

STELLA
CSILLAGÁSZATI
EGYESÜLET
ALMANACHJA
1929-RE.

V. ÉVFOLYAM.

SZERKESZTIK:

TASS ANTAL ÉS WODETZKY JÓZSEF
ÜGYVEZETŐ TITKÁROK.

BUDAPEST,
KIR. MAGY. EGYETEMI NYOMDA.
1929

Ára 5 P.

FIGYELMEZTETÉS. Kérjük az esedékes tagdíjak mielőbbi beküldését. Kérjük tagjainkat, hogy a magyar csillagászat és a Stella ügyét új tagok, új előfizetők és adományainkkal előmozdítani szíveskedjenek. Tagul jelentkezni a csatolt belépési nyilatkozaton, vagy egyszerű levelezőlapon is lehet. (Lásd még a VI. oldalon az értesítést.)

BEMERKUNG. Auf Seite 307—317 ist der Inhalt des Almanachs in deutscher Sprache gegeben.

STELLA
CSILLAGÁSZATI EGYESÜLET
ALMANACHJA

1929-RE.

V. ÉVFOLYAM.

SZERKESZTIK :

TASS ANTAL és WODETZKY JÓZSEF
ÜGYVEZETŐ TITKÁROK.

BUDAPEST,
KIRÁLYI MAGYAR EGYETEMI NYOMDA.
1929.

A Stella Csillagászati Egyesület kiadványa.

Felelős kiadók a szerkesztők.

Királyi Magyar Egyetemi Nyomda. Budapest, VIII., Múzeum-körút 6.

(Dr. Czakó Elemér.)

ELŐSZÓ.

Midőn a *Stella Csillagászati Egyesület Almanachjának* ötödik évfolyamát adjuk tagjaink, olvasóink és a csillagászat barátainak kezébe, büszke örömmel jelenthetjük, hogy a mű, amelynek létrehozása érdekében a Stella is megalkult, nagyjában elkészült. Az újonnan létesült *svábhegyi csillagvizsgáló*, bár teljes kiépítésétől még messze áll, nemzetközi vonatkozásban máris Európának egyik jelentősebb obszervatóriuma. Megérkezett és *Budapest székesfőváros* monumentális *kupolájában* elhelyezést nyert az intézet nagy távcsöve, az impozáns méretű *reflektor-refraktor*. Midőn egy évtizeddel ezelőtt megsemmisültnek volt tekintendő a magyar csillagászat és az egyedüli állami csillagvizsgáló éveken át hontalan volt, senki nem merészelte hinni, hogy egy évtized múltán az elveszett ógyallainál is nívósabb obszervatóriumhoz jutunk.¹ Az eredményt gróf *Klebelsberg Kunónak*, a magyar kultúra legfőbb örének és irányítójának és rajta kívül a *székesfőváros vezetőségének* köszönheti a magyar csillagászat.

Gróf Klebelsberg Kunó kultuszministersége elején készült volt el a svábhegyi csillagvizsgáló első kupolája és passageháza állami, városi és társadalmi támogatással. A miniszter intézményesen kívánta biztosítani a csillagvizsgáló jövőjét és működését és ezért felépítette az intézet főépületét és második kupoláját. Mindezek dacára is jelen-

¹ Közelebbi adatokat találni az 1927. évi Almanachban megjelent a „Svábhegyi csillagvizsgáló történetéhez“ c., valamint a STELLA folyóirat 1928. évfolyamában megjelent „A magyar csillagászat története“ c. cikkekben.

téktelen intézet maradt volna a svábhegyi csillagvizsgáló, hogyha a kultuszminiszter nem biztosította volna a nagy műszer költségeit és hogyha *Folkusházy Lajos* volt alpolgármester kezdeményezésére a főváros a műszer elhelyezésére szolgáló kupolát fel nem építteti. Eredetileg 100.000 aranykoronát szavazott meg a kupolára a főváros, alapítványát azonban a módosult kivitel miatt 268.000 pengőre emelte fel.

A főépület használatba vétele óta ennek tudományos felszerelése is fokozatosan kiépült. A kultuszminisztérium gondoskodása folytán többek között több laboratórium volt felszerelhető. Az elveszett szakkönyvtár újnak létesítésével pótoltatott, amely 1928. június 30-án 2170 kötetből és 1292 füzetből állott. A könyvtár állományát 1928 második felében kétszeresére emelte az 1852-ben felosztatott gellérthegyi csillagvizsgáló megmaradt könyvanyaga, továbbá a *gróf Degenfeld Pál* nagybirtokos adományozta kiskartali csillagászati könyvtár. Jelenleg már 164 külföldi csillagvizsgálóval és 15 akadémiával és egyéb tudós társasággal áll csereviszonyban a svábhegyi csillagvizsgáló és 37 folyóiratot járát, amelyből 9 a cserés. A külfölddel való kapcsolatot a *Stella* almanachja és folyóirata is kimélyítette.

Az almanach beosztása a régi maradt. I-ső része polgári, II-ik része csillagászati naptár. A két rész terjedelme a mult évihez képest változatlan. Ellenben a III-ik, tudományos ismertető közleményeket tartalmazó része a mult évivel szemben 186 oldallal bővült.

Ezen ismeretterjesztő cikkek gazdagsága és nívós volta — hiszen szerzőik szakmájuknak elsőrangú, külföldön is elismert művelői — emelik almanachunkat a hasonló célú külföldiek fölé. Utóbbiak közül csak a párisi *Bureau des Longitudes* által kiadott *Annuaire* múlja felül almanachunkat úgy terjedelem, mint a tartalom gazdagsága tekintetében, de ez mint hivatalos kiadvány sok speciális szükségletre is van tekintettel és a csillagászati táblázatokon és ily tárgyú ismeretterjesztő közleményeken kívül

a fizika, a kémia, a meteorológia, a geodézia és egyéb tudományágak köréből is hoz terjedelmes táblázatokat és cikkeket. Kiváló munkatársaiknak ehelyütt is köszönetüket tolmácsolják az almanach szerkesztői.

Minthogy a magyar csillagászat fejlődését is csak a csillagászati ismeretek terjesztésével lehet biztosítani, szükséges, hogy az intézet és a Stella gyökereit minél mélyebbre lehorgonyozzuk a magyar társadalomba, mert *„csak az a tudományosság életképes, amely erőit a nemzetnek abból az áldozatképes meggyőződéséből szívja, hogy a népek világtörténelmi létjogosultsága abban rejtik, tudnak-e haszonnal közreműködni az emberiség haladásán a művelődés útján“* (Gróf Klebelsberg Kunónak a STELLA megalakulásakor mondott beszédéből).

Kérjük tehát tagjainkat, olvasóinkat és a magyar közönséget, hogy az almanach ötödik évfolyamát ugyanazzal a szeretettel fogadják, aminővel a megelőzőket vették és hogy *adományaikkal és új tagok szerzésével a Stella-Egyesületet és általa a magyar csillagászatot hatékonyan támogassák.*

Budapest, 1928 karácsony napján.

Dr Tass Antal

a svábhegyi csillagvizsgáló
igazgatója

Dr. Wodetzky József

a debreceni egyetem nyilvános
rendes tanára

a Stella-almanach és a Stella-folyóirat szerkesztői.

ÉRTESÍTÉS.

A Stella Csillagászati Egyesület tagjainak *tagilletménye* az almanach.

A Stella tagjai: *Évdíjas* (rendes és pártoló) és *alapítványi* (alapító és örökítő) tagok. *Az évdíjas tagság öt évre kötelező.*

Tagdíjak: A *rendes* tagsági díj évi 4 P, a *pártoló* tagsági díj évi 20 P, az *alapító* tagdíj egyszersmindenkorra 120 P, az *örökítő* tagdíj egyszersmindenkorra 350 P.

Tagul jelentkezni az almanachhoz csatolt belépési nyilatkozaton vagy egyszerű levelezőlapon lehet. A jelentkezések a *Stella* titkárságához (Budapest, Svábhegy, Csillagvizsgáló-intézet) címezendők.

Az *újjonnan belépő* tagok az előző évi almanachokat a következő kedvezményes áron szerezhetik meg: Az 1925. évit 3, az 1926. évit 3·50, az 1927. évit 3·30 és az 1928. évit 3·50 P-ért. Az 1929. évi almanach bolti ára 5 P.

Az almanachon kívül az egyesület folyóiratot is ad ki. A folyóirat előfizetési díja tagoknak évi 8, nem tagoknak évi 10 P. A folyóirat negyedévenként jelenik meg 2—3 ívnyi terjedelemben. Célja a csillagászati ismeretek terjesztése. Ezért *közérdekű kérdésekre a szerkesztőség a folyóirat Levélszekrény rovatában készségesen ad felvilágosítást.*

A pártoló tagoknak tagilletménye az almanachon kívül a folyóirat is.

Kérjük tagjainkat a *folyó* évre esedékes, valamint az esetleg még *hátralékos* tagdíjak mielőbbi szíves átutalására.

Kérjük továbbá tagjainkat, hogy a magyar csillagászat és a *Stella* ügyét *új* tagok és *új* előfizetők szerzésével és *adományaikkal* előmozdítani szíveskedjenek.

A *Stella* *póstatakarékpénztári* csekkszámlájának a száma: 37.343.

Mindennemű megkeresés az egyesület titkárságához (Budapest, Svábhegy, Csillagvizsgáló-intézet) intézendő.

TARTALOMJEGYZÉK.

	Lapszám
Előszó	III—V
Értesítés	VI

I.

Polgári naptár 1929-re	1—14
Más naptárak főbb adatai	15

II.

Csillagászati táblázatok 1929-re.

A Nap geocentrumos egyenlítői koordinátái, csillagidő, időegyenlet; a Nap keltének, delelésének és lenyugvásának ideje	18—29
A Hold geocentrumos egyenlítői koordinátái, parallaxisa, félátmérője; keltének, delelésének és lenyugvásának ideje	30—41
Holdváltozások	42
A nagy bolygók geocentrumos egyenlítői koordinátái, távolságuk, félátmérőik; keltük, delelésük és lenyugvásuk ideje	43—48
Bolygókonstellációk 1929-re	49—50
Jupiter és holdjainak állása 1929-ben	51—60
Jupiter holdjainak fogyatkozásai 1929-ben	61
Napfogyatkozások	62
A fényesebb fundamentális csillagok középhelyei 1929 0-ra	63—66
Látszó csillaghelyek 1929-re	67—70
Különbféle csillagászati adatok és állandók:	
A Napra vonatkozó adatok	71
A Földre vonatkozó adatok	72
A Holdra vonatkozó adatok	72—73
Egyéb állandók	73—74
Hossz- és területmértékek	74
Fontosabb kezdő meridiánok hosszúsága Greenwichől	74
A nagy bolygókra vonatkozó adatok	75
A nagy bolygók holdjaira vonatkozó adatok	75

Függelék

az almanach csillagászati táblázataihoz	77—79
---	-------

III.

Tudományos ismertető közlemények.

	Lapszám
MAHLER EDE dr. ny. egyetemi tanár: Az asztronómia a történettudomány szolgálatában	83—98
KÖVESLIGETHY RADÓ dr. egyetemi tanár: A naptárreform	99—128
ORTVAY RUDOLF dr. egyetemi tanár: Kórpuszkulák és hullámok	128—144
WODETZKY JÓZSEF dr. egyetemi tanár: A kozmikus perihelium-mozgásról	145—153
STEINER LAJOS dr. a meteorológiai és földmágnességi intézet igazgatója: A korreláció-számítás	153—180
TASS ANTAL dr. a svábhegyi csillagvizsgáló igazgatója: A THOMAS-féle dimenziós-táblázat	180—189
NEUBAUER CONSTANTIN dr. főiskolai tanár: A nagy áthatoló-képességű sugárzás	189—255
DÁVID LAJOS dr. főiskolai tanár: A függvényről	256—274
KÖVESLIGETHY-MORAVETZ: Csillagászati műszótár	274—306

IV.

Anhang.

<i>Inhalt des Stella-Almanachs für 1929</i>	307—317
E. MAHLER: Die Astronomie im Dienste der Geschichtswissenschaft	83—98
R. v. KÖVESLIGETHY: Der Kalenderreform	99—128
R. v. ORTVAY: Kórpuskulen und Wellen	128—144
J. WODETZKY: Über die kosmische Perihel-Verschiebung	145—153
L. STEINER: Über die Korrelationsrechnung	157—180
A. TASS: Die THOMAS'sche Dimensionstafel	180—189
C. NEUBAUER: Über die durchdringende Strahlung	189—255
L. v. DÁVID: Über die Funktion	256—274
KÖVESLIGETHY-MORAVETZ: Astronomisches Wörterbuch	274—306

I.
POLGÁRI NAPTÁR

1929-RE.

1929 * JANUÁR * 31 nap			
A hó napjai	Róm. kath. naptár	Protestáns naptár	Izraelita naptár
1 Kedd	Újév	Újév	19 Tebeth 5689
2 Szerda	Jézus sz. n. ☉	Ábel	20
3 Csüt.	Genovéva sz.	Benjamin	21 Sobebim bójtje
4 Péntek	Titusz pk. †	Leona	22
5 Szombat	Teleszfor vt.	Simon	23 S. Semoth
6 Vas.	F. Vízkereszt	F. Vízkereszt	24
7 Hétfő	Lucián vt.	Attila	25
8 Kedd	Szörény	Szörény	26
9 Szerda	Julián vt.	Marcel	27
10 Csüt.	Vilmos pk.	Melánia	28 Sobebim bójtje
11 Péntek	Higin pk. vt. † ●	Ágota	29
12 Szombat	Árkád vt.	Ernő	1 Sebat R. Kh. Vaëra
13 Vas.	F. 1. Sz. Család	F. 1. Vidor.	2
14 Hétfő	Hilár pk.	Bódog	3
15 Kedd	Pál rem.	Lóránt	4
16 Szerda	Marcel	Gusztáv	5
17 Csüt.	Antal ap.	Antal	6 Sobebim bójtje
18 Péntek	Piroska sz. † ☽	Piroska	7
19 Szombat	Margit	Sára	8 S. Bo
20 Vas.	F. 2. Fábián	F. 2. Fábián, Seb.	9
21 Hétfő	Ágnes sz. vt.	Ágnes	10
22 Kedd	Vince	Artúr	11
23 Szerda	P. Raimund	Zelma	12
24 Csüt.	Timót pk.	Tádó	13 Sobebim bójtje
25 Péntek	Pál fordulás † ☽	Pál fordulás	14
26 Szombat	Polik. pk. vt.	Vanda	15 S. Besalakh
27 Vas.	F. 3. Hetvened v.	F. 3. Lothár	16
28 Hétfő	Nagy Károly	Károly	17
29 Kedd	Sz. Ferenc	Adél	18
30 Szerda	Márt. sz. v.	Mártonka	19
31 Csüt.	Nolask. Péter	Virgilia	20 Sobebim bójtje

1929		* FEBRUÁR *		28 nap	
A hó napjai		Róm. kath. naptár	Protestáns naptár	Izraelita naptár	
1 Péntek		Ignác pk. vt. † ☉	Ignác	21	
2 Szombat		Gysz. B.-A.	Karolin	22 S. Jithro	
3 Vas.		F. Hatvanad v.	F. Balázs	23	
4 Hétfő		Korz. András	Ráchel	24	
5 Kedd		Ágota	Ágota	25	
6 Szerda		Dorottya	Dorottya	26	
7 Csüt.		Romuald apát	Tódor	27 Sobebim böjtje	
8 Péntek		Máth. sz. János †	Aranka	28	
9 Szombat		Cirill ●	Abigail	29 S. Mispatim	
10 Vas.		F. Farsang v.	F. Elvira	30 Ros Khódes	
11 Hétfő		M. Lurdi megj.	Bertold	1 Adar R. Kh.	
12 Kedd		Szenitar. 7. al.	Lidia	2	
13 Szerda		Hamv. szerda †	Ella	3	
14 Csüt.		Bálint vt. †	Bálint	4 Sobebim böjtje	
15 Péntek		Fausztin vt. †	Fausztin	5	
16 Szombat		Julianna †	Julianna	6 S. Theruma	
17 Vas.		F. 1. Invoc. ☽	F. 1. Donát	7	
18 Hétfő		Simon pk. †	Konrád	8	
19 Kedd		Konrád †	Zsuzsanna	9	
20 Szerda		Aladár pk. †	Álmos	10	
21 Csüt.		Eleonóra †	Eleonóra	11 Sobebim böjtje	
22 Péntek		Péter székf. †	Gerzson	12	
23 Szombat		D. Péter pk. † ☽	Alfréd	13 S. Thezave	
24 Vas.		F. 2. Remin.	F. 2. Mátyás	14 Purim Kat.	
25 Hétfő		Géza †	Géza	15 Sus. P. K.	
26 Kedd		K. Margit †	Sándor	16	
27 Szerda		B. Báthory †	Ákos	17	
28 Csüt.		Román †	Elemér	18	

1929

*

MÁRCIUS

*

31 nap

A hó napjai	Róm. kath. naptár	Protestáns naptár	Izraelita naptár
1 Péntek	Albin †	Albin	19
2 Szombat	Szimpl. †	Lujza	20 S. Ki Thisza
3 Vas.	F. 3. Oculi ☾	F. 3. Kornélia	21
4 Hétfő	Kázmér †	Kázmér	22
5 Kedd	Özséb †	Adorján	23
6 Szerda	Per., Fel. †	Gottlieb	24
7 Csüt.	Aqu. Tamás †	Tamás	25
8 Péntek	Istenes János †	Zoltán	26
9 Szombat	Franciska †	Franciska	27 S. Vajakhel S. Sekalim
10 Vas.	F. 4. Lactare	F. 4. Olimpia	28
11 Hétfő	Szilárd † ●	Aladár	29
12 Kedd	I. Gergely p. †	Gergely	30 Ros Khódes
13 Szerda	Szabin vt. †	Krisztián	1 Veadar R. Kh.
14 Csüt.	Matild †	Matild	2
15 Péntek	Nemzeti ünnep †	Nemzeti ünnep	3
16 Szombat	Geréb pk. †	Henriette	4 S. Pekude
17 Vas.	F. S. Judica	F. S. Gertrud	5
18 Hétfő	Sándor † ☽	Sándor	6
19 Kedd	József †	József	7
20 Szerda	Jeakim †	Hubert	8
21 Csüt.	Benedek †	Benedek	9
22 Péntek	Fájd. Szűz †	Oktávián	10
23 Szombat	Viktorián vt. †	Frumenc	11 S. Vajikra S. Zahor
24 Vas.	F. 6. Virágv.	F. 6. Gábor	12
25 Hétfő	Gy. o. B.-A. ☺	Gy. o. Bold.-A.	13 Eszter böjtje
26 Kedd	Manó †	Manó	14 Purim
27 Szerda	Dam. János †	Hajnalka	15 S. pur.
28 Csüt.	Nagycsüt. †	Gedeon	16
29 Péntek	Nagypéntek †	Nagypéntek	17
30 Szombat	Nagyszombat †	Izidor	18 S. Zaw
31 Vas.	F. Húsvétv.	F. Húsvétv.	19

1929 * ÁPRILIS * 30 nap			
A hó napjai	Róm. kath. naptár	Protestáns naptár	Izraelita naptár
1 Hétfő	Húsvéthétfő	Húsvéthétfő	20
2 Kedd	Paul. Fer. hv. ☉	Áron	21
3 Szerda	Rikárd pk.	Keresztély	22
4 Csüt.	Izidor p.	Izidor	23
5 Péntek	Vince †	Vince	24
6 Szombat	Cölesztin	Cölesztin	25 S. Semini S. Hakhódes
7 Vas.	F. 1. Quasim.	F. 1. Herman	26
8 Hétfő	Dénes	Lidia	27
9 Kedd	Konrád ●	Erhardt	28
10 Szerda	Ezékiel	Zsolt	29
11 Csüt.	I. Leó p.	Leó	1 Nisan R. Kh.
12 Péntek	Gyula p. †	Gyula	2
13 Szombat	Herm. vt.	Ida	3 S. Thazria
14 Vas.	F. 2. Miseric	F. 2. Tibor	4
15 Hétfő	Anasztázia	Atola	5
16 Kedd	Benedek ☽	Lambert	6
17 Szerda	József olt.	Anicét	7
18 Csüt.	Apollonius	Ilma	8
19 Péntek	Emma	Kocsárd	9
20 Szombat	Tivadar hv. †	Tivadar	10 S. Mecóra Sab. Hagádol
21 Vas.	F. 3. Julilate	F. 3. Anzelm	11
22 Hétfő	Szótér	Szótér	12
23 Kedd	Béla pk. ☽	Béla	13
24 Szerda	György vt.	György	14
25 Csüt.	Márk	Márk	15 Pészah 1. n.
26 Péntek	Kil. és Marc. †	Ervin	16 Pészah 2. n.
27 Szombat	K. Péter e. t.	Arisztid	17 S. Sab. H.-Hamoöd
28 Vas.	F. 4. Cantate	F. 4. Valéria	18
29 Hétfő	Péter vt.	Albertina	19
30 Kedd	S. Katalin	Katalin	20

1929		* MÁJUS *		31 nap	
A hó napjai		Róm. kath. naptár	Protestáns naptár	Izraelita naptár	
1 Szerda	Fül. Jak. ap.	Fülöp	21 Pészah 7. n.		
2 Csüt.	Atanáz pk.	Zsigmond	22 Pészah 8. n.		
3 Péntek	Sz. kereszt felt. †	Irma	23		
4 Szombat	Mon., Flórián	Flórián	24 S. Akh. Moth		
5 Vas.	F. 5. Rogate	F. 5. Gotthard	25		
6 Hétfő	János	Frida	26		
7 Kedd	Gizella Sz. vt.	Napoleon	27		
8 Szerda	Mihály főan.	Gizella	28		
9 Csüt.	Áldozócsüt. ●	Áldozócsüt.	29		
10 Péntek	Antonin pk. †	Ármin	30 Ros Khódes		
11 Szombat	Mamert pk.	Mamertus	1 Ijar R. Kh. Kedósím		
12 Vas.	F. 6. Exaudi	F. 6. Pongrác	2		
13 Hétfő	Szervác	Szervác	3		
14 Kedd	Bonif. vt.	Bonifác	4		
15 Szerda	De la S. J. } + járó napok	Zsófia	5		
16 Csüt.	Nep. Ján. } + †	Mózes	6		
17 Péntek	Paskál	Paskál	7		
18 Szombat	Venanc vt.	Erik	8 S. Emor		
19 Vas.	F. Pünkösdvás.	F. Pünkösdvás.	9		
20 Hétfő	Pünkösdhétfő	Pünkösdhétfő	10		
21 Kedd	Bobolai András	Konstantin	11		
22 Szerda	Júlia sz. vt.	Júlia	12		
23 Csüt.	Dezső pk. ☉	Dezső	13		
24 Péntek	Ker. segíts. †	Eszter	14		
25 Szombat	VII. Gergely	Orbán	15 S. Behar		
26 Vas.	F. 1. Szent. v.	F. 1. Szent. v.	16		
27 Hétfő	Béda	Béda	17		
28 Kedd	Ágoston	Emil	18 Lag-Beómer		
29 Szerda	P. Magdolna	Maxim	19		
30 Csüt.	Úrnapja	Nándor	20		
31 Péntek	Szt. Jobb ft. † ☽	Petronella	21		

1929	*	JÚNIUS	*	30 nap
A hó napjai	Róm. kath. naptár	Protestáns naptár		Izraelita naptár
1 Szombat	Pamfil vt. †	Pamphilius		22 S. Behukothaj
2 Vas.	F. 2. Blanka vt.	F. 2. Anna		23
3 Hétfő	Klotild	Klotild		24
4 Kedd	K. Ferenc vt.	Kerény		25
5 Szerda	Bonifác	Bonifác		26
6 Csüt.	Norbert pk.	Norbert		27
7 Péntek	Jéz.sz. Szíve † ●	Róbert		28
8 Szombat	Medárd pk.	Medárd		29 S. Bamidbar
9 Vas.	F. 3. Prim. és F.	F. 3. Félix		1 Sivan R. Kh.
10 Hétfő	Margit	Margit		2
11 Kedd	Barnabás, Jol.	Barnabás		3
12 Szerda	F. Ján. hv.	Klaudiusz		4
13 Csüt.	Páduai sz. Antal	Tóbiás		5
14 Péntek	Nagy sz. V. † ☽	Vazul		6
15 Szombat	Vid	Vid		7 } Sabuoth
16 Vas.	F. 4. R. Sz. Fer.	F. 4. Jusztin		8
17 Hétfő	Rainer	Laura		9
18 Kedd	Efrém e. t.	Arnold		10
19 Szerda	Gyárfás, Pr.	Gyárfás		11
20 Csüt.	Szilvér p. vt.	Ráfael		12
21 Péntek	Gonzagai Al. †	Alajos		13
22 Szombat	Paulin pk. ☽	Paulina		14 S. Nasza
23 Vas.	F. 5. Ediltrud	F. 5. Zoltán		15
24 Hétfő	Ker. sz. János	Iván		16
25 Kedd	Vilmos	Vilmos		17
26 Szerda	János és Pál	János, Pál		18
27 Csüt.	László király	László		19
28 Péntek	Irén pk. vt. †	Arszlán		20
29 Szombat	Péter és Pál	Péter és Pál		21 S. Behaloth.
30 Vas.	F. 6. Pál eml. ☾	F. 6. Pál		22

1929 * JÚLIUS * 31 nap			
A hó napjai	Róm. kath. naptár	Protestáns naptár,	Izraelita naptár
1 Hétfő	Jézus vére	Tibold	23
2 Kedd	Sarlós B.-A.	Ottokár	24
3 Szerda	Kornél	Kornél	25
4 Csüt.	Ulrik pk.	Ulrik	26
5 Péntek	Zakkar. Antal †	Enese	27
6 Szombat	Izaiás próféta ●	Esaiás	28 S. Selah-L.
7 Vas.	F. 7. Cir. és Met.	F. 7. Ciril, Met.	29
8 Hétfő	Erzsébet kir.	Teréz	30 Ros Khódes
9 Kedd	Veronika sz.	Lukrécia	1 Tammuz R.
10 Szerda	Amália	Amália	2 [Kh.
11 Csüt.	I. Pius p. vt.	Lili	3
12 Péntek	Gualbert Ján. †	Izabella	4
13 Szombat	Anaklét p.vt. ☽	Jenő	5 S. Korakh
14 Vas.	F. 8. Bonavent.	F. 8. Eörs	6
15 Hétfő	Henrik	Henrik	7
16 Kedd	Karmelh. B. A.	Walter	8
17 Szerda	Elek	Elek	9
18 Csüt.	Kamill hv.	Frigyes	10
19 Péntek	Paulai Vince †	Emilia	11
20 Szombat	Jeromos hv.	Illés	12 S. Hukath Balak
21 Vas.	F. 9. Prax.sz. ☼	F. 9. Dániel	13
22 Hétfő	Mária Magd.	Mária Magd.	14
23 Kedd	Apollinár pk.	Lenke	15
24 Szerda	Krisztina	Krisztina	16
25 Csüt.	Jakab ap.	Jakab	17 Tham. böjtje
26 Péntek	Anna asszony †	Anna	18
27 Szombat	Pantaleon vt.	Olga	19 S. Pinkas
28 Vas.	F. 10. Ince p.vt.	F. 10. Ince	20
29 Hétfő	Márta sz. ☾	Márta	21
30 Kedd	Judit vt.	Judit	22
31 Szerda	Loy. Ign. hv.	Oszkár	23

1929 * AUGUSZTUS * 31 nap			
A hó napjai	Róm. kath. naptár	Protestáns naptár	Izraelita naptár
1 Csüt.	V. sz. Péter	Vasas Péter	24
2 Péntek	Liguri Alfonz †	Lehel	25
3 Szombat	István vt.	Hermina	26 S. Matoth Maszé
4 Vas.	F. 11. Dom. hv.	F. 11. Domonk.	27
5 Hétfő	Havas B. a. ●	Oszvald	28
6 Kedd	Úr színevált.	Berta	29
7 Szerda	Kajetán vt.	Ibolya	1 Ab. R. Kh.
8 Csüt.	Cirjék vt.	László	2
9 Péntek	Román vt. †	Emőd	3
10 Szombat	Lőrinc vt.	Lőrinc	4 S. Debarim Sab. Haxon
11 Vas.	F. 12. Zsuzs. vt.	F. 12. Tibor	5
12 Hétfő	Klára sz. ☽	Klára	6
13 Kedd	Ipoly és K.	Ipoly	7
14 Szerda	Őzséb vt.	Őzséb	8
15 Csüt.	N.-B. Asszony	Mária	9 Jer. elpuszt.
16 Péntek	Joak. Rókus †	Ábrahám	10
17 Szombat	Jácint hv.	Anasztáz	11 S. Voëthhan. Sab. Nahamu
18 Vas.	F. 13. Ilona cs.	F. 13. Ilona	12
19 Hétfő	Lajos pk.	Huba	13
20 Kedd	Szent István ☽	István király	14
21 Szerda	Franciska	Sámuel	15
22 Csüt.	Timót vt.	Menyhért	16
23 Péntek	Beniti Fülöp †	Farkas	17
24 Szombat	Bertalan ap.	Bertalan	18 S. Ekev
25 Vas.	F. 14. Lajos k.	F. 14. Lajos	19
26 Hétfő	Zefirin p. vt.	Izsó	20
27 Kedd	Kalaz József ☽	Gebhárd	21
28 Szerda	Ágoston	Ágoston	22
29 Csüt.	Ker. János fejev.	Ernesztin	23
30 Péntek	Limai Róza †	Róza	24
31 Szombat	Rajmund	Erika	25 S. Reëh

1929 * **SZEPTEMBER** * 30 nap

A hó napjai	Róm. kath. naptár	Protestáns naptár	Izraelita naptár
1 Vas. 2 Hétfő 3 Kedd 4 Szerda 5 Csüt. 6 Péntek 7 Szombat	F. 15. Egyed István Manszvét pk. ● Viterb. Róza Juszt Lőrinc Ida † Kassai vért.	F. 15. Egyed Rebeka Hilda Rozália Viktor Zakariás Regina	26 27 28 29 30 Ros Khódes 1 Elul R. Kh. 2 S. Softim
8 Vas. 9 Hétfő 10 Kedd 11 Szerda 12 Csüt. 13 Péntek 14 Szombat	F. 16. Kis B. A. Kláver sz. P. Tolent. Mik. ☉ Prot. és Jác. Mária neve Notburga sz. † Szent ker. f.	F. 16. Mária Ádám Erik Teodóra Guidó Ludovika Szerénke	3 4 5 6 7 8 9 S. Ki Théce
15 Vas. 16 Hétfő 17 Kedd 18 Szerda 19 Csüt. 20 Péntek 21 Szombat	F. 17. Hétf. Sz. Kornél Szent Fer. sebh. Kup. József Január ☺ Euszták vt. † Máté ap.	F. 17. Nikodém Edit Ludmilla Titusz Vilhelmina Friderika Máté	10 11 12 13 14 15 16 S. Ki Thóva
22 Vas. 23 Hétfő 24 Kedd 25 Szerda 26 Csüt. 27 Péntek 28 Szombat	F. 18. Móric vt. Tekla sz. vt. Fog. kiv. M. Gellért pk. vt. Cípr. és Jus. ☾ Kozma és D. † Vencel k. vt.	F. 18. Móric Tekla sz. Gellért Kleofás Jusztina Adalbert Vencel	17 18 19 20 21 22 23 S. Nezavim Vajelekh
29 Vas. 30 Hétfő	F. 19. Mihály Jeromos	F. 19. Mihály Jeromos	24 25

* OKTÓBER *			
1929	*	*	31 nap
A hó napjai	Róm. kath. naptár	Protestáns naptár	Izraelita naptár
1 Kedd	Remig pk.	Malvin	26
2 Szerda	Őrzőangyalok ●	Petra	27
3 Csüt.	Kandid vt.	Helga	28
4 Péntek	Assisi Ferenc †	Ferenc	29 [1. Thisri
5 Szombat	Placid vt.	Aurél	1 Újév 5690.
6 Vas.	F. 20. Brunó hv.	F. 20. Brunó	2 Újév 2. nap.
7 Hétfő	O. B. Assz.	Amália	3 Gedal. böjtje
8 Kedd	Magy. N. Assz.	Etelka	4
9 Szerda	Dénes	Dénes	5
10 Csüt.	Borgia Fer. ☽	Gedeon	6
11 Péntek	Placidia sz. †	Brigitta	7
12 Szombat	Miksa pk. vt.	Miksa	8 S. Háázínu (S. Sűba)
13 Vas.	F. 21. Ede kir.	F. 21. Kálmán	9
14 Hétfő	Kal. p.	Helén	10 Jom Kippur
15 Kedd	Teréz sz.	Teréz	11
16 Szerda	Gál apát	Gál	12
17 Csüt.	Hedvig assz.	Hedvig	13
18 Péntek	Lukács ev. † ☽	Lukács	14
19 Szombat	Alkant Péter	Lucius	15 Szukkoth 1.
20 Vas.	F. 22. Ven. K. J.	F. 22. Iréne	16 Szukkoth 2.
21 Hétfő	Orsolya	Orsolya	17
22 Kedd	Kordula sz. vt.	Előd	18
23 Szerda	Ignác p.	Gyöngy.	19
24 Csüt.	Ráfael főangyal	Salamon	20
25 Péntek	B. Mór pk. † ☽	Blanka	21
26 Szombat	Dömötör vt.	Dömötör	22 Semini azer
27 Vas.	F. 23. Szab. vt	F. 23. Szabina	23 Szimh. thor
28 Hétfő	Simon és J.	Simon	24
29 Kedd	Narcisz pk.	Zenó	25
30 Szerda	R. Alfonz	Kolos	26
31 Csüt.	Farkas pk.	Ref. eml.	27

1929 * NOVEMBER * 30 nap			
A hó napjai	Róm. kath. naptár	Protestáns naptár	Izraelita naptár
1 Péntek 2 Szombat	Mindszent ● Halott. napja †	Marianna Achill	28 29 S. Beresith
3 Vas. 4 Hétfő 5 Kedd 6 Szerda 7 Csüt. 8 Péntek 9 Szombat	F. 24. Hub. pk. B. Károly Imre herceg Lénárd Engelbert Gottfried † Tivadar vt. ☽	F. 24. Győző Károly Imre Lénárd hv. Rezső Gottfried Tivadar	30 Ros Khódes 1 Markhesvan 2 [R. Khód. 3 4 5 6 S. Noakh.
10 Vas. 11 Hétfő 12 Kedd 13 Szerda 14 Csüt. 15 Péntek 16 Szombat	F. 25. Av. And. Márton pk. Márton p. vt. K. Szaniszló Jozafát vt. Gertrud sz. † Ödön pk.	F. 25. Luth. M Márton Jónás Szaniszló Klement Lipót Otmár	7 8 Séni bőjt 9 10 11 Kham. bőjt 12 13 S. Lekh-L.
17 Vas. 18 Hétfő 19 Kedd 20 Szerda 21 Csüt. 22 Péntek 23 Szombat	F. 26. Cs. G. ☹ Péter Erzsébet assz. Val. Félix Bold. Assz. bem. Cecilia vt. † Kelem. p. vt. ☺	F. 26. Hortense Ödön Erzsébet Jolán Olivér Cecilia Kelemen	14 15 Séni bőjt 16 17 18 19 20 S. Vajere
24 Vas. 25 Hétfő 26 Kedd 27 Szerda 28 Csüt. 29 Péntek 30 Szombat	F. 27. Ker.J. hv. Katalin Berchm. János Virgilius István apát Szaturnin † András ap.	F. 27. Emma Katalin Milos Virgil Stefánia Noé András	21 22 23 24 25 26 27 S. Khaje-Sz.

1929		* DECEMBER *		31 nap	
A hó napjai	Róm. kath. naptár	Protestáns naptár	Izraelita naptár		
1 Vas.	F. 1. El. pk. ●	F. 1. Elza	28		
2 Hétfő	Bibiona vt.	Aurélia	29		
3 Kedd	Xav. sz. Ferenc	Olivia		1 Kiszl. R. Kh.	
4 Szerda	Borbála	Borbála	2		
5 Csüt.	Szabbasz apát	Vilma	3		
6 Péntek	Miklós pk. †	Miklós	4		
7 Szombat	Ambrus pk.	Ambrus	5	S. Toldoth	
8 Vas.	F. 2. M. sz. f.	F. 2. Mária	6		
9 Hétfő	Fourier Péter ☽	Natália	7		
10 Kedd	Melkiades p.	Judit	8		
11 Szerda	Damáz p. hv.	Árpád	9		
12 Csüt.	Ottília sz.	Gabriella	10		
13 Péntek	Luca sz. †	Luca	11		
14 Szombat	Nikáz vt.	Szilárdka	12	S. Vajece	
15 Vas.	F. 3. Valerián	F. 3. Johanna	13		
16 Hétfő	Etelka ☽	Alb. Etel	14		
17 Kedd	Lázár	Lázár	15		
18 Szerda	Grácián pk.	Angusztá	16		
19 Csüt.	Pel. Kán. †	Viola	17		
20 Péntek	Timót és Ma. †	Teofil	18		
21 Szombat	Tamás ap. †	Tamás	19	S. Vajislakh	
22 Vas.	F. 4. Zenó vt.	F. 4. Zenó	20		
23 Hétfő	Viktória † ☾	Viktória	21		
24 Kedd	Ádám, Éva †	Ádám és Éva	22		
25 Szerda	Nagykarácsony	Karácsony	23		
26 Csüt.	István 1. vt.	István 1. vt.	24		
27 Péntek	János ap. †	János	25	Khan. kezd.	
28 Szombat	Aprószentek	Kamilla	26	S. Vajesev Sab. Khan.	
29 Vas.	F. Tam. pk. vt.	F. Dávid	27		
30 Hétfő	Dávid	Zoárd	28		
31 Kedd	Szilv. p. hv. ●	Szilveszter	29		

MÁS NAPTÁRAK FŐBB ADATAI.

