n-1}$ és $t_{n+1}-t_{n-1}$, ill. a $t'_{n+1}-t'_{n-1}$ és $P'_{n+1}-P'_{n-1}$ olyan háromszögeknek a befogói, amelyeknek az átfogói a vízszintes befogókkal φ , illetőleg φ' szöget zárnak be, másrészt pedig ezek az átfogók egyben *húrjai* is a helyettesítésül alkalmazott másodfokú parabolának.¹ Hogy tehát az 1. ábra értelmében végzett grafikus kiértékeléskor az érintőnek biztosabban megadhassuk a φ , illetőleg φ' hajlásszögét, ezt a húr kell önmagával párhuzamosan a görbe n , illetőleg n' pontjába eltolnunk. Ez a megoldás egyébként ismert tétele a geometriának (14).

Ezek szerint az esési görbéhez valamely r_n avagy r'_n sugarú szemcsenagyságnak megfelelő t_n avagy t'_n ülepedési időpontban fektetendő érintőnek a megrajzolása a gyakorlatban abból áll, hogy az esési görbének a laposabban futó részében a t_n időponttól

¹ A 2. ábrán ezen háromszögeket az $n-1$, $n+1$ és m , illetőleg az $n'-1$, $n'+1$ és m' csúcspontok határozzák meg.

balra és jobbra egyenlő abszcissa-szakaszokat, avagy a meredekebben futó első részén a t'_n időponttól fel- s lefelé egyenlő ordináta-szakaszokat mérünk ki, ezeknek összrendezőivel metszük az esési görbét, a két metszéspontot összekötő egyenest két háromszögű vonalzó segítségével párhuzamosan eltoljuk az esési görbe n , illetőleg n' pontjába s ott az érintőt meghúzzuk. Az így megvont érintő az ordináta-tengelyből a 2. egyenlet s az 2. ábra értelmében a q illetőleg q' magasságok alakjában az r , illetőleg r' -nél kisebb sugarú részecskéknek a próbabeli mennyiségét metszi le. Hogy ezekből a %-os mennyiségekhez jussunk, az előbbieken tárgyalta értelmében a q , illetőleg q' magasság számszerű értékét még szoroznunk kell a ψ százalékfaktornak a 3. képletbeli értékével.

Az eljárás természetesen feltételezi a szabatosan megvont esési görbét. Evégből a kísérleti ülepítéssel nyert üledék- és időadatokat célszerű mm-papíron felhordani, a görbét pedig a leolvasások esetleges szórásainak a kiegyenlítésére görbe vonalzó mellett, vékony, határozott vonallal kell meghúznunk, hogy rajta az egyenlő idő, illetőleg üledékszakaszok éles metszéspontokkal legyenek feltüntethetők.

Ami a másodfokú parabola-szakasz hosszának a megválasztását illeti, kétségtelen, hogy minél rövidebb szakaszon helyettesítjük az eredeti esési görbét másodfokú parabolával, annál kisebb lesz az ebből származó pontatlanság. Ámde a kiterjedés csökkentésének határt szab az a körülmény, hogy egy bizonyos hosszon alul már rajzolási-technikai nehézségek folytán jelentkezik a pontatlanság. Minél közelebb kerül ugyanis egymáshoz a parabola-szakasz két végpontja, annál pontatlanabb az azokon átfektetett és az érintési pontba eltolt egyenesnek a hajlásszöge. Viszont a kelletténél hosszabbra választott szakasz kiterjedés esetében a helyettesítő parabolának az esési görbétől való eltérése már a megengedhető hibahatárt meghaladó pontatlanságra vezethet. A célszerű szakasz hosszát tehát ezen két szempont szem előtt tartásával kell meghatározni.

Arra nézve, hogy az egy-ugyanazon pont kiértékelésére alkalmazható különböző kiterjedésű helyettesítő parabolák hosszának önkényes megválasztásával mennyire befolyásoljuk az eredményeket, egy másik dolgozatban közölt vizsgálatra utalunk (15). Ebben

egy számszerű példa képesán kimutattuk, hogy bizonyos célszerűségi határokon belül a helyettesítő parabola-szakaszok hosszával az eredmények csupán a mechanikai elemzésekben megengedhető hibahatárokon belül változnak.

A fentiekben ismertetett grafikus eljárással kapcsolatban végül reá kívánunk mutatni arra, hogy amennyiben az esési görbét az előadott követelményeknek megfelelően megrajzoltuk, a kiértékelés további műveletét számítás útján is elvégezhetjük. Önként értendőik ugyanis, hogy az érintővel az ordinátatengelyből lementszendő q_n , ill. q'_n értéke úgy is meghatározható, hogy a mm-papíron ábrázolt esési görbéről az összetartozó $P_{n+1}-P_{n-1}$ és $t_{n+1}-t_{n-1}$, illetőleg $t'_{n+1}-t'_{n-1}$ és $P'_{n+1}-P'_{n-1}$ -nek a hosszát olvasva le, ezek számszerű értékeit helyettesítjük be a 6., illetőleg a 7. egyenletbe, mert ezekkel kiszámítva a $tg\varphi$, illetőleg $tg\varphi'$ értékét, az ODÉN-féle 2. egyenlet megoldásához már minden adattal rendelkezünk. Miután azonban a 2. egyenlet még csak üledékmennyiséget fejez ki, ahhoz, hogy %-os mennyiségeket nyerjünk, az eredményt még szoroznunk kell a százalékfaktornak 3. egyenletbeli értékével.