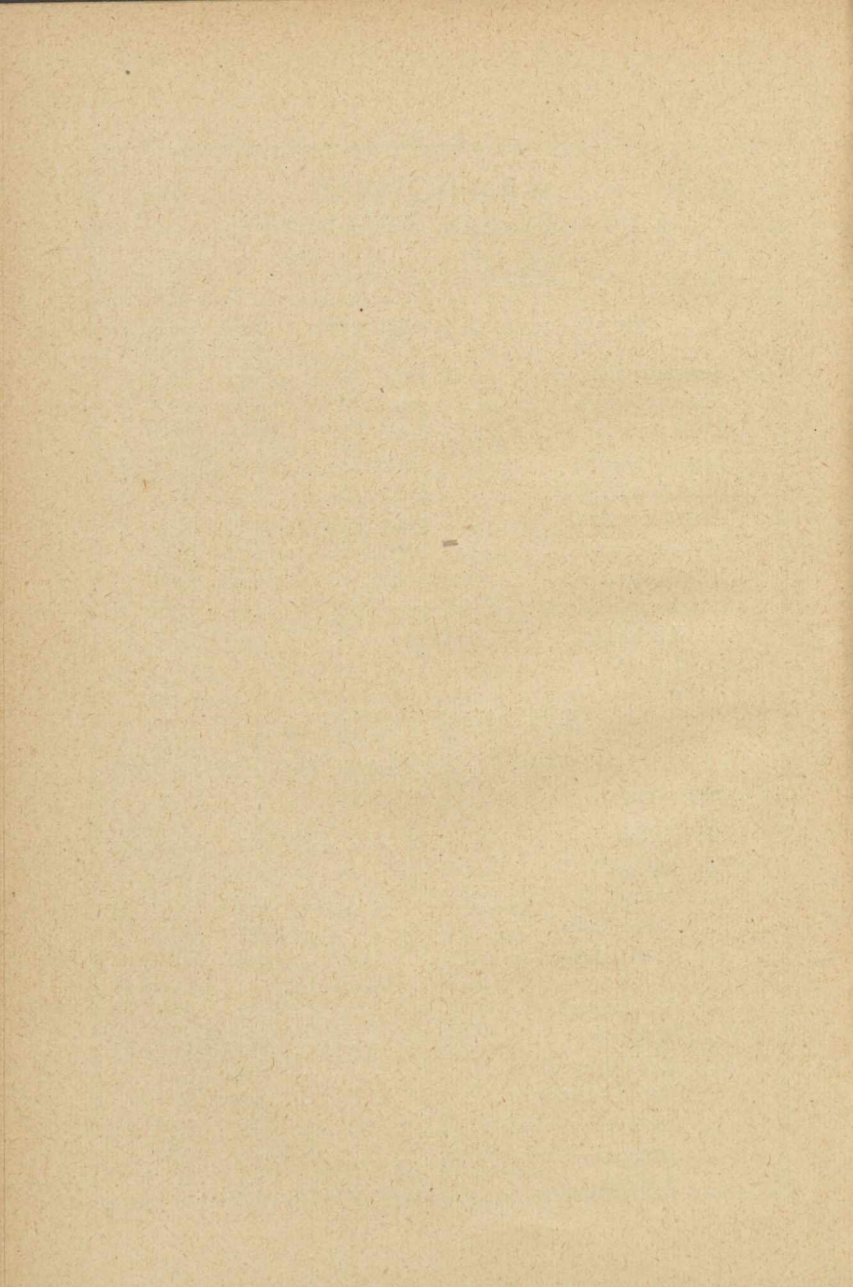
JÚLIUSI V. ÓNAPTÁR

Ünnepek	Júliusi naptár szerint	Gergely-naptár szerint esik
Septuagesima	jan. 14.	jan. 27.
Hamvázószerda	jan. 31.	febr. 13.
I. Kántornap	febr. 7.	febr. 20.
Húsvétvasárnap	márc. 18.	márc. 31.
Áldozó csütörtök	ápr. 26.	máj. 9.
Pünkösdvásárnap	máj. 6.	máj. 19.
II. Kántornap	máj. 9.	máj. 22.
III. Kántornap	szept. 5.	szept. 18.
I. Advent-vasárnap	nov. 18.	dec. 1.
IV. Kántornap	dec. 5.	dec. 18.

MOHAMEDÁN NAPTÁR.

Az 1929. év megfelel a török naptár 1347 szökő- és 1348 közönséges évének.

1347 Sabán 1	1929 jan. 13.
„ Ramadán 1	„ febr. 11.
„ Sevval 1	„ márc. 13.
„ Dsu-l-kade 1	„ ápr. 11.
„ Dsu-l-hedzse 1	„ máj. 11.
1348 Moharrem 1	„ jún. 9.
„ Szafár 1	„ júl. 9.
„ Rebi-el-avvel 1	„ aug. 7.
„ Rebi-el-akker 1	„ szept. 6.
„ Dsemi-el-avvel 1	„ okt. 5.
„ Dsemi-el-akker 1	„ nov. 4.
„ Redseb 1	„ dec. 3.



II.
CSILLAGÁSZATI TÁBLÁZATOK

1929-RE.

NAP. — 1929 JANUÁR.

A hó	A hét	Az év	0 ^h világ-idő				A Nap		
			Rekt.	Dekl.	Csillag- idő	Idő- egyen- let	kelte	delelése	nyugta
napja			Budapesten középeurópai időben						
			<i>h m s</i>	<i>° ′</i>	<i>h m s</i>	<i>m s</i>	<i>h m</i>	<i>h m</i>	<i>h m</i>
1	K	1	18 43 57	-23 4	6 40 38	+ 3 19	7 32	11 47	16 3
2	Sz	2	18 4 22	-22 59	6 44 34	+ 3 48	7 32	11 48	16 5
3	Cs	3	18 52 47	-22 54	6 48 31	+ 4 16	7 32	11 48	16 6
4	P	4	18 57 11	-22 48	6 52 27	+ 4 44	7 32	11 49	16 6
5	Sz	5	19 1 35	-22 42	6 56 24	+ 5 11	7 32	11 49	16 7
6	V	6	19 5 58	-22 35	7 0 20	+ 5 38	7 32	11 50	16 8
7	H	7	19 10 21	-22 28	7 4 17	+ 6 4	7 32	11 50	16 9
8	K	8	19 14 44	-22 20	7 8 14	+ 6 30	7 31	11 51	16 10
9	Sz	9	19 19 6	-22 12	7 12 10	+ 6 56	7 31	11 51	16 12
10	Cs	10	19 23 28	-22 4	7 16 7	+ 7 21	7 30	11 51	16 13
11	P	11	19 27 49	-21 55	7 20 3	+ 7 46	7 30	11 52	16 14
12	Sz	12	19 32 9	-21 46	7 24 0	+ 8 9	7 29	11 52	16 16
13	V	13	19 36 29	-21 36	7 27 56	+ 8 33	7 29	11 52	16 17
14	H	14	19 40 48	-21 26	7 31 53	+ 8 55	7 29	11 53	16 19
15	K	15	19 45 7	-21 15	7 35 49	+ 9 17	7 28	11 53	16 20
16	Sz	16	19 49 25	-21 4	7 39 46	+ 9 39	7 28	11 53	16 21
17	Cs	17	19 53 42	-20 53	7 43 43	+ 9 59	7 27	11 54	16 22
18	P	18	19 57 59	-20 41	7 47 39	+ 10 19	7 26	11 54	16 24
19	Sz	19	20 2 14	-20 29	7 51 36	+ 10 39	7 25	11 55	16 25
20	V	20	20 6 29	-20 16	7 55 32	+ 10 57	7 24	11 55	16 27
21	H	21	20 10 43	-20 3	7 59 29	+ 11 15	7 23	11 55	16 28
22	K	22	20 14 57	-19 50	8 3 25	+ 11 32	7 22	11 56	16 30
23	Sz	23	20 19 10	-19 36	8 7 22	+ 11 48	7 22	11 56	16 21
24	Cs	24	20 23 22	-19 22	8 11 18	+ 12 3	7 21	11 56	16 32
25	P	25	20 27 33	-19 8	8 15 15	+ 12 18	7 20	11 56	16 34
26	Sz	26	20 31 43	-18 53	8 19 12	+ 12 31	7 19	11 56	16 35
27	V	27	20 35 52	-18 38	8 23 8	+ 12 44	7 17	11 57	16 37
28	H	28	20 40 1	-18 23	8 27 5	+ 12 56	7 16	11 57	16 39
29	K	29	20 44 9	-18 7	8 31 1	+ 13 8	7 15	11 57	16 40
30	Sz	30	20 48 16	-17 51	8 34 58	+ 13 18	7 14	11 57	16 42
31	Cs	31	20 52 22	-17 35	8 38 54	+ 13 28	7 13	11 57	16 43

Nap földközépen január 1-én 9 órakor (középeurópai időben).

NAP. — 1929 FEBRUÁR.

A hó	A hét	Az év	0 ^h világ-idő				A Nap		
			Rekt.	Dekl.	Csillag- idő	Idő- egyen- let	kelte	delelése	nyugta
napja			Budapesten középeurópai időben						
			<i>h m s</i>	<i>° ′</i>	<i>h m s</i>	<i>m s</i>	<i>h m</i>	<i>h m</i>	<i>h m</i>
1	P	32	20 56 28	-17 18	8 42 51	+13 37	7 12	11 57	16 44
2	Sz	33	21 0 33	-17 1	8 46 47	+13 45	7 10	11 58	16 46
3	V	34	21 4 37	-16 44	8 50 44	+13 53	7 9	11 58	16 48
4	H	35	21 8 40	-16 26	8 54 41	+13 59	7 7	11 58	16 50
5	K	36	21 12 42	-16 8	8 58 37	+14 5	7 6	11 58	16 51
6	Sz	37	21 16 43	-15 50	9 2 34	+14 10	7 5	11 58	16 53
7	Cs	38	21 20 44	-15 31	9 6 30	+14 14	7 4	11 58	16 54
8	P	39	21 24 44	-15 13	9 10 27	+14 17	7 2	11 58	16 55
9	Sz	40	21 28 43	-14 54	9 14 23	+14 20	7 0	11 58	16 57
10	V	41	21 32 42	-14 34	9 18 20	+14 22	6 59	11 58	16 59
11	H	42	21 36 39	-14 15	9 22 16	+14 23	6 57	11 58	17 1
12	K	43	21 40 36	-13 55	9 26 13	+14 23	6 56	11 58	17 2
13	Sz	44	21 44 32	-13 35	9 30 10	+14 22	6 55	11 58	17 4
14	Cs	45	21 48 27	-13 15	9 34 6	+14 21	6 53	11 58	17 5
15	P	46	21 52 21	-12 55	9 38 3	+14 19	6 51	11 58	17 7
16	Sz	47	21 56 15	-12 34	9 41 59	+14 16	6 49	11 58	17 8
17	V	48	22 0 8	-12 14	9 45 56	+14 12	6 47	11 58	17 10
18	H	49	22 4 0	-11 53	9 49 52	+14 8	6 45	11 58	17 12
19	K	50	22 7 52	-11 31	9 53 49	+14 3	6 44	11 58	17 13
20	Sz	51	22 11 43	-11 10	9 57 45	+13 57	6 43	11 58	17 14
21	Cs	52	22 15 33	-10 49	10 1 42	+13 51	6 41	11 58	17 16
22	P	53	22 19 22	-10 27	10 5 39	+13 44	6 39	11 58	17 17
23	Sz	54	22 23 11	-10 5	10 9 35	+13 36	6 37	11 58	17 19
24	V	55	22 26 59	- 9 43	10 13 32	+13 28	6 35	11 57	17 21
25	H	56	22 30 47	- 9 21	10 17 28	+13 19	6 34	11 57	17 23
26	K	57	22 34 34	- 8 59	10 21 25	+13 9	6 32	11 57	17 23
27	Sz	58	22 38 20	- 8 36	10 25 21	+12 59	6 30	11 57	17 24
28	Cs	59	22 42 6	- 8 14	10 29 18	+12 48	6 28	11 57	17 26

NAP. — 1929 MÁRCIUS.

A hó	A hét	Az év	0 ^h világ-idő				A Nap		
			Rekt.	Dekl.	Csillag-idő	Idő-egyenlet	kelte	delelése	nyugta
napja							Budapesten középeurópai időben		
			<i>h m s</i>	<i>o ' "</i>	<i>h m s</i>	<i>m s</i>	<i>h m</i>	<i>h m</i>	<i>h m</i>
1	P	60	22 45 52	-7 51	10 33 15	+12 37	6 26	11 57	17 28
2	Sz	61	22 49 36	-7 28	10 37 11	+12 25	6 24	11 56	17 30
3	V	62	22 53 21	-7 5	10 41 8	+12 13	6 22	11 56	17 31
4	H	63	22 57 5	-6 42	10 45 4	+12 1	6 20	11 56	17 32
5	K	64	23 0 48	-6 19	10 49 1	+11 47	6 17	11 56	17 34
6	Sz	65	23 4 31	-5 56	10 52 57	+11 34	6 16	11 56	17 35
7	Cs	66	23 8 14	-5 33	10 56 54	+11 20	6 14	11 55	17 37
8	P	67	23 11 56	-5 10	11 0 50	+11 6	6 12	11 55	17 39
9	Sz	68	23 15 38	-4 46	11 4 47	+10 51	6 11	11 55	17 40
10	V	69	23 19 19	-4 23	11 8 43	+10 36	6 9	11 55	17 42
11	H	70	23 23 0	-3 59	11 12 40	+10 20	6 7	11 54	17 43
12	K	71	23 26 41	-3 36	11 16 37	+10 5	6 5	11 54	17 44
13	Sz	72	23 30 22	-3 12	11 20 33	+ 9 49	6 3	11 54	17 46
14	Cs	73	23 34 2	-2 48	11 24 30	+ 9 32	6 0	11 53	17 47
15	P	74	23 37 42	-2 25	11 28 26	+ 9 16	5 58	11 53	17 49
16	Sz	75	23 41 21	-2 1	11 32 23	+ 8 59	5 57	11 53	17 51
17	V	76	23 45 1	-1 37	11 36 19	+ 8 42	5 55	11 53	17 52
18	H	77	23 48 40	-1 14	11 40 16	+ 8 24	5 53	11 52	17 53
19	K	78	23 52 19	-0 50	11 44 12	+ 8 7	5 50	11 52	17 54
20	Sz	79	23 55 58	-0 26	11 48 9	+ 7 49	5 48	11 52	17 56
21	Cs	80	23 59 36	-0 3	11 52 6	+ 7 31	5 46	11 51	17 58
22	P	81	0 3 15	+0 21	11 56 2	+ 7 13	5 44	11 51	17 59
23	Sz	82	0 6 53	+0 45	11 59 59	+ 6 55	5 43	11 51	18 1
24	V	83	0 10 32	+1 8	12 3 55	+ 6 36	5 41	11 50	18 2
25	H	84	0 14 10	+1 32	12 7 52	+ 6 18	5 38	11 50	18 3
26	K	85	0 17 48	+1 56	12 11 48	+ 6 0	5 36	11 50	18 5
27	Sz	86	0 21 26	+2 19	12 15 45	+ 5 41	5 34	11 50	18 6
28	Cs	87	0 25 4	+2 43	12 19 41	+ 5 23	5 32	11 49	18 8
29	P	88	0 28 42	+3 6	12 23 38	+ 5 5	5 31	11 49	18 9
30	Sz	89	0 32 21	+3 29	12 27 35	+ 4 46	5 28	11 49	18 10
31	V	90	0 35 59	+3 53	12 31 31	+ 4 28	5 26	11 48	18 11

Tavaszi kezdete március 21-én, 3 óra 35 perckor (középeurópai időben).

NAP. — 1929 ÁPRILIS.

A hó	A hét	Az év	0 ^h világ-idő				A Nap		
			Rekt.	Dekl.	Csillag- idő	Idő- egyen- let	kelte	delelése	nyugta
napja			Budapesten középeurópai időben						
			<i>h m s</i>	<i>° ′</i>	<i>h m s</i>	<i>m s</i>	<i>h m</i>	<i>h m</i>	<i>h m</i>
1	H	91	0 39 37	+ 4 16	12 35 28	+ 4 10	5 24	11 48	18 13
2	K	92	0 43 16	+ 4 39	12 39 24	+ 3 51	5 22	11 48	18 14
3	Sz	93	0 46 54	+ 5 2	12 43 21	+ 3 34	5 20	11 48	18 16
4	Cs	94	0 50 33	+ 5 25	12 47 17	+ 3 16	5 19	11 47	18 17
5	P	95	0 54 12	+ 5 48	12 51 14	+ 2 58	5 17	11 47	18 18
6	Sz	96	0 57 51	+ 6 11	12 55 10	+ 2 41	5 14	11 47	18 20
7	V	97	1 1 30	+ 6 34	12 59 7	+ 2 23	5 12	11 46	18 21
8	H	98	1 5 10	+ 6 56	13 3 4	+ 2 6	5 10	11 46	18 23
9	K	99	1 8 50	+ 7 19	13 7 0	+ 1 50	5 8	11 46	18 24
10	Sz	100	1 12 30	+ 7 41	13 10 57	+ 1 33	5 7	11 46	18 26
11	Cs	101	1 16 10	+ 8 3	13 14 53	+ 1 17	5 5	11 45	18 27
12	P	102	1 19 50	+ 8 25	13 18 50	+ 1 1	5 3	11 45	18 28
13	Sz	103	1 23 31	+ 8 47	13 22 46	+ 0 45	5 1	11 45	18 30
14	V	104	1 27 12	+ 9 9	13 26 43	+ 0 30	4 59	11 44	18 31
15	H	105	1 30 54	+ 9 31	13 30 40	+ 0 14	4 56	11 44	18 33
16	K	106	1 34 35	+ 9 52	13 34 36	- 0 0	4 54	11 44	18 34
17	Sz	107	1 38 18	+ 10 14	13 38 32	- 0 15	4 53	11 44	18 36
18	Cs	108	1 42 0	+ 10 35	13 42 29	- 0 29	4 51	11 44	18 37
19	P	109	1 45 43	+ 10 56	13 46 26	- 0 43	4 49	11 43	18 38
20	Sz	110	1 49 26	+ 11 16	13 50 22	- 0 56	4 47	11 43	18 39
21	V	111	1 53 10	+ 11 37	13 54 19	- 1 9	4 45	11 43	18 41
22	H	112	1 56 54	+ 11 57	13 58 15	- 1 22	4 43	11 43	18 43
23	K	113	2 0 38	+ 12 18	14 2 12	- 1 34	4 42	11 42	18 44
24	Sz	114	2 4 23	+ 12 38	14 6 8	- 1 45	4 40	11 42	18 45
25	Cs	115	2 8 8	+ 12 57	14 10 5	- 1 57	4 39	11 42	18 46
26	P	116	2 11 54	+ 13 17	14 14 1	- 2 7	4 37	11 42	18 48
27	Sz	117	2 15 40	+ 13 36	14 17 58	- 2 18	4 35	11 42	18 49
28	V	118	2 19 27	+ 13 56	14 21 55	- 2 27	4 33	11 42	18 51
29	H	119	2 23 15	+ 14 14	14 25 51	- 2 36	4 32	11 41	18 52
30	K	120	2 27 3	+ 14 33	14 29 48	- 2 45	4 30	11 41	18 53

NAP. — 1929 MÁJUS.

A hó	A hét	Az év	0 ^h világ-idő				A Nap		
			Rekt.	Dekl.	Csillag- idő	Idő- egyen- let	kelte	delelése	nyugta
napja			Budapesten középeurópai időben						
			<i>h m s</i>	<i>° ′</i>	<i>h m s</i>	<i>m s</i>	<i>h m</i>	<i>h m</i>	<i>h m</i>
1	Sz	121	2 30 51	+14 52	14 33 44	-2 53	4 29	11 41	18 55
2	Cs	122	2 34 40	+15 10	14 37 41	-3 1	4 27	11 41	18 56
3	P	123	2 38 30	+15 28	14 41 37	-3 8	4 25	11 41	18 58
4	Sz	124	2 42 20	+15 45	14 45 34	-3 14	4 23	11 41	18 59
5	V	125	2 46 10	+16 3	14 49 30	-3 20	4 22	11 41	19 1
6	H	126	2 50 2	+16 20	14 53 27	-3 26	4 20	11 41	19 2
7	K	127	2 53 53	+16 37	14 57 24	-3 30	4 18	11 40	19 3
8	Sz	128	2 57 46	+16 54	15 1 20	-3 34	4 17	11 40	19 4
9	Cs	129	3 1 39	+17 10	15 5 17	-3 38	4 16	11 40	19 6
10	P	130	3 5 32	+17 26	15 9 13	-3 41	4 14	11 40	19 7
11	Sz	131	3 9 26	+17 42	15 13 10	-3 43	4 13	11 40	19 9
12	V	132	3 13 21	+17 57	15 17 6	-3 45	4 12	11 40	19 10
13	H	133	3 17 16	+18 13	15 21 3	-3 47	4 11	11 40	19 12
14	K	134	3 21 12	+18 27	15 24 59	-3 47	4 9	11 40	19 13
15	Sz	135	3 25 8	+18 42	15 28 56	-3 48	4 8	11 40	19 14
16	Cs	136	3 29 5	+18 56	15 32 53	-3 47	4 6	11 40	19 15
17	P	137	3 33 3	+19 10	15 36 49	-3 46	4 5	11 40	19 16
18	Sz	138	3 37 1	+19 24	15 40 46	-3 45	4 4	11 40	19 17
19	V	139	3 40 59	+19 37	15 44 42	-3 43	4 3	11 40	19 19
20	H	140	3 44 58	+19 50	15 48 39	-3 40	4 2	11 40	19 20
21	K	141	3 48 58	+20 2	15 52 35	-3 37	4 1	11 40	19 21
22	Sz	142	3 52 58	+20 15	15 56 32	-3 34	4 0	11 40	19 22
23	Cs	143	3 56 59	+20 27	16 0 29	-3 30	3 59	11 41	19 23
24	P	144	4 1 0	+20 38	16 4 25	-3 25	3 58	11 41	19 24
25	Sz	145	4 5 2	+20 49	16 8 22	-3 20	3 56	11 41	19 26
26	V	146	4 9 4	+21 0	16 12 18	-3 14	3 55	11 41	19 27
27	H	147	4 13 7	+21 11	16 16 15	-3 8	3 55	11 41	19 28
28	K	148	4 17 10	+21 21	16 20 11	-3 1	3 54	11 41	19 29
29	Sz	149	4 21 14	+21 31	16 24 8	-2 54	3 54	11 41	19 30
30	Cs	150	4 25 18	+21 40	16 28 4	-2 47	3 53	11 41	19 30
31	P	151	4 29 22	+21 49	16 32 1	-2 39	3 52	11 41	19 31

NAP. — 1929 JÚNIUS.

A hó	A hét	Az év	0 ^h világ-idő				A Nap		
			Rekt.	Dekl.	Csillag- idő	Idő- egyen- let	kelte	delelése	nyugta
napja			Budapesten középeurópai időben						
			<i>h m s</i>	<i>o ' "</i>	<i>h m s</i>	<i>m s</i>	<i>h m</i>	<i>h m</i>	<i>h m</i>
1	Sz	152	4 33 27	+21 58	16 35 58	-2 30	3 51	11 41	19 33
2	V	153	4 37 33	+22 6	16 39 54	-2 21	3 50	11 42	19 34
3	H	154	4 41 39	+22 14	16 43 51	-2 12	3 50	11 42	19 35
4	K	155	4 45 45	+22 21	16 47 47	-2 2	3 49	11 42	19 35
5	Sz	156	4 49 52	+22 28	16 51 44	-1 52	3 48	11 42	19 36
6	Cs	157	4 53 59	+22 35	16 55 40	-1 41	3 48	11 42	19 37
7	P	158	4 58 6	+22 41	16 59 37	-1 30	3 47	11 43	19 38
8	Sz	159	5 2 14	+22 47	17 3 33	-1 19	3 47	11 43	19 39
9	V	160	5 6 22	+22 53	17 7 30	-1 8	3 47	11 43	19 40
10	H	161	5 10 30	+22 58	17 11 27	-0 56	3 47	11 43	19 40
11	K	162	5 14 39	+23 2	17 15 23	-0 44	3 47	11 43	19 40
12	Sz	163	5 18 47	+23 7	17 19 20	-0 32	3 46	11 43	19 41
13	Cs	164	5 22 56	+23 11	17 23 16	-0 20	3 46	11 44	19 41
14	P	165	5 27 5	+23 14	17 27 13	-0 7	3 46	11 44	19 42
15	Sz	166	5 31 15	+23 17	17 31 9	+0 5	3 46	11 44	19 42
16	V	167	5 35 24	+23 20	17 35 6	+0 18	3 46	11 44	19 43
17	H	168	5 39 33	+23 22	17 39 2	+0 31	3 46	11 44	19 43
18	K	169	5 43 43	+23 24	17 42 59	+0 44	3 46	11 45	19 44
19	Sz	170	5 47 52	+23 25	17 46 56	+0 57	3 46	11 45	19 44
20	Cs	171	5 52 2	+23 26	17 50 52	+1 9	3 46	11 45	19 44
21	P	172	5 56 11	+23 27	17 54 49	+1 22	3 46	11 45	19 45
22	Sz	173	6 0 21	+23 27	17 58 45	+1 35	3 46	11 46	19 45
23	V	174	6 4 30	+23 27	18 2 42	+1 48	3 47	11 46	19 45
24	H	175	6 8 40	+23 26	18 6 38	+2 1	3 47	11 46	19 45
25	K	176	6 12 49	+23 25	18 10 35	+2 14	3 47	11 46	19 45
26	Sz	177	6 16 58	+23 24	18 14 31	+2 27	3 48	11 46	19 45
27	Cs	178	6 21 7	+23 22	18 18 28	+2 39	3 48	11 47	19 45
28	P	179	6 25 16	+23 19	18 22 25	+2 52	3 49	11 47	19 45
29	Sz	180	6 29 25	+23 17	18 26 21	+3 4	3 49	11 47	19 45
30	V	181	6 33 34	+23 14	18 30 18	+3 16	3 50	11 47	19 45

Nyár kezdete június 21-én, 23 óra 1 perckor (középeurópai időben).

NAP. — 1929 JÚLIUS.

A hó	A hét	Az év	0 ^h világ-idő				A Nap		
			Rekt.	Dekl.	Csillag-idő	Idő-egyenlet	kelte	delelése	nyugta
napja			Budapesten közép-európai időben						
			<i>h m s</i>	<i>° ′</i>	<i>h m s</i>	<i>m s</i>	<i>h m</i>	<i>h m</i>	<i>h m</i>
1	H	182	6 37 42	+23 10	18 34 14	+3 28	3 50	11 47	19 45
2	K	183	6 41 51	+23 6	18 38 11	+3 40	3 51	11 48	19 45
3	Sz	184	6 45 59	+23 2	18 42 7	+3 51	3 52	11 48	19 45
4	Cs	185	6 50 6	+22 57	18 46 4	+4 3	3 52	11 48	19 45
5	P	186	6 54 14	+22 52	18 50 1	+4 13	3 53	11 48	19 44
6	Sz	187	6 58 21	+22 46	18 53 57	+4 24	3 53	11 48	19 44
7	V	188	7 2 28	+22 40	18 57 54	+4 34	3 54	11 49	19 43
8	H	189	7 6 34	+22 34	19 1 50	+4 44	3 55	11 49	19 43
9	K	190	7 10 41	+22 27	19 5 47	+4 54	3 55	11 49	19 42
10	Sz	191	7 14 46	+22 20	19 9 43	+5 3	3 56	11 49	19 41
11	Cs	192	7 18 52	+22 13	19 13 40	+5 12	3 57	11 49	19 41
12	P	193	7 22 56	+22 5	19 17 36	+5 20	3 58	11 49	19 40
13	Sz	194	7 27 1	+21 57	19 21 33	+5 28	3 59	11 49	19 39
14	V	195	7 31 4	+21 48	19 25 30	+5 35	4 1	11 50	19 38
15	H	196	7 35 8	+21 39	19 29 26	+5 42	4 2	11 50	19 37
16	K	197	7 39 11	+21 30	19 33 23	+5 48	4 3	11 50	19 37
17	Sz	198	7 43 13	+21 20	19 37 19	+5 54	4 3	11 50	19 36
18	Cs	199	7 47 15	+21 10	19 41 16	+5 59	4 4	11 50	19 35
19	P	200	7 51 16	+20 59	19 45 12	+6 4	4 5	11 50	19 34
20	Sz	201	7 55 17	+20 49	19 49 9	+6 8	4 6	11 50	19 33
21	V	202	7 59 17	+20 37	19 53 5	+6 11	4 8	11 50	19 32
22	H	203	8 3 17	+20 26	19 57 2	+6 15	4 9	11 50	19 31
23	K	204	8 7 16	+20 14	20 0 59	+6 17	4 10	11 50	19 30
24	Sz	205	8 11 14	+20 2	20 4 55	+6 19	4 11	11 50	19 29
25	Cs	206	8 15 12	+19 49	20 8 52	+6 20	4 12	11 50	19 28
26	P	207	8 19 9	+19 36	20 12 48	+6 21	4 13	11 50	19 27
27	Sz	208	8 23 6	+19 23	20 16 45	+6 21	4 14	11 50	19 26
28	V	209	8 27 2	+19 10	20 20 41	+6 21	4 15	11 50	19 24
29	H	210	8 30 58	+18 56	20 24 38	+6 20	4 17	11 50	19 23
30	K	211	8 34 53	+18 42	20 28 34	+6 18	4 18	11 50	19 21
31	Sz	212	8 38 47	+18 27	20 32 31	+6 16	4 20	11 50	19 21

Nap földtávolban július 4-én 23 órakor (közép-európai időben).

NAP. — 1929 AUGUSZTUS.

A hó	A hét	Az év	0 ^h világ-idő				A Nap		
			Rekt.	Dekl.	Csillag- idő	Idő- egyen- let	kelte	delelése	nyugta
napja			Budapest középeurópai időben						
			<i>h m s</i>	<i>° ′</i>	<i>h m s</i>	<i>m s</i>	<i>h m</i>	<i>h m</i>	<i>h m</i>
1	Cs	213	8 42 41	+18 13	20 36 28	+6 13	4 21	11 50	19 20
2	P	214	8 46 34	+17 58	20 40 24	+6 10	4 22	11 50	19 18
3	Sz	215	8 50 27	+17 42	20 44 21	+6 6	4 23	11 50	19 16
4	V	216	8 54 19	+17 27	20 48 17	+6 2	4 24	11 50	19 15
5	H	217	8 58 10	+17 11	20 52 14	+5 56	4 25	11 50	19 13
6	K	218	9 2 1	+16 55	20 56 10	+5 51	4 27	11 50	19 12
7	Sz	219	9 5 51	+16 38	21 0 7	+5 44	4 29	11 50	19 11
8	Cs	220	9 9 41	+16 21	21 4 3	+5 38	4 30	11 50	19 9
9	P	221	9 13 30	+16 4	21 8 0	+5 30	4 31	11 49	19 7
10	Sz	222	9 17 18	+15 47	21 11 57	+5 22	4 32	11 49	19 5
11	V	223	9 21 6	+15 30	21 15 53	+5 13	4 33	11 49	19 4
12	H	224	9 24 54	+15 12	21 19 50	+5 4	4 35	11 49	19 2
13	K	225	9 28 40	+14 54	21 23 46	+4 54	4 36	11 49	19 0
14	Sz	226	9 32 26	+14 36	21 27 43	+4 44	4 38	11 49	18 59
15	Cs	227	9 36 12	+14 17	21 31 39	+4 32	4 39	11 49	18 58
16	P	228	9 39 57	+13 59	21 35 36	+4 21	4 40	11 48	18 56
17	Sz	229	9 43 41	+13 40	21 39 32	+4 9	4 41	11 48	18 54
18	V	230	9 47 25	+13 21	21 43 29	+3 56	4 43	11 48	18 52
19	H	231	9 51 9	+13 1	21 47 26	+3 43	4 44	11 48	18 50
20	K	232	9 54 51	+12 42	21 51 22	+3 29	4 46	11 47	18 48
21	Sz	233	9 58 34	+12 22	21 55 19	+3 15	4 47	11 47	18 47
22	Cs	234	10 2 16	+12 2	21 59 15	+3 1	4 48	11 47	18 45
23	P	235	10 5 57	+11 42	22 3 12	+2 46	4 49	11 47	18 43
24	Sz	236	10 9 38	+11 22	22 7 8	+2 30	4 51	11 46	18 41
25	V	237	10 13 19	+11 1	22 11 5	+2 14	4 52	11 46	18 39
26	H	238	10 16 59	+10 40	22 15 1	+1 58	4 54	11 46	18 37
27	K	239	10 20 39	+10 19	22 18 58	+1 41	4 55	11 46	18 36
28	Sz	240	10 24 19	+ 9 59	22 22 55	+1 24	4 56	11 45	18 34
29	Cs	241	10 27 58	+ 9 37	22 26 51	+1 7	4 57	11 45	18 32
30	P	242	10 31 36	+ 9 16	22 30 48	+0 49	4 59	11 45	18 30
31	Sz	243	10 35 15	+ 8 55	22 34 44	+0 31	5 0	11 45	18 28

NAP. — 1929 SZEPTEMBER.

A hó	A hét	Az év	0 ⁿ világ-idő				A Nap		
			Rekt.	Dekl.	Csillag- idő	Idő- egyen- let	kelte	delelése	nyugta
napja			Budapesten középeurópai időben						
			h m s	° ′	h m s	m s	h m	h m	h m
1	V	244	10 38 53	+8 33	22 38 41	+0 12	5 2	11 44	18 25
2	H	245	10 42 31	+8 11	22 42 37	-0 6	5 3	11 44	18 24
3	K	246	10 46 8	+7 49	22 46 34	-0 25	5 4	11 44	18 22
4	Sz	247	10 49 46	+7 27	22 50 30	-0 45	5 5	11 43	18 20
5	Cs	248	10 53 23	+7 5	22 54 27	-1 4	5 7	11 43	18 18
6	P	249	10 57 0	+6 43	22 58 24	-1 24	5 8	11 43	18 16
7	Sz	250	11 0 36	+6 21	23 2 20	-1 44	5 10	11 42	18 13
8	V	251	11 4 12	+5 58	23 6 17	-2 4	5 11	11 42	18 11
9	H	252	11 7 49	+5 36	23 10 13	-2 25	5 13	11 42	18 10
10	K	253	11 11 25	+5 13	23 14 10	-2 45	5 14	11 41	18 8
11	Sz	254	11 15 0	+4 50	23 18 6	-3 6	5 15	11 41	18 6
12	Cs	255	11 18 36	+4 27	23 22 3	-3 27	5 16	11 41	18 4
13	P	256	11 22 11	+4 4	23 25 59	-3 48	5 18	11 40	18 2
14	Sz	257	11 25 47	+3 42	23 29 56	-4 9	5 19	11 40	17 59
15	V	258	11 29 22	+3 18	23 33 53	-4 30	5 21	11 39	17 58
16	H	259	11 32 57	+2 55	23 37 49	-4 52	5 22	11 39	17 56
17	K	260	11 36 33	+2 32	23 41 46	-5 13	5 23	11 39	17 54
18	Sz	261	11 40 8	+2 9	23 45 42	-5 34	5 24	11 38	17 51
19	Cs	262	11 43 43	+1 46	23 49 39	-5 56	5 26	11 38	17 49
20	P	263	11 47 18	+1 23	23 53 35	-6 17	5 27	11 38	17 46
21	Sz	264	11 50 54	+0 59	23 57 32	-6 38	5 29	11 37	17 45
22	V	265	11 54 29	+0 36	0 1 28	-7 0	5 30	11 37	17 43
23	H	266	11 58 4	+0 13	0 5 25	-7 21	5 31	11 37	17 41
24	K	267	12 1 40	-0 11	0 9 22	-7 42	5 32	11 36	17 39
25	Sz	268	12 5 16	-0 34	0 13 18	-8 2	5 34	11 36	17 37
26	Cs	269	12 8 52	-0 58	0 17 15	-8 23	5 35	11 36	17 35
27	P	270	12 12 28	-1 21	0 21 11	-8 44	5 37	11 35	17 32
28	Sz	271	12 16 4	-1 44	0 25 8	-9 4	5 38	11 35	17 31
29	V	272	12 19 40	-2 8	0 29 4	-9 24	5 39	11 35	17 29
30	H	273	12 23 17	-2 31	0 33 1	-9 44	5 40	11 34	17 27

Ősz kezdete szeptember 23-án, 13 óra 52 perckor (középeurópai időben).

NAP. — 1929 OKTÓBER.

A hó	A hét	Az év	0 ^h világ-idő				A Nap		
			Rekt.	Dekl.	Csillag- idő	Idő- egyen- let	kelte	delelése	nyugta
napja			Budapesten középeurópai időben						
			<i>h m s</i>	<i>° ′</i>	<i>h m s</i>	<i>m s</i>	<i>h m</i>	<i>h m</i>	<i>h m</i>
1	K	274	12 26 54	- 2 55	0 36 57	-10 3	5 42	11 34	17 25
2	Sz	275	12 30 32	- 3 18	0 40 54	-10 22	5 43	11 34	17 23
3	Cs	276	12 34 9	- 3 41	0 44 50	-10 41	5 45	11 33	17 20
4	P	277	12 37 47	- 4 4	0 48 47	-11 0	5 47	11 33	17 18
5	Sz	278	12 41 25	- 4 28	0 52 44	-11 18	5 48	11 33	17 17
6	V	279	12 45 4	- 4 51	0 56 10	-11 36	5 49	11 32	17 15
7	H	280	12 48 43	- 5 14	1 0 37	-11 54	5 50	11 32	17 13
8	K	281	12 52 22	- 5 37	1 4 33	-12 11	5 52	11 32	17 11
9	Sz	282	12 56 2	- 6 0	1 8 30	-12 28	5 53	11 32	17 9
10	Cs	283	12 59 42	- 6 23	1 12 26	-12 44	5 55	11 31	17 6
11	P	284	13 3 23	- 6 45	1 16 23	-13 0	5 56	11 31	17 5
12	Sz	285	13 7 4	- 7 8	1 20 19	-13 15	5 57	11 31	17 3
13	V	286	13 10 46	- 7 31	1 24 16	-13 30	5 59	11 31	17 1
14	H	287	13 14 28	- 7 53	1 28 13	-13 45	6 0	11 30	16 59
15	K	288	13 18 10	- 8 15	1 32 9	-13 59	6 2	11 30	16 57
16	Sz	289	13 21 53	- 8 38	1 36 6	-14 12	6 3	11 30	16 55
17	Cs	290	13 25 37	- 9 0	1 40 2	-14 25	6 5	11 30	16 54
18	P	291	13 29 21	- 9 22	1 43 59	-14 37	6 6	11 29	16 52
19	Sz	292	13 33 6	- 9 44	1 47 55	-14 49	6 7	11 29	16 50
20	V	293	13 36 52	-10 5	1 51 52	-15 0	6 9	11 29	16 48
21	H	294	13 40 38	-10 27	1 55 48	-15 11	6 10	11 29	16 46
22	K	295	13 44 24	-10 48	1 59 45	-15 21	6 12	11 29	16 44
23	Sz	296	13 48 12	-11 10	2 3 42	-15 30	6 14	11 29	16 42
24	Cs	297	13 52 0	-11 31	2 7 38	-15 38	6 15	11 28	16 41
25	P	298	13 55 49	-11 52	2 11 35	-15 46	6 16	11 28	16 39
26	Sz	299	13 59 38	-12 12	2 15 31	-15 53	6 18	11 28	16 38
27	V	300	14 3 29	-12 33	2 19 28	-15 59	6 19	11 28	16 36
28	H	301	14 7 20	-12 53	2 23 24	-16 5	6 21	11 28	16 34
29	K	302	14 11 12	-13 13	2 27 21	-16 9	6 23	11 28	16 32
30	Sz	303	14 15 4	-13 33	2 31 17	-16 13	6 24	11 28	16 31
31	Cs	304	14 18 58	-13 53	2 35 14	-16 16	6 25	11 28	16 30

NAP. — 1929 NOVEMBER.

A hó	A hét	Az év	0 ^h világ-idő				A Nap		
			Rekt.	Dekl.	Csillag- idő	Idő- egyen- let	kelte	delelése	nyugta
napja			Budapest középeurópai időben						
			<i>h m s</i>	<i>o ' "</i>	<i>h m s</i>	<i>m s</i>	<i>h m</i>	<i>h m</i>	<i>h m</i>
1	P	305	14 22 52	-14 13	2 39 11	-16 19	6 27	11 28	16 28
2	Sz	306	14 26 47	-14 32	2 43 7	-16 20	6 28	11 28	16 26
3	V	307	14 30 42	-14 51	2 47 4	-16 21	6 30	11 28	16 24
4	H	308	14 34 39	-15 10	2 51 0	-16 21	6 32	11 28	16 23
5	K	309	14 38 36	-15 28	2 54 57	-16 20	6 33	11 28	16 21
6	Sz	310	14 42 35	-15 47	2 58 53	-16 19	6 35	11 28	16 20
7	Cs	311	14 46 34	-16 5	3 2 50	-16 16	6 36	11 28	16 19
8	P	312	14 50 33	-16 22	3 6 46	-16 13	6 37	11 28	16 18
9	Sz	313	14 54 34	-16 40	3 10 43	-16 9	6 39	11 28	16 16
10	V	314	14 58 35	-16 57	3 14 40	-16 4	6 41	11 28	16 15
11	H	315	15 2 38	-17 14	3 18 36	-15 58	6 42	11 28	16 13
12	K	316	15 6 41	-17 31	3 22 33	-15 52	6 44	11 28	16 12
13	Sz	317	15 10 45	-17 47	3 26 29	-15 44	6 45	11 28	16 11
14	Cs	318	15 14 50	-18 3	3 30 26	-15 36	6 46	11 28	16 10
15	P	319	15 18 55	-18 19	3 34 22	-15 27	6 47	11 29	16 9
16	Sz	320	15 23 2	-18 34	3 38 19	-15 17	6 49	11 29	16 8
17	V	321	15 27 9	-18 49	3 42 15	-15 6	6 51	11 29	16 6
18	H	322	15 31 17	-19 4	3 46 12	-14 55	6 53	11 29	16 5
19	K	323	15 35 26	-19 18	3 50 9	-14 42	6 54	11 29	16 5
20	Sz	324	15 39 36	-19 32	3 54 5	-14 29	6 56	11 30	16 4
21	Cs	325	15 43 47	-19 46	3 58 2	-14 15	6 57	11 30	16 3
22	P	326	15 47 58	-19 59	4 1 58	-14 0	6 58	11 30	16 2
23	Sz	327	15 52 11	-20 12	4 5 55	-13 44	6 59	11 30	16 1
24	V	328	15 56 24	-20 25	4 9 51	-13 28	7 1	11 31	15 0
25	H	329	16 0 38	-20 37	4 13 48	-13 10	7 3	11 31	15 59
26	K	330	16 4 52	-20 49	4 17 44	-12 52	7 4	11 31	15 58
27	Sz	331	16 9 8	-21 0	4 21 41	-12 33	7 5	11 31	15 58
28	Cs	332	16 13 24	-21 11	4 25 38	-12 14	7 7	11 32	15 57
29	P	333	16 17 41	-21 22	4 29 34	-11 53	7 8	11 32	15 57
30	Sz	334	16 21 59	-21 32	4 33 31	-11 32	7 9	11 32	15 56

NAP. — 1929 DECEMBER.

A hó	A hét	Az év	0 ^h világ-idő				A Nap		
			Rekt.	Dekl.	Csillag- idő	Idő- egyen- let	kelte	delelése	nyugta
napja		Budapesten középeurópai időben							
			<i>h m s</i>	<i>o ' "</i>	<i>h m s</i>	<i>m s</i>	<i>h m</i>	<i>h m</i>	<i>h m</i>
1	V	335	16 26 17	-21 42	4 37 27	- 11 10	7 10	11 33	15 56
2	H	336	16 30 36	-21 52	4 41 24	-10 48	7 11	11 33	15 55
3	K	337	16 34 56	-22 1	4 45 20	-10 25	7 13	11 34	15 54
4	Sz	338	16 39 16	-22 9	4 49 17	-10 1	7 14	11 34	15 54
5	Cs	339	16 43 37	-22 17	4 53 13	- 9 37	7 15	11 34	15 54
6	P	340	16 47 58	-22 25	4 57 10	- 9 12	7 16	11 35	15 53
7	Sz	341	16 52 20	-22 32	5 1 7	- 8 47	7 18	11 35	15 53
8	V	342	16 56 42	-22 39	5 5 3	- 8 21	7 19	11 36	15 53
9	H	343	17 1 5	-22 46	5 9 0	- 7 55	7 20	11 36	15 53
10	K	344	17 5 29	-22 52	5 12 56	- 7 28	7 21	11 37	15 53
11	Sz	345	17 9 52	-22 57	5 16 53	- 7 1	7 22	11 37	15 53
12	Cs	346	17 14 16	-23 2	5 20 49	- 6 33	7 22	11 37	15 53
13	P	347	17 18 41	-23 7	5 24 46	- 6 5	7 23	11 38	15 53
14	Sz	348	17 23 6	-23 11	5 28 43	- 5 37	7 24	11 38	15 53
15	V	349	17 27 31	-23 14	5 32 39	- 5 8	7 25	11 39	15 53
16	H	350	17 31 56	-23 18	5 36 36	- 4 40	7 25	11 39	15 53
17	K	351	17 36 22	-23 20	5 40 32	- 4 10	7 26	11 40	15 54
18	Sz	352	17 40 48	-23 23	5 44 29	- 3 41	7 27	11 40	15 54
19	Cs	353	17 45 14	-23 24	5 48 25	- 3 12	7 28	11 41	15 54
20	P	354	17 49 40	-23 26	5 52 22	- 2 42	7 28	11 41	15 55
21	Sz	355	17 54 6	-23 27	5 56 18	- 2 12	7 29	11 42	15 55
22	V	356	17 58 32	-23 27	6 0 15	- 1 43	7 29	11 42	15 56
23	H	357	18 2 59	-23 27	6 4 12	- 1 13	7 30	11 43	15 56
24	K	358	18 7 25	-23 26	6 8 8	- 0 43	7 30	11 43	15 57
25	Sz	359	18 11 52	-23 25	6 12 5	- 0 13	7 31	11 44	15 58
26	Cs	360	18 16 18	-23 24	6 16 1	+ 0 17	7 31	11 44	15 58
27	P	361	18 20 45	-23 22	6 19 58	+ 0 47	7 31	11 45	15 59
28	Sz	362	18 25 11	-23 19	6 23 54	+ 1 17	7 31	11 45	16 0
29	V	363	18 29 37	-23 17	6 27 51	+ 1 46	7 32	11 46	16 1
30	H	364	18 34 3	-23 13	6 31 47	+ 2 15	7 32	11 46	16 1
31	K	365	18 38 29	-23 9	6 35 44	+ 2 45	7 32	11 47	16 2

Tél kezdete december 22-én, 3 óra 53 perckor (középeurópai időben).

HOLD. — 1929 JANUÁR.

A ló	A hét	0 ^h világ-idő				A Hold		
		Rekt.	Dekl.	Parall- axis	Fél- átmérő	kelte	delelése	nyugta
napja		Budapesten középeurópai időben						
		h m	° ′	′ ″	′ ″	h m	h m	h m
1	K	11 28	+ 8 49	57 12	15 37	22 56	4 38	11 18
2	Sz	12 15	+ 3 12	56 19	15 22	— —	5 21	11 36
3	Cs	13 0	- 2 23	55 33	15 10	0 4	6 4	11 53
4	P	13 44	- 7 45	54 56	15 0	1 10	6 45	12 9
5	Sz	14 28	-12 44	54 29	14 52	2 16	7 27	12 28
6	V	15 14	-17 10	54 11	14 47	3 23	8 11	12 50
7	H	16 2	-20 56	54 2	14 45	4 33	8 56	13 16
8	K	16 51	-23 49	54 1	14 45	5 34	9 44	13 49
9	Sz	17 43	-25 41	54 7	14 46	6 35	10 34	14 31
10	Cs	18 36	-26 24	54 18	14 49	7 28	11 25	15 23
11	P	19 29	-25 52	54 34	14 53	8 15	12 17	16 23
12	Sz	20 23	-24 5	54 53	14 59	8 51	13 7	17 29
13	V	21 15	-21 10	55 16	15 5	9 21	13 56	18 38
14	H	22 5	-17 14	55 43	15 12	9 45	14 43	19 50
15	K	22 54	-12 29	56 13	15 20	10 5	15 28	21 2
16	Sz	23 41	- 7 7	56 46	15 30	10 24	16 13	22 14
17	Cs	0 28	- 1 20	57 22	15 39	10 43	16 58	23 28
18	P	1 17	+ 4 37	58 1	15 50	11 1	17 45	— —
19	Sz	2 7	+10 29	58 41	16 1	11 22	18 35	0 44
20	V	3 0	+15 58	59 20	16 12	11 50	19 29	2 3
21	H	3 57	+20 42	59 55	16 21	12 22	20 28	3 25
22	K	4 58	+24 13	60 22	16 28	13 6	21 31	4 47
23	Sz	6 3	+26 10	60 37	16 32	14 5	22 36	6 1
24	Cs	7 10	+26 14	60 37	16 32	15 16	23 40	7 5
25	P	8 15	+24 26	60 20	16 28	16 37	— —	7 53
26	Sz	9 17	+21 0	59 49	16 19	17 59	0 41	8 28
27	V	10 14	+16 21	59 6	16 8	19 18	1 36	8 57
28	H	11 7	+10 57	58 15	15 54	20 34	2 27	9 19
29	K	11 56	+ 5 12	57 21	15 39	21 46	3 13	9 38
30	Sz	12 43	- 0 36	56 29	15 25	22 55	3 57	9 57
31	Cs	13 29	- 6 12	55 43	15 12	— —	4 40	10 14

HOLD. — 1929 FEBRUÁR.

A hó	A hét	0 ^h világ-idő				A Hold		
		Rekt.	Dekl.	Parall- axis	Fél- átmérő	kelte	delelése	nyugta
napja		Budapesten középeurópai időben						
		h m	o ' "	' "	' "	h m	h m	h m
1	P	14 14	- 11 26	55 4	15 2	0 4	5 23	10 31
2	Sz	15 0	- 16 6	54 36	14 54	1 12	6 6	10 52
3	V	15 47	- 20 6	54 17	14 49	2 18	6 51	11 18
4	H	16 36	- 23 15	54 9	14 47	3 25	7 38	11 47
5	K	17 27	- 25 24	54 10	14 47	4 27	8 28	12 27
6	Sz	18 20	- 26 26	54 20	14 50	5 24	9 19	13 15
7	Cs	19 14	- 26 13	54 37	14 54	6 11	10 10	14 11
8	P	20 7	- 24 45	55 0	15 1	6 51	11 1	15 16
9	Sz	21 0	- 22 5	55 26	15 8	7 23	11 51	16 27
10	V	21 51	- 18 19	55 55	15 16	7 49	12 39	17 39
11	H	22 41	- 13 39	56 24	15 24	8 11	13 26	18 53
12	K	23 29	- 8 18	56 54	15 32	8 25	14 11	20 6
13	Sz	0 17	- 2 30	57 23	15 40	8 49	14 57	21 18
14	Cs	1 5	+ 3 30	57 50	15 47	9 7	15 43	22 34
15	P	1 55	+ 9 26	58 16	15 54	9 27	16 31	23 57
16	Sz	2 46	+ 14 59	58 41	16 1	9 51	17 23	— —
17	V	3 41	+ 19 49	59 3	16 7	10 20	18 19	1 12
18	H	4 40	+ 23 36	59 22	16 12	10 59	19 18	2 37
19	K	5 42	+ 25 56	59 36	16 16	11 50	20 21	3 48
20	Sz	6 46	+ 26 35	59 43	16 18	12 53	21 24	4 52
21	Cs	7 50	+ 25 26	59 41	16 17	14 10	22 24	5 46
22	P	8 52	+ 22 36	59 28	16 14	15 31	23 21	6 30
23	Sz	9 50	+ 18 24	59 5	16 7	16 52	— —	6 55
24	V	10 45	+ 13 15	58 32	15 58	18 9	0 14	7 20
25	H	11 36	+ 7 31	57 52	15 48	19 24	1 2	7 40
26	K	12 24	+ 1 35	57 8	15 36	20 35	1 48	7 58
27	Sz	13 11	- 4 15	56 24	15 24	21 45	2 32	8 17
28	Cs	13 57	- 9 47	55 43	15 12	22 56	3 15	8 33

HOLD. — 1929 MÁRCIUS.

A hó	A hét	0 ⁿ világ-idő				A Hold		
		Rekt.	Dekl.	Parall- axis	Fél- átmérő	kelte	delelése	nyugta
napja		Budapesten középeurópai időben						
		<i>h m</i>	<i>o ' "</i>	<i>' "</i>	<i>' "</i>	<i>h m</i>	<i>h m</i>	<i>h m</i>
1	P	14 43	-14 47	55 7	15 3	— —	3 59	8 53
2	Sz	15 31	-19 6	54 40	14 55	0 4	4 44	9 17
3	V	16 19	-22 35	54 22	14 50	1 11	5 31	9 44
4	H	17 10	-25 4	54 14	14 48	2 16	6 20	10 21
5	K	18 2	-26 28	54 18	14 49	3 14	7 10	11 4
6	Sz	18 56	-26 38	54 31	14 53	4 6	8 1	11 59
7	Cs	19 49	-25 33	54 53	14 59	4 49	8 53	13 0
8	P	20 42	-23 15	55 22	15 7	5 23	9 43	14 9
9	Sz	21 34	-19 47	55 56	15 16	5 51	10 32	15 22
10	V	22 25	-15 18	56 34	15 26	6 15	11 20	16 35
11	H	23 14	-10 2	57 11	15 36	6 34	12 6	17 50
12	K	0 3	- 4 11	57 45	15 46	6 54	12 52	19 5
13	Sz	0 52	+ 1 58	58 16	15 54	7 13	13 39	20 22
14	Cs	1 42	+ 8 6	58 40	16 1	7 32	14 28	21 40
15	P	2 34	+13 55	58 58	16 5	7 54	15 19	23 1
16	Sz	3 28	+19 3	59 9	16 9	8 21	16 14	— —
17	V	4 26	+23 7	59 15	16 10	8 57	17 14	0 22
18	H	5 28	+25 48	59 15	16 10	9 43	18 14	1 40
19	K	6 31	+26 49	59 11	16 9	10 42	19 15	2 54
20	Sz	7 34	+26 7	59 2	16 7	11 54	20 15	3 42
21	Cs	8 35	+23 45	58 49	16 3	13 12	21 12	4 25
22	P	9 32	+19 59	58 31	15 58	14 30	22 5	4 55
23	Sz	10 27	+15 9	58 8	15 52	15 48	22 54	5 23
24	V	11 18	+ 9 38	57 40	15 44	17 3	23 40	5 44
25	H	12 6	+ 3 46	57 8	15 36	18 16	— —	6 2
26	K	12 53	- 2 10	56 34	15 26	19 27	0 24	6 20
27	Sz	13 39	- 7 53	55 59	15 17	20 38	1 8	6 37
28	Cs	14 26	-13 10	55 26	15 8	21 47	1 52	6 56
29	P	15 13	-17 50	54 57	15 0	22 57	2 37	7 17
30	Sz	16 2	-21 41	54 35	14 54	— —	3 23	7 43
31	V	16 53	-24 34	54 20	14 50	0 4	4 11	8 15

HOLD. — 1929 ÁPRILIS.

A hó	A hét	0 ^h világ-idő				A Hold		
		Rekt.	Dekl.	Parall- axis	Fél- átmérő	kelte	delelése	nyugta
Budapesten középeurópai időben								
napja		h m	o ' "	' "	' "	h m	h m	h m
1	H	17 45	- 26 21	54 14	14 48	1 4	5 1	8 56
2	K	18 38	- 26 56	54 19	14 49	1 59	5 52	9 45
3	Sz	19 31	- 26 17	54 34	14 54	2 45	6 43	10 44
4	Cs	20 24	- 24 24	54 59	15 0	3 23	7 33	11 49
5	P	21 15	- 21 20	55 33	15 10	3 53	8 23	13 0
6	Sz	22 6	- 17 13	56 14	15 21	4 18	9 10	14 13
7	V	22 55	- 12 13	57 0	15 33	4 38	9 57	15 28
8	H	23 44	- 6 31	57 46	15 46	4 57	10 43	16 43
9	K	0 33	- 0 21	58 30	15 58	5 16	11 30	18 0
10	Sz	1 24	+ 5 59	59 8	16 8	5 35	12 19	19 20
11	Cs	2 16	+ 12 8	59 36	16 16	5 57	13 11	20 42
12	P	3 11	+ 17 42	59 52	16 20	6 23	14 6	22 6
13	Sz	4 10	+ 22 16	59 57	16 21	6 55	15 5	23 28
14	V	5 12	+ 25 26	59 50	16 20	7 38	16 7	—
15	H	6 16	+ 26 55	59 35	16 16	8 35	17 10	0 41
16	K	7 20	+ 26 35	59 13	16 10	9 42	18 11	1 41
17	Sz	8 21	+ 24 34	58 47	16 3	10 59	19 8	2 33
18	Cs	9 19	+ 26 6	58 19	15 55	12 17	20 1	3 7
19	P	10 14	+ 16 33	57 50	15 47	13 34	20 50	3 28
20	Sz	11 4	+ 11 15	57 20	15 39	14 49	21 36	3 50
21	V	11 52	+ 5 32	56 50	15 31	16 1	22 20	4 7
22	H	12 39	- 0 21	56 21	15 23	17 12	23 3	4 25
23	K	13 25	- 6 7	55 52	15 15	18 21	23 46	4 42
24	Sz	14 11	- 11 33	55 25	15 7	19 32	—	4 59
25	Cs	14 57	- 16 26	55 0	15 1	20 41	0 31	5 19
26	P	15 46	- 20 36	54 38	14 55	21 49	1 16	5 43
27	Sz	16 36	- 23 50	54 21	14 50	22 54	2 4	6 12
28	V	17 23	- 26 0	54 11	14 47	23 59	2 54	6 51
29	H	18 20	- 27 0	54 9	14 47	—	3 44	7 36
30	K	19 14	- 26 45	54 15	14 48	0 48	4 35	8 31

HOLD. — 1929 MÁJUS.

A hó	A hét	0 ^h világ-idő				A Hold		
		Rekt.	Dekl.	Parall- axis	Fél- átmérő	kelte	delelése	nyugta
napja		Budapesten középeurópai időben						
		<i>h m</i>	<i>° ′</i>	<i>° ′</i>	<i>° ′</i>	<i>h m</i>	<i>h m</i>	<i>h m</i>
1	Sz	20 6	- 25 16	54 31	14 53	1 22	5 25	9 33
2	Cs	20 58	- 22 37	54 57	15 0	1 54	6 14	10 41
3	P	21 48	- 18 55	55 33	15 10	2 20	7 2	11 52
4	Sz	22 37	- 14 18	56 17	15 22	2 42	7 48	13 4
5	V	23 25	- 8 56	57 8	15 35	3 0	8 33	14 19
6	H	0 13	- 2 59	58 1	15 50	3 19	9 19	15 33
7	K	1 2	+ 3 18	58 54	16 5	3 38	10 7	16 53
8	Sz	1 54	+ 9 36	59 41	16 17	3 58	10 57	18 13
9	Cs	2 48	+ 15 33	60 18	16 27	4 22	11 51	19 39
10	P	3 47	+ 20 41	60 40	16 33	4 51	12 51	21 5
11	Sz	4 50	+ 24 32	60 45	16 35	5 29	13 53	22 26
12	V	5 55	+ 26 41	60 35	16 32	6 23	14 58	23 34
13	H	7 1	+ 26 55	60 11	16 25	7 29	16 2	—
14	K	8 5	+ 25 18	59 36	16 16	8 46	17 3	0 26
15	Sz	9 6	+ 22 6	58 56	16 5	10 6	17 58	1 4
16	Cs	10 2	+ 17 43	58 13	15 53	11 24	18 48	1 34
17	P	10 53	+ 12 32	57 32	15 42	12 39	19 35	1 57
18	Sz	11 42	+ 6 54	56 52	15 31	13 52	20 19	2 16
19	V	12 28	+ 1 5	56 16	15 21	15 2	21 2	2 36
20	H	13 13	- 4 40	55 44	15 13	16 10	21 44	2 49
21	K	13 58	- 10 8	55 17	15 5	17 20	22 27	3 6
22	Sz	14 44	- 15 9	54 53	14 59	18 29	23 12	3 25
23	Cs	15 32	- 19 30	54 33	14 53	19 38	23 59	3 48
24	P	16 22	- 23 1	54 18	14 49	20 44	—	4 14
25	Sz	17 13	- 25 30	54 7	14 46	21 44	0 48	4 48
26	V	18 5	- 26 50	54 2	14 45	22 36	1 38	5 30
27	H	18 58	- 26 56	54 3	14 45	23 20	2 29	6 23
28	K	19 51	- 25 48	54 11	14 47	23 54	3 20	7 23
29	Sz	20 43	- 23 30	54 28	14 52	—	4 9	8 28
30	Cs	21 32	- 20 9	54 54	14 59	0 22	4 56	9 37
31	P	22 21	- 15 53	55 28	15 8	0 45	5 41	10 47

HOLD. — 1929 JÚNIUS.

A hó	A hét	0 ^h világ-idő				A Hold		
		Rekt.	Dekl.	Parall- axis	Fél- átmérő	kelte	delelése	nyugta
napja		Budapesten középeurópai időben						
		<i>h m</i>	<i>° ′</i>	<i>° ′</i>	<i>° ′</i>	<i>h m</i>	<i>h m</i>	<i>h m</i>
1	Sz	23 8	-10 51	56 12	15 20	1 4	6 26	11 58
2	V	23 55	- 5 14	57 2	15 34	1 23	7 10	13 11
3	H	0 42	+ 0 48	57 58	15 49	1 41	7 55	14 25
4	K	1 32	+ 6 59	58 55	16 5	1 59	8 43	15 44
5	Sz	2 24	+13 3	59 49	16 19	2 20	9 35	17 7
6	Cs	3 21	+18 33	60 33	16 32	2 46	10 31	18 33
7	P	4 22	+23 2	61 4	16 40	3 21	11 33	19 59
8	Sz	5 27	+25 59	61 17	16 43	4 8	12 39	21 15
9	V	6 35	+25 1	61 10	16 41	5 9	13 46	22 17
10	H	7 42	+26 3	60 45	16 35	6 25	14 50	23 2
11	K	8 46	+23 15	60 6	16 24	7 47	15 49	23 36
12	Sz	9 45	+19 4	59 18	16 11	9 9	16 43	— —
13	Cs	10 39	+13 56	58 25	15 57	10 27	17 32	0 1
14	P	11 30	+ 8 16	57 33	15 42	11 41	18 18	0 22
15	Sz	12 17	+ 2 25	56 44	15 29	12 53	19 1	0 39
16	V	13 2	- 3 24	56 1	15 17	14 2	19 44	0 56
17	H	13 48	- 8 57	55 25	15 7	15 11	20 26	1 13
18	K	14 33	-14 3	54 55	14 59	16 20	21 10	1 30
19	Sz	15 20	-18 32	54 32	14 53	17 28	21 56	1 52
20	Cs	16 9	-22 14	54 15	14 49	18 45	22 44	2 18
21	P	17 0	-24 58	54 4	14 46	19 37	23 34	2 48
22	Sz	17 52	-26 34	53 59	14 44	20 32	— —	3 29
23	V	18 45	-26 58	53 59	14 44	21 18	0 25	4 18
24	H	19 38	-26 8	54 4	14 45	21 56	1 16	5 16
25	K	20 29	-24 6	54 15	14 48	22 27	2 5	6 19
26	Sz	21 20	-21 0	54 33	14 53	22 50	2 53	7 26
27	Cs	22 8	-16 58	54 57	15 0	23 10	3 38	8 36
28	P	22 55	-12 10	55 29	15 9	23 28	4 22	9 46
29	Sz	23 41	- 6 48	56 8	15 19	23 45	5 6	10 54
30	V	0 27	- 1 2	56 55	15 32	— —	5 49	12 7

HOLD. — 1929 JÚLIUS.

A hó	A hét	0 ^h világ-idő				A Hold		
		Rekt.	Dekl.	Parall- axis	Fél- átmérő	kelte	delelése	nyugta
napja		Budapesten középeurópai időben						
		h m	° ′	′ ″	′ ″	h m	h m	h m
1	H	1 14	+ 4 58	57 46	15 46	0 2	6 34	13 22
2	K	2 4	+10 55	58 41	16 1	0 22	7 22	14 40
3	Sz	2 57	+16 30	59 34	16 15	0 45	8 15	16 3
4	Cs	3 55	+21 20	60 22	16 28	1 14	9 13	17 28
5	P	4 58	+24 56	60 58	16 38	1 54	10 16	18 49
6	Sz	6 5	+26 48	61 18	16 44	2 47	11 23	19 59
7	V	7 13	+26 40	61 19	16 44	3 57	12 30	20 53
8	H	8 20	+24 33	61 0	16 39	5 19	13 33	21 31
9	K	9 22	+20 45	61 24	16 29	6 44	14 31	22 1
10	Sz	10 20	+15 45	59 36	16 16	8 6	15 24	22 25
11	Cs	11 13	+10 2	58 41	16 1	9 25	16 13	22 43
12	P	12 2	+ 4 2	57 44	15 45	10 41	16 58	23 2
13	Sz	12 49	- 1 58	56 50	15 31	11 52	17 41	23 19
14	V	13 35	- 7 41	56 1	15 17	13 1	18 24	23 37
15	H	14 21	-12 58	55 20	15 6	14 11	19 8	23 57
16	K	15 8	-17 38	54 48	14 57	15 19	19 54	— —
17	Sz	15 57	-21 31	54 25	14 51	16 26	20 41	0 21
18	Cs	16 47	-24 28	54 9	14 47	17 31	21 30	0 50
19	P	17 39	-26 20	54 1	14 45	18 28	22 21	1 27
20	Sz	18 31	-27 1	54 0	14 44	19 17	23 12	2 13
21	V	19 24	-26 26	54 5	14 46	19 57	— —	3 9
22	H	20 17	-24 39	54 15	14 48	20 30	0 2	4 10
23	K	21 8	-21 44	54 30	14 53	20 54	0 50	5 18
24	Sz	21 56	-17 52	54 50	14 58	21 16	1 37	6 28
25	Cs	22 44	-13 12	55 14	15 5	21 33	2 21	7 37
26	P	23 30	- 7 57	55 43	15 13	21 51	3 4	8 47
27	Sz	0 15	- 2 17	56 18	15 22	22 8	3 47	9 57
28	V	1 1	+ 3 36	56 57	15 33	22 25	4 31	11 9
29	H	1 49	+ 9 27	57 40	15 44	22 46	5 16	12 24
30	K	2 40	+15 2	58 26	15 57	23 12	6 5	13 42
31	Sz	3 34	+19 59	59 11	16 9	23 45	7 58	15 3

HOLD. — 1929 AUGUSZTUS.

A hó	A hét	0 ^h világ-idő				A Hold		
		Rekt.	Dekl.	Parall- axis	Fél- átmérő	kelte	delelése	nyugta
napja		Budapesten középeurópai időben						
		h m	° ′	′ ″	′ ″	h m	h m	h m
1	Cs	4 34	+ 23 55	59 54	16 21	— —	7 58	16 25
2	P	5 37	+ 26 24	60 28	16 30	0 30	9 2	17 38
3	Sz	6 44	+ 27 3	60 51	16 36	1 31	10 8	18 38
4	V	7 51	+ 25 43	60 57	16 38	2 48	11 13	19 25
5	H	8 55	+ 22 33	60 46	16 35	4 12	12 14	19 59
6	K	9 56	+ 17 55	60 19	16 27	5 38	13 10	20 25
7	Sz	10 51	+ 12 18	59 37	16 16	7 0	14 2	20 46
8	Cs	11 43	+ 6 12	58 46	16 2	8 20	14 49	21 5
9	P	12 32	- 0 1	57 51	15 47	9 34	15 37	21 22
10	Sz	13 20	- 6 2	56 56	15 32	10 46	16 19	21 40
11	V	14 7	- 11 37	56 6	15 19	11 58	17 4	21 59
12	H	14 54	- 16 34	55 24	15 7	13 8	17 49	22 22
13	K	15 43	- 20 44	54 50	14 58	14 17	18 36	22 49
14	Sz	16 33	- 23 58	54 26	14 51	15 24	19 25	23 25
15	Cs	17 24	- 26 7	54 11	14 47	16 23	20 16	— —
16	P	18 17	- 27 6	54 6	14 46	17 15	21 7	0 7
17	Sz	19 10	- 26 49	54 9	14 47	17 57	21 57	1 0
18	V	20 3	- 25 18	54 19	14 50	18 31	22 46	2 1
19	H	20 54	- 22 38	54 35	14 54	19 0	23 34	3 7
20	K	21 44	- 18 55	54 56	14 59	19 21	— —	4 16
21	Sz	22 32	- 14 21	55 20	15 6	19 39	0 19	5 27
22	Cs	23 18	- 9 8	55 46	15 13	19 57	1 3	6 38
23	P	0 4	- 3 28	56 15	15 21	20 14	1 46	7 49
24	Sz	0 50	+ 2 27	56 45	15 29	20 31	2 30	9 0
25	V	1 37	+ 8 21	57 17	15 38	20 51	3 15	10 14
26	H	2 27	+ 14 0	57 50	15 47	21 14	4 2	11 30
27	K	3 20	+ 19 4	58 23	15 56	21 43	4 53	12 49
28	Sz	4 17	+ 23 12	58 56	16 5	22 22	5 49	14 9
29	Cs	5 17	+ 26 3	59 26	16 13	23 15	6 49	15 24
30	P	6 21	+ 27 14	59 50	16 20	— —	7 52	16 28
31	Sz	7 27	+ 26 34	60 7	16 24	0 23	8 56	17 18

HOLD. — 1929. SZEPTEMBER.

A hó	A hét	0 ^h világ-idő				A Hold		
		Rekt.	Dekl.	Parall- axis	Fél- átmérő	kelte	delelése	nyugta
napja	Budapesten középeurópai időben							
		h m	o ' "	" "	" "	h m	h m	h m
1	V	8 31	+24 5	60 12	16 26	1 44	9 58	17 55
2	H	9 31	+20 0	60 5	16 24	3 9	10 55	18 24
3	K	10 28	+14 43	59 45	16 18	4 32	11 48	18 48
4	Sz	11 22	+ 8 43	59 12	16 9	5 53	12 38	19 6
5	Cs	12 12	+ 2 24	58 30	15 58	7 11	13 25	19 25
6	P	13 1	- 3 52	57 42	15 45	8 26	14 11	19 43
7	Sz	13 49	- 9 47	56 53	15 32	9 40	14 56	20 1
8	V	14 37	-15 7	56 7	15 19	10 52	15 42	20 23
9	H	15 26	-19 40	55 26	15 8	12 3	16 29	20 48
10	K	16 16	-23 17	54 53	14 59	13 11	17 18	21 20
11	Sz	17 8	-25 49	54 29	14 52	14 14	18 9	22 1
12	Cs	18 1	-27 9	54 16	14 49	15 9	19 0	22 50
13	P	18 54	-27 14	54 13	14 48	15 55	19 50	23 49
14	Sz	19 47	-26 4	54 20	14 50	16 33	20 40	— —
15	V	20 38	-23 42	54 35	14 54	17 3	21 28	0 53
16	H	21 29	-20 15	54 57	15 0	17 26	22 15	2 2
17	K	22 17	-15 53	55 25	15 7	17 46	22 59	3 13
18	Sz	23 5	-10 45	55 56	15 16	18 3	23 43	4 25
19	Cs	23 51	- 5 4	56 29	15 25	18 20	— —	5 36
20	P	0 38	+ 0 56	57 1	15 34	18 37	0 27	6 48
21	Sz	1 25	+ 7 0	57 31	15 42	18 56	1 12	8 3
22	V	2 15	+12 51	57 59	15 49	19 17	1 59	9 20
23	H	3 7	+18 10	58 23	15 56	19 44	2 50	10 40
24	K	4 3	+22 35	58 43	16 1	20 21	3 44	11 59
25	Sz	5 3	+25 44	59 0	16 6	21 8	4 43	13 15
26	Cs	6 6	+27 19	59 13	16 10	22 9	5 44	14 23
27	P	7 9	+27 7	59 21	16 12	23 25	6 47	15 16
28	Sz	8 12	+25 9	59 25	16 13	— —	7 47	15 55
29	V	9 12	+21 34	59 21	16 12	0 45	8 45	16 26
30	H	10 9	+16 44	59 11	16 9	2 9	9 38	16 50

HOLD. — 1929 OKTÓBER.

A hó	A hét	0 ^h világ-idő				A Hold		
		Rekt.	Dekl.	Parall- axis	Fél- átmérő	kelte	delelése	nyugta
napja		Budapesten középeurópai időben						
		h m	° ′	′ ″	′ ″	h m	h m	h m
1	K	11 2	+11 2	58 52	16 4	3 29	10 28	17 11
2	Sz	11 53	+ 4 51	58 25	15 57	4 48	11 15	17 28
3	Cs	12 42	- 1 29	57 52	15 48	6 3	12 1	17 46
4	P	13 30	- 7 36	57 14	15 37	7 17	12 47	18 4
5	Sz	14 18	-13 16	56 33	15 26	8 31	13 33	18 24
6	V	15 7	-18 13	55 54	15 15	9 45	14 20	18 48
7	H	15 58	-22 16	55 18	15 6	10 55	15 9	19 17
8	K	16 50	-25 14	54 49	14 58	12 2	16 0	19 52
9	Sz	17 43	-27 1	54 28	14 52	13 1	16 51	20 40
10	Cs	18 36	-27 31	54 16	14 49	13 52	17 42	21 35
11	P	19 29	-26 46	54 15	14 48	14 32	18 32	22 36
12	Sz	20 21	-24 47	54 25	14 51	15 5	19 21	23 44
13	V	21 12	-21 42	54 44	14 56	15 29	20 7	— —
14	H	22 0	-17 38	55 12	15 4	15 51	20 52	0 54
15	K	22 48	-12 44	55 47	15 14	16 8	21 36	2 4
16	Sz	23 34	- 7 12	56 27	15 24	16 25	22 20	3 17
17	Cs	0 21	- 1 13	57 9	15 36	16 43	23 5	4 29
18	P	1 9	+ 4 58	57 49	15 47	17 0	23 52	5 48
19	Sz	1 59	+11 4	58 25	15 57	17 21	— —	7 2
20	V	2 51	+16 44	58 54	16 4	17 47	0 43	8 23
21	H	3 48	+21 35	59 14	16 10	18 19	1 37	9 47
22	K	4 48	+25 12	59 26	16 13	19 3	2 36	11 6
23	Sz	5 51	+27 13	59 29	16 14	20 3	3 38	12 18
24	Cs	6 55	+27 26	59 25	16 13	21 13	4 41	13 14
25	P	7 58	+25 51	59 15	16 10	22 33	5 42	13 58
26	Sz	8 59	+22 38	59 1	16 6	23 54	6 40	14 31
27	V	9 55	+18 9	58 43	16 1	— —	7 33	14 56
28	H	10 48	+12 44	58 22	15 56	1 13	8 23	15 16
29	K	11 38	+ 6 46	57 58	15 49	2 30	9 10	15 34
30	Sz	12 26	+ 0 35	57 31	15 42	3 46	9 55	15 51
31	Cs	12 14	- 5 34	57 2	15 34	4 59	10 40	16 9

HOLD. — 1929 NOVEMBER.