Foglaljuk ehhez az eljáráshoz a jobb áttekinthetőség kedvéért az összes részletműveleteket egy kifejezésbe! Ebben az esetben a $tg\varphi$ -nek a 6., illetőleg a $tg\varphi'$ -nek a 7. képletbeli értékét helyettesítve be a 2. sz. egyenletbe s szorozva ϕ -nek a 3. képletbeli értékével, a keresett $q\%$, illetőleg $q'\%$ értékére az

a) alatti feltétel esetében (egyenlő idő-összrendezőkre való tagoltság):

$$q\% = \frac{100 \left(P_n - t_n \cdot \frac{P_{n+1} - P_{n-1}}{t_{n+1} - t_{n-1}} \right)}{P_{100\%}} \quad (8a)$$

b) alatti feltétel esetében (egyenlő tömeg-összrendezőkre való tagoltság):

$$q'\% = \frac{100 \left(I'_n - t'_n \cdot \frac{t'_{n+1} - t'_{n-1}}{I'_{n+1} - I'_{n-1}} \right)}{I'_{100\%}} \quad (8b)$$

kifejezéseket nyerjük, amelyekben az egyes szimbólumok jelentését a 2. ábra szemlélteti.

A (8a) és (8b) sz. kifejezések segítségével esetenként még egy tisztán számítás útján végezhető kiértékelés is lehetséges. Ilyenkor közvetlenül a kísérleti adatokból történik a számítás, tehát az esési görbe megszerkesztése elmaradhat. Ezen különleges feltételekhez kötött eljárásnak az alkalmazásával egy másik dolgozatban foglalkozunk (15).

Összefoglalás.

ODÉNNEK az *esési görbe* kiértékelésére levezetett grafikus eljárásában az esési görbéhez fektetendő érintő *irányát* gyakran csak bizonytalanul tudjuk megadni. Szerző azon az alapon, hogy az esési görbét a kiértékelés helyén egy rövid szakaszon az érintési pont által két egyenlő részre tagolt másodfokú parabolával helyettesíti, egy igen egyszerű eljárás keretében támpontokat nyújt az érintő irányának a megszabásához.

Irodalom.

1. ODÉN, S.: Eine neue Methode zur mechanischen Bodenanalyse. Int. Mitt. f. Bodenk. 5. köt. 1915. 257—311. old.
2. ODÉN, S.: Eine neue Methode zur Bestimmung der Körnerverteilung in Suspensionen. Koll. Zeitschrift 18. köt. 2. füz. 1916. 33—47. old.
3. ODÉN, S.: Die automatisch registrierende Sedimentvorrichtung und ihre Anwendung auf einige kolloidchemische Probleme. Koll. Zeitschrift, 26. köt. 3. füz. 1920. 100—121. old.
4. GESSNER, H.: Die Schlämmanalyse. Leipzig, 1931.
5. VON HAHN, F. V.: Dispersoidanalyse. Dresden, 1928.
6. KEEN, B. A.: The physical properties of the soil. London, 1931.
7. WIEGNER, G.: Über eine neue Methode der Schlämmanalyse. Landw. Vers. Stat. 1918. 43—79. old.
8. WIEGNER—PALLAMN: Anleitung zum quantitativen agrikulturchemischen Praktikum. 2. kiadás. Berlin, 1938.
9. CASAGRANDE, A.: Die Aräometer-Methode zur Bestimmung der Kornverteilung von Böden und anderen Materialien. Berlin, 1934.
10. CORRENS, C. W. és SCHOTT, W.: Vergleichende Untersuchungen über Schlämm- und Aufbereitungsverfahren von Tonen. Koll. Zeitschrift, 61 köt. 1. füz. 1932. 68—80. old.
11. VENDL M.: Kőzet-, érc- és szénmeghatározó módszerek. A M. Kir. József Nádor Műgyetem könyvkiadó alapjának kiadása. 1935. 257—279. old.

12. VENDL M. és ROMWALTER A.: Eine einfache Schlammwaage mit Handbetätigung und automatischer Registrierung. Neues Jahrb. f. Mineralogie etc. 71. köt. 1936. 524—552. old.

13. GRIPENBERG, S.: Zur mathematischen Analyse der Fallkuiven von Suspensionen. Commentationes Physico-Mathematicae. I. 18. 1928. 1—16. old. Ergänzungen ugyanott 24. 2—10. old.