A hó	A hét	0 ^h világ-idő				A Hold		
		Rekt.	Dekl.	Parall- axis	Fél- átmérő	kelte	delelése	nyugta
napja		Budapesten középeurópai időben						
		<i>h m</i>	° ′	′ ″	′ ″	<i>h m</i>	<i>h m</i>	<i>h m</i>
1	P	14 1	-11 22	56 31	15 25	6 13	11 25	16 26
2	Sz	14 50	-16 35	55 59	15 17	7 26	12 12	16 49
3	V	15 40	-20 59	55 28	15 8	8 38	13 0	17 16
4	H	16 31	-24 23	55 0	15 1	9 47	13 50	17 50
5	K	17 24	-26 36	54 37	14 54	10 51	14 42	18 32
6	Sz	18 16	-27 33	54 19	14 50	11 44	15 33	19 23
7	Cs	19 12	-27 13	54 11	14 47	12 29	16 24	20 23
8	P	20 4	-25 38	54 11	14 47	13 4	17 13	21 27
9	Sz	20 54	-22 56	54 22	14 50	13 32	18 0	22 35
10	V	21 43	-19 14	54 43	14 56	13 54	18 45	23 45
11	H	22 30	-14 41	55 14	15 4	14 12	19 28	—
12	K	23 16	- 9 27	55 54	15 15	14 29	20 11	0 56
13	Sz	0 2	- 3 41	56 41	15 28	14 46	20 55	2 7
14	Cs	0 49	+ 2 24	57 32	15 42	15 2	21 41	3 18
15	P	1 38	+ 8 35	58 22	15 56	15 23	22 30	4 36
16	Sz	2 30	+14 31	59 9	16 8	15 46	23 24	5 57
17	V	3 25	+19 50	59 46	16 19	16 16	—	7 20
18	H	4 26	+24 4	60 11	16 25	16 56	0 22	8 44
19	K	5 30	+26 45	60 22	16 28	17 52	1 25	10 3
20	Sz	6 36	+27 34	60 19	16 27	19 0	2 30	11 9
21	Cs	7 42	+26 25	60 3	16 23	20 20	3 34	11 57
22	P	8 44	+23 32	59 37	16 16	21 42	4 35	12 33
23	Sz	9 43	+19 15	59 5	16 8	23 2	5 30	13 1
24	V	10 36	+14 0	58 31	15 58	—	6 21	13 23
25	H	11 27	+ 8 9	57 55	15 48	0 19	7 8	13 41
26	K	12 15	+ 2 4	57 20	15 39	1 34	7 53	13 58
27	Sz	13 1	- 4 1	56 47	15 30	2 47	8 37	14 15
28	Cs	13 48	- 9 49	56 16	15 21	3 59	9 21	14 33
29	P	14 35	-15 8	55 47	15 14	5 11	10 7	14 52
30	Sz	15 24	-19 45	55 21	15 6	6 23	10 54	15 17

HOLD. — 1929 DECEMBER.

A hó	A hét	0 ⁿ világ-idő				A Hold		
		Rekt.	Dekl.	Parall- axis	Fél- átmérő	kelte	delelése	nyugta
napja		Budapesten középeurópai időben						
		h m	o ' "	" "	" "	h m	h m	h m
1	V	16 15	-23 25	54 57	15 0	7 34	11 43	15 47
2	H	17 8	-26 0	54 36	14 54	8 39	12 34	16 27
3	K	18 1	-27 21	54 19	14 49	9 36	13 26	17 15
4	Sz	18 55	-27 23	54 7	14 46	10 25	14 17	18 12
5	Cs	19 48	-26 10	54 2	14 45	11 3	15 7	19 15
6	P	20 39	-23 48	54 4	14 45	11 34	15 54	20 21
7	Sz	21 28	-20 25	54 15	14 48	11 56	16 39	21 29
8	V	22 15	-16 11	54 35	14 54	12 17	17 22	22 37
9	H	23 0	-11 15	55 6	15 2	12 33	18 4	23 47
10	K	23 45	- 5 48	55 46	15 13	12 50	18 46	— —
11	Sz	0 30	+ 0 2	56 35	15 27	13 6	19 30	0 56
12	Cs	1 17	+ 6 3	57 30	15 42	13 23	20 16	2 10
13	P	2 6	+12 0	58 28	15 57	13 44	21 6	3 26
14	Sz	3 0	+17 34	59 24	16 13	14 10	22 2	4 47
15	V	3 58	+22 19	60 13	16 26	14 45	23 4	6 13
16	H	5 1	+25 45	60 49	16 36	15 33	— —	7 35
17	K	6 8	+27 24	61 8	16 41	16 37	0 10	8 48
18	Sz	7 17	+27 1	61 8	16 41	17 57	1 17	9 47
19	Cs	8 23	+24 38	60 50	16 36	19 22	2 22	10 31
20	P	9 25	+20 36	60 17	16 27	20 48	3 21	11 3
21	Sz	10 21	+15 24	59 34	16 15	22 7	4 16	11 27
22	V	11 14	+ 9 32	58 45	16 2	23 25	5 6	11 48
23	H	12 3	+ 3 22	57 55	15 49	— —	5 52	12 5
24	K	12 51	- 2 47	57 8	15 36	0 38	6 36	12 22
25	Sz	13 37	- 8 39	56 26	15 24	1 50	7 20	12 38
26	Cs	14 24	-14 3	55 48	15 14	3 2	8 5	12 58
27	P	15 12	-18 46	55 17	14 5	4 13	8 51	13 21
28	Sz	16 2	-22 38	54 51	14 58	5 23	9 39	13 48
29	V	16 54	-25 27	54 30	14 53	6 30	10 29	14 25
30	H	17 47	-27 5	54 14	14 48	7 30	11 20	15 10
31	K	18 40	-27 27	54 3	14 45	8 22	12 12	16 4

HOLDVÁLTOZÁSOK 1929-BEN.

(Középeurópai idő.)

<i>h m</i>			<i>h m</i>		
Utolsó negyed . . .	Jan.	2-án 19 44	Újhold	Júl.	6-án 21 47
Újhold	"	11-én 1 28	Első negyed	"	13-án 17 5
Első negyed	"	18-án 16 15	Holdtölte	"	21-én 20 21
Holdtölte	"	25-én 8 9	Utolsó negyed	"	29-én 13 56
Utolsó negyed . . .	Febr.	1-én 15 10	Újhold	Aug.	5-én 4 40
Újhold	"	9-én 18 55	Első negyed	"	12-én 7 1
Első negyed	"	17-én 1 23	Holdtölte	"	20-án 10 42
Holdtölte	"	23-án 19 59	Utolsó negyed	"	27-én 21 2
Utolsó negyed . . .	Márc.	3-án 12 9	Újhold	Szept.	3-án 12 48
Újhold	"	11-én 9 37	Első negyed	"	10-én 23 57
Első negyed	"	18-án 8 42	Holdtölte	"	19-én 0 16
Holdtölte	"	25-én 8 46	Utolsó negyed	"	26-án 3 7
Utolsó negyed . . .	Ápr.	2-án 8 29	Újhold	Okt.	2-án 23 19
Újhold	"	9-én 21 33	Első negyed	"	10-én 19 5
Első negyed	"	16-án 15 9	Holdtölte	"	18-án 13 6
Holdtölte	"	23-án 22 47	Utolsó negyed	"	25-én 9 21
Utolsó negyed . . .	Máj.	2-án 2 26	Újhold	Nov.	1-én 13 1
Újhold	"	9-én 7 7	Első negyed	"	9-én 15 10
Első negyed	"	15-én 21 56	Holdtölte	"	17-én 1 14
Holdtölte	"	23-án 13 50	Utolsó negyed	"	23-án 17 4
Utolsó negyed . . .	"	31-én 17 13			
Újhold	Jún.	7-én 14 56	Újhold	Dec.	1-én 5 48
Első negyed	"	14-én 6 15	Első negyed	"	9-én 10 42
Holdtölte	"	22-én 5 15	Holdtölte	"	16-án 12 38
Utolsó negyed . . .	"	30-án 4 54	Utolsó negyed	"	23-án 3 27
			Újhold	"	31-én 0 42

MERKUR 1929.

Kelt	0 ^h világ-idő				A Merkúr			
	Rekt.	Dekl.	Távolság a Földtől	Fél-átmérő	kelte	delelése	nyugta	
					Budapesten közép-európai időben			
	h m	o ' "			h m	h m	h m	
Jan.	1.	19 19	-24 21	1.376	2.4	8 29	12 34	16 39
	13.	20 42	-20 4	1.202	2.8	8 29	12 59	17 29
	25.	21 40	-13 29	0.904	3.7	8 5	13 8	18 11
Febr.	6.	21 22	-11 44	0.660	5.1	6 48	11 59	17 10
	18.	20 43	-15 32	0.717	4.7	5 42	10 35	15 28
Márc.	3.	21 9	-16 29	0.914	3.7	5 23	10 12	15 1
	15.	22 5	-13 35	1.086	3.1	5 19	10 21	15 23
	27.	23 14	- 7 31	1.226	2.8	5 13	10 43	16 13
Ápr.	8.	0 31	+ 1 20	1.321	2.5	5 4	11 13	17 22
	20.	2 0	+12 1	1.318	2.5	4 59	11 56	18 53
Máj.	2.	3 35	+21 10	1.139	2.9	5 1	12 44	20 27
	14.	4 51	+24 58	0.871	3.9	5 4	13 11	21 18
	26.	5 26	+24 5	0.653	5.2	4 55	12 56	20 57
Jún.	7.	5 15	+20 38	0.552	6.0	4 16	11 56	19 36
	19.	4 53	+18 7	0.606	5.5	3 21	10 48	18 15
Júl.	1.	5 7	+19 22	0.793	4.2	2 43	10 17	17 51
	13.	6 8	+22 21	1.060	3.1	2 41	10 31	18 21
	25.	7 46	+22 22	1.290	2.6	3 34	11 24	19 14
Aug.	6.	9 29	+16 42	1.348	2.5	4 58	12 19	19 40
	18.	10 52	+ 8 13	1.279	2.7	6 14	12 54	19 34
	30.	11 58	- 0 26	1.151	2.9	7 10	13 11	19 12
Szept.	11.	12 49	- 7 51	0.987	3.3	7 46	13 15	18 44
	23.	13 19	-12 20	0.797	4.3	7 47	12 56	18 5
Okt.	5.	13 3	- 9 48	0.660	5.2	6 30	11 50	17 10
	17.	12 31	- 2 25	0.796	4.3	4 41	10 33	16 25
	29.	13 10	- 5 7	1.116	3.0	4 46	10 27	16 8
Nov.	10.	14 19	-12 34	1.336	2.5	5 43	10 50	15 57
	22.	15 35	-19 20	1.437	2.3	6 44	11 18	15 52
Dec.	4.	16 54	-23 53	1.445	2.3	7 42	11 50	15 58
	16.	18 17	-25 30	1.369	2.4	8 28	12 26	16 24
	28.	19 38	-23 37	1.194	2.8	8 49	12 59	17 9

¹ A bolygótávolságok csillagászati egységben, Nap—Föld távolságban (=149,450,000 km) vannak kifejezve.

VENUS 1929.

Kelt	0 ^h világ-idő				A Venus			
	Rekt.	Dekl.	Távol- ság a Földtől	Fél- átmérő	kelte	delelése	nyugta	
					Budapesten középeurópai időben			
	h m	o		"	h m	h m	h m	
Jan.	1.	21 46	- 15 17	0.975	9.1	9 58	14 50	19 42
	13.	22 38	- 9 49	0.884	10.0	9 35	14 55	20 15
	25.	23 27	- 3 52	0.797	11.1	9 9	14 55	20 41
Febr.	6.	0 11	+ 2 12	0.708	12.5	8 40	14 53	21 6
	18.	0 53	+ 8 3	0.619	14.3	8 7	14 46	21 25
Márc.	3.	1 32	+ 13 43	0.523	16.9	7 28	14 34	21 40
	15.	1 59	+ 17 53	0.438	20.2	6 47	14 13	21 39
	27.	2 13	+ 20 29	0.363	24.4	6 0	13 39	21 18
Ápr.	8.	2 6	+ 20 33	0.307	28.8	5 4	12 44	20 24
	20.	1 43	+ 17 23	0.285	31.0	4 9	11 33	18 57
Máj.	2.	1 21	+ 12 36	0.305	28.8	3 25	10 25	17 25
	14.	1 19	+ 9 25	0.361	24.4	2 51	9 37	16 23
	26.	1 35	+ 8 49	0.439	20.2	2 23	9 6	15 49
Jún.	7.	2 4	+ 10 10	0.528	16.8	1 59	8 48	15 37
	19.	2 42	+ 12 36	0.622	14.3	1 39	8 39	15 39
Júl.	1.	3 26	+ 15 27	0.718	12.3	1 22	8 36	15 50
	13.	4 15	+ 18 10	0.814	10.9	1 9	8 37	16 5
	25.	5 7	+ 20 16	0.907	9.8	1 5	8 43	16 21
Aug.	6.	6 4	+ 21 25	0.998	8.9	1 8	8 52	16 36
	18.	7 2	+ 21 21	1.085	7.8	1 19	9 3	16 47
	30.	8 1	+ 19 55	1.167	7.3	1 38	9 15	16 52
Szept.	11.	9 0	+ 17 10	1.244	6.8	2 3	9 26	16 49
	23.	9 57	+ 13 15	1.317	6.5	2 33	9 36	16 39
Okt.	5.	10 53	+ 8 24	1.383	6.1	3 3	9 44	16 25
	17.	11 48	+ 2 56	1.443	5.9	3 35	9 52	16 9
	29.	12 42	- 2 50	1.497	5.6	4 8	9 59	15 50
Nov.	10.	13 38	- 8 32	1.545	5.5	4 42	10 8	15 34
	22.	14 35	- 13 48	1.587	5.3	5 17	10 18	15 19
Dec.	4.	15 35	- 18 15	1.623	5.1	5 50	10 30	15 10
	16.	16 38	- 21 32	1.652	5.0	6 24	10 46	15 8
	28.	17 43	- 23 18	1.675	5.0	6 53	11 4	15 15

MARS 1929.

Kelt		0 ^h világ-idő				A Mars		
		Rekt.	Dekl.	Távolság a Földtől	Fél-átmérő	kelte	delelése	nyugta
						Budapesten közép-európai időben		
		h m	o ' "		"	h m	h m	h m
Jan.	1.	5 40	+ 26 47	0.613	7.7	14 22	22 39	6 56
	13.	5 26	+ 26 41	0.668	7.1	13 21	21 38	5 55
	25.	5 20	+ 26 29	0.746	6.3	12 29	20 45	5 1
Febr.	6.	5 22	+ 26 20	0.841	5.7	11 46	20 1	4 16
	18.	5 32	+ 26 15	0.948	5.0	11 8	19 23	3 38
Márc	3.	5 48	+ 26 9	1.072	4.4	10 35	18 49	3 3
	15.	6 7	+ 25 58	1.189	4.0	10 8	18 21	2 34
	27.	6 29	+ 25 37	1.308	3.6	9 46	17 56	2 7
Ápr.	8.	6 53	+ 25 3	1.426	3.3	9 25	17 32	1 39
	20.	7 19	+ 24 14	1.541	3.0	9 9	17 11	1 13
Máj.	2.	7 45	+ 23 7	1.653	2.8	8 55	16 50	0 45
	14.	8 12	+ 21 42	1.760	2.7	8 44	16 30	0 16
	26.	8 40	+ 20 0	1.862	2.5	8 33	16 10	23 47
Jún.	7.	9 7	+ 18 0	1.957	2.3	8 24	15 51	23 18
	19.	9 35	+ 15 45	2.045	2.3	8 15	15 31	22 47
Júl.	1.	10 2	+ 13 16	2.127	2.2	8 8	15 11	22 14
	13.	10 30	+ 10 35	2.201	2.1	8 0	14 51	21 42
	25.	10 57	+ 7 43	2.267	2.1	7 53	14 31	21 9
Aug.	6.	11 24	+ 4 42	2.325	2.0	7 46	14 11	20 36
	18.	11 52	+ 1 36	2.375	2.0	7 42	13 52	20 2
	30.	12 20	- 1 34	2.416	2.0	7 36	13 32	19 28
Szept.	11.	12 48	- 4 45	2.450	1.9	7 32	13 14	18 56
	23.	13 18	- 7 53	2.476	1.9	7 28	12 56	18 24
Okt.	5.	13 48	- 10 57	2.494	1.9	7 24	12 39	17 54
	17.	14 19	- 13 51	2.505	1.9	7 22	12 23	17 24
	29.	14 52	- 16 32	2.508	1.9	7 20	12 8	16 56
Nov.	10.	15 26	- 18 56	2.505	1.9	7 19	11 55	16 31
	22.	16 1	- 20 53	2.496	1.9	7 18	11 43	16 8
Dec.	4.	16 38	- 22 32	2.480	1.9	7 17	11 33	15 49
	16.	17 16	- 23 36	2.460	1.9	7 14	11 23	15 33
	28.	17 55	- 24 5	2.436	2.0	7 8	11 15	15 22

JUPITER 1929.

Kelt	0 ^h világ-idő				A Jupiter			
	Rekt.	Dekl.	Távol- ság a Földtől	Fél- átmérő	kelte	delelése	nyugta	
					Budapesten középeurópai időben			
	<i>h m</i>	<i>o ' "</i>		<i>"</i>	<i>h m</i>	<i>h m</i>	<i>h m</i>	
Jan.	1.	1 55	+ 10 30	4.547	20.2	12 6	18 56	1 46
	13.	1 57	+ 10 44	4.734	19.6	11 19	18 10	1 1
	25.	2 1	+ 11 7	4.926	18.6	10 34	17 27	0 20
Febr.	6.	2 6	+ 11 39	5.117	18.2	10 0	16 55	23 50
	18.	2 12	+ 12 16	5.300	17.3	9 5	16 4	23 3
Márc.	3.	2 21	+ 13 3	5.483	16.8	8 20	15 22	22 24
	15.	2 30	+ 13 49	5.633	16.3	7 38	14 44	21 50
	27.	2 40	+ 14 38	5.761	16.0	6 56	14 6	21 16
Ápr.	8.	2 50	+ 15 27	5.865	15.7	6 15	13 29	20 43
	20.	3 1	+ 16 15	5.942	15.5	5 35	12 53	20 11
Máj.	2.	3 12	+ 17 2	5.991	15.3	4 55	12 17	19 39
	14.	3 24	+ 17 47	6.012	15.3	4 15	11 41	19 7
	26.	3 35	+ 18 30	6.005	15.3	3 36	11 6	18 36
Jún.	7.	3 47	+ 19 8	5.969	15.4	2 57	10 30	18 3
	19.	3 58	+ 19 43	5.906	15.6	2 18	9 54	17 30
Júl.	1.	4 9	+ 20 14	5.817	15.8	1 40	9 18	16 56
	13.	4 19	+ 20 40	5.704	16.1	1 0	8 41	16 22
	25.	4 29	+ 21 2	5.570	16.5	0 21	8 3	15 45
Aug.	6.	4 38	+ 21 21	5.417	17.0	23 41	7 25	15 9
	18.	4 46	+ 21 35	5.250	17.5	23 0	6 45	14 30
	30.	4 52	+ 21 45	5.072	18.1	22 18	6 5	13 52
Szept.	11.	4 57	+ 21 52	4.890	18.7	21 35	5 22	13 9
	23.	5 0	+ 21 56	4.709	19.6	20 51	4 38	12 25
Okt.	5.	5 1	+ 21 57	4.536	20.3	20 5	3 52	11 39
	17.	5 0	+ 21 55	4.380	20.9	19 17	3 4	10 51
	29.	4 57	+ 21 51	4.248	22.9	18 27	2 14	10 1
Nov.	10.	4 53	+ 21 44	4.149	22.2	17 36	1 22	9 8
	22.	4 46	+ 21 34	4.088	22.6	16 43	0 28	8 13
Dec.	4.	4 40	+ 21 23	4.071	22.6	15 46	23 30	7 14
	16.	4 33	+ 21 11	4.099	22.5	14 53	22 36	6 19
	28.	4 27	+ 21 0	4.172	22.1	14 1	21 43	5 25

SATURNUS 1929.

Kelt	0 ^h világ-idő				A Saturnus			
	Rekt.	Dekl.	Távol- ság a Földtől	Fél- átmérő	kelte	delelése	nyugta	
					Budapesten középeurópai időben			
	h m	° ′		''	h m	h m	h m	
Jan.	1.	17 33	-22 8	10.983	6.8	6 17	10 35	14 53
	13.	17 39	-22 12	10.904	6.8	5 35	9 53	14 11
	25.	17 44	-22 14	10.795	6.9	4 54	9 12	13 30
Febr.	6.	17 49	-22 15	10.656	7.0	4 11	8 29	12 47
	18.	17 53	-22 16	10.493	7.1	3 29	7 46	12 3
Márc.	3.	17 57	-22 16	10.294	7.2	2 42	6 59	11 16
	15.	18 0	-22 16	10.098	7.4	1 57	6 14	10 31
	27.	18 2	-22 15	9.898	7.5	1 11	5 29	9 47
Ápr.	8.	18 2	-22 14	9.702	7.7	0 24	4 42	9 0
	20.	18 2	-22 14	9.519	7.8	23 37	3 55	8 13
Máj.	2.	18 1	-22 13	9.354	8.0	22 48	3 6	7 24
	14.	17 58	-22 13	9.213	8.1	21 59	2 17	6 35
	26.	17 55	-22 13	9.115	8.2	21 9	1 27	5 45
Jún.	7.	17 52	-22 13	9.051	8.3	20 18	0 36	4 54
	19.	17 48	-22 13	9.029	8.3	19 23	23 41	3 59
Júl.	1.	17 44	-22 13	9.050	8.3	18 32	22 50	3 8
	13.	17 41	-22 13	9.113	8.2	17 41	21 59	2 17
	25.	17 38	-22 13	9.214	8.1	16 51	21 9	1 27
Aug.	6.	17 35	-22 13	9.348	8.0	16 2	20 20	0 38
	18.	17 34	-22 15	9.510	7.8	15 14	19 31	23 48
	30.	17 34	-22 16	9.692	7.7	14 27	18 44	23 1
Szept.	11.	17 34	-22 19	9.887	7.5	13 40	17 57	22 14
	23.	17 36	-22 22	10.086	7.4	12 55	17 12	21 29
Okt.	5.	17 38	-22 25	10.281	7.3	12 11	16 27	20 43
	17.	17 42	-22 29	10.466	7.2	11 27	15 43	19 59
	29.	17 46	-22 32	10.632	7.0	10 44	15 0	19 16
Nov.	10.	17 51	-22 35	10.776	6.9	10 2	14 18	18 34
	22.	17 56	-22 37	10.891	6.8	9 21	13 36	17 51
Dec.	4.	18 2	-22 38	11.973	6.8	8 40	12 55	17 10
	16.	18 8	-22 39	11.019	6.8	7 59	12 14	16 29
	28.	18 14	-22 38	11.029	6.8	7 17	11 32	15 47

Kelt	0 ^h világ-idő				A		
	Rekt.	Dekl.	Távol- ság a Földtől	Fél- átmérő	felkelés	delelés	nyugta
					Budapesten középeurópai időben		
URANUS 1929.							
	<i>h m</i>	<i>o ' "</i>		<i>''</i>	<i>h m</i>	<i>h m</i>	<i>h m</i>
Jan. 1.	0 14	+0 47	20.148	1.7	11 8	17 15	23 22
31.	0 18	+1 7	20.623	1.7	9 12	15 20	21 28
Márc. 3.	0 23	+1 44	20.958	1.6	7 13	13 24	19 35
Ápr. 2.	0 29	+2 24	21.051	1.6	5 18	11 32	17 46
Máj. 2.	0 35	+3 3	20.910	1.6	3 23	9 40	15 57
Jún. 1.	0 40	+3 33	20.547	1.7	1 28	7 47	14 6
Júl. 1.	0 43	+3 49	20.087	1.7	23 31	5 51	12 11
31.	0 43	+3 49	19.582	1.8	21 34	3 54	10 14
Aug. 30.	0 40	+3 33	19.206	1.8	19 34	1 53	8 12
Szept. 29.	0 36	+3 7	19.044	1.8	17 34	23 51	6 8
Okt. 29.	0 32	+2 39	19.149	1.8	15 30	21 45	4 0
Nov. 28.	0 29	+2 22	19.495	1.8	13 30	19 44	1 58
Dec. 28.	0 29	+2 20	19.983	1.7	11 32	17 46	23 0
NEPTUNUS 1929.							
	<i>h m</i>	<i>o ' "</i>		<i>''</i>	<i>h m</i>	<i>h m</i>	<i>h m</i>
Jan. 1.	10 14	+11 36	29.507	1.2	20 22	3 17	10 12
31.	10 11	+11 51	29.220	1.3	18 20	1 16	8 12
Márc. 3.	10 8	+12 9	29.167	1.3	16 10	23 7	6 4
Ápr. 2.	10 5	+12 24	29.396	1.2	14 7	21 6	4 5
Máj. 2.	10 4	+12 31	29.819	1.2	12 8	19 8	2 8
Jún. 1.	10 4	+12 29	30.321	1.2	10 10	17 9	0 8
Júl. 1.	10 7	+12 16	30.773	1.2	8 16	15 14	22 12
31.	10 10	+11 57	31.073	1.2	6 22	13 19	20 16
Aug. 30.	10 14	+11 33	31.146	1.2	4 30	11 25	18 20
Szept. 29.	10 17	+11 16	30.978	1.2	2 38	9 32	16 26
Okt. 29.	10 21	+10 55	30.599	1.2	0 44	7 37	14 30
Nov. 28.	10 23	+10 47	30.099	1.2	22 48	5 40	12 32
Dec. 28.	10 22	+10 51	29.609	1.2	20 50	3 42	10 34

BOLYGÓ-KONSTELLÁCIÓK 1929-BEN.

(Középeurópai idő.)

Január

3 ^d 22 ^h	Saturnus együttállásban a Hold- dal
12 7	Merkur együttállásban a Holddal
14 21	Venus » » »
16 19	Uranus » » »
18 21	Jupiter » » »
22 9	Mars » » »
22 16	Merkur legnagyobb keleti kitéré- sében; 18° 35'-re a Naptól
27 0	Neptunus együttállásban a Hold- dal
27 20	Merkur napközelpen

Február

5 11	Saturnus együttállásban a Hold- dal
7 5	Merkur alsó együttállásban a Nappal
7 19	Venus legnagyobb keleti kitéré- sében; 46° 48'-re a Naptól
8 2	Venus együttállásban az Ura- nussal; előbbi 1° 57'-re északra
9 4	Merkur együttállásban a Holddal
13 2	Uranus » » »
13 11	Venus » » »
15 9	Jupiter » » »
18 21	Mars » » »
19 4	Neptunus szembenállásban a Nappal
23 9	Neptunus együttállásban a Nap- pal

Március

2 14	Venus napközelpen
4 23	Saturnus együttállásban a Hold- dal
5 1	Merkur legnagyobb nyugati kité- résében; 27° 14'-re a Naptól
9 2	Merkur együttállásban a Holddal
12 12	Uranus » » »
12 20	Merkur naptávolban
14 9	Venus együttállásban a Holddal
14 23	Jupiter » » »
18 18	Mars » » »
22 16	Neptunus » » »
28 13	Uranus együttállásban a Nappal

Április

1 9	Saturnus együttállásban a Hold- dal
7 22	Merkur együttállásban az Ura- nussal, előbbi 1° 18'-re délre

8 ^d 24 ^h	Uranus együttállásban a Holddal
9 4	Merkur » » »
10 19	Venus » » »
11 17	Jupiter » » »
15 21	Mars » » »
17 17	Merkur felső együttállásban a Nappal
18 8	Merkur együttállásban a Venus- sal; előbbi 7° 33'-re délre
18 21	Neptunus együttállásban a Hold- dal
20 10	Venus alsó együttállásban a Nap- pal
25 19	Merkur napközelpen
28 15	Merkur együttállásban a Jupiter- rel; előbbi 2° 12'-re északra
28 16	Saturnus együttállásban a Hold- dal

Május

6 12	Uranus együttállásban a Holddal
7 8	Venus » » »
9 14	Jupiter » » »
10 19	Merkur » » »
14 3	Mars naptávolban
14 4	Mars együttállásban a Holddal
14 14	Jupiter » » »
15 19	Merkur legnagyobb keleti kité- résében; 21° 57'-re a Naptól
16 2	Neptunus együttállásban a Hold- dal
25 20	Saturnus együttállásban a Hold- dal

Június

2 24	Uranus együttállásban a Holddal
4 13	Venus » » »
6 11	Jupiter » » »
7 20	Merkur » » »
8 19	Merkur naptávolban
9 12	Merkur alsó együttállásban a Nappal
11 14	Mars együttállásban a Holddal
12 9	Neptunus » » »
19 1	Saturnus szembenállásban a Nappal
21 23	Saturnus együttállásban a Hold- dal
22 22	Venus naptávolban
29 10	Venus legnagyobb nyugati kité- résében; 45° 45'-re a Naptól
30 9	Uranus együttállásban a Holddal

Július

3 ^d	1 ^h	Mars együttállásban a Neptunussal; előbbi 0° 35'-re északra
3	8	Merkur legnagyobb nyugati kitérésében; 21° 37'-re a Naptól
3	18	Venus együttállásban a Holddal
4	8	Jupiter » » »
5	11	Merkur » » »
9	20	Neptunus » » »
10	2	Mars » » »
14	11	Venus együttállásban a Jupiterrel; előbbi 2° 16'-re délre
19	1	Saturnus együttállásban a Holddal
22	19	Merkur napközelen
27	16	Uranus együttállásban a Holddal
31	5	Merkur felső együttállásban a Nappal

Augusztus

1	1	Jupiter együttállásban a Holddal
2	4	Venus » » »
5	13	Merkur » » »
6	7	Neptunus » » »
7	18	Mars » » »
11	20	Merkur együttállásban a Neptunussal; előbbi 57'-re északra
15	6	Saturnus együttállásban a Holddal
23	20	Uranus együttállásban a Holddal
24	21	Neptunus együttállásban a Nappal
28	15	Jupiter együttállásban a Holddal
31	17	Venus » » »

Szeptember

2	19	Neptunus együttállásban a Holddal
4	18	Merkur naptávolban
5	8	Merkur együttállásban a Holddal
5	12	Mars » » »
10	9	Merkur együttállásban a Venussal; előbbi 2° 55'-re délre
11	13	Saturnus együttállásban a Holddal
12	18	Merkur legnagyobb keleti kitérésében; 26° 48'-re a Naptól
20	1	Uranus együttállásban a Holddal
24	0	Merkur együttállásban a Marssal; előbbi 4° 20'-re délre
25	0	Jupiter együttállásban a Holddal
27	13	Venus együttállásban a Neptunussal; előbbi 0° 18'-re északra

30^d 5^h Neptunus együttállásban a Holddal

30 11 Venus együttállásban a Holddal

Október

3	3	Uranus szembenállásban a Nappal
3	14	Merkur együttállásban a Holddal
4	9	Mars » » »
8	7	Merkur alsó együttállásban a Nappal
9	0	Saturnus együttállásban a Holddal
13	5	Venus napközelen
17	7	Uranus együttállásban a Holddal
18	18	Merkur napközelen
22	5	Jupiter együttállásban a Holddal
23	20	Merkur legnagyobb nyugati kitérésében; 18° 23'-re a Naptól
27	13	Neptunus együttállásban a Holddal
30	13	Venus együttállásban a Holddal
31	5	Merkur » » »

November

2	8	Mars együttállásban a Holddal
5	12	Saturnus » » »
11	—	Saturnus naptávolban
13	15	Uranus együttállásban a Holddal
18	10	Jupiter » » »
23	19	Neptunus » » »
27	15	Merkur felső együttállásban a Nappal
29	16	Merkur együttállásban a Marssal; előbbi 31'-re délre
29	20	Venus együttállásban a Holddal

December

1	8	Mars együttállásban a Holddal
1	11	Merkur » » »
1	18	Merkur naptávolban
3	1	Saturnus együttállásban a Holddal
3	9	Mars együttállásban a Nappal
4	0	Jupiter szembenállásban a Nappal
11	0	Uranus együttállásban a Holddal
14	17	Merkur együttállásban a Neptunussal; előbbi 2° 50'-re délre
15	15	Jupiter együttállásban a Holddal
21	2	Neptunus » » »
25	5	Saturnus » » Nappal
30	4	Venus » » Holddal
30	8	Mars » » »
30	14	Saturnus » » »

A Jupiter-holdak helyzete 1929 január havában

21^h 30^m közép-európai időzóna.

Nap	Nyugat	Kelet
0		·3 1' ·2 ○ 4'
1		○ ·1 ·2 4' ● 3
2		1' 2' ○ ·3 4'
3		·2 ○ 1' 4' 3'
4		·1 4' ○ 3' 2'
5		4' 3' ○ 1' 2'
6	● 1	4' 3' 2' ○
7	4'	·3 ·2 1' ○
8	4'	○ ·1 ·2 ● 3
9	·4	1' 2' ○ ·3
10	·4	·2 ○ ·1 3'
11	·4	·1 ○ ·2 3'
12		3' ·4 ○ 1' 2'
13	3'	2' ·1 ○ ·4
14	1. ○	·3 ·2 ○ ·4
15		·1 ○ 3' ·2 ·4
16		1' ○ 2' ·3 ·4
17	2'	○ ·1 3' 4'
18		·1 ○ 3' 4' ● 2
19		3' ○ 1' 2' 4'
20		3' 2' ·1 ○ 4'
21		·3 ·2 1' 4' ○
22		4' ·3 ○ ·2 ● 1
23	4'	1' ○ 2' ·3
24	4'	2' ○ ·1 3'
25	● 2	4' 1' ○ 3'
26	·4	3' ○ 1' 2'
27	·4 3'	2' 1' ○
28		·3 ·4 ·2 ○ 1'
29	● 1	·3 ·4 ○ ·2
30		1' ○ 2' 3' 4'
31		2' ○ ·1 3' 4'

A Jupiter-holdak helyzete 1929 február havában

21^h 00^m közép-európai időkor.

Nap	Nyugat	Kelet
1		1° 2' ○ 3° 4'
2		3° ○ 1° 2' 4'
3	2° ○	3° 1' ○ 4'
4		3° 2' ○ 1° 4'
5		3° 1' ○ 2° 4'
6		○ 4° 2' 1° ○
7		2° 4' ○ 3° ● 1'
8		4° 1° 2' ○ 3°
9	4°	○ 3° 1' 2°
10	4°	3° 1' 2° ○
11	4°	3° 2' ○ 1°
12	4°	3° 1' ○ 2°
13	4°	○ 1° 3' 2°
14		4° 2' ○ 3° ● 1'
15		2° 1' ○ 3°
16		○ 3° 1' 2° 4'
17		3° 1' ○ 2° 4'
18		3° 2' ○ 1° 4'
19		3° 1' ○ 4° ● 2'
20	● 3	○ 1° 2° 4'
21		2° ○ 3° 4'
22	1° ○	2° ○ 4° 3'
23		○ 4° 1' 3° 2'
24		4° 3' 1' ○ 2°
25		4° 3' 2° ○ 1°
26	4°	3° 1' ○ 2°
27	4°	3° ○ 1° 2°
28	4°	2° 1' ○ 3°

A Jupiter-holdak helyzete 1929 március havában

20^h 45^m közép-európai időkor.

Nap	Nyugat				Kelet			
1	4	2	1	○	3			
2	4			○	2	3		● 1
3		4	3	○	2			
4		3	2	○	4	1		
5		3	1	○	2	4		
6			3	○	1	2	4	
7	2	○		1	○	3		4
8			2	○	1	3	4	
9	● 1			○	2	3	4	
10	3	○		1	○	2	4	
11			3	2	○	1	4	
12			3	1	○	2	4	
13			4	3	○	1	2	
14			4	1	○	2	3	
15		4		2	○	1	3	
16		4			○	1	2	3
17	1	○	4		3	○	2	
18		4		3	2	○	1	
19			3	1	○			
20			3	4	○	1	2	
21				1	○	2	3	
22				2	○	1	3	
23				1	○	3	4	● 2
24					○	1	2	3
25				3	2	○		4
26				3	2	1	○	4
27				3		○	1	2
28				1	○	2	4	● 3
29				2	4	○	1	3
30				4	1	○	2	3
31				4		○	1	2

A Jupiter-holdak helyzete 1929 április havában

20^h 30^m közép-európai időkor.

Nap	Nyugat	Kelet
1	4'	3' 2' ○ ₁
2	4'	3' 2' ○ ₁
3	4'	3' ○ ₁
4	4'	3' 2' ○ ₃
5	4'	2' ○ ₁ 3'
6		1' 2' ○ ₂ 3'
7		1' 4' 3' 2' ○ ₁
8		3' 1' ○ ₁ 4' 2' ○ ₁
9	3' 2'	○ ₁ 4' 1' ○ ₁
10	3'	○ ₁ 2' 4'
11		1' 3' ○ ₁ 2' 4'
12		2' ○ ₁ 3' 4'
13		1' 2' ○ ₁ 4' 3'
14		○ ₁ 1' 4' 3' 2'
15		1' 4' 3' 2' ○ ₂
16	3' 4' 2'	○ ₁
17	4' 3'	○ ₂ ● ₁
18	4'	4' 3' 1' ○ ₁ 2'
19	4'	2' ○ ₁ 3'
20	4'	1' 2' ○ ₁ 3'
21	4'	○ ₁ 2' 3'
22		4' 1' 3' 2' ○ ₁
23		3' 2' 4' ○ ₁
24	● ₂	3' ○ ₁ 4'
25	1' ○ ₁	3' ○ ₁ 2' 4'
26		2' ○ ₁ 3' 4'
27		2' 1' ○ ₁ 3' 4'
28		○ ₁ 2' 3' 4'
29		1' ○ ₁ 3' 2' 4'
30		3' 2' ○ ₁ 4'

A Jupiter-holdak helyzete 1929 július havában

4^h 00^m közép-európai időkor.

Nap	Nyugat		Kelot
1	● 1	·2 ○ ·4 ·3	
2	1 ○	○ ·2 3' ·4	
3		2 ○ ·1 3· ·4	
4		2· 1· 3' ○ ·4	
5		3· ○ ·2 ·1 ·4·	
6		·3 ·1 ○ ○ ·2· ·4·	
7		2· ·3 ○ 1· ·4·	
8		·2 ·1 ○ ·4' ·3	
9		4' ○ ·2 ·3 1 ○	
10		4· ○ 2' ·3	
11		4· 2· 1· 3' ○	
12	● 2	4· 3· ○ ·1	
13		4' 3 1· ○ 2·	
14		·4 2' ·3 ○ 1·	
15		·4 ·2 ·1 ○ ·3	
16		·4 ○ 1· ·2 ·3	
17	● 1	·4 ·4 ○ 2' 3·	
18		2· 1· 3' ○ ·4	
19		3· ·2 ·1 ○ ·4	
20		·3 1· ○ ·2 ·4	
21		·3 2' ○ 1· ·4	
22		·2 ·1 ○ ·3 ·4·	
23		○ 1' ·2 ·3 4·	
24	● 1	○ 2· 3· 4'	
25	1 ○	2· ○ 3' 4·	
26		3· 4' ·2' ○ ·1	
27		3· 4· 1· ○ ·2	
28		4· ·3 ○ ·1 2 ○	
29		4· ·2 ·1 ○ ·3	
30		4· ○ 1' ·3	
31		·4 ·1 ○ 2' 3'	

A Jupiter-holdak helyzete 1929 augusztus havában

3^A 30^m közép-európai időkor.

Nap	Nyugat	Kelet
1	4	2 ^o 1 ^o 3 ^o
2	4 3 ^o - 2	○
3	3 ^o 1 ^o 4 ^o	○
4	3	○ 2 ^o 1 ^o 4
5	● 3	2 ^o 1 ^o ○
6		○ 2 ^o 1 ^o 3 ^o 4
7		1 ^o ○ 2 ^o 3 ^o 4
8		2 ^o ○ 1 ^o 3 ^o 4 ^o
9	● 1 ●	3 ^o 2 ^o ○ 4 ^o
10	3 ^o	1 ^o ○ 2 ^o 4 ^o
11	3	○ 2 ^o 4 ^o 1 ^o
12	● 3	2 ^o 1 ^o 4 ^o ○
13	● 2	4 ^o ○ 1 ^o 3 ^o
14	4 ^o	1 ^o ○ 2 ^o 3 ^o
15	4 ^o	2 ^o ○ 1 ^o 3 ^o
16	4	2 ^o 3 ^o 1 ^o ○
17	4	3 ^o ○ 2 ^o 1 ^o ○
18	4 3	○ 1 ^o 2 ^o
19		2 ^o 1 ^o ○ 4 ^o 3 ^o
20		2 ^o 4 ^o 1 ^o 3 ^o
21		1 ^o ○ 2 ^o 3 ^o 4 ^o
22		2 ^o ○ 1 ^o 3 ^o 4 ^o
23	3 ^o ○	2 ^o 1 ^o ○ 4 ^o
24		3 ^o 1 ^o ○ 2 ^o 4 ^o
25		3 ^o ○ 2 ^o 4 ^o ● 1
26		2 ^o 3 ^o 1 ^o ○ 4 ^o
27		2 ^o ○ 1 ^o 3 ^o 4 ^o
28		1 ^o ○ 4 ^o 2 ^o 3 ^o
29		4 ^o ○ 1 ^o 3 ^o 2 ^o ○
30		4 ^o 2 ^o 1 ^o 3 ^o ○
31	4 ^o 3 ^o	○ 1 ^o 2 ^o

A Jupiter-holdak helyzete 1929 szeptember havában

2^h 45^m középeurópai időkor.

Nap	Nyugat	Kelet
1	● I 4' '3	○ 2'
2	I ○ 4' '3 2'	○
3	4' '2	○ '1 '3
4	4' '1	○ '2 '3
5	4' '4	○ 2' '1 3'
6	4' 2' '1	○ 4' 3'
7	3' '3	○ '1 '4 ● '2
8	3' '1	○ 2' '4
9	'3 2' '1	○ '4
10	'2	○ '1 '3 '4
11	'1	○ '2 '3 4'
12		○ 2' '1 3' 4'
13	2' '1	○ 3' 4'
14	● 2 3' '4	○ 4' '1
15	3' 4' '1	○ 2'
16	4' '3 2' '1	○ '1
17	● 1 4' '2	○ '3
18	4' '1	○ '2 '3
19	4' '2	○ '1 3'
20	4' 2' '1	○ 3'
21	4' 3' '2	○ '1
22	3' '4	○ '2
23	'3 2' '1	○ '4
24	● 1 ● 3 '2	○ '4
25	I ○	○ '2 '3 '4
26		○ '1 2' '3 '4
27	2' '1	○ 3' 4'
28		○ 3' '1 4'
29	3' '1	○ '2 4'
30	'3 2' '1	○ '4

A Jupiter-holdak helyzete 1929 október havában

2^h 15^m közép-európai időkor.

Nap	Nyugat	Kelet
1		2 3 1 4 ○
2		4 1 ○ 2 3
3	4	○ 2 3 ● 1
4	4	2 1 ○ 3
5	3 ○ 4	2 ○ 1
6	4	3 1 ○ 2
7	4 3	2 1 ○
8		4 2 3 1 ○
9		4 ○ 1 3 ● 2
10	● 1	○ 4 2 3
11		2 1 ○ 3 4
12		2 3 ○ 1 4
13		3 1 ○ 2 4
14		3 ○ 2 1 4
15		2 3 1 ○ 4
16	● 2	1 3 4
17		1 ○ 4 2 3
18	1 ○	4 2 ○ 3
19		4 2 ○ 3 1
20	4	3 1 ○ 2
21	4 3	○ 2 1
22	4	2 3 1 ○
23	4	2 3 1 ○
24	4	1 ○ 2 3
25		4 2 1 ○ 3
26		2 ○ 4 3
27		3 1 ○ 2 4
28	3	○ 2 1 4
29		3 2 1 ○ 4
30	● 3	2 ○ 1 4
31		1 ○ 2 3 4

A Jupiter-holdak helyzete 1929 november havában

1^h 30^m közép-európai időkor.

Nap	Nyugat		Kelet		
1			2 ^o 1.	3. 4.	
2	● 1		○	3. 4.	
3			3 ^o 2 ^o 4 ^o	○ .2	
4		3.	4.	○ .1 2.	
5		4. 3	2 ^o 1.	○	
6		4.	2. 3	○ .1	
7		4.	1	○ .2 .3	
8		4	○ 2. 1.	○ 3.	
9		4	2. 1	○ 3.	
10		4	3.	○ .2	1 ○ .
11		3.	4	○ .1 2.	
12		3	2 ^o 1.	○ 4	
13			2. 3	○ .1 4	
14			1	○ .2 .3	4
15			○ 2. 1.	○ 3	4
16			2. 1	○ 3.	4.
17	● 2		3 1	○ .	4.
18		3.	○	2. 4.	● 1
19		3	2 ^o 1.	○ 4.	
20			2. 3 4	○ 1	
21		4. 1.	○	.2 .3	
22		4.	○ 2 ^o 1.	○ 3	
23		4.	2. 1	○ 3.	
24		4	○ 2 1.	○ 3 ○ .	
25	● 1	4	3.	○ .2	
26		4 3	2 ^o 1.	○	
27		4	.2 .3	○ 1	
28			1. 4	○ .2 .3	
29			○	.2 .1 4 3	
30			2. 1	○ 3. 4	

A Jupiter-holdak helyzete 1929 december havában

0^h 15^m közép-európai időkor.

Nap	Nyugat	Kelet
1	3' · 1	0 · 2 · 4
2	· 3	1 0 · 4' 2 0
3	· 2 · 3	0 · 1 4'
4	1' · 0	· 2 · 3 4'
5	0	· 4' 1 2' · 3
6	2' 4' · 1	0 · 3'
7	4' · 2	0 3' 1'
8	4' 3' · 1	0 · 2
9	4' 3' · 1	2 0 · 1
10	· 1 4' · 2 · 3	0
11	· 4	1' 0 · 2 · 3
12	· 4	0 · 1 2' · 3
13	· 4 2' · 1	0 · 3'
14	· 2	0 · 4 3' · 1
15	3' · 1	0 · 2' 4
16	· 3'	0 2' · 1' 4'
17	2' · 3	· 0 1' 4'
18	1 · 0	0 · 3 4' · 2
19		0 · 1 2' · 3 4'
20		1' 2' 0 3' 4'
21		· 2 0 · 1 3' 4'
22		3' · 1 4 0 · 2
23	3' 4'	0 2' · 1'
24	4' · 3 2'	· 1 0
25	4'	· 3 0 2' 1 0
26	4'	0 · 1 2' · 3
27	4	1' 2' 0 3'
28	4	· 2 0 · 1 3'
29	4	1' 3' 0 · 2
30	3' 4'	0 2' · 1'
31	3' 2' · 1	0 · 4
32		· 2 · 3 0 1' 4

NAPFOGYATKOZÁSOK 1929-BEN.

1929-ben két napfogyatkozás lesz, melyek közül nálunk a novemberi gyűrűs napfogyatkozás, mint részleges napfogyatkozás lesz látható. Holdfogyatkozás 1929-ben nem lesz.

I. Teljes napfogyatkozás 1929 május 9-én.

1929 május 9-én, 6^h 58^m 0·2^s-kor (középeurópai időben):

a Nap és a Hold rektaszcentiója 3^h 2^m 36·70^s,

tehát a Hold a Nappal együttállásba kerül; s mivel ugyanekkor

a Nap deklinációja	+17° 14' 1·9"
a Hold deklinációja	+16 55 16·8
a Nap félátmérője	15 50·3
a Hold félátmérője	16 26·9

azért teljes napfogyatkozás áll be.

A fogyatkozás Afrika délkeleti részében, az Indiai-Óceánon, Indiában, Kínában, Japánban az északi szigetek kivételével, Ausztrália északi és középső részében lesz látható.

II. Gyűrűs napfogyatkozás 1929 november 1-én.

1929 november 1-én, 12^h 46^m 31·8^s-kor (középeurópai időben):

a Nap és a Hold rektaszcentiója 14^h 24^m 46·86^s

lesz, tehát a Hold a Nappal együttállásba kerül; s mivel ugyanekkor

a Nap deklinációja	-14° 22' 5·4"
a Hold deklinációja	-14 0 26·4
a Nap félátmérője	16 7·1
a Hold félátmérője	15 19·0

gyűrűs napfogyatkozás áll be.

		Greenwichtől nyugatra	Földrajzi szélesség
A fogyatkozás kezdete	nov. 1. 10 ^h 12·3 ^m	41° 21'	+36° 17'
A legnagyobb elsötétedés	„ „ 12 46·5	0 43	+ 8 23
A fogyatkozás vége	„ „ 15 57·2	315 29	-11 6

A fogyatkozás az Atlanti-Óceánon, Európa nyugati és középső részében, Afrikában és az Indiai-Óceán nyugati részében lesz látható.

Budapesten a tünemény 1-én 12 óra 6·8 perckor veszi kezdetét. A legnagyobb elsötétedés 12 óra 33·4 perckor áll be, amikor a Nap korongjának mindössze 0·06-része lesz eltakarva. A fogyatkozás 13 óra 3·4 perckor végződik.

A fényesebb fundamentális csillagok középhelyei 1929.0-ra.

Sorszám	A csillag neve	Fény- rendje	Spek- truma	Rekt. 1929.0	Dekl. 1929.0
				<i>h m s</i>	<i>° ' "</i>
1	α Andromedae (Sirrah) .	2.1	A0p	0 443	+28 41 55
2	β Cassiopeiae	2.4	F5	0 523	+58 45 29
3	γ Pegasi	2.9	B2	0 935	+14 47 20
4	α Cassiopeiae (Schedir) .	változó	K0	0 36 28	+56 8 54
5	β Ceti	2.2	K0	0 40 2	-18 22 34
6	γ Cassiopeiae	2.2	B0p	0 52 24	+60 19 57
7	β Andromedae	2.4	Ma	1 5 45	+35 14 40
8	δ Cassiopeiae	2.8	A5	1 21 9	+59 52 1
9	α Ursae minoris (Polaris)	2.1	F8	1 36 20	+88 55 24
10	β Arietis	2.7	A5	1 50 43	+20 27 42
11	γ Adromedae pr (Alamah)	2.3	K0	1 59 32	+41 59 23
12	α Arietis (Hamal)	2.2	K2	2 3 10	+23 7 39
13	α Ceti (Menhar)	2.8	Ma	2 58 34	+ 3 48 44
14	β Persei (Algol)	változó	B8	3 3 32	+40 41 0
15	α Persei (Algenib)	1.9	F5	3 19 15	+49 36 36
16	λ Tauri	változó	B3	3 56 45	+12 17 27
17	α Tauri (Aldebaran)	1.1	K5	4 31 51	+16 22 5
18	ι Aurigae	2.9	K2	4 52 22	+33 3 19
19	β Eridani	2.9	A3	5 4 22	- 5 10 37
20	β Orionis (Rigel)	0.3	B8p	5 11 7	- 8 16 57
21	α Aurigae (Capella)	0.2	G0	5 11 26	+45 55 39
22	γ Orionis (Bellatrix)	1.7	B2	5 21 19	+ 6 17 12
23	β Tauri	1.8	B8	5 21 48	+28 32 57
24	δ Orionis	2.5	B0	5 28 23	- 0 21 1
25	α Leporis	2.7	F0	5 29 36	-17 52 19
26	ϵ Orionis	1.8	B0	5 32 37	- 1 14 46
27	κ Orionis	2.2	B0	5 44 23	- 9 41 37
28	α Orionis (Betelgeuze)	változó	Ma	5 51 20	+ 7 23 43
29	β Aurigae	2.1	A0p	5 54 19	+44 56 31
30	δ Aurigae	2.7	A0p	5 54 53	+37 12 33

A fényesebb fundamentális csillagok középhelyei 1929.0-ra.

Sorszám	A csillag neve	Fény- rendje	Spek- truma	Rekt.	Dekl.
				1929.0	1929.0
				<i>h m s</i>	<i>° ' "</i>
31	β Canis maioris	2.0	B 1	6 19 34	-17 55 10
32	γ Geminorum	1.9	A 0	6 33 37	+16 27 41
33	α Canis maioris (Sirius) .	-1.6	A 0	6 42 1	-16 37 4
34	ε Canis maioris	1.6	B 1	6 55 50	-28 52 28
35	δ Canis maioris	2.0	F8p	7 5 30	-26 16 46
36	η Canis maioris	2.4	B5p	7 21 17	-29 9 49
37	β Canis minoris	3.1	B 8	7 23 18	+ 8 26 1
38	α Geminorum (Castor) . .	2.0	A 0	7 30 4	+32 2 44
39	α Canis minoris (Procyon)	0.5	F 5	7 35 35	+ 5 24 30
40	β Geminorum	1.2	K 0	7 40 58	+28 11 57
41	ι Navis	2.9	F 5	8 4 31	-24 5 55
42	ε Hydrae	3.5	F 8	8 43 1	+ 6 40 49
43	α Hydrae (Alphard) . . .	2.2	K 2	9 24 6	- 8 21 0
44	ε Leonis	3.1	G0p	9 41 50	+24 6 7
45	" Leonis (Regulus)	1.3	B 8	10 4 36	+12 18 53
46	β Ursae maioris (Merah)	2.4	A 0	10 57 34	+56 45 48
47	α Ursae maioris (Dubhe)	2.0	K 0	10 59 22	+62 8 5
48	δ Leonis	2.6	A 3	11 10 20	+20 54 47
49	β Leonis (Denebola) . . .	2.2	A 2	11 45 26	+14 58 8
50	γ Ursae maioris (Plekda)	2.5	A 0	11 50 6	+54 5 22
51	γ Corvi	2.8	B 8	12 12 9	-17 8 52
52	β Corvi	2.8	G 5	12 30 39	-23 0 16
53	ε Ursae maioris (Alioth)	1.7	A0p	12 50 55	+56 20 42
54	ε Virginis	3.0	K 0	12 58 39	+11 20 25
55	ζ Ursae maioris (Mizar) .	2.4	A2p	13 21 4	+55 17 45
56	α Virginis	1.2	B 2	13 21 27	-10 47 29
57	η Ursae maioris	1.9	B 3	13 44 45	+49 40 2
58	η Bootis	2.8	G 0	13 51 18	+18 45 11
59	α Bootis (Arcturus) . . .	0.2	K 0	14 12 25	+19 33 5
60	γ Bootis	3.0	F 0	14 29 13	+38 37 5

A fényesebb fundamentális csillagok középhelyei 1929.0-ra.

Sorszám	A csillag neve	Fényrendje	Spektruma	Rekt. 1929.0	Dekl. 1929.0
				<i>h m s</i>	<i>o ' "</i>
61	ε Bootis	2.7	K0p	14 41 52	+ 27 22 22
62	α Librae	2.9	A3	14 46 57	- 15 44 52
63	β Ursae minoris (Kohab)	2.2	K5	14 50 54	+ 74 26 44
64	β Librae	2.7	B8	15 13 11	- 9 7 20
65	α Coronae borealis (Gemma)	2.3	A0	15 31 41	+ 26 57 9
66	α Serpentis	2.8	K0	15 40 46	+ 6 38 52
67	δ Scorpii	2.5	B0	15 56 8	- 22 25 16
68	β Scorpii	2.9	B1	16 1 18	- 19 36 45
69	δ Ophiuchi	3.0	Ma	16 10 37	- 3 30 46
70	η Draconis	2.9	G5	16 23 2	+ 61 40 29
71	α Scorpii (Antares) . . .	1.2	Map	16 25 3	- 26 16 34
72	β Herculis (Reticulus) . .	2.8	K0	16 27 10	+ 21 38 35
73	τ Scorpii	2.9	B0	16 31 28	- 28 4 13
74	ζ Ophiuchi	2.7	B0	16 33 15	- 10 25 29
75	ζ Herculis	3.0	G0	16 38 36	+ 31 43 49
76	η Ophiuchi	2.6	A2	17 6 18	- 15 38 19
77	α Herculis	változó	Mb	17 11 25	+ 14 28 12
78	β Draconis	3.0	G0	17 28 50	+ 52 21 12
79	α Ophiuchi	2.1	A5	17 31 38	+ 12 36 37
80	β Ophiuchi	2.9	K0	17 39 58	+ 4 35 44
81	γ Draconis	2.4	K5	17 54 57	+ 51 29 48
82	δ Sagittarii	2.8	K0	18 16 27	- 29 51 36
83	α Lyrae (Vega)	0.1	A0	18 34 32	+ 38 43 0
84	β Lyrae	változó	B2p	18 47 28	+ 33 16 45
85	σ Sagittarii	2.1	B3	18 50 52	- 26 23 12
86	ζ Aquilae	3.0	A0	19 2 9	+ 13 45 24
87	π Sagittarii	3.0	F2	19 5 33	- 21 8 17
88	β Cygni	3.2	K0p	19 27 51	+ 27 48 34
89	δ Cygni	3.0	A0	19 42 45	+ 44 57 24
90	γ Aquilae	2.8	K2	19 42 53	+ 10 26 21

A fényesebb fundamentális csillagok középhelyei 1929.0-ra.

Sorszám	A csillag neve	Fény- rendje	Spek- truma	Rekt. 1929.0	Dekl. 1929.0
				<i>h m s</i>	<i>° ' "</i>
91	α Aquilae (Athair)	0.9	A 5	19 47 19	+ 8 40 47
92	γ Cygni	2.3	F 8p	20 19 41	+40 1 43
93	α Cygni (Deneb)	1.3	A 2p	20 39 1	+45 1 33
94	ε Cygni	2.6	K 0	20 43 20	+33 42 12
95	α Cephei	2.6	A 5	21 16 53	+62 17 3
96	β Aquarii	3.1	G 0	21 27 49	- 5 53 4
97	ε Pegasi	2.5	K 0	21 40 42	+ 9 32 55
98	δ Capricorni	3.0	A 5	21 43 7	-16 27 1
99	α Aquarii	3.2	G 0	22 2 8	- 0 39 56
100	δ Cephei	változó	változó	22 26 32	+58 3 5
101	α Piscis australis	1.3	A 3	22 53 44	-29 59 56
102	β Pegasi	2.6	Ma	23 0 20	+27 41 50
103	α Pegasi (Markab)	2.6	A 0	23 1 13	+14 49 22
104	γ Cephei	3.4	K 0	23 36 25	+77 14 10
<i>Északi sarkcsillagok.</i>					
1	43 H. Cephei	4.5	K 0	0 58 42	+ 85 52 38
2	α Ursae minoris	2.1	F 8	1 36 20	+88 55 24
3	51 H. Cephei	5.3	Ma	7 7 52	+87 9 47
4	1 H. Draconis	4.6	K 2	9 27 7	+81 38 33
5	30 H. Camelopardalis	5.3	F 2	10 22 35	+82 55 16
6	ε Ursae minoris	4.4	G 5	16 53 11	+82 9 25
7	δ Ursae minoris	4.4	A 0	17 55 7	+86 36 49
8	λ Ursae minoris	6.6	Mb	18 48 0	+89 2 0
9	76 Draconis	5.7	A 0	20 47 50	+82 16 11

Látzó csillaghelyek 1929-re.

1929	α Andromedae	43 H. Cephei	β Andromedae	α Ursae minoris	α Arietis	α Persei	α Tauri
	0h 4m	0h 58m	1h 5m	1h	2h 3m	3h 19m	4h 31m
	s	s	s	m s	s	s	s
Jan. 0.	41.6	38.11	44.1	35 75.92	9.4	14.6	50.9
15.	41.4	33.62	43.8	58.94	9.3	14.3	50.8
30.	41.2	29.24	43.6	41.47	9.1	14.0	50.7
Febr. 14.	41.0	25.30	43.4	24.97	8.8	13.6	50.5
Márc. 1.	41.0	22.17	43.2	10.89	8.6	13.3	50.3
Márc. 16.	41.0	20.10	43.1	0.44	8.5	12.9	50.0
31.	41.1	19.27	43.1	34 54.46	8.4	12.6	49.8
Ápr. 15.	41.3	19.73	43.2	53.35	8.4	12.5	49.7
30.	41.6	21.43	43.5	57.08	8.6	12.5	49.5
Máj. 15.	42.0	24.21	43.8	35 5.21	8.8	12.7	49.5
Máj. 30.	42.5	27.83	44.2	17.06	9.1	12.9	49.7
Jún. 14.	43.0	32.05	44.7	31.74	9.6	13.4	49.9
29.	43.5	36.57	45.3	48.27	10.0	13.9	50.2
Júl. 14.	44.0	41.14	45.8	36 5.70	10.5	14.5	50.6
29.	44.5	45.50	46.4	23.04	11.0	15.2	51.0
Aug. 13.	44.9	49.43	46.9	39.46	11.5	15.9	51.4
28.	45.2	52.75	47.3	54.17	12.0	16.5	52.0
Szept. 12.	45.4	55.30	47.6	37 6.44	12.4	17.1	52.4
27.	45.5	56.95	47.7	15.72	12.7	17.7	52.9
Okt. 12.	45.5	57.64	48.0	21.47	12.9	18.2	53.3
Okt. 27.	45.5	57.22	48.1	23.26	13.1	18.6	53.7
Nov. 11.	45.4	55.76	48.1	20.65	13.2	18.9	54.0
26.	45.3	53.33	48.0	13.83	13.2	19.1	54.3
Dec. 11.	45.1	50.01	47.9	3.08	13.2	19.1	54.5
26.	44.9	46.03	47.7	36 49.03	13.1	19.1	54.6
δ 1929.0	+ 28° 41' 55"	+ 85° 52' 38"	+ 35° 14' 40"	+ 88° 55' 24"	+ 28° 7' 39"	+ 49° 36' 36"	+ 16° 22' 5"

Látzó csillaghelyek 1929-re.

1929	α Aurigae	α Canis maioris	51 H. Cephei	α Canis minoris	α Hydrae	1 H. Draconis	α Leonis
	5h 11 ^m	6h 42 ^m	7h	7h 35 ^m	9h 24 ^m	9h 27 ^m	10h 4 ^m
	s	s	m s	s	s	s	s
Jan. 0.	27.0	1.7	8 13.21	35.6	6.1	12.48	35.6
15.	27.0	1.8	14.81	35.9	6.5	14.34	36.0
30.	26.8	1.8	14.23	36.0	6.7	15.61	36.3
Febr. 14.	26.6	1.7	11.73	36.0	6.8	16.21	36.5
Márc. 1.	26.2	1.5	7.60	35.8	6.8	16.09	36.6
Márc. 16.	25.8	1.2	2.26	35.6	6.7	15.31	36.6
31.	25.5	0.9	7 56.28	35.4	6.6	14.01	36.5
Ápr. 15.	25.2	0.7	50.20	35.1	6.4	12.33	36.4
30.	25.0	0.4	44.60	34.9	6.2	10.45	36.2
Máj. 15.	25.0	0.3	39.92	34.8	6.0	8.52	36.0
Máj. 30.	25.0	0.2	36.55	34.7	5.8	6.74	35.9
Jún. 14.	25.3	0.2	34.71	34.6	5.7	5.21	35.7
29.	25.6	0.3	34.55	34.7	5.6	4.06	35.6
Júl. 14.	26.0	0.5	36.06	34.8	5.6	3.35	35.6
29.	26.6	0.7	39.15	35.0	5.6	3.11	35.6
Aug. 13.	27.2	1.0	43.73	35.3	5.7	3.38	35.7
28.	27.8	1.4	49.53	35.6	5.9	4.14	35.8
Szept. 12.	28.4	1.8	56.35	36.0	6.1	5.39	35.9
27.	29.1	2.3	8 3.87	36.4	6.4	7.08	36.2
Okt. 12.	29.7	2.7	11.80	36.8	6.8	9.15	36.5
Okt. 27.	30.2	3.1	19.76	37.3	7.2	11.53	36.9
Nov. 11.	30.7	3.5	27.39	37.7	7.7	14.14	37.4
26.	31.2	4.0	34.24	38.2	8.2	16.83	37.9
Dec. 11.	31.5	4.3	39.94	38.6	8.7	19.46	38.4
26.	31.7	4.5	44.07	39.0	9.1	21.88	38.9
δ 1929.0	+ 45 ^o 55' 39''	- 16 ^o 37' 6''	+ 87 ^o 9' 47''	+ 5 ^o 24' 30''	- 8 ^o 21' 0''	+ 81 ^o 38' 33''	+ 12 ^o 18' 53''

Látzó csillaghelyek 1929-re.

1929	α Ursae maioris	γ Ursae maioris	α Virginis	α Bootis	α Coronae borealis	ϵ Ursae minoris	α Hercu- lis
	10 ^h 59 ^m	11 ^h 50 ^m	13 ^h 21 ^m	14 ^h 12 ^m	15 ^h 31 ^m	16 ^h 52 ^m	17 ^h 11 ^m
	s	s	s	s	s	s	s
Jan. 0.	22.4	6.3	25.8	24.1	39.2	64.11	22.5
15.	23.2	7.0	26.3	24.6	39.7	65.23	22.8
30.	23.9	7.7	26.8	25.1	40.2	66.91	23.2
Febr. 14.	24.4	8.2	27.2	25.5	40.7	69.03	23.6
Márc. 1.	24.7	8.6	27.6	26.0	41.2	71.40	24.1
Márc. 16.	24.8	8.8	27.8	26.3	41.6	73.81	24.6
31.	24.7	8.8	28.1	26.6	42.0	76.07	25.0
Ápr. 15.	24.4	8.7	28.2	26.8	42.3	77.99	25.4
30.	24.1	8.5	28.3	26.9	42.5	79.43	25.8
Máj. 15.	23.6	8.2	28.3	26.9	42.7	80.32	26.1
Máj. 30.	23.1	7.9	28.2	26.9	42.8	80.58	26.3
Jún. 14.	22.6	7.5	28.1	26.9	42.8	80.16	26.5
29.	22.2	7.2	28.0	26.7	42.7	79.15	26.6
Júl. 14.	21.9	6.9	27.9	26.6	42.6	77.61	26.6
29.	21.6	6.6	27.7	26.4	42.4	75.62	26.5
Aug. 13.	21.5	6.4	27.5	26.2	42.2	73.27	26.3
23.	21.5	6.3	27.4	26.0	41.9	70.69	26.1
Szept. 12.	21.6	6.3	27.3	25.8	41.6	68.01	25.8
27.	21.9	6.4	27.2	25.7	41.4	65.36	25.6
Okt. 12.	22.4	6.6	27.3	25.6	41.2	62.89	25.3
Okt. 27.	22.9	7.0	27.4	25.6	41.1	60.71	25.1
Nov. 11.	23.6	7.5	27.7	25.7	41.1	58.98	25.0
26.	24.5	8.1	28.0	26.1	41.2	57.82	25.0
Dec. 11.	25.4	8.8	28.4	26.4	41.5	57.33	25.1
26.	26.3	9.6	28.9	26.9	41.8	57.52	25.3
δ 1929.0	+ 62° 8' 5"	+ 54° 5' 22"	- 10° 47' 29"	+ 19° 33' 5"	+ 26° 57' 9"	+ 82° 9' 25"	+ 14° 28' 12"

Látzó csillaghelyek 1929-re.

1929	δ Ursae minoris	α Lyrae	λ Ursae minoris	α Aquilae	α Cygni	α Cephei	α Pegasi
	17 ^h	18 ^h 34 ^m	18 ^h	19 ^h 47 ^m	20 ^h 38 ^m	21 ^h 16 ^m	23 ^h 1 ^m
	m s	s	m s	s	s	s	s
Jan. 0.	54 50.25	29.7	46 57.04	17.0	58.2	50.1	11.9
15.	51.12	29.9	55.16	17.1	58.2	49.9	11.8
30.	53.53	30.2	59.03	17.3	58.2	49.7	11.7
Febr. 14.	57.29	30.6	47 8.22	17.6	58.4	49.7	11.6
Márc. 1.	55 2.01	31.0	21.78	17.9	58.7	49.9	11.7
Márc. 16.	7.28	31.5	38.40	18.3	59.1	50.3	11.8
31.	12.61	32.0	56.47	18.7	59.5	50.9	12.0
Ápr. 15.	17.57	32.5	48 14.42	19.1	60.0	51.6	12.3
30.	21.72	33.0	30.69	19.6	60.6	52.4	12.7
Máj. 15.	24.76	33.4	43.99	20.1	61.2	53.2	13.1
Máj. 30.	26.50	33.8	53.35	20.5	61.7	53.9	13.6
Jún. 14.	26.80	34.1	58.11	20.8	62.1	54.6	14.1
29.	25.52	34.3	57.92	21.1	62.5	55.2	14.5
Júl. 14.	22.90	34.3	52.28	21.3	62.8	55.6	14.9
29.	19.06	34.3	42.13	21.5	63.0	55.8	15.3
Aug. 13.	14.16	34.1	27.78	21.5	63.0	55.9	15.6
28.	8.45	33.8	9.88	21.4	62.9	55.8	15.8
Szept. 12.	2.19	33.5	47 49.25	21.2	62.7	55.5	15.9
27.	54 55.71	33.1	26.81	21.0	62.4	55.1	15.9
Okt. 12.	49.28	32.7	3.61	20.8	62.0	54.5	15.8
Okt. 27.	43.25	32.4	46 40.78	20.6	61.6	53.9	15.8
Nov. 11.	37.94	32.1	19.53	20.4	61.2	53.3	15.6
26.	33.71	31.9	1.08	20.2	60.9	52.7	15.4
Dec. 11.	30.81	31.8	45 46.62	20.1	60.6	52.1	15.3
26.	29.44	31.8	37.10	20.1	60.4	51.6	15.1
δ 1929.0	+ 36° 35' 49''	+ 33° 43' 0''	+ 39° 2' 0''	+ 8° 40' 47''	+ 45° 1' 33''	+ 62° 17' 3''	+ 14° 49' 22''

KÜLÖNFÉLE CSILLAGÁSZATI ADATOK ÉS ÁLLANDÓK.

Nap :

Középtávolsága a Földtől	149 450 000 km
Egyenlítői horizontális parallaxisa középtávolságában	8".80
Látszólagos félátmérője középtávolsá- gában	15' 59".63
Tényleges átmérője	1,390.600 km
Átmérője a Földét egységül véve . .	109
Térfogata " " " "	1,297.000
Tömege " " " "	333 432 = 1.983×10^{33} gr
Sűrűsége " " " "	0.26
Sűrűsége a vizét " "	1.40
A szoláris állandó értéke (gramm- kaloria pro cm ² és pro perc) . . .	1.932
Évi kisugárzása	1.20 $\times 10^{41}$ erg
Abszolút fényessége	+ 4.85 ^m
Látszólagos vizuális fényessége . . .	- 26.72 ^m
Látszólagos fotografiai fényessége . .	- 25.93 ^m
Színindexe	+ 0.79 ^m
Színképe	G ₀
Forgásideje	25-27 nap
Egyenlítőjének hajlásszöge az eklipti- kához	7° 10'.5
A Nap m ozgásának célpontja (apexe) {	RA 18h 2m
} Dekl.	+ 34°
Mozgásának sebessége a szomszédos csillagokhoz	19.5 km/sec

Föld:

Félnagy tengelye } (Hayford 1910) . . . { $a = 6\,378\,388$ km
 Félkistengelye } $b = 6\,356\,909$ „

Lapultsága $\frac{a-b}{a} = \frac{1}{299,51} = 0,003\,343$

Felülete $510\,082\,000$ km²

Az egyenlítőn 1° hossza 111 307 m

A délkör negyedhossza 10 000 856 „

Egy meridiánfok az egyenlítőnél . . . 110 564 „

„ „ 45° szélességben 111 119 „

„ „ a pólusnál 111 680 „

Térfogata $1\,083 \times 10^9$ km³

Fajsúlya 5.52

Tömege $(5.974 \pm 0.005) 10^{27}$ gr

A nehézséggyorsulás a φ földrajzi szélességen, tengerszínen $g_0 = 978,049 (1 + 0.0053 \sin^2 \varphi)$ cm

A nehézséggyorsulás értéke a tengerszín felett M méter magasságban $g = g_0 - 0.000\,306 M$

A sziderikus év hossza 365 nap 6 ó 9 p 9' 5 mp = 365 256 360 nap

A tropikus év hossza . 365 „ 5 „ 48 „ 46.0 „ = 365 242 199 „

Az anomalisztikus év hossza 365 „ 6 „ 13 „ 53.0 „ = 365 259 641 „

A földpálya hossza 925 millió km

A földpálya excentricitása 0.0167

A Föld pályasebessége 29.8 km/sec

A csillagnap hossza középideőben . . 23 ó 56 p 4.091 mp

A középnap hossza csillagideőben . . 24 „ 3 „ 56.555 „

Hold:

Középtávolsága a Földtől 384 400 km = 60.27 földugár

Látszólagos átmérője közép-távolságában 31' 5" .2

Tényleges átmérője 3476 km = kb. 1/4 földátmérővel

Felülete a Földét egységül véve 0.0758 = kb. 1/14

Térfogata a Földét egységül véve	0.0203
Tömege " " " "	0.0123
Sűrűsége " " " "	0.610
Fényessége	- 12.55 ^m
Egyenlítőjének hajlása az ekliptikához	1° 31' 22"
Pályájának hajlása az ekliptikához	5° 8' 33"
Pályájának excentricitása . . .	0.0549
Napi közepes mozgása	13° 10' 35".0
Sziderikus keringési ideje (csillagtól u. a. csillagig)	27 nap 7 ó 43 p 11.5 mp = 27.321 661 nap
Tropikus keringési ideje (tavaszponttól tavaszpontig)	27 " 7 " 43 " 4.7 " = 27.321 582 "
Szinodikus keringési ideje (holdtöltétől holdtöltéig)	29 " 12 " 44 " 2.8 " = 29.530 588 "
Drákói keringési ideje (csomótól csomóig) . 27 " 5 " 5 " 35.8 " = 27.212 220 "	
Anomalisztikus keringési ideje (perigeumtól perigeumig)	27 " 13 " 18 " 33.1 " = 27.554 550 "
Forgási ideje = sziderikus keringési idejével.	
A Földről nézve 1"-nyi szögnek a holdkorong középső részein	1.83 km felel meg.

Egyéb állandók :

Általános precesszió	50".2564 + 0.000222 (t - 1900)
A nutáció állandója	9".21
Az aberráció állandója	20".47
A fény sebessége (Michelson 1926)	299 766 km/sec
A gravitáció állandója	6.673 × 10 ⁻⁸ cgs
A csillagászati egység	149 450 000 km

A csillagászati egység a fény sebességében	8.308 p
1 fényév kilométerekben . . .	9.463×10^{12} km (kerekén 9.5 billió km)
1 „ csillagászati egységben	6.331×10^4
1 „	0.3069 parszek
1 parszek	3.258 fényév = 3.084×10^{13} km
1 „	206 265 csillagászati egység

Hossz- és területmértékek.