14. ROTHE, R.: Höhere Mathematik I. köt. IV. kiad. Leipzig, 1932. 72. old.

15. BOTVAY K.: Egyszerűsített eljárás a talajok mechanikai elemzésére VENDL M. szedimentációs mérlegével. M. Tud. Akad. Mat.- és Természettud. Ért. 62. köt. 1944. 324. old.

(A Magyar Tudományos Akadémia III. osztályának 1943. május hó 17-én tartott ülésén bemutatta vitéz Vendel Miklós r. t.)

4393

BEITRÄGE ZUR GRAPHISCHEN AUSWERTUNG DER FALLKURVEN VON SUSPENSIONEN.

Von K. BOTVAY.

Wir können die *Richtung* der zur Fallkurve gelegten Tangente im ODÉN'schen graphischen Auswertungsverfahren fallweise nur unsicher bestimmen. Verfasser gibt Gesichtspunkte im Rahmen eines sehr einfachen Verfahrens zur Bestimmung der Richtung der Tangente auf dem Grunde, dass er die Fallkurve in einem kurzen Abschnitt am Orte der Auswertung durch ein Parabel zweiten Grades ersetzt und zwar am Anfang, wo die Fallkurve steil verläuft, wird gleicher Ordinatenabstand, sonst gleicher Abszissenabstand um den Berührungspunkt (n' bzw. n) angenommen (Abb. 2). Nach seinen Ausführungen ist dann in beiden Fällen die Richtung der Sekante der entlegenen Punkte mit der Richtung der Tangente des zwischenliegenden Berührungspunktes identisch; man braucht also die Sekante bis zum Berührungspunkt parallel verschieben, um die Richtung der Tangente mit grösserer Sicherheit zeichnen zu können.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften von 17. Mai 1943.)

INHALTSVERZEICHNIS.

	Seite
BALOGH, E. v.: Experimentelle physikalische therapeutische Beeinflussung der histiogenen Intoxikationserscheinungen von influenzakranken Mäusen.....	483—484
BALOGH, E. v.: Die Todesursache bei einem atypischen Fall von Eklampsie	498
BALOGH, E. v.: Zur experimentellen unspezifischen rationellen therapeutischen Beeinflussung der Tetanusintoxikation	504—505
BALOGH, E. v.: Über die fatalen Wirkungen von autakoiden vasoaktiven Gewebstoffen bei experimenteller «Lufttaucher», bzw. Höhenkrankheit und deren erfolgreiche Beseitigung	517—518
BOTVAY, K. vitéz: Beiträge zur graphischen Auswertung der Fallkurven von Suspensionen	647
EGYED, L.: Deutung unterirdischer geologischer Strukturen auf Grund der Drehwagenmessungen	635—636
FEJES, L.: Über das kürzeste Kurvennetz, das eine Kugeloberfläche in flächengleiche konvexe Teile zerlegt	350—354
GERÓ L. und SCHMID, R.: Über die Beobachtungsmöglichkeiten von Dissoziationskontinua zweiatomiger Moleküle	406—407
GRÓH, J.: Weitere spektralphotometrische, chemische und kolloidchemische Blutgruppenuntersuchungen	443
GRÓH, J. und WELTNER, M.: Untersuchungen über die Kohlenhydratgruppe und über die Ozonierung der Eiweisskörper	463
HERRMANN, M. und RAPSZKY, M. (geb. HANÁK): Pyroxenandezit, NÖ. von Ditró	616
MAUTHNER, F.: Die Synthese des Gluco-Dimethylbutoins	359
MAUTHNER, F.: Die Synthese des Gluco 3-Oxyxanthons ...	365—366
RAPSZKY, M. (geb. HANÁK) siehe HERRMANN, M.	
RÉDEI, L.: Eine Anwendung der hypergeometrischen Reihen auf eine Faktorenerlegung des Fermatschen Polynoms $1-x^p-1$ im Zusammenhang mit der Theorie der quadratischen Reste	347—348
ROMHÁNYI, G.: Durch Haemochromogenbildung und Reduktionsverfahren erzielte farbige Konservierungsmethode ..	561—562
SCHMID, R. siehe GERÓ, L.	
SCHMID, R. † und GERÓ, L.: Dissoziationsenergie des NO-Moleküls	414—415
SCHMID, R. † und GERÓ, L.: Dissoziationsenergie des N ₂ -Moleküls	423—424
SZALAY, L.: Die Hydrachnellae des Karpathenbeckens in tiergeographischer Beziehung	565—589
TOKODY, L.: Der monokline Hessit	608
VARGA, L. vitéz: Seltene und neue Rotatorien aus dem Kis-Balaton	545—548
VITÁLIS, St. v.: Über drei neue eigenartige ungarische Kohlenabarten	602
WELTNER, M. siehe GRÓH, J.	

FRANKLIN-TÁRSULAT NYOMDÁJA