1 földrajzi mérföld (az egyenlítői fok 15-ödrésze)	7420.4	m
1 tengeri mérföld (a meridiánfok 60-adrésze)	1852	„
1 angol mérföld	1609.35	„
1 „ yard (= 3 angol lábbal) . . .	0.91440	„
1 „ láb	0.30480	„
1 „ hüvelyk	0.02540	„
1 magyar mérföld	8353.6	„
1 orosz verst	1066.8	„
1 japán Ri	3910.0	„
1 bécsi (nálunk kataszteri) öl	1.89648	„
1 „ láb	0.31608	„ = (31.608 cm)
1 „ hüvelyk	0.02634	„ = (2.634 „)
1 „ vonal	0.00219	„ = (2.19 mm)
1 kataszteri négyszögöl	3.5966	m ²
1 „ hold = 1600 öl ³ = 0.5755 hektár = 0.005 755 km ²		

Fontosabb kezdőmeridiánok hosszúsága Greenwichől.

Berlin	= 13° 28' 42".0	= -0 ^h 53 ^m 34.8 ^s	Gr.-től keletre
Ferő	+17 33 42.5	= +1 10 09.1	„ nyugatra
Páris	= 9 20 13.5	= +0 9 20.9	„ keletre
Washington	+77 8 13	= +5 8 12.1	„ nyugatra
Budapest-svábhegyi csillagvizsgáló	-18 58 0.0	= -1 15 52.0	„ keletre

Főbolygók

A bolygó neve	Középtávolság a Naptól		Keringési idő	Pályasebesség középen km/sec	A tengelyforgás ideje
	csillag. egység- ben	millió km- ben			
Merkur....	0.387	58	88 nap	47.8	88 nap (?)
Venus.....	0.723	108	225 "	35.0	30 " (Ross)
Föld.....	1.000	149	1 év 0 "	29.8	236.56 p. 4.1 mp.
Mars.....	1.524	218	1 " 322 "	24.1	24 " 37 " 22.6 "
Jupiter....	5.203	778	11 " 315 "	13.1	9 " 50 " 30 "
Saturnus..	9.555	1429	29 " 167 "	9.6	10 " 14 " 24 "
Uranus....	19.218	2873	84 " 7 "	6.8	10 " 48 "
Neptunus..	30.110	4502	164 " 280 "	5.4	15.8 ó.

A bolygó neve	Átmérő		Lapultság	Tér- fogat	Tömeg	Közép- sűrűség
	a Föld átmérő- jében kifejezve	km-ben kifejezve				
Merkur.....	0.39	5.000	0	0.06	0.04	0.70
Venus.....	0.97	12.400	0	0.92	0.81	0.88
Föld.....	1.00	12.742	$1/296$	1.00	1.00	1.00
Mars.....	0.53	6.770	$1/192$	0.15	0.11	0.72
Jupiter.....	10.95	139.560	$1/15$	1312	316.94	0.24
Saturnus....	9.02	115.100	$1/10$	734	94.90	0.13
Uranus.....	4.00	51.000	$1/14$	64	14.66	0.23
Neptunus....	3.92	50.000	$1/14$	60	17.16	0.29
Neptunus....	3.92	50.000	$1/14$	60	17.16	0.29

A főbolygók holdjai.

A bolygók és holdjaik neve	Középtávolság a fő- bolygó középpontjától		Ke- ringés- idő napok- ban	Át- mérő km- ben	Fé- nyes- ség	A fel- fedés éve
	a fő- bolygó suga- rában	km-ben				
<i>Mars</i>						
1. Phobos	2.79	9.380	0.319	15?	11.0	1877
2. Deimos	6.96	23.460	1.262	8?	11.5	1877
<i>Jupiter</i>						
5. —	2.54	181.200	0.498	160?	13.0	1892
1. Io	5.91	421.200	1.769	3.730	5.5	1610
2. Europa	9.40	670.300	3.551	3.150	6.2	1610
3. Ganymedes . .	15.00	1,069.000	7.155	5.150	5.1	1610
4. Callisto	26.38	1,881.000	16.689	5.180	6.3	1610
6. —	160.6	11,450.000	250.68	130?	14.7	1904
7. —	164.6	11,730.000	260.07	40?	18	1905
8. —	330	23,500.000	738.9	25?	17	1908
9. —	338	24,100.000	745.0	25?	19	1914
<i>Saturnus</i>						
7. Mimas	3.11	186.000	0.942	595?	12.1	1789
6. Enceladus . . .	3.99	238.000	1.370	740?	11.7	1789
5. Tethys	4.94	295.000	1.888	1.200?	10.6	1684
4. Dione	6.33	377.000	2.737	1.450?	10.7	1684
2. Rhea	8.84	527.000	4.518	1.850?	10.0	1672
1. Titan	20.48	1,220.000	15.945	5.700?	8.3	1655
10. Themis	24.17	1,460.000	20.85	?	?	1900
8. Hiperion	24.82	1,480.000	21.28	500?	14.0	1848
3. Japetus	59.68	3,558.000	79.33	1.800?	10.9	1671
9. Phoebe	216.8	12,930.000	550.45	250?	14.5	1898
<i>Uranus</i>						
1. Ariel	7.35	191.700	2.520	900?	15.2	1851
2. Umbriel	10.2	267.000	4.144	700?	16.8	1851
3. Titania	16.8	438.000	8.706	1.700?	14.0	1787
4. Oberon	22.4	586.000	13.463	1.500?	14.2	1787
<i>Neptunus</i>						
1. —	14.1	354.000	5.877	5.000?	13.6	1846

FÜGGELÉK

A STELLA-ALMANACH CSILLAGÁSZATI TÁBLÁZATAIHOZ.

1. Napefemerisek. Az almanach 17—29 oldalai adják 0 óra világidőre (= greenwichi polgári éjjellel) a Nap geocentrumos egyenlítői koordinátáinak, a csillagidőnek és az időegyenletnek értékét az év minden napjára. E fogalmak értelmezését találjuk az 1925. évi almanach függelékének I. részében. Miként kell ezen adatokat más meridiánra és tetszőleges időpontra átszámítani, ezt a megelőző almanachok függelékei mutatják.

A napefemerisek rovatában találjuk továbbá a Nap keltének, delelésének és lenyugvásának középeurópai időben kifejezett idejét. Ezen adatok a svábhegyi csillagvizsgálóra (földrajzi szélessége: $+ 47^{\circ} 29' 58''$, Greenwich-től számított keleti hossza: $- 1^h 15^m 52^s$) vannak vonatkoztatva.

2. Holdfemerisek. Az almanach 30—41 oldalán találjuk a holdközéppont geocentrumos egyenlítői koordinátáinak az értékein kívül egyenlítői horizontális parallaxisának és geocentrumos félátmérőjének értékeit ugyancsak 0 óra világidőre vonatkoztatva. Ugyanezen oldalon a Hold keltének, delelésének és lenyugvásának középeurópai időben kifejezett idejét kapjuk Budapestre vonatkoztatva. Az adatok a Hold felső szélére érvényesek.

3. Bolygóefemerisek. Az almanach a 43—48 oldalán adja a nagy bolygók geocentrumos egyenlítői koordinátáinak, földtéli távolságuknak és látszó félátmérőiknek az értékeit, továbbá keltük, delelésük és lenyugvásuk idejét.

4. Bolygókonstellációk 1929-ben. A nagybolygóknak a Naphoz, a Holdhoz és egymáshoz viszonyított főbb helyzetét almanachunk 49—50 oldala adja.

5. Jupiter holdjainak helyzete 1929-ben. Jupiter négy régi holdjának az anyabolygóra vonatkoztatott helyzetét napról-napra mutatják az 51—60 oldalon levő rajzok az ezek fölött kitüntetett időkre.

A rajzokban Jupitert a középső kör jelenti. A bolygó régi négy holdját az 1, 2, 3 és 4-es számokkal jelzett pontok jelentik. A számok és a pontok sorrendje jelzik a holdak mozgásának irányát is. Ha a holdakat jelentő pontoktól balra van a szám, úgy ez annak a jele, hogy az illető jupiterhold a távcsőben balirányban mozog. Ha pedig valamely szám a holdakat jelentő pontoktól jobbra áll, az illető jupiterhold mozgása a távcsőben is jobbfelé irányult. A távcsőben balirányú mozgással bíró jupiterholdak közelebb vannak hozzánk, a jobbirányú mozgásúak pedig távolabbra állnak tőlünk magánál Jupiternél. Mikor Jupiternek valamely holdja az anyabolygó elé vagy mögéje kerül, eltűnik. Az első esetet a rajzok szélén álló üres körök, a másodikat a fekete körök jelzik. Az első esetben az illető holdak Jupiter korongja előtt átvonulóban vannak, a másodikban fogyatkozást szenvednek.

1929-ben Jupiter IV. holdja nem szenved fogyatkozást, csak I., II. és III. holdja. Fogyatkozásuk kezdetének, illetve végének időpontja adja a 61 oldalon levő táblázat. Ebben K betűvel jelöltük a fogyatkozás kezdetét, V-vel végét. E tünetmények közül csak azokat vettük fel a táblázatba, amelyek éjjeli órákra esnek, tehát tényleg megfigyelhetők. A 61 oldalon levő táblázatban január 1-én 21 ó 29'9 p III. K tehát így olvasandó: január 1-én Jupiter III. holdja fogyatkozásának kezdete 21 ó 29'9 p középeurópai időben.

6. Nap- és holdfogyatkozások 1929-ben. 1929-ben két napfogyatkozás áll be, holdfogyatkozás ellenben nem lesz. A két napfogyatkozás fontosabb elemeit almanachunk

62 oldalán találjuk. A nap- és holdfogyatkozások tünényének általános lefolyásáról az 1925. évi almanach 77—78 oldala számol be.

7. Fényesebb fundamentális csillagok középhelyei és látszóhelyei. Almanachunk 63—66 oldala adja 104 fényesebb fundamentális időcsillagnak és 9 sarkcsillagnak csillagrendjét, színképtípusát és 1929.0-ra vonatkoztatott középhelyét. Azok részére, akiknek a középhelyeknél pontosabb koordináta értékekre van szükségük, adunk 28 csillag látszóhelyét a 67—70 oldalakon.

8. Különféle csillagászati adatok és állandók. Az almanach 71—76 oldalain a Napnak, a Földnek, a Holdnak, a főbolygóknak és ezek holdjainak méret, távolság, sűrűség és egyéb jellemző adatait, továbbá a fontosabb csillagászati állandók értékeit, a használatosabb hossz- és területmértékeknek a méterrendszerrel való összefüggéseket adjuk. Az esetleg ismeretlennek tetsző fogalmak magyarázatát az e kötetben közölt csillagászati műszótárban találjuk.

III.

TUDOMÁNYOS ISMERTETŐ
KÖZLEMÉNYEK.

AZ ASZTRONÓMIA A TÖRTÉNETTUDOMÁNY SZOLGÁLATÁBAN.

Írta: MAHLER EDE.

Hogyan? — hangzik fel a kérdés — hát az asztronómia, az égitesteknek, azok jelenségeinek és mozgásainak a tana, szolgálhat-e valamikép a történettudománynak? Lehetséges, avagy elképzelhető-e az, hogy az asztronómia a történeti kutatásokhoz, vagy történeti ismereteink gazdagításához valamivel hozzájárulhat? A dolog mégis úgy áll! Hogy az esetleges tévedéseket és hamis fogalmakat már eleve eloszlassuk, ki kell emelnünk, hogy nem asztrológiai tudósítások azok, amelyek ennek az értekezésnek a tárgyát képezik, tehát nem irodalmi hagyományok, amelyek tudni vélik, hogy néha a történet színpadán fontos szerepet játszó férfiak sorsdöntő elhatározásoknál asztrológus tanácsát követték, kinek hivatása volt, hogy bizonyos bolygókonstellációkból kikutassák a végzet döntését. Tisztán *asztronómiai* jelenségek azok, amelyek itt tekintetbe jönnek és azt a célt szolgálják, hogy bizonyos irodalmi adatokra a történeti hitelesség bélyegét rányomják.

Természetes dolog, hogy bizonyos megörökített esemény csak akkor nyer történeti jelleget, ha meg tudjuk állapítani, hogy *hol* és *mikor* történt az illető esemény. Es csak azáltal válik valamely esemény történetivé, hogy időpontját meg tudjuk határozni, s így teljes biztossággal megmondhatjuk, hogy az illető esemény milyen helyet foglal el a lejátszódó tények sorozatában, tehát azt pontosan keltezni tudjuk, különben helye a mondák világában volna. És így

az a tudomány, mely megtanít bennünket a módszerekre, amelyek alapján egy eseményt időben lerögzíthetünk, amelynek segítségével tehát a kérdéses esemény történetivé válik, t. i. a *kronológia*, maga is a történettudomány egy hatalmas ága. És itt látszik legjobban, mily fontos szolgálatot tehet az asztronómia a történettudománynak, amennyiben az asztronómiának igénybe vétele nélkül némely fontos történeti esemény időpontját meghatározhatatlannak és így nem történetinek kellene nyilvánítanunk.

Ebben a tekintetben rendkívüli szolgálatot tettek az ókorból ránk maradt tudósítások a tényleges hold- és napfogyatkozásokról. Ezzel nemcsak az asztronómus nyert, amennyiben a fogyatkozások megkísérelt rekonstruálása a holdelmélet megjavításához lényegesen hozzájárult, de nyert vele sok történeti esemény kronológiája is, amennyiben a történeti eseményekkel kapcsolatos nap- és holdfogyatkozások rekonstruálása lehetővé tette, hogy az események időpontját pontosan meghatározhassuk és így az illető tudósításban fennmaradt eseményt történetivé tegyük. Minden assziriológusnak, minden egyiptológusnak és általában mindenkinek, aki a klasszikus ókor történetével és filológiájával foglalkozik, bőven van alkalmja ahhoz, hogy a tétel igazságáról meggyőződjék és azt megerősítse. Nem ritkán előfordul az az eset is, hogy az egymás után következő esetek láncolatában egy tag hiányozni látszik, mely csak úgy illeszthető be ismét harmónikusan, ha közelebbről figyelembe vesszük azokat a tudósításokat, amelyek egy-egy tényleges nap- vagy holdfogyatkozást az egyes történeti eseményekkel kapcsolatba hoznak. A hold- vagy napfogyatkozás matematikai megállapítása sokszor lehetővé teszi, hogy a vele kapcsolatos történeti esemény kronológiailag besorozható.

Az emberiség történetében általánosan ismert jelenség, hogy minden nép a Nap világító és melegítő erejében látta azt a mindenható hatalmat, mely mint termékenyítő és ébresztő erő a természetben megjelenik. Ha tehát nap-

fogyatkozás áll be, mely megfosztotta a Napot fényt és meleget kisugárzó erejétől, egész természetes, hogy az emberek szívét borzalommal töltötte el és rossz előjelnek magyarázták. Ugyanaz volt az eset a holdnál is. Hiszen a hold fázisai és pályája szolgáltak az egyes hónapok hosszának a meghatározásánál időszabályozóul és épen azért még azok a népek is a holdat figyelték, akiknél már nem a hold állott a megfigyelés középpontjában, hanem a Nap, mert a Napot választották az idő szabályozójául. Ha tehát holdfogyatkozás állt be, nem kerülhette az éber szemet és minthogy az ember ősidők óta azt hitte, hogy sorsa az égitestek hatalmának van alárendelve, így egész természetes volt, hogy nap- vagy holdfogyatkozásban szerencsétlenséget jósló előjelt láttak.

Ősrégi időktől ránk maradt tudósítások gyakran beszélnek ily rendkívüli természeti jelenségek okozta félelemről.

A konstantinápolyi múzeumban van egy ékírásos agyagtábla a Kr. e. VII. századból, melyen a következő felirat olvasható:

„Én Samassumúkin, a király, az isten fia, akinek istene Marduk, akinek istennője Zarpanit, rettegek; *ijedelemben vagyok és megrémültem a baljóslatú holdfogyatkozástól, amely a Sabatu hónap 15. napján bekövetkezett*, a rossz és gonosz jósjelektől, a semmi jót nem ígérő jelenségektől, amelyek palotámban és országomban jelenkeznek.“

Csodálatosképen ez az egyetlen holdfogyatkozás, mely a tulajdonképeni babiloni-asszír korszakból *pontos hó- és napdátummal* (Sabat hó 15. napja) reánk maradt és amely LEHMANN szerint¹ a Kr. e. 664. évi február hó 17-iki holdfogyatkozással azonosítandó. Elemei:²

¹ Zeitschrift für Assyriologie, XI., 110—116.

² Lásd: OPPOLZER, Canon der Finsternisse, 333. lap.

dátum: Kr. e. 664, február hó 17.

a legnagyobb fázis: 9^h5 (tehát részleges fogyatkozás)

a legnagyobb fázis ideje: 3^h 24^p d. u. (köz. polg. Gr. idő)

tartama: 182^p = 3^h 2^p.

LEHMANN, hogy kutatásait szigorúan kritikai alapokra fektesse, mindenesetre a Kr. e. 662. január 27. és a Kr. e. 653. január 18. holdfogyatkozásokat is felhozza; mindazonáltal mindenkinek, aki a dolgot szigorú tárgyilagossággal meg akarja ítélni, a Kr. e. 664. évi február 17-ike mellett kell állást foglalni,¹ már csak azért is, mert a Kr. e. 662. január 27. és így a Kr. e. 653. január 18. a Tebitu hó 14-ikének és nem a Sabatu 15-ikének felel meg.

Asurbanipal-nak, az asszírok híres királyának az évkönyveiben — akinek uralkodása (Kr. e. 668—626) minden tekintetben dicsőséges volt, de épenséggel elévülhetetlen érdemeket szerzett az asszír-babiloni irodalom fenntartása körül — hírt kapunk Teumman elamita király ellen vezetett hadjáratról. Teumman mint trónbitorló foglalta el Elam országát és kiutasította az országból elődeinek fiait és a hozzájuk tartozókat. Ezek Asurbanipal-nál találtak védelmet, amire Teumman kiadatásukat követelte, amit Asurbanipal vonakodott megtenni. Asurbanipal így nyilatkozik: „Istar-ra bízom magam, aki megvédett engem. Szája követelésére nem fordítottam figyelmet, sem adtam ki neki azokat a menekülteket. Teumman gonoszat gondolt, de Szin (= a Holdisten) rossz előjeleket küldött: *Tammuz hónapban holdfogyatkozást*. Korán, hajnalhasadásig elsötétedett (Szin = Hold) és mint ő (Szin), úgy elsötétült a lenyugvó Nap is, hogy ezzel jelezze az elami király uralkodásának végét és országa pusztulását.“ Ez a Kr. e. 663. augusztus hó 3-án beállott holdfogyatkozás, melynek elemei a következők:

dátum: Kr. e. 663. aug. 3.

a legnagyobb fázis: 20^h3 (tehát teljes)

¹ V. ö. LEHMANN, Zeitschr. f. Assyriologie, XI, 432. és MAHLER, Zeitschr. d. Deutsch. Morgenländ. Ges., Bd. LII, 233.

a legnagyobb fázis időpontja: 26 p éjfélt után (köz. polg. Gr. idő)
 a totalitás tartama: 100 p = 1^o 40^p
 a fogyatkozás össztartama: 222 p = 3^o 42^p.

és ez a fennmaradt tudósításnak: „Korán, hajnalhasadásig elsötétedett a Hold“ teljesen megfelel. Asurbanipal-nak előbb idézett tudósításában azonban nemcsak egy, Tammuz hónapban végbement holdfogyatkozásról van szó, hanem egy, Tammuz hónapban a késő délutáni órában beállott napfogyatkozás is („és mint ő — Szin = Hold — úgy elsötétült a lenyugvó Nap is“). Ez a Kr. e. 661. június hó 27-én beállott napfogyatkozás,¹ mely számunkra azért nagy fontosságú, mert filológiai-történeti kérdések mellett, melyek figyelmünket magukra vonják, felbukkannak naptári kérdések is, amelyek beható fejtegetést kívánnak. A Kr. e. 661. június hó 27-ike ugyanis a babiloni-asszír naptárban Sziván 29-ikének felel meg, míg az előbb említett Asurbanipal idejéből való szövegben Tammuz hónapról, azaz a Sziván-t követő hónapról van szó.

Ezek a megfontolások azonban ingatagokká válnak, ha tekintetbe vesszük, hogy napfogyatkozás mindig csak a Nap és a Hold között beálló valódi konjunkció idején következhet be; és minthogy ez a konjunkció a holdévben a ciklikus számítás mellett is mindig a hónap elejét tételezi föl, így világos, hogy egy, Sziván hó végén beálló konjunkció és így az azzal együtt beálló napfogyatkozás mint Tammuz-konjunkció, illetőleg Tammuzfogyatkozás magyarázható, vagy mint ilyen él az emlékezetben. Ilyen példákkal bőségesen rendelkezünk. GANS DÁVID-nak a zsidó számítás szerint az 5373. évben (ami megfelel a Kr. u. 1613. évnek) megírt és az 1743-ban Jesnitzben nyomtatott „Szepher nechmad vendim“ című munkájában a 67^B oldalon 3 nap- és 3 holdfogyatkozás van említve; ezek: az 1609. I. 20., az 1609. VII. 16. és az 1610. I. 9. holdfogyatko-

¹ Lásd OPOLZER, Canon der Finsternisse. Iconographie Blatt 26.

zások és az 1609. II. 4., az 1609. VII. 30. és az 1609. XII. 26. napfogyatkozások. Az utolsó napfogyatkozásra vonatkozólag ez áll benne: „a harmadik december 26-án, azaz Tebeth 1-én állott be“. Azonban az 1609. évben Tebeth 1 = december 27, vasárnap; december 26-ika pedig = Kislev 30 = Ros-chódes-Tebeth első napja, de semmiesetre sem Tebeth 1. De a december 26-án = Kislev 30-án beállott konjunkció az volt, mely az új hónap, azaz Tebethhónap elejét föltételezte, és azért említi a szerző, ki csak 4 évvel később fogott hozzá könyvének a megírásához, ezt a napfogyatkozást — mert a Tebeth hónaphoz tartozó konjunkció idejében beállott — mint Tebeth-fogyatkozást. Különben egész természetes, hogy egy népnél, mely naptárát a hold járása szerint szabályozza (és pedig akár ciklikus számítás, akár közvetlen megfigyelés által), a konjunkció nem számít az elmúló, de a következő új hónaphoz. A zsidóknál pl. beszélnek egy *Molad—Elul*-ról, tekintet nélkül arra, vajjon ez a ciklikus számítással megállapított középső konjunkció Ab-hónap utolsó napján, vagy Elul 1-én állott-e be. És így egyáltalán nem feltűnő, ha egy, a hold járásán alapuló naptár utolsó hónapnapján beálló napfogyatkozást — tekintettel az akkor végbement konjunkcióra a Nap és a Hold között, melyet biztosan az új hónaphoz számítottak — az új hónappal hozták összeköttetésbe.

Vannak bizonyítékaink arra is, hogy pl. azokat a fogyatkozásokat, amelyek a zsidó naptár Sziván hónapjának 29-én vagy Ab 28-án beállottak, a későbbi tudósítók, mint e hónapok „utolsó“ hónapnapján végbement eseményeket jegyezték fel, jöllehet mind a két hónap 30 napos. A „*Szefer jeszod ólam*“ című munkában (melyet az asztrológia és a naptáirodalom terén oly fontos szerepet játszó *Iczhak Hajiszaéli* szerkesztett meg a zsidó naptár 5070. évében = Kr. u. 1310-ben és nyomtatott a zsidó időszámítás 5537. évében = Kr. u. 1777-ben) a szerző (lásd 57^B oldalon) a teljes napfogyatkozásokat tárgyalja és

azt mondja: „ilyen napfogyatkozást Toledo-ban is megfigyeltek Sziván utolján, azaz a zsidó naptár 4999. évében“. Ez azonban a Kr. u. 1239. év június hó 3-án — a zsidó naptár 4999. Sziván 29-én beállott totális napfogyatkozás. Ugyanennek a könyvnek 70. oldalán azt mondja a szerző: „Most a valódi tényállás megerősítésére szavahihető tanut hozok fel, t. i. *Rabbi Icchak Szir-t*; ez arról értesít, hogy *Ab* hónap utolsó napján, azaz a zsidó naptár 5023. évében napfogyatkozás volt.“ Ez a Kr. u. 1263. augusztus 3-án — a zsidó naptár 5023. évében *Ab* 28-án, vasárnapon beállott napfogyatkozás.

És így felsorolhatnánk még egész sor ilyen példát; úgy hiszem azonban, hogy ennyi is elegendő. És ami lehetséges volt Kr. u. 1310-ben, ugyanaz lehetséges bizonyára a Kr. e. VII. században is. Ha tehát az Asurbanipal-szöveg értelmezése a király uralkodása alatt Tammuz hónapban beálló holdfogyatkozásra utal, melyet néhány év múlva a Tammuz-konjunkció idején beálló napfogyatkozásnak kellett követni, úgy ez csak a Kr. e. 663. aug. 3. holdfogyatkozással és a Kr. e. 661. június 27. napfogyatkozással azonosítható.

Mégis határozottan óvva kell intennem mindenkit e két fogyatkozásnak a holdelmélet vagy a naptár céljaira való felhasználásától. Erre a célra csak olyan fogyatkozások jöhetnek tekintetbe, amelyek kifejezetten mint ilyenek jegyeztettek fel és amelyekre nézve közelebbi körülmények ismeretesek, hogy ezek azonosítása egészen kétségtelen.

*

Most néhány olyan tudósításra irányítsuk figyelmünket, amelyek kétségtelen történeti értékűek. Így volt egy nagy napfogyatkozás, mely a médek és a lidiaiak a Halys-folyónál vívott küzdelmének véget vetett. Herodotos (I., 74) erről így értesít: „miközben ők (a lidiaiak és a médiaiak) a háborút eldöntetlenül folytatták, történt a VI. esztendőben, mialatt a hare folyamatban volt, hogy a nappal hirtelen éjjé változott“.

Ez a THALES által a ioniaiaknak kihirdetett híres napfogyatkozás, mely PLINIUS szerint (Hist. Nat. II. 9.) a 48. olympias 4. évében — melyet ő a város alapításától számított 170. évvel hoz kapcsolatba — következett be és amely eszerint a Kr. e. 585. május 28-ára beállott teljes napfogyatkozással volna azonosítható. Ez az azonosítás azonban mégsem talált mindenütt tetszésre és nincs is a Kr. e. 626. évtől 581-ig Kis-Ázsiában látható volt napfogyatkozás, melyet nem azonosítottak volna a THALES-éval. OLTMANNSt a Kr. e. 610. szept. 30-ikkal azonosította és IDELER¹ ezt a nézetet támogatta; DES VIGNOLES² ezt a Kr. e. 585. május 28-án beállott teljes napfogyatkozással azonosította, de voltak olyanok is, akik a Kr. e. 626. febr. 3-án történt napfogyatkozást vették itt tekintetbe. Minthogy azonban annak a napfogyatkozásnak, mely a médeknek és a lidiaiaknak a Halys-nál egymással harcban álló seregeit meglepte, oly jelentékenynek kellett lennie, hogy — amint HERODOT értesít — a nap azonos volt az éjszakával és azért tett oly hatalmas, félelmet keltő benyomást, hogy *Kyaxares* méd király és *Alyattes* lidiai király között dúló harc befejezését okozta, így ennek a napfogyatkozásnak mindenesetre totálisnak, vagy legalább is majdnem totálisnak kellett lennie, ami pedig — amint ezt az OPPOLZER-féle Syzygiai táblák segítségével és a GINZEL-féle empirikus korrekciók alapján keresztülvitt számítások tanítják — csak a Kr. e. 585. május 28-án beállott napfogyatkozás mellett volt lehetséges. Ennek az adatnak a helyessége mellett szól az a körülmény is, hogy a Kr. e. 631-től 563-ig terjedő időközben egyáltalán nem volt ezen kívül más napfogyatkozás, mely *Caesarea*-ban legalább 11 hüvelyket elért volna, amelynél tehát a napkorongnak legalább $\frac{1}{12}$ része lett volna sötét. Már OPPOLZER „Canon der Finsternisse“ című művében

¹ Handbuch der math. u. techn. Chronologie I. 209—210. és II. 166.

² Chronologie de l'hist. sainte. II. 245.

levő táblázat is mutatja, hogy az előbb említett időközben általában csak 9 napfogyatkozás jöhet tekintetbe Caesarea ($\lambda = 34^{\circ}5$, $\varphi = 38^{\circ}5$) számára; ezek pedig a következő évek napfogyatkozásai:

Kr. e. 610. IX. 30.; 608. II. 13.; 607. VII. 30.;
603. V. 18.; 597. VII. 9.; 587. XII. 14.;
585. V. 28.; 581. III. 16.; 579. VII. 20.

És ha e 9 napfogyatkozás mindegyikéhez a legnagyobb fázist keressük, mely a Halys mellett fekvő Caesarea számára tekintetbe jöhetne, így a következő megállapításokhoz jutunk.¹

A napfogyatkozás dátuma	A legnagyobb fázis Caesarea számára	A nap óraszöge a legnagyobb fázis idejében
Kr. e. 610. IX. 30.	8·11 hüvelyk	315°25
608. II. 13.	8·75	54·28
607. VII. 30.	7·08	327·68
603. V. 18.	6·63	310·14
597. VII. 9.	8·18	259·20
587. XII. 14.	7·85	1·60
585. V. 28.	11·87	95·17
581. III. 16.	6·75	301·93
579. VII. 20.	5·87	39·63

Tehát a Kr. e. 585. évi május hó 28-án beállott teljes napfogyatkozás a tekintetbe vehető időben az egyetlen, melynek legnagyobb fázisa Caesarea számára közel 12 hüvelyk volt és amelynek központi görbéje a Halys-t $1/2^{\circ}$ -ra megközelítette és ezért HERODOTOS reánk maradt tudósításaival teljesen megegyezhet. És így a fentemlített

¹ V. Ö. MAHLER, Untersuchung einer im Buche „Nahum“ auf den Untergang Ninive's bezogenen Finsternis. Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wiss. Wien, Bd. XCIII., II. Abt. März-Heft. Jahrg. 1886.

PLINIUS-féle tudósítás, mely szerint a caesareai teljes napfogyatkozás a 48. olympiád 4. évében (= 170 a. u. c.) állott be, lehetővé teszi az olympiádok kezdetének pontos meghatározását.

De vannak olyan tudósok is, akik — mint azt pl. a „Commentar zum Alten Testament“ című munkájában KEIL is tette — azon a véleményen voltak, hogy miután a Kr. e. 610. évi szept. 30. napfogyatkozás újabb asztrolómiai eredmények folytán a Halys melletti napfogyatkozással nem azonosítható, ez csak a Kr. e. 622. május 18. napfogyatkozással lehet azonos. Mindazonáltal ez a feltevés föltétlenül elvetendő, mert a Kr. e. 622. május 18. napfogyatkozás a Halys mellett egyáltalán nem volt látható.

*

Történeti szempontból fontosak a TUKYDIDES által (Tuk. II., 18. és Tuk. IV., 52.) említett napfogyatkozások, melyek közül az egyik a *peloponnesosi háború* első évében volt, a másik pedig e háború nyolcadik esztendejében. Az egyik a Kr. e. 431. aug. 3. gyűrűs napfogyatkozás, a másik a Kr. e. 424. március 21-én beállott gyűrűs napfogyatkozás.

Különösen nevezetesek: a *Herodes-féle* napfogyatkozás (*Josephus* ant. XVII., 6., 4.) és a *nicaeai* napfogyatkozás (*Eusebios* 614., 7.), mert ezek által támpontokat véltek kapni *Krisztus születés- és halálévének a közelebbi meghatározásához*. És nem is alaptalanul. Mert, amint *Josephus* értesít, Herodes utolsó betegségének idejében fölkelés tört ki, melyet az írástudó MATHIÁS vezetett; Herodes a bűnösöket megégettette, ugyanaz éjszaka pedig holdfogyatkozás volt. Már PATAVIUS és KEPLER ezt a holdfogyatkozást a Kr. e. 4. (750 a. u. c.) március 13-ikivel azonosították és KEPLER ebből arra következtetett, hogy Krisztus születése a város alapításától számított 748. év végére helyezendő. Azóta alig van kronológus,

aki nem kísérelte volna meg e kérdés megoldását. IDELER¹ ezzel kimerítően foglalkozik, utoljára GINZEL² is, ez utóbbi mindazonáltal csak annyira, amint ez az asztronómia álláspontjából lehetséges, de elég alaposan ahhoz, hogy a történetkutató számára is elegendő anyagot nyújtson kutatásaihoz.

*

Hogy mily fontos lehet a történeti kutatás számára egy, ránk maradt napfogyatkozás. mutatja a „*Puransagale*“ eponymátusa alatt Asur városában egy lázadás idején beállott napfogyatkozás, melyre vonatkozólag az ékirásos tudósítás így hangzik:³ „*ina arah Simani šamšu atalā istakan*“ = „Sziván hónapban napfogyatkozás volt“. Sokáig homályban volt Asszíria és így más mezopotámiai népek története, mert még az ékirás megfejtése és Mezopotámia történeti eseményeit tárgyaló belföldi források felhasználása után is még teljes bizonytalanság uralkodott abban a sorozatban, melyben az egyes események lejátszódtak, vagy amelyben az egyes királyok egymást követték. Végre az archaeologusok ásója egy agyagtáblát hozott napfényre, melyen az évenként újév napján hivatalba lépő eponymosok nevei voltak följegyezve; majd rábukkantak egy másik táblára is, amelyen e méltóság viselőinek nevei mellett fel vannak tüntetve a legfontosabb események is. És így vették észre, hogy ebben az eponymos-kimutatásban „*Puransagale*“ mint „*Mannukiasurli*“ 54. elődje jelenik meg, mely utóbbi az eponymosi tisztséget Szárgon asszír király uralkodásának 13. évében viselte. És mivel Szárgon uralkodási idejét más forrásokból már ismerték, bizonyos volt, hogy Mannukiasurli a Kr. e. 709. év Niszan 1-én (azaz a polgári év újévnapján), és *Puransagale* eszerint a Kr. e. 763. év Niszan 1-én foglalta el hivatalát. És ez a feltevés teljes

¹ Handbuch d. mathem. u. techn. Chronologie. II. 391—410.

² Spezieller Canon der Sonnen- u. Mondfinsternisse.

³ V. ö. RAWLINSON, The Cuneiform Inscriptions of Western Asia II., p. 52. — DELITZSCH, Assyr. Lesestücke, II. Aufl. p. 93.

beigazolást nyert Puransagale neve mellett talált bejegyzés alapján: „ina arah Simani šamšu atalâ ištakan“, mert a Kr. e. 763. év június 15-én tényleg totális napfogyatkozás volt, mely Ninivében 11.6 hüvelyket tett ki, tehát csaknem teljes volt és Asszíriának Ninivétől északra fekvő vidékein teljes volt. És mivel azonkívül az asszír naptár Szimanu hónapja a tavasszal kezdődő asszír polgári év 3. hónapja, tehát csak logikus, hogy az eponymos-kánonban Puransagale neve mellett feltüntetett napfogyatkozást a Kr. e. 763. június 15-ikével azonosították.

OPPERT¹ mindazonáltal azt állítja, hogy az eponym-kánon Kr. e. 792—745 között, azaz 46 éven át meg van szakítva. Hogy tehát Puransagale eponymatusának idejét megkapjuk, OPPERT nézete szerint szükséges volna a 709 számhoz nem 54-et, de $54 + 46 = 100$ -at hozzáadni; így nyerték OPPERT szerint a Kr. e. 809. évszámot és nem a Kr. e. 763-at, mint Puransagale hivatali évet.

Ha azonban az asszíroknak ú. n. közigazgatási listáit közelebb vesszük szemügyre, úgy mindenesetre nagyon feltűnő, hogy a 95 évi időközben, melyre az eponymok listája kiterjed, csak Puransagale eponymatusa mellett olvashatunk ily megjegyzést: „ina arah Simani šamšu atalâ ištakan“, jöllehet ebben az időközben biztosan más években is voltak napfogyatkozások, amelyek Asszíriában láthatók voltak. Ez mindenesetre feltűnő és biztosan alapja is van. A legtermészetesebb alapja bizonyára az, hogy a Puransagale eponymatusának idejében észlelt napfogyatkozás Asszíriára nézve igen nagy volt, tehát legalább közel kellett állnia a *totális* napfogyatkozáshoz, míg a többi, az említett 95 évi időközben Asszíria területén észlelt napfogyatkozások oly pánikot okozó benyomást nem kelthettek, mely okot szolgáltatott volna arra, hogy az eseményt a közigazgatási táblákba közelebről is megjelöljék. Ilyen

¹ Comptes Rendus de l'Académie des Inscriptions, séance du 26 août 1898.

napfogyatkozás a tekintetbe jövő időközben csak a Kr. e. 763. év június 15-én beállott totális napfogyatkozás volt; az — amint már megjegyeztem — Ninive számára majdnem teljes és Asszíriának Ninivétől északra fekvő részein épenséggel totális volt, míg a Kr. e. 809. június 13-án észlelt napfogyatkozás — minthogy gyűrűs volt — magában véve már kevésbé volt feltűnő és ezenkívül Ninivében csak 10 hüvelykre terjedt; központi zónájának déli határa 6 szélességi foknyira volt távol Ninivétől.

Puransagale eponymosi éve eszerint a Kr. e. 763. év Niszan hó 1-vel vette kezdetét és ennek megfelelőleg az összes, a listában felsorolt éveket kronológiailag meghatározták, ami által az asszír történet egyik lényeges része tiszta világításba került.

*

Ez a néhány itt felsorolt példa — úgy vélem — elegendő, hogy felismerjük azt a nagy értéket, melyet a történeti eseményekkel kapcsolatos tudósítások a beállott nap- és holdfogyatkozásokról magukban rejtenek.

De nemcsak a nap- és holdfogyatkozások, de más csillagászati jelenségek is lehetnek igen fontosak a történettudományban, különösen akkor, ha egész korszak kronológiai meghatározásáról van szó. Itt különösen bizonyos eseményekkel kapcsolatban följegyzett *Szóthisz-adatok* (azaz a Szírius = Szóthis-csillagnak hó és nap szerint datált heliakus felkeléseit) tudták kiválóan értékesíteni, kivált oly esetekben, amikor egyúttal a hold kora is (= megfelelő holdfázis) meg van jelölve. Ez a segédeszköz az utóbbi időben kiválóan bevált az ókori egyiptomiak kronológiájának rekonstruálásánál, ahol ez meglepő eredményekre vezetett. BRUGSCH volt az, ki e segédeszközre felhívta az egyiptológusok figyelmét és ez értekezés írója az, aki — ezt a felhívást követve — az egyiptomi történet egyes kiemelkedőbb korszakát kronológiailag megállapítani megkísérelte.

A Nilus áradása az egyiptomiaknak mint földművelő népnek szempontjából nagy fontosságú volt és így természetes volt, hogy a nilusáradások kezdetét fokozottan figyelték. És nem keríthette el vizsgálódó szemüket, hogy az a nap, amikor a Nilus áradása megkezdődött, azonos a Szíriusz heliakus fölkelésének napjával. Így ez a nap aztán egy új időkörnek az ú. n. szíriuszi évnek kiindulási pontul szolgált; ez azonban — amint a gondos megfigyelés tanítja — nem állott 365 napból (12 harmincnapos hónapból + 5 toldaléknappból), mint az egyiptomi polgári év, de $365\frac{1}{4}$ napból. Gondos megfigyelésük arra a meggyőződésre vezette őket, hogy, ha a Szíriusz-év újévnapja (tehát a Szíriusz heliakus fölkelésének a napja) egyszer a 365 napot számláló polgári év X-ik napjára esett, ugyanaz történt még további 3 éven át (egészben véve tehát 4 egymást követő évben), 4 év múlva azonban ez már többé nem esett az X-ik, hanem az $(X + 1)$ -ik napra, 2-szer 4, azaz 8 év múlva az $(X + 2)$ -ik napra, 3-szor 4 = 12 év múlva a polgári év $(X + 3)$ -ik napjára stb. És ha egyszer a Szíriusz heliakus fölkelése (azaz a Szíriusz-év újévnapja) a polgári év újévnapjára esett, úgy ez az esemény nagy ünnepekre szolgáltatott alkalmat; ezek voltak egy új időszak, az ú. n. Szíriusz- vagy Szothisz-korszak kezdetének az ünnepei. És minthogy az egyiptomi emlékek intenzív tanulmányozása alkalmával több olyan értesítésre bukkantak, amelyek valamely történeti esemény följegyzésével kapcsolatban tudósítást tartalmaztak a Szíriusz-nak egy határozott egyiptomi naptárnaphoz fűződő heliakus fölkeléséről, így ez a kérdés merült fel: Kr. e. melyik évben volt olyan ünnep, mely egy új Szothisz-korszak kezdetéül szolgált és mely módszerek segítségével találhatjuk meg az egyiptomi naptárnap egy adatához a Szíriusz heliakus fölkelése részére a Július-féle naptár megfelelő dátumát?

OPPOLZER-é, a tudomány nagy kárára nagyon korán elhunyt bécsi asztronómusé az érdem, hogy ezekre a kér-

désekre komoly és alapos asztronómiai kutatások alapján megfelelt. Ő a következő eredményekhez jutott:¹

Minden Szíriusz-év és így minden Szothisz-periódus kezdete mint direkt megfigyelési eredmény tekintendő. Déli vidékeken a Szíriuszt általában korábban, északi vidékeken későbbben látják fölkelni m. p. ez a változás minden szélességi fok számára körülbelül egy napot tesz ki. Valószínűleg ennek a megfigyelésével a heliopolisi papi kollégium volt megbízva. És így egy-egy Szothisz-periódus kezdete számára a következő évek jönnek tekintetbe, azaz az asztronómiai számítás alapján csak a következő években lehetett a polgári év újévnapiján a Szíriusz heliakus fölkelését először megfigyelni: Kr. e. 4236., 2776. és 1318.; Kr. u. 139. és 1591. OPPOLZER egyúttal megadja azokat a formulákat is, amelyek segítségével bármely szóbanforgó év számára a Szíriusz heliakus fölkelésének a Július-féle dátumát ki lehet számítani. És ezek az asztronómiai számításokon nyugvó eredmények fényes beigazolást nyernek az ú. n. kanopuszi dekrétum által. Ebben a dekrétumban, mely Ptolemaeus Euergetes király uralkodásának 9. évében, tehát a Kr. e. 238. évben jelent meg, a király elrendeli, hogy az ünnepi naptárban a Szíriusz heliakus fölkelésének a napja, mely ez alkalommal *Payni* hó 1-je (tehát a polgári naptár 271. napja), ezentúl újévnapként szolgáljon. Ebből következik aztán, hogy a Kr. e. 1318. év tényleg olyan volt, melyben — amint ezt OPPOLZER számításai is mutatják — a Szíriusz heliakus fölkelése először esett a polgári naptár újévnapijára, amely évben tehát a Szothisz-korszak megújulása következett be.

Ha tehát egy történeti esemény az egyiptomi naptár oly dátumával kapcsolatos, amikor a Szíriusz heliakus fölkelése bekövetkezett, úgy az illető történeti eseményt 4 évi megközelítő pontossággal kronológiailag meg lehetett

¹ Lásd: OPPOLZER, Die Länge des Siriusjahres u. der Sothisperiode. Sitzungsber. d. kais. Akademie d. Wiss. Wien. Bd. XC. Nov.-füzet, 1884.

határozni. Ha aztán ehhez még holdadatok is hozzájárulnak, mint ez pl. III. Thutmózis tudósításaiban történik,¹ akkor elegendő segédeszköz áll rendelkezésünkre ahhoz, hogy az illető történeti esemény idejét teljes biztossággal megállapítsuk. Így III. Thutmózisra vonatkozólag uralkodása idejéből való egy adat, mely szerint a Szíriusz heliakus fölkelésének ünnepe Epiphi hó 28-ára esett; tudjuk továbbá azt is, hogy III. Thutmózis Páchon hó 4-én lépett trónra és hogy uralkodása 23. évének Páchon 21-ike, valamint uralkodása 24. évének Mechir 30-ika „*háru en hib enti paut*“ volt, tehát a valódi konjunkció napja. És így megállapítottuk, hogy III. Thutmózis a Kr. e. 1503. év Páchon 4-én lépett trónra. Hasonló elveken nyugszanak II. és III. Ramszesz királyok uralkodási idejének a megállapításai, azután I. Amenophis, valamint a XII. din. királyai uralkodási éveinek a pontos meghatározása is.²

E tények megállapításával támpontokat nyertek a babiloni és asszír királyok kronológiájának a fixrozásához, akiknek synchronismusa az egyiptomi királyokkal az El-Amarnában talált ékirásos táblácskák által biztosítottnak látszott; és hasonló alapon sikerült megállapítani az ókori *Mitanni*-birodalom, valamint *Chati*-birodalom több királyainak uralkodási idejét.³

*

Mindenesetre minden itt felsorolt esetekben bizonyos kritériumokra kell tekintettel lenni, melyek nélkül a felmerülő kérdéseknek tudományos alapon való tárgyalása lehetetlen. A kronológiai-történeti kutatás is bizonyos tudományos módszereken nyugszik, amelyeket sohasem szabad figyelmen kívül hagynunk.⁴

¹ V. ö. MAHLER, Thutmosis III. Zeitschr. f. ägypt. Sprache 1889.

² MAHLER, Das mittlere Reich der ägypt. Geschichte. Zeitschr. f. ägypt. Spr. XL. köt.

³ Zur Chronologie der El-Amarna Zeit. Scripta Universitatis Hierosolymitanarum. 1923.

⁴ Lásd: MAHLER, a kronológiai kutatás tudományos módszereiről. Tört. Szemle. 1928.

A NAPTÁRREFORM.¹

Írta: DR. KÖVESLIGETHY RADÓ.

Naptárunk, amelynek rendeltetése, hogy a polgári élet céljaira az időnek határozott periódusokba való módszeres beosztását adja s bármely időre kijelölje a munka-, pihenő- és ünnepnapokat, a piramisépítő pharaók idejében született. Bölcsője a nagy piramisok és a szfinksz táján ringott és hozzánk Julius Caesartól reáöltött római köntösbe öltöztetve jutott el, melynek eddig véglegesnek mondott szabását XIII. Gergely pápa immár negyedfélszázaddal ezelőtt módosította.

A római élet kezdetlegességét eléggé jellemzi, hogy a város alapítása után még az V. század közepéig napszakokul csak napkeltét és -nyugtát különböztettek meg, valamint a delet, melyet a Nap jelzett, mikor a Forumon a rostra-szószék és a graecostasis, a görög és idegen követek páholya között megjelent. Továbbá, hogy a számolás technikáját a zseniális arabs-indus számrendszer helyett tökéletlen, roppant agymunkát követelő latin számrendszer, vagy csak a gyermekes számoló-deszka, az abacus szolgálta.

De a Gergely-féle reform óta óriási a haladás. Megsokasodtak és majdnem a tökéletességig fejlődtek a gazdasági élet segédeszközei, a termelési módszerek, a kereskedelem-technikai berendezések; a forgalom, hitelélet nemzetközibbé, interkontinentálissá vált; a munkaidőmegállapítás, munkásvédelem új feladatokat szab. Új tudományok keletkeztek, melyek az ipart, a forgalmat, a kereskedelmet érdeklik s köztük olyanok is, mint pl. az alkalmazott fiziológia és a statisztika, mely nekik parancsolólag irányt jelöl ki.

A térbeli és hatásköri terjeszkedéssel karöltve járt az időbeli lebonyolítás gyorsulása is, és csak logikus, hogy végre naptárunk is alkalmazkodjék a mai élethez.

¹ Szerzőnek a Magyar Cobden-Szövetségben 1928 november hó 20-án tartott előadása. Forrásai a szövegben felsoroltak és az Encycl. Brit. XI. kiadása.

Fogyatékoságai, különösen mozgó ünnepeinknek tág határok között való eltolódása mindinkább kiütköztek, úgy, hogy a század eleje óta sűrű egymásutánban indultak meg mozgalmak egy korszerű módosítás érdekében. Ilyen az 1900-iki eisenachi evangélikus konferencia, a kereskedelmi kamarák és a kereskedelmi és ipari szövetségek állandó nemzetközi bizottságának 1910- és 1914-iki londoni és párizsi kongresszusa, a lüttichi ipari tőzsde kezdeményezésére egybehívott 1914-iki lüttichi kongresszus, az 1919-iki nemzetközi csillagászati Unió kongresszusa, amely a kérdés tanulmányozására külön albizottságot küldött ki MERCIER mechelni bíborosérsek elnöksége alatt. Ugyanezen Uniónak 1922-iki római, utána a geodéziai és geofizikai nemzetközi Unió meteorológiai osztályának 1924-iki madridi ülésén döntöttek a módosítás mellett, majd a nemzetközi Kereskedelmi Kamara 1921-, 1923- és 1925-ben Londonban, Rómában és Bruxellesben tartott kongresszusa a reform és a Húsvét rögzítése érdekében hozott határozati javaslatát a Szentszékhez és a Népszövetséghez is eljuttatta.

Az 1913-iki római földrajzi kongresszus alkalmával, valamint az Akadémiák Nemzetközi Szövetségének 1914-iki szentpétervári közgyűlésekor magam is részt vettem a kérdéssel foglalkozó bizottsági üléseken.

Most már a Népszövetség hivatalosan is érdeklődött a probléma iránt és egyik bizottsága, a „Commission consultative et technique des communications et du transit“ (forgalmi és átmeneti forgalmi ügyek tanácskozó és technikai bizottsága) az 1923-iki nyárutói üléséből egy albizottságot küldött ki (Comité spécial d'étude de la réforme du Calendrier) abban a meggyőződésben, hogy a gazdasági élet és a nemzetközi kereskedelem és forgalom csak nyerhet, ha naptárunk gyógyítható gyengéi alapos, egységes és racionális tanulmány tárgyává tételnek.

A Bizottságnak a Népszövetség által kiküldött tagjai: JONKHEER W. J. M. van EYSINGA, a leydeni egyetemen a nemzetközi jog professzora;

G. BIGOURDAN, a Francia Tudományos Akadémia és a párizsi Bureau des Longitudes (Csillagászati Számoló-Intézet) tagja, aki a nemzetközi csillagászati Unió naptár-bizottságának is elnöke volt;

WILLIS H. BOOTH, a nemzetközi Kereskedelmi Kamara volt elnöke;

Rev. P. GIANFRANCESCHI, a pápai Tudományos Akadémia (Accademia dei nuovi Lincei) elnöke, a Szentszék képviselőjében;

Rev. T. E. R. PHILLIPS, a londoni Royal Astronomical Society titkára, akit a canterburyi érsek jelölt ki, és

D. EGINITIS professzor, az athéni csillagvizsgáló igazgatója, mint az oekumenikus patriarcha delegátusa.

BIGOURDAN-nal és EGINITIS-szel éveken át együtt működtem egy nemzetközi associatio kebelében és 1926 elején Genfben alkalmam volt megismerkedni MOZES COTSWORTH-szal, aki mint az összes naptárrendszereknek talán legkitűnőbb kutatója és ismerője, a Népszövetség mellett a naptári ügyek előadója volt.

A Bizottság mindenekelőtt meggyőződött arról, hogy sem a Gergely-féle naptár módosításának, sem a Húsvét rögzítésének *nincs egyház-dogmatikai tiltó akadálya*. A Szentszék valóban már 1924 márciusában kijelentette, hogy a Húsvét rögzítésének nincs dogmatikai nehézsége, mégis az Egyháznak sok századon át szentesített szokása csak akkor volna módosítható, ha ez a közéletben kimutatható előnnyel járna. Még ez esetben is a legközelebbi oekumenikus zsinat véleménye volna előzőleg meghallgandó. A Bizottság is vallja, hogy az érdekelt egyházi hatóságok beleegyezése nélkül módosítás nem képzelhető.

A Bizottság 1924 májusától 1926 júniusáig három ülést tartott és a legnagyobb gonddal és körültekintéssel szerkesztett véleményes jelentését (Rapport relatif à la réforme du Calendrier; le 17 août 1926, Genève 1926) az 1926. év nyarán terjesztette a Népszövetség elé.

A Bizottság külön foglalkozik a Gergely-féle naptár

módosításával és külön a mozgó ünnepek rögzítésével. A tanulmány anyagát szolgáltatták a Népszövetség Főtítkárának körleveleire a tag-államok kormányai, egyházi és iskolai hatóságok, nemzetközi szervezetek, közlekedési és forgalmi vállalatok, ipar- és kereskedelmi kamarák, törvényhatóságok, sport- és turista-szövetségek stb. részéről beérkezett válaszok. Természetesen Magyarország kormánya, több egyházi és más testület is hallatta szavát. A Bizottság meghallgatta azonkívül a zürichi Dr. KELLER ADOLF-ot is, akit 82 protestáns és reformált egyház (Debrecen, Budapest is) megbízott képviselőjével és szóhoz juttatta a magyar unitárius egyházat is. Meghallgatta továbbá a francia, brit, osztrák, svájci és északamerikai nagy zsidó egyházközségek képviselőit és LUCIEN WOLF-ot, a londoni JEWISH JOINT Foreign Committee titkárát és delegátusát. Alkalom adatott végül más nemkeresztény egyházaknak is, hogy a kérdéshez hozzászóljanak.

A mai naptárunk.

Az idő természetes szakaszai, amelyek adva vannak és amelyeken változtatni nem lehet, a nap-nap, a holdhó, a nap-év és ennek négy sarkköve: a tavaszi és őszi napéjegyenlőség (aequinoctium) és a téli és nyári napforduló (solstitium).

Konvencionális, tehát módosítható időszakok az óra, a hét és a polgári hónap. Valamennyi rendkívül elterjedt és eredetük teljes homályba vész.

A nap-nap, jobb hangzással a solaris nap, a Nap két egymásután látható delelésének időköze. Szigorúan véve nem is egyenletes mértéke az időnek, de a polgári nap, melyet a csillagászoktól bevezetett eszményi, közép Nap szabályoz, állandó. Kezdetét már az egyiptomiak éjfélre tették és 24 órára osztották és HIPPARCHOS, az ókor legnagyobb csillagásza már a Kr. előtti II. században a leghelyesebb és ma legmodernebb módon éjféltől éjfélig, 0 órától 24 óráig olvasta.

Más népek a nap kezdetét napkeltére vagy nyugtára tették és a nappalt is, az éjjelt is külön-külön 12 órára osztották. Ez esetben az órák hossza általában az évszakokkal és a hely földrajzi szélességével változik.

A hét különösen a keleti népeknél ősrégi időegység. Semmiféle égitest mozgásával nem függ össze, a Holdéval sem. Az égi mozgásoktól való függetlensége magyarázhatja talán, hogy változatlanul ennyire elterjedve található.

Mózes Genezise már említi, talán Peru őslakossága is ismerte, de rendszeren mégis a hét bolygóból származtatják, amelyek sorrendje egyiptomi felfogás szerint kívülről befelé a következő: Saturnus, Jupiter, Mars, Nap, Venus, Mercur, Hold. Uralkodó bolygónak nevezték azt, amely a nap első órájára esett, és e bolygóról nevezték el a napot is. Dio CASSIUS szerint az egyiptomi hét szombattal kezdődött, latinul dies Saturni. Első órájára Saturnus jutott, másodikra Jupiter s. i. t. A ciklus befejezésével Saturnus került megint a 8., 15., 22-ik órára is. A 23-ik órán Jupiter, a 24-iken Mars, a 25-iken, azaz a következő nap első óráján a Nap uralkodott. A szombatot követő nap tehát a Nap nevét, dies Solis, nyeri. A latin nyelv leánynyelveiben az említett két nap kivételével a többi heti napot még ma is a görög-római mithológiából merített isten-nevekkel jelölik, a germán nyelvekben pedig a megfelelő germán mithológiai isten-neveket találjuk. Más eredetű a Dienstag, Mittwoch és Samstag vagy Sonnabend.

A szabadban élő ősi pásztor és földművelő csakhamar észrevehette, hogy a Hold igen közel $29\frac{1}{2}$ nap alatt veszi fel változatos alakjait. Ezen időtartam a holdhónap, fényváltozati hó, vagy tudományos nyelven synodikus hó vagy lunatio. Az arabok már jóval Mohammed előtt váltakozóan 29 és 30 napos holdhónapokkal mérték az idő nagyobb szakaszait és Ázsia több népe hasonlóan jár el.

Egy 12 holdhóból felépített évet lunáris évnék szokás nevezni. Egy kis naptöredéket mellőzve 354 napból áll, úgy, hogy 34 arabs év 33 Gergely-féle évvel egyenlő.

Ez annyit jelent, hogy az évszakok egy harmadszázad, tehát már egy nemzedék alatt az arabs naptári éven végigvándorolnak. Ésszel fel nem fogható, hogyan lehet ilyen kezdetleges, semmi előnnyel nem járó, sőt kezdetleges művelődés korában káros időbeosztáshoz ragaszkodni. Károsnak mondom, mert nem tartom túlzásnak, ha mondják, hogy a holdnaptárral élő országok gyakori éhínségeiért a naptárunk is felelős.

Egész megélhetésünk az ember mezőgazdasági tevékenységén alapszik. Tudni kell, mikor készítendő elő a föld a magvak befogadására és mikor kell vetni, hogy idejében arathassanak. A Holdnak semmi köze a vegetációhoz, melynek fejlődése tisztán attól függ, milyen magasra emelkedik a Nap delelésekor a horizon fölé, vagy, minthogy minden helyen az aequator, az égi egyenlítő magassága a láthatár fölött a hely földrajzi szélességével már meg van adva: milyen magasan áll a Nap az egyenlítő fölött. A növényzet élete, más szóval az évszakok ciklusa tehát a Napnak az aequatoron való átmenetétől függ (tavaszi és őszi aequinoctium). A tavaszponton való két átmenet köze a nap-év vagy tropikus év. Ennek hossza 365,2422 nap vagy másképen mondva $365 \frac{31}{123}$ nap, a solaris naptár alapja. Amely nép eszerint igazodott, pontosan tudhatta, mikor milyen mezőgazdasági munka végzendő. Egyiptom, majd későbben Kánaán keskeny, tehát a természettől nem dédelgetett földszájának lakói rendkívüli fölényben voltak a holdnaptárt használó szomszéd néppel szemben. Aratásuk szabályosságát kereskedelmileg pompásan kihasználhatták. Ez magyarázza egyszersmind azt is, hogy mint gazdagságuk forrása nemzeti érdek volt a naptári szabályok titokban tartása. Mikor a pásztorkirályok Egyiptomot elfoglalták és a papokat megölték, a termések csökkentek, mert már nem volt, aki a földművelőnek kellő időben kihirdette volna, hogy mit kell tennie, és kínos nyugtalan-ságot okozott, mikor FLAVIUS íródeák ellopta a római naptár tervét s a falakon kívül egy mérföldköre vésette.

Amilyen élesen definiált a tropikus év fogalma, oly lassan fejlődött tartamának pontos ismerete.

Csak közbevetőleg említem, hogy még a patriarchák korában is tetemesen rövidebb időegységeket neveztek el „év“-nek: elején már a hónapot, Izsák és Jakab korában 5, illetve 6 hónapot. Így Methuzsálem, Ábrahám és Jakab 969, 175 és 147 év életkora, 79, 72, illetve 73 évre redukálódik. Ezen jákóbi év, mely két egymásután következő napéjegyenlőség közötti 6 hónapi időtartam volt, s melyet megállapítani kezdetleges megfigyelésekből Jakabnak Lábán szolgálatában elég ideje lehetett, egyben szoros kapcsolatban volt a nomád zsidó egyetlen gazdagságával, a juh- és kecskenyájak szaporodási periódusával, az egyiptomi fogság végéig, az exodusig volt alkalmazásban. A fogság 430 évre tett tartama tehát szintén a felére olvad le, ami egyiptomi forrásokkal jól egyezik. Figyelemre méltó, hogy az exodus után, amikor a zsidóság a pontos egyiptomi évet megismerte, a vének életkorára már csak a maival egyező feljegyzéseket találunk.

A nagy piramisok voltak azok az első, kezdetleges, de ügyes felhasználás mellett mégis bámulatosan pontos adatokat szolgáltatató csillagászati műszerek, amelyekkel az egyiptomi pap-csillagászok lemérhették az év tartamát. Az eljárás bemutatására inkább az Eiffel-tornyot választom, mert a dolog lényegét tevő észlelést kerekszámokban szeretném kifejezni. (Hogy a megfigyelés épen ezen esetben eléggé nehézkes volna, ezúttal nem számít.)

254 m magasságban, tehát kb. 20 m-rel a harmadik emelet alatt olyan jelt választunk, melynek árnyéka jól megfigyelhető. Március 21-ike körül (tavaszi aequinoctium, amikor a Nap pontosan keleten kel, nyugaton nyugszik) a torony legrövidebb, azaz déli árnyéka a mondott jelig 291 m s ez a napéjegyenlőség körül napról napra 4 m-rel *megrövidül*. 365 nap múltával, tehát egy közönséges év múlva a déli árnyékot 1 m-rel, újra 365 nap múlva 2 m-rel, négyszer 365 nap múlva 4 m-rel *hosszabbnak* fogjuk találni.

De a rákövetkező napon, tehát közönséges években számítva, március 22-én, az árnyék 4 m-rel rövidül, tehát a négy év előtti március 21-iki hosszúsággal egyezik. A Nap tehát $4 \times 365 + 1$ nap alatt tért vissza az égnek ugyanazon pontjára az aequatorhoz viszonyítva s ezzel a tropikus év hossza a megejtett észlelés pontossági határán belül $365 \frac{1}{4}$ nap, amiből azonnal adódik a követendő szökőciklus is.

A megfigyelést sokkal érzékenyebbé és pontosabbá teszik azáltal, hogy a piramis csúcsára tűzött rúd árnyékát a piramis ferde oldallapján figyelték. Ha a rúd gömbben végződött, a félárnyék zavaró hatása is elesett. Sokan azt hiszik, hogy az ókor e bámulatos emlékeit csakis akkor használták temetkezési helyekül, ha a csillagászati célnak magasság és oldalhajlás tekintetében jobban megfelelő piramist már emeltek.

A Szent Péter temploma előtti köröndben álló obeliszk, melyet a Gergely-féle naptárreform emlékére 1586-ban Egyiptomból hoztak, hasonló megfigyelésekre szintén kiválóan alkalmas.

Magasabb szélességek alatt a déli árnyék helyett a napkelte és-nyugta irányát is lehet megfigyelni. Nálunk az irányváltozás a téli és nyári napforduló között 72° , az aequator táján már csak közel 47° -ot tesz. A megalithikus emlékek, különösen a stonehenge-i telep, nagyon valószínűen ezt a célt szolgálták.

Borneo lakói még ma is a déli árnyék hosszából ítélik meg, mikor kell a földet a rizs, a gabona termelésére megmunkálni.

A csillagásznak van még egy második évformája, a siderikus vagy csillagév, amely azonban a naptár elemei között nem szerepel. Kezdetleges eszközökkel való közvetlen meghatározása, pl. a csillagok heliákus keltének megfigyelése útján sokkal nehezebb és sokkal kevésbé pontos.

A synodikus hó $29 \frac{1}{2}$ nap tartama folytán a Hold 12-szeri megújulása 354 napot tesz. Elképzelhető, hogy tehát a holdhó szuggerálhatta a polgári hónapot, amely

csak azáltal van definiálva, hogy az évnek — már amennyire lehet — 12-ed része. A 30 napos polgári hó csakugyan sok nép naptárában található.

Ezen ismertetett elemekből konstruálandó már most a naptár és észszerű berendezése azt kívánja, hogy a tropikus év napjai 12, vagy általánosabban, egészszámú hóba osztassanak, hogy az év kezdete összeessék a nap kezdetével s hogy e kezdet állandó távolságban tartassék a tavaszi napéjegyenlőségtől. Ez közelítésben csak úgy lehetséges, ha a 365 napon túli naptöredék idővel egy napra felszaporodván, ezt a naptári évhez csatoljuk.

A probléma csillagászati pontossággal meg sem oldható. Ha pl. a Nap közel éjfélkor lép a tavaszi napéjegyenlőség pontjába, akkor a Nap-táblák elkerülhetetlen kis hibái folytán kérdéses lehet, mely nap veendő aequinoctiumul s ezzel az évkezdő nap is kétes lesz. Minden nehézség onnan van, hogy mi *kényelmes* rendszert akarunk, holott a természet csak *rendszert* ismer.

Az összes európai népek naptára a római naptárból sarjadzott. Érdekes és tanulságos, hogy kalandos történetével kissé foglalkozzunk.

Romulus korában az év tíz hónapból állott és 304 napot számlált. Nem tudni, miképen intézték el a hiányzó napokat. Az év márciussal kezdődött és ezért a szeptember—december elnevezések helyesen jelölték meg a megfelelő hónapok helyét. A mai július és augusztus neve szintén sorszámjellegű volt: quintilis, sextilis. Numa király idejében a januárius az év elejére, februárius a végére került, de 452-ben Kr. e. a decemvirek ezen utóbbi hónapot a mai helyére tolták. A hónapok, mint a lunaris naptárban, felváltva 29 és 30 naposak voltak, de a 354 naphoz önkényesen egy napot csaptak, mert római babona szerint páratlan szám szerencsehozó. A fennmaradó tíz napot és naptöredéket minden 2-ik évben egy, februárius 23. és 24-ike közé iktatott csonka szökőhónappal egyenlítették ki, de a közbeiktatás a pontifexek discretionális joga (inter-

calandi licentia) volt. Ami természetszerűen visszaélésekre vezetett: ha valakit meg kellett tartani hivatalában az év megnyúlt; ha az évi választásokat kívánatos volt siettetni, megrövidült. Oly nagy gondatlansággal és könnyelműséggel jártak el, hogy Julius Caesar idejében a naptári tavaszi napéjegyenlőség 3 hóval tért el a valóságtól, mert az év már $355 + 90 = 445$ napot számlált. Ez volt az annus confusionis ultimus.

Julius Caesar reformjában az egyiptomi SOSIGENES tudására támaszkodott. A Holdat, mint időmérő égitestet, nagyon helyesen, egészen mellőzte és a tropikus évet, noha akkor már pontosabban ismerték, kényelemből $365\frac{1}{4}$ napnak vette, úgy, hogy négyévenként egy szökőnap beiktatásával a kérdés egyelőre meg is volt oldva. Az év kezdetét januárius 1-jére, a hivatali évnek akkor szokásban volt kezdetére tette és a tavaszi napéjegyenlőséget visszavezette a Numa-kori március 25-ére; a páratlan sorszámú hónapok 31, a párosak 30 napot kaptak februárius kivételével, amelynek 29, szökőévekben 30 nap jutott. Az első júliusi év kezdete a Kr. e. 46-ik év januárius 1-jé, 708 a. u. c. (ab urbe condita).

Nem érdektelen a megjegyzés, hogy e chronológiai adatok tisztázására egy Pannoniában, Augusztus császár halála évében észlelt holdfogyatkozás is hozzájárult.

Augusztus császár hiúsága, hogy születése hónapja, a sextilis, ugyanannyi napot számláljon, mint a Caesar tiszteletére júliusnak elkeresztelt quintilis hó, a februáriust megcsonkítva az ezentúl augusztusnak nevezendő sextilis hónapot 31 napossá tette s hogy három 31 napos hónap ne kerüljön össze, a ma is dívó rendszert teremtette. Ilyen frivol ok borította fel Caesar harmónikus koncepcióját.

De valóságos hibák is estek: a pontifexek nem értették a szöktetési szabályt és az első 36 éven át három évente iktattak be szökőnapot. Augusztus rendelete, hogy a 37-ik évtől a 48-ikig bezárólag minden év közönséges év legyen, a hibát kijavította ugyan, de nyoma a chrono-

lógiaiban ma is megvan még, mert úgy veszik a dolgokat, mintha a júliusi naptár kezdettől fogva helyes lett volna.

Mint láttuk, a júliusi év csak egy első közelítés; valóságban $11^m 14^s$ -val hosszabb, mint a tropikus, ami 128 évben egy nap hibát okoz. A niceai zsinat idejében, 325-ben Kr. e. és 371 évvel a reform után, a hiba már 3 napra rúgott, 1582-ben, az újabb reform idejében már 13 napra. De minthogy a niceai zsinat a három napot törölte, XIII. Gergely pápa a júliusi naptárt már csak tíz nap hibával vette át.

A júliusi évkezdet ezen lassú hátrálásának érdekes művelődéstörténeti szerep jut. Ókori keleti hagyományt követve az ókori és középkori keresztény templomok tengelyét, apsisát úgy jelölték ki, hogy a kiszemelt védőszent napján kötelet feszítettek a felkelő Nap felé. A kötélfeszítők az egyiptomiaknál külön kasztot is alkottak. A lundi székesegyház pl., amelynek korhatározását ez úton elsőül CHARLIER svéd csillagász végezte, Szent Lőrinc tiszteletére emeltetett; nevenapja augusztus 10. Ha tengelyének azimutját lemérjük, akkor ennek a Nap oly állása felel meg, amely augusztus 17-ikére vall, azaz júliusi naptár szerint augusztus 4-ikére. Az alapkő letétele óta tehát 6 nappal tolódott el a júliusi naptár, a templom tehát 6×128 évvel épült az észlelés ideje (1900) előtt, azaz 1132-ben.

A keresztény Husvét ünneplése körül már a II. században felmerült viták szülték az egyházi naptárt. A zsidók egyházi évük I. havának 14-én ülték, azaz azon holdhónapban, melynek 14-ike esik vagy legközelebb következik a tavaszi napéjgyenlőség napjára. A legtöbb keresztény felekezet vasárnapon kívánta megülni, mások a zsidókat követve, a holdhó 14-ik vagy 15-ik napján (quarto-, quintodecimanusok). Mint kisebbség, ez utóbbiak természetesen eretnek számba mentek. A napra vonatkozó bizonytalanság onnan van, hogy Krisztus az evangéliumok szerint a Husvétet csütörtökön ülte, Kaiphas és a papság ellenben pénteken, a keresztrefeszítés napján. Az eltérés

némileg abból magyarázható, hogy a zsidó nap napnyugtával kezdődött, a vita tehát akörül folyhatott, vajjon a holdhó 14-ik vagy 15-ik napja veendő.

Hogy ezek nem in camera caritatis folytatott viták, ime egy példa: mikor az angol papság 716-ban elfogadta a niceai zsinat alább ismertetett határozatait, Ethelfrith, Northumbria királya 1200 bangori szerzetest megöletett, akik az említett „eretnekséghez“ szítottak. Kinek nem jutna itt eszébe az Ember Tragédiájának hetedik színe? Sok széthúzás, botrány és egyházszakadás után végre a 325-iki niceai zsinat rendet vagy legalább rendszert teremtett. Rendeletileg kimondotta, hogy Húsvét azon vasárnapon ülendő, mely a tavaszi napéjegyenlőség utáni holdtöltét követi. Ha a holdhónap 14-ike, amelyet — mint a zsidók — holdtöltének tekintettek, vasárnapra esnék, akkor a fennnevezett eretnekekkel és következőleg a zsidókkal való együttünneplést kikerülendő, a következő vasárnap veendő; az elhalasztás a kisebb bajnak tekintetett. A szabály, mert nem volt rendelet, mint tudjuk, célt tévesztett, mert ily összeesés eléggé gyakran volt, utoljára 1923 április 1-én és 1927 április 17-én.

A niceai határozatok értelmében Húsvét vasárnap szélső dátumai március 22-ike és április 25-ike. Előbbi, ha a húsvéti holdtölte március 21-ikére és szombatra esik, amikor a rákövetkező nap az ünnep napja, utóbbi, ha a március 21-iki holdtölte vasárnap volna. Ekkor a következő holdtöltét kell bevárni, melyet 29 nappal későbbre, április 19-ikére tesznek. Ezen nap hétfő lévén, Húsvét vasárnap 25-ikére tolódik.

Már ez is mutatja, hogy a keresztény Húsvét nem évforduló, hanem emléknap. És ezért sokan úgy gondolkodnak, hogy ha Krisztus születésnapját a IV. században rendeletileg a római Saturnaliák helyett december 25-ikére lehetett fixálni, akkor a halál, illetve a feltámadás napját is lehetne rögzíteni. Az a lehetőség, hogy az egy-

ház nélkül történjék ez a módosítás, szóba került ugyan, de általánosan sajnálatosnak tartanak.

Az a rendelkezés, hogy Húsvét és ezzel az összes mozgó ünnepek, akár a zsidó és evangéliumi hagyományhoz ragaszkodva, akár azért, hogy az akkor szokásos volt zarándoklatok ne nélkülözzék éjjel a Hold jótékony fényét, egy határozott holdfázishoz köttettek, a keresztény egyházi és egyben polgári naptárt a legszorosabb vonatkozásba hozza a mai zsidó, szintén egyházi naptárral, melynek szerzői kb. 360-ban Kr. u. a Sanhedrin égisze alatt rabbi HILLEL és ADDA. A keresztény naptár solaris éve a Húsvétre való tekintettel összhangzatba hozandó a lunaris naptárral, a zsidó naptár lunaris éve az évszakokkal harmóniában akarván maradni, a napévvel összeegyeztetendő emez luni-solaris, amaz soli-lunaris év. És minthogy a keresztény Húsvét vasárnaphoz van kötve, a zsidó naptárban pedig az évkezdő újhold napja csak akkor dönt, ha előírt heti napokra esik, mindkettőben egy önkényes elem lép fel. A közönséges holdév 354 napja tehát azért, hogy az ünnepek előre meghatározott heti napokra essenek, egy nap hozzáadásával vagy elvételével 353 és 355 nap is lehet. Es minthogy a napévhez való különbség kb. $11\frac{1}{4}$ nap, azért alkalmasan elosztva, nagyjában 3 évente egy szökőhónap beiktatandó, mely esetben az év 383, 384, vagy 385 napos lehet. Tehát a zsidó ünnepek sem évfordulók hanem emléknapok.

A solaris és lunaris év egyeztetése mindkét naptárban a METON-féle 19 évi ciklussal történik, amelyet az ókori asztronómia mesterművének tartanak. 19 napév ugyanis csak $2^h 5^m$ -val rövidebb, mint 235 holdhó, s ezért a ciklus leteltével a holdfázisok ugyanazon dátumokon visszatérnek. De nem szabad elfelejtenünk, hogy ezen szabály szerint számított egyházi újholdak, mert a holdsarló első megjelenésével is azonosíthatnak, rendszeren 1—2 nappal, néha 3 nappal is később lépnek fel, mint a csillagászatilag számított tényleges újholdak. Laikusoknak is sokszor fel-

tűnik, hogy Húsvét napja a naptárban jelzett, tehát valódi holdtöltehez viszonyítva, hamisan van megállapítva. 1923-ban Húsvét vasárnapja április 1-jére esett, mert az egyházi holdtölte március 31-én, szombaton volt. De a csillagászati holdtölte szintén április 1-jére jutott. Beállt tehát az az anomália is, hogy a feltámadás, mely a niceai zsinat szellemében az igazi holdtöltehez igazodik, megelőzte a passzió hetét.

A naptárnak abból eredő hibáira, hogy a nem hibátlan júliusi évre és a METON-féle ciklusra támaszkodik, BEDA VENERABILIS már 730 körül figyelmeztetett. JOHANNES DE SACRO BOSCO (JOHN HOLYWOOD, 1230), majd ROGER BACO (De reformatione calendarii) után sok kiváló matematikus foglalkozott a kérdéssel. 1474-ben végre IV. Sixtus pápa Rómába hívta REGIOMONTANUS híres német csillagászt, aki Mátyás királyunk udvarában is tartózkodott és egyebek között CORVINUS JÁNOS horoscopiumát is szerkesztette. Ez ma is megvan a krakkói egyetem irattárában és fresco alakjában díszítette a millenniumi kiállításunkkor a középkori könyvtártermet. REGIOMONTANUS pestisjárvány áldozata lett s a reform elmaradt.

XIII. Gergely nevezetes tettel akarván fényt vetni kormányzatára, újra felvetette a gondolatot és a katolikus államfőknél való puhatolódzás után 1582 márciusában kiadta híres breve-jét, amelyben elrendelte, hogy a niceai zsinat óta felhalmozott tíz nap, amely miatt a tavaszi napéjegyenlőség már március 11-ikére esett, úgy töröltessék, hogy október 5-ike után 15-ike írassék. Ezáltal az aequinoctium ismét március 21-ikére került. Elrendelte továbbá, hogy a júliusi szöktetési ciklus 400 évben 3 nap hibát adván, a 400-zal nem osztható teljes évszázadok közönséges évek maradjanak. Ezután a naptári év hibája már csak 26^s, ami csak 3323 év múlva tesz ki egy napot. Ennek javítására is vannak javaslataink, de intézkedés nem történt. Gyakorlati szempontból tökéletes szöktetési rendszer volna, ha 128 év alatt, melyben 32 szökőnap van,

egy szökőnap kihagyatnék. A hiba ekkor egy mpercen belül marad és 100.000 év multán sem tenne ki egy napot. A Gergely-féle szabálynál jobbat különben már 1079-ben a perzsa OMAR CHAJJAM is talált. A júliusi és Gergely-féle naptár különbsége ma már 13 napra rúg s ezen eltérés 2100-ig marad meg. Azontúl ismét nő 300 éven át századonként egy-egy nappal.

Gergely pápa segéd társai voltak LUIGI LILIO GHIRALDI, nápolyi tudós orvos és csillagász és különösen a német CLAVIUS, aki az összes számításokat végezte és a naptárnak mai alakját megadta. (1603-ban jelent meg 800 oldalas foliókötete: Romani calendarii a Gregorio XIII. P. M. restituti Explicatio.)

Naptárunknak a solaris évhez való alkalmazása és az aequinoctium visszahelyezése nem okozott lényeges nehézséget. A bonyodalom a Húsvét meghatározásával kezdődik, amit a niceai egyházfejedelmek talán nem tudtak teljes mértékben megítélni. A követelmény ugyanis három ciklus egyeztetése, melynek nincs közös mértéke: a hét hold-hónap és a nap-év.

Nem akarom itt részletezni a dolog technikai részét és a számítás elemeit, az aranyszám, epakták és vasárnapi betű jelentését és szerepét. Elég tudnunk, hogy az egyházi újhold és a március 21-ikére rögzített tavaszi napéjegyenlőség teljesen független a csillagászati eseménytől, amely minden esetben bonyolult számítással külön-külön volna számítandó, amire a reform idejében még a tudományos alap sem volt meg. Minthogy az Egyház állandó periódusokkal számol, azért megállapításai teljesen egyértelműek ugyan, de a pontosság rovására. Az aequinoctium március 20-ikára, sőt 19-ikére is eshet és a valódi holdtölte beállhat azért a valódi aequinoctium után, de még mindig március 21-ike előtt. Ez *nem* a húsvéti holdtölte, noha a niceai zsinat szerint annak *kellene* lennie.

A Gergely-féle naptárt Rómával egy napon Olaszország egyrésze, Spanyolország és Portugália fogadta el.

Franciaország az év decemberében, Németország katolikus államai a következő évben vezették be. A német protestáns államokban a júliusi naptárt 1700-ig használták, de a Húsvétot még 1774-ig, Nagy Frigyesnek megszüntető rendeletéig, a KEPLER-számította RUDOLFI-táblák alapján számították. Magyarország 1587-ben tért át az új naptárra. Anglia csak 1750-ben. Egyidejűleg áttették a legális év kezdetét március 25-ről januárius 1-jére, amely napot Skócia már 1600 óta vette évkezdőnek. Dánia, Svédország az új időbeosztást a német protestáns államokkal kb. egyidőben adoptálta. A nagy háború után áttértek a Gergely-naptárra Oroszország, Szibéria, Törökország, a Balkán országai, Japán, Kína, India, Egyiptom, de a hivatalos naptár mellett még sokat szerepel a júliusi, illetve a lunaris naptár is.

A Gergely-féle módosítás után még egy, de alig 14 évig élt naptárreformról tudunk: ez a francia forradalmi naptár. Majdnem úgy lehetne jellemezni, hogy ez a katolikus klerus bosszantására a Gergely-féle naptárral való teljes szakítás. Más az év kezdete, a hónapok hossza, a szökőév és -nap elhelyezése és a hét helyett az ókori görög naptár tíznapos dekádját állította vissza. A 30 napos hónapok után maradó 5—6 nap évvégi ünnepnapok lettek. Szépek azonban a hónapok nevei, melyeket FABRE D'ÉGLANTINE poéta alkotott s melyek az illető hó egy-egy jellemző klimatologiai vagy növényphaenologiai elemét fejezték ki s hármasával összefoglalva az évszakokkal változó végződésük volt. A köztársaság II. évétől XIV. évéig, 1793-tól 1806-ig élt.

Naptárunk fogyatékoságai.

A Népszövetség naptárbizottsága mindenekelőtt összefoglalja naptárunk fogyatékoságait. *Az év nagy szakaszai: a hó 28—31 napot, a negyedév—trimester 90 (szökőévben 91), 91, 92, 92 napot, a félév—semester 181 (vagy 182) és 184 napot foglalván össze, nem egyenlő*

hosszúak. Rikító ellentét, hogy februárius és március hossza között 11%, a két hó munkanapjainak száma között — a vasárnapok, ünnepek és hétfégi fél-szombatok levonása után — 19% különbség van. Ezen eltérések a statisztika minden ágában, közlekedésben és forgalomban, elszámolásban zavaró hatásúak. Az egy, három és hat óra kikötött bér, fizetés, biztosítás stb.-re vonatkozó összes számítások nem szigorúan helyesek, nem egyeznek az évről évről tizenkettő részével, negyedével vagy felével. A folyószámlák kezelésében nem lehetünk el táblázatok nélkül, sokhelyütt a hónapot ilyen számításokban egyszerűen 30, az évet 360 naposnak vesszük, holott más viszonylatokban a szigorú számítás a kötelező. Az amerikai humor megjegyzi, hogy csak a fogolynak van állandó 30 napra számított hónapja.

A heti napok helyzete a hó napjaihoz évről évre változik és csak 28 év múlva (7×4 év, a heti és szökőciklus kombinációja) tér vissza ugyanazon rendben. Periodikusan visszatérő események kelete ezért bizonytalan: ha a dátumot rögzítjük, akkor ez vasárnapra vagy más törvényes szünnapra eshetik, tehát évente újból kell intézkedni az iskolák, a törvénykezési és parlamenti ülésszak megnyitása, vásárok, szünidők stb. dolgában. Ha ellenben a heti napot rögzítjük (pl. a hó harmadik keddeje), akkor meg a hó napja vándorol tova óról óra és évről évre.

Aki heti alapon beszeres és havonta fizet, vagy aki havi fizetést húz és hétfégi kötelezettségei vannak, nagyon is könnyen zavarba jöhet.

A hó 1., 15. és 30-ik napja fontos határnapok és sok zavar származik abból, ha ezek vasárnapra esnek. Azonkívül a hetek helyzete a negyedéves trimesterekben évente változik és ami statisztikai és kereskedelmi szempontból a leghátrányosabb, két egymásra következő évszakasz nem tartalmazza egyenlő számban azokat a heti napokat, amelyek a gazdasági és főleg a kereskedelmi életben egyenlő értékűek. Tehát sem az egyes évek, sem

szakaszai: fél-, negyedév, hónap egymás között szabatosan össze nem hasonlíthatók.

A Húsvét vasárnap március 22-ike és április 25-ike között ingadozhatik s vele együtt minden mozgó ünnep 35 napi eltolódást szenved. A polgári életben ez hátrányos az iskoláztatás s az egyetemi élet, a törvénykezés és különösen a kereskedelem és a forgalom, sportélet és túristaság szempontjából. Az iskolai és más szüneteknek is egy része megállapított időhöz van kötve, más része ingadozó. A Húsvét, mely a ruházati ipar fontos dátuma és a tavaszi divat kiindulópontja és élénk turistamozgalom ideje, a mi szélességeink alatt korai beállta esetén tetemes gazdasági hátrányok oka szokott lenni. Ne felejtjük el, hogy két határnapja között nálunk a nappal hossza $1^h 52^m$ -val nő és a napi közép hőmérséklet 6° -ról 13° -ra emelkedik.

Egveházi szempontból, különösen a római liturgiában némileg alkalmatlannak találják, hogy officiumokat, amelyek Húsvét előtt nem tartathatnak, ami korai Húsvét esetén mindig beáll, Pünkösöd utánra kell helyezni.

A naptár módosítása.

A Bizottság előtt 185 naptár-tervezet feküdt — közöttük 3 magyar — és a beérkezések sorrendje bizonyossá teszi, hogy e dús anyagban minden egyáltalán szóba jöhető és életrevaló gondolat és eszme kifejezést talál. Képzeltető, hogy akad elég komolyan gondolt, nagyon tréfás ötlet is. Csak azon javaslatok vehetők figyelembe, amelyek belső értékek mellett valószínűséget nyújtanak, hogy a köz által elfogadtatnának. Örömmel látjuk, hogy a magyar javaslatok közül KROMPECHER E. tábornoké olyan, amely úgyszólván teljesen fedi az alább IIa. alatt ismertetett tervet. Specifikusan magyar voltát, úgylátszik, azáltal kívánja kifejezni, hogy az évet „hétfővel“ akarja kezdeni.

A polgári évnek a csillagászatival való egyeztetése nem éri meg, hogy kezdete december 22-ikére tétessék. A tíznapos ugrás rengeteg zavart okozna, különösen azon országok-

ban, amelyek ép most fogadták el a GERGELY-féle naptárt s a csonkított év a gazdasági és sociális statisztika szempontjából minden értékét veszítené. Hasonlóképen nem kívánatos a *naptári* év hosszának megbolygatása a szökőciklus megváltoztatása által olyképen, hogy az évet teljes 52 hétnek vennők, a hibát pedig periodikusan visszatérő *szökő hét* vagy *szökő hó* beiktatásával korrigálnók. Az egyházi ünnepek megállapítása, a statisztika, sőt a családi élet (évfordulók ünneplése) súlyosan szenvedne ezen újítás alatt. Ugyancsak nem volna célszerű az évet teljes számú heteket tartalmazó hónapokra, tehát nyolc 28 napos és négy 35 napos hónapra osztani. A statisztika követelményei, a havonként teljesítendő fizetések, és egyáltalában a hónapok nagyon is egyenlőtlen hossza ilyen módosítást kizárnak. A hónapok neveinek megváltoztatása, ami négy hónap esetén logikus volna (szeptember—december), gyakorlati haszon nélkül szintén csak alkalmatlansággal járna.

A hetet sem tartja megbolygathatónak, mert a munka és pihenés idejének évezredes gyakorlat által szentesített jól és alkalmasan kiegyensúlyozott periodusa.

Megfelelő rostálás után marad három javaslat-csoport, amely felé a közvélemény figyelmét — s utolsó elemzésben ez a döntő tényező — irányítani kell.

I.a. A legegyszerűbb terv, amely az eddigi szokásokon legkevesebbet változtat és egyházi szempontból sem esik kifogás alá, csupán a négy negyedév kiegyenlítését célozza. Minden trimeszter két 30 és egy 31 napos hónapból, azaz pontosan 13 hétből áll. Egyik negyedévnek egy, szökőévben két nappal több jut, de ez *nem* volna a héten kívül álló nevezetlen nap, hanem megkapná a reáeső heti nap nevét. Különös hasznát látnák e módosításnak a bank- és börzeügyletek, a meteorológia s főleg a negyedévekre számított műveletek statisztikája és előnyös az a könnyűség, amellyel az adott hó napjához tartozó hetinap megállapítható. Az egyes trimeszterekben ugyanis minden keletkez ugyanazon heti nap

tartozik: egyik trimeszter a másiknak hű képe. (Január 1., április 1., július 1., október 1-jének ugyanaz a heti napja.)

I.b. Még egyszerübb, de még kevésbé tökéletes az a módosítás, hogy augusztus 31-ike átvitessék a következő év februárius végére. Ez megszüntetné az Augustus császár-féle hóbotos változtatást.

Ezen két rendszerből a dolog természeténél fogva több előny nem csikarható ki. Kérdés tehát, hogy az előnyök, amelyek tetemesen csekélyebbek mint a következő két rendszeréi, igazolnák-e egyáltalában a változtatást?

A másik két csoportot egy nagyon radikális fogás jellemzi: egy, — szökőévben két — napnak a hét keretén kívül állítása. Ezek tehát heti nap nevével nem bírának: jour blanc, jour hors cadre, blank day, *magyarul* nevezetlen, vagy *árva nap*.

Az egyik tervezetben az év 12 hónapot (30 és 31 napos), a másikban 13 hónapot (mindegyike 28 napos) számlál. Mindkettő nagy előnye, hogy örökös, *évről évre változatlan naptárt* jelent, amelyben mint az előző csoportban, az év felosztásai is egyenlők. De a megszokott beosztást jobban bolygatja és különösen súlyos ellenvetés, hogy a nevezetlen nap bevezetése megszakítja a hetek ciklusának folytonosságát, amit részben egyes protestáns körök kifogásolnak, de egész általánosságban a szigorú observantiájú zsidóság elfogadhatatlannak minősít. A zsidó papság azzal érvel, hogy ő a törvény magyarázója, de nem alkotója. Emellett a szombatnak a héten való vándorlása gazdasági hátrányt is jelenthet.

Vallási meggyőződésen alapuló ellenvetést mindig nagyon súlyos tiltó oknak tekintettem. Az amerikai bibliakutatás legújabb felfedezése, mint látni fogjuk, tán át fog segíteni a nehézségeken.

Az utóbb említett két évformának mérlege különben a következő:

IIa. Az év 13 hónapból áll, minden hó 28 napból + 1 héten kívüli napból.

Megvalósítja, amilyen közelítéssel csak lehet, azt az

ideált, hogy a hó egészszámú sokszorososa legyen a hétnek, az év a hónap. Mert az összes hónapok egyenlő hosszúak, 28 nappól, 4 hétből állanak. A havi statisztikai adatok szigorúan összehasonlíthatók, a havi fizetések és teljesítmények igazságosan oszlanak meg. Ezzel szemben hátránya az, hogy a 13-as szám 2-vel, 3-mal, 4-gyel és 6-tal nem osztható, tehát a fél, harmad, negyedév fogalma elenyészik vagy legalább halványul, jövő dátumok és statisztikai adatok összehasonlítása előzőkkel tetemesen meg van nehezítve és az új évforma több ezredéves megszokást borít fel.

IIb. Az év 12 hó (8 hó à 30 nap, 4 hó à 31 nap) + 1 héten kívüli nevezetlen nap.

A fél és negyedévek egészszámú hónapból és hétből állanak és minden hó ugyanazon számú hétköznapból állhat. Ha ugyanis az év januárius 0-val, mint „Ujév” napjával kezdődnek, akkor az egyes trimesterek 31 napos hónapjai vasárnappal végződnek.

Ezzel szemben a hónapok nem egyenlő hosszúak, nem tartalmaznak egészszámú hetet, a hét napja nem esik minden hónapban ugyanazon dátumra és jövő dátumok és statisztikáinak összehasonlítása a múltéival bonyolultabb, mint az I. csoportban, bár egyszerűbb, mint a 13 hónapos év esetében.

Ha a hónapot választjuk egységül, akkor a 13 hónapos év az előnyösebb, ha ellenben a negyedévet, akkor a 12 hónapos évé az elsőség. A Népszövetség 1926-iki jelentése még úgy szól, hogy az általános hangulat, úgy látszik, az utóbbi mellé szegődik, de figyelemre méltó, hogy Amerikában és Angliában számos kereskedelmi és forgalmi szervezet, vasút s hasonlók már legalább 1918 eleje óta használják segédnaptárul a 13 hónapos naptárt. Ez mindenesetre bizonyítja, hogy naptárunk fogyatékoságai annyira érezhetők a gyakorlatban vagy legalább is az angol és amerikai méreteket öltött gazdasági életben, hogy egyes gazdasági szervek maguk próbálták megfélelőbbel helyettesíteni és hogy az átmenet

talán nem is volna olyan nehéz, mint első pillanatra gondolnók. Mi magunk is alig egy generáció alatt három különböző pénzegységgel operáltunk, (egyike épenséggel rohamosan devalválódott) áttértünk a helyi időről a standard (közép-európai) időre és pár éven át a nyári időt is bevezettük.

A bizottság nem dönt a fentjelzett javaslatok közül, mert nézete szerint in abstracto, csak elméleti előnyöket tartva szem előtt, dönteni nem is szabad. Nemzetközi konferencia, az egyházi hatóságok bevonásával (ha a reform olyan, hogy ezt követeli) szintén csak akkor vezethetne eredményre, ha a közvélemény már eléggé elő volna készítve. Időt kell tehát hagyni a kormányoknak és a köznek, hogy az újítás eszméjével megbarátkozzanak.

Ily értelemben az Egyesült-Államokban és Angliában — amennyire én tudom — már 1923 óta hatalmas propaganda működik, még pedig különösen az ott már sokhelyütt belső használatra alkalmazott 13 hónapos naptár érdekében, amely bár jobban megbolygatja a hagyományt, összehasonlíthatatlanul tökéletesebb, mint a 12 hónapos változat. A propaganda lelke Mózes COTSWORTH és szerve Amerika, illetve Európa számára az „International Fixed Calendar“ washingtoni és londoni bureauja.

A genfi javaslatokat igen alaposan ismerteti a „Kodak“ névvel szorosán kapcsolott George EASTMAN „Do we need Calendar—Reform?“ című füzeté, amelyből azt is látjuk, hogy a 13 hónapos évet a gazdasági világ kimagasló egyéniségei, igen sok általánosan ismert, nagytekintélyű tudós, statisztikus, meteorologus, csillagász és több nemzetközi tudósszövetség óhajtja.

A propaganda-irat újra és újra hangsúlyozza, hogy az új hónapok egymásközött egyenlők és a 28 hetes nap állandóan ugyanazon rendben tér vissza. A kelet rántal a heti napra és ebből viszont amarra lehet következtetni. Egy újabb mutató segítségével nap és kelet az óra számlapján is automatikusan kijelölhető. A Holddal való kon-

taktust sem veszítjük el teljesen, mert pl. holdtölte minden hónapban másfél nappal tovavándorol.

Hétvégi és hóvégi fizetések, elszámolások egyeztetése és átszámítása többé nehézséget nem okoz. Minden heti nap négyszer tér vissza havonta egyszerismindenkorra, előre meghatározott keletű napon, ami a heti és havi termelést, kifizetéseket, bevételezéseket szabályosabbá teszi. Az ünnepek heti napja is mindig ugyanaz, a hó vége egyszerismind week-endre esik és a hóvégi csonka hetek megszűnnek, ami a szigorúan összehasonlítható statisztikai összefoglalások érdekében az üzleti, tudományos, kormányzati életben temérdek irodai munka megtakarításával jár.

Nem szabatosan összehasonlítható statisztikai adatokból vont téves következtetéseknek kellemetlen következményei lehetnek; gondoljunk példának okáért energia-gazdálkodásra, amely csapadékeloszlásra és vízállásra vonatkozó adatokra támaszkodik.

A kamat- és járadékszámítás az időköz könnyebb számítása által egyszerűsödik. Minden ünnep az ipar és a munkásság nagy előnyére hétfőre volna tehető, amivel a hét közepére eső ünnepokozta megszakítás elesik és az ünneppel járó pihenő megnyúlik. 13 hó a jelenlegi 12 helyett 8%-kal gyorsabb pénzforgalmat jelent, vagy ugyanazon üzleti forgalom megfelelőleg kevesebb pénzzel bonyolítható le. Az egész ország forgalmát tekintve, ez nem jelentéktelen megtakarítás. Egy típusul szolgáló eminens angol kereskedelmi társaság már számbelileg is kimutatta, hogy az új naptár elfogadása mily hasznot jelent. Nem közömbös az sem, hogy a naptárnak évről évre újra szerkesztése és sok millió példányban való kinyomatása is elmarad. És ne felejtsük végre, hogy az emberiség számszerint nagyobb felét a nő teszi, és nem utolsó momentum, hogy reá nézve a 28 napos hó fontos fiziológiai elem, a 280 napot számláló 10 új hónap pedig a leendő anyaság várakozási ideje.

Az az ellenvetés, hogy a fél és negyedév nem tartalmaz egészszámú hónapot, nem nagyon súlyos, mert ha

nem is esik össze a hó végével, mégis összeesik a hétével és a negyedévekre kötött üzletek száma talán kevesebb is, mint a hónapokra kötöttek. Az angol-szász üzleti életre vonatkozó becslés szerint 3700-szor több a havi, mint a negyedévi terminusra kötött tranzakció. A 13:12 arányban megnövekedett irodai munka is tetemesen kisebb annál, melyet a hónapok váltakozó hossza miatti kiegyenlítések követelnek. Emellett elesik még a naptárnak most szükséges gyakori betekintése is. Az persze kétséget nem szenved, hogy minden módosítás belevág szokásainkba; a reform mégis kívánatos, ha az előnyök nagyobbak a hátrányoknál.

Az átmenet első pár évében mindössze két segédtablára lehet szükségünk: az egyik, amely a régi és új naptár kölcsönös vonatkozását adja, a másik egy szorzótábla, amely a 12 havi fizetéseket 13 havira redukálja. Évfordulók, emléknapok és hasonlók hamar fognak beilleszkedni az új keretbe. Több nehézséget okoznak átmenetileg szerződések, elszámolások, peres- és árvaszéki ügyek és hasonlók, de alkalmas törvényhozói beavatkozás ezen is könnyen segíthet.

Nekünk a 13 hónapos naptárra való áttérés tán nem is volna annyira nehéz, mert rokonnépeinknél hasonló időbeosztás már ismeretes volt. MUNKÁCSI BERNÁT írja az *Ethnographia* folyóirat IX. kötetében, hogy a voguloknak és osztjákoknak ma is van ilyen éve, és HUNFALVY PÁL „Utazás a balt tenger vidékein“ című könyvében terjedelmesebben leírja, hogy a finn, észt, sőt a magyar nyelv szólásai is világos nyomát őrzik a régi 13 hónapos időszámításnak. Sőt LÖNNROT, a *Kalevala* Homerosa volna az, aki a finnek között megtalálta ezt az évformát.

A dolgot nem látván teljesen tisztázottnak, — észt tudósok legalább nem tudnak ilyen fajta naptárról — a kérdést a nyáron itt tartott finn-ugor kongresszus elé vittem. Pillanatnyilag úgy tetszik, hogy HUNFALVY megállapításai valami félreértésen alapulhatnak.

Primitív népeknél különben ezen naptárforma épen nem ismeretlen: a Filippi-szigetek lakói is ezt használják.

A Húsvét rögzítése.

A Húsvét ünnepe vasárnaphoz lévén kötve, a „rögzítés“ nevezetlen nappal nem bíró naptárban természetesen csak azt jelentheti, hogy a jelenlegi 5 heti ingadozás egy hétre szoríttassék. Az első, aki a rögzítés gondolatát felvetette, tudtommal BERNOULLI JÁNOS híres matematikus volt 1700 körül.

A Szentszék álláspontját már ismerjük; az orthodox és anglikán egyház szintén hozzájárul a Húsvét fixálásához, ha az összes keresztény egyházak egyértelműleg elhatároznak. A protestáns egyházak hasonlóan nyilatkoznak, Dr. KELLER ADOLF útján a magyar evangélikus egyház is csupán a svéd evangélikus püspöki kar és egynéhány brit egyház él fenntartással, de szintén nem ellenez módosítást, mely az emberiségre haszonnal járhat.

A nemkeresztény egyházak, noha közvetlenül nincsenek érdekelve, egyes esetekben mégis megkérdeztettek; a zsidó hitközségek pl. semmiképen sem ellenzik a reformot.

A nagyszámú válaszból, melyet a Népszövetség a már fentebb is említett érdekköröktől kapott, kiviláglik, hogy — bár a Húsvét rögzítése kereskedelmi és forgalmi szempontból kevésbé érdekli a mérsékelt öv délibb országait, mint az északabbra fekvőket — mégis általánosságban is előnyökkel járna. Különösebben hangsúlyozzák a középfokú oktatás érdekeltségét. A nemzetközi kereskedelmi kamara több ízben szorgalmazta is a „már túlsoká húzódó reform“ életbeléptetését.

A Bizottság ezen kérdésben sem dönt, de minthogy a válaszok többsége Húsvét napjául április 2-ik vasárnapja mellett látszik dönteni, ezt a maga részéről is elfogadhatónak tartja, ha az egyházi hatóságok úgy a rögzítés elvét, mint a javasolt dátumot elfogadták.

Az itt jelzett dátum mellett emelt szót 1921 április 27-én lord DESBOROUGH az angol lordok házában. Fő érvei, hogy 100 év átlagában a Húsvét április 8-ikára esik, továbbá,

hogy ez a nap esik legközelebb az ünnep tárgyát tevő eseményhez, melyről az általános, noha nem bizonyított hiedelem az, hogy pénteki nap volt április 7-ike, 30-ban Kr. u. MAHLER ÉDE alapos chronologiai és bibliai tanulmánya alapján a keresztrefeszítés napjául 33 április 3-ika tekintendő.

Még alkalmasabb nap volna április 9-ike, illetőleg az ezt követő vasárnap, mert akkor mindig 24 vasárnap volna Szentháromság után, ami az egyházi naptárt gyönyörűen állandósítaná.

A Bizottság végül még egy formulát ad, amellyel kikerülhető, hogy Gyümölesoltó Boldogasszony és a Fekete vasárnap összeessék, ami megtörténik, ha Húsvétvasárnap április 8-ika. Az orvoslás az, ha Húsvét az április 2-ik szombatját követő vasárnap lesz.

A legközelebbi teendő.

Minthogy e fontos, a Népszövetség égisze alatt folyó nemzetközi munkában, mely az emberi foglalkozás minden ágát érinti, feltétlenül részt kérünk; minthogy megértésünknek már a multban is jelét adtuk azzal, hogy a GERGELY-féle reformot már 1587-ben, öt évvel életbeléptetése után elfogadtuk; minthogy az Allamvasutak igazgatósága, több reformált egyház és más intézmények véleményüket Genfben már nyilvánították és minthogy végre a magyar kormány 1924 őszén a Népszövetség mellett működő Magyar Iroda útján hivatalosan kijelentette, hogy a reformot az európai főbb államok által való elfogadása után mi is magunkévá tesszük: a kormány kötelessége lesz, hogy az érdekelt minisztériumok útján egy nagy nemzeti Bizottságot létesítsen, amelyben szóhoz jutnak a kormány és megye képvisellete, törvényhozás, az egyházak, bírói testület, ügyvédi, kereskedelmi és iparkamarák, mezőgazdasági, mérnöki, sajtóegyesületek, munkásképviseletek, női érdekképviseletek, iskolai hatóságok, a tudomány képviselői (főiskolák, aka-

démiák, múzeumok, kutató-intézetek, tudományos társulatok, statisztikusok), katonai hatóságok, forgalmi, sport- és turistaérdekeltségűek és hasonlóak.

Ha ily módon nemzeti közvélemény kialakult, a kérdés végleges döntésre néhány év múlva a Népszövetség elé vihető.

A nevezetlen nap.

Bizonyos, hogy a javasolt naptárreform legradikálisabb és ezért legkényesebb pontja a nevezetlen nap beállítása.

Ritkán volt részem olyan meglepetésben, mint amilyen ért, mikor ezen cikk anyagát gyűjtöttem; nem kevesebbről van szó, mint hogy a Népszövetség javaslata tulajdonképpen visszaállítja az ó-testamentum legkiválóbb alakjának, Mózesnek eredeti, több mint 3250 éves naptárát. Ezzel a kérdés vallási szempontból is rendezettnek tekinthető.

Újabb bibliai, történeti, chronologiai és kalendariografiai tanulmányok alapján, melyek Dr. JULIAN MORGENSTERN, a cincinnatii Hebrew Union College elnöke, Prof. W. A. HEIDEL, a middletowni (Conn.) Wesley-egyetem tanára és Rev. Dr. SAMUEL WALTER methodista pap nevéhez fűződnek, MOSES B. COTSWORTH és CHARLES F. MARVIN, a washingtoni Meteorológiai Intézet feje „MOSES, the greatest of Calendar reformers“ (a naptárreformátorok legnagyobbika) címen rendkívül érdekes esszayt írtak, melyben az eredeti mózesi naptárt rekonstruálják.

Mózes, aki mint a pharaói ház tagja az egyiptomi pap-csillagászok minden titkát úgy tudta, mint ahogyan kívülre soha idegen nem tudhatta, a zsidó népet az exodus után a jákóbi 6 hónapos év helyett az egyiptomi *tiszta* napévvvel ajándékozta meg. Az év a tavaszi napéjegyenlőséggel és sabbathtal kezdődött, a hónapok 30 naposak voltak. A solaris év 365 napjából fennmaradó öt nappól a 6-ik hónap 3, a 12-ik 2 toldaléknapot kapott, a még fennmaradó negyednapot pedig úgy vette tekintetbe, hogy 28 év múlva, mikor az elhagyott naptöredék hét napra

növekedett, egy 53-ik szökőhetet beiktatott. Ezáltal a Húsvét ünnepét a tavaszi napéjegyenlőséghez viszonyítva egy héten belül tarthatta, míg a mai zsidó naptár 28, a keresztény naptár 35 nap latitudot kénytelen eltérni.

Már említettem, hogy a solaris naptár milyen mezőgazdasági előnyöket biztosít a lunaris naptárral szemben. A szökőhét beiktatása a mezei teendők napjait kissé módosította s ezt minden valószínűség szerint a templomban ki kellett hirdetni.

A mózesi naptár szerint Húsvét ünnepe az I. hó 15-ik napjára esett, amely szintén sabbath volt. Megjegyzendő, hogy ez nem határozott heti napot jelent, lényegileg nem azonos a mi szombatunkkal, hanem csak az „ünnepnap“ általános neve. A zsidó naptár sem heti napokat, sem hónapneveket nem ismert, amazokat is, emezeket is csak sorszámokkal jelölte. Csak a mai niszánt nevezi a biblia némelykor egyiptomi kölcsönszóval abib-nek.

Már most reánk nézve a legérdekesebb az, hogy — a Leviticus, azaz Mózes III. könyvének XXIII. fejezete 15. és 16-ik verse szerint — a 49-ik napon (tehát ugyancsak szombaton) ünnepelt Pünkösöd után „másnap“, az 50-ik napon az ünnep ugyan e néven folytatandó. Ezen kettőzött ünnep a III. hó 4. és 5-ik napján volt.

Itt tehát, ha a magyarázat helyt áll, „egy külön, vagy másodsombatról“ van szó, amely teljesen megfelel a javasolt nevezetlen napnak. Ezzel, a szökőhéttel és az 5 nap említett ügyes elosztásával elérte Mózes, hogy minden évben minden sabbath ugyanazon havi napra esik s hogy az év második fele az elsőnek hű ismétlésévé vált.

Az idézett két vers az Izraelita Magyar Irodalmi Társaság bibliafordításában így hangzik:

15. És számláljatok magatoknak az ünnep másnapjától, azon naptól, hogy hoztátok a lengetés ómer-jét: hét teljes hét legyen. 16. A hetedik hét után való napig számláljatok ötven napot; akkor mutassatok be új lisztáldozatot az Örökkévalónak.

A mózesi naptár elveszett, feledésbe ment vagy félreértették. A jelenlegi zsidónaptár phöníciai, kanaáni és főleg a babyloni fogságból származó idegen elemekkel keveredett. Innen a holdhó behozatala és a hónapok mai nevei is.

A Leviticus előírja, hogy a termés eleje melyik hó mely napján mutatandó be, a lengető áldozat pl. az I. hó 16-ik napján. Ezt lehetetlen betartani, ha a jelenlegi lunisolaris évben az aratás egy hó betoldásával négy héttel eltolódik. Szabályos heted-nap-sabbathok a hó és év előirt napjain holdnaptárban lehetetlenek; a mózesi naptár csak solaris évet ismerhetett, csak ebben lehet ünnepet előirt napon megülni.

Vétenék az igazság ellen, ha elhallgatnám, hogy MAHLER EDE kollégám a mózesi naptárra vonatkozó ezen újabb megállapításokat nem ismeri el. Az említett tanulmány idézi munkáját „Handbuch der jüdischen Chronologie“, kiemeli nagy tudományos tekintélyét, bár minden következtetését nem fogadja el. Kívánatos is, hogy a kérdés alaposan tanulmányoztassék. De nekünk, azt hiszem, egyelőre elegendő az a tudat, hogy kiváló és teljesen elfogulatlan szakférfiak ilyen irányú értelmezést is lehetségesnek találnak.

Különben a jour blanc-ra emlékeztető intézkedés a régi római naptárban is fellelhető. Ott, mint némely egyházi naptárban még ma is, a keletet a hónap három fixpontjától, a calendae (minden hó elseje), az idus (némely hóban a 13, másban a 15 nap) és a nonae (ez idus előtti 9-ik nap bezárólag) napjaitól hátrafelé számolták. Februárius akkor 29 napos volt, 24-ike tehát, a márciusi kalendák előtt a 6-ik nap: sexto calendas. Szökőévekben a rákövetkező szökőnap *nem* bolygatta meg a rendes számlálást, mert bissexto calendas elnevezéssel egyszerűen mint „másodnapot“ könyvelték el. Neve még ma is él a latin nyelvekben: pl. francia nyelven szökőév és -nap: année bissextile és jour bissexté.

Mózes törvényei a zsidó, keresztény és mohammedán

világ ethikai és részben nemzeti törvényeinek is általánosan elismert alapjai. Ha neves tudósoktól rekonstruált naptárát lényegében elfogadják, egy újabb — mint most mondani szokás — közös plate-formera tennénk szert, amelyen a monotheizmus nagy triasza, kereszténység, zsidóság, iszlám találkozáván, közös munkában, egymás megbecsülésében és szeretetében tölthetné be szinte az egész világot érdeklő hivatását.

KORPUSZKULÁK ÉS HULLÁMOK.

Írta: ORTVAY RUDOLF.

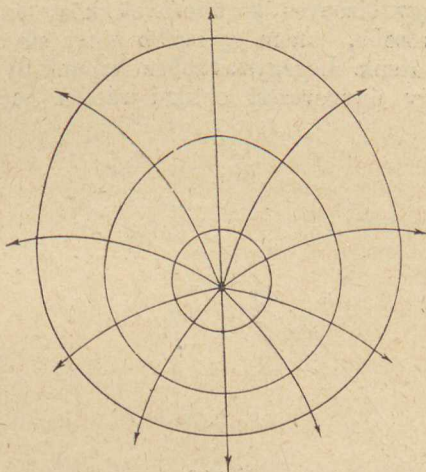
A fény természetére vonatkozólag már a tizenhetedik században kétféle felfogás alakult ki: NEWTON emissziós elmélete, mely szerint a fény sebesen mozgó kis részekből, korpuszkulákból áll és HUYGHENS hullámelmélete, mely szerint egy fénysugárban nem részecskék mozognak, hanem csak egy hullámzás, tehát egy közeg állapota terjed tova. Amíg csupán a fény terjedésének ama egyszerűbb jelenségeit vesszük tekintetbe, melyek a geometriai optika körébe tartóznak, úgymint a visszaverődést és törést, a két elmélet egyaránt számot tud adni a jelenségek részleteiről.¹ A következőkben, anélkül, hogy részletekbe bocsátkoznánk, vázolni fogjuk a két elmélet viszonyát.

I.

Gondoljunk egy pontszerű fényforrásra, melyből minden irányban fény indul ki. Korántsem kell arra az esetre szorítkozni, midőn a fényforrást körülvevő közeg homogén, hanem föltehetjük, hogy a törésmutató a hellyel változhatik. Ha most egy ernyővel elfedjük a fényforrást

¹ Pontosabban szólva az eredeti NEWTON-féle emissziós elmélet kis módosítással oly alakra hozható, hogy a geometriai optika körében helyes eredményhez vezet.

és csak egy nem túlságosan szűk nyíláson engedünk át fényt, az így nyert fénysugár az emissziós elmélet szerint a fénykorpuzkulák útját jelzi. Ha a fényforrást körülvevő közeg homogén, a fénysugarak egyenesek, változó törésmutató esetében görbe vagy megtört vonalak is lehetnek. Az a fény, amelyet a fényforrás egy meghatározott t_0 időpillanatban kibocsát, egy τ idő múltán egy felületig fog

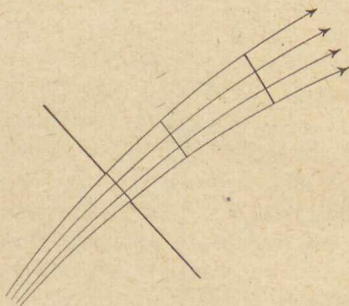


1. ábra.

elterjedni. Ezt a felületet hullámfelületnek nevezzük. A τ időt változtatva, a hullámfelületek egész seregét kapjuk. A hullámfelületek mindenütt merőlegesek a fénysugarakra azaz a hullámfelületeknek a fénysugarak orthogonális trajektoriái. A fénysugarak és hullámfelületek seregei egymást kölcsönösen meghatározzák, ha az egyik sereg meg van adva, a másikat megszerkeszthetjük, ez egy egyszerű geometriai feladat. Tehát a geometriai optikán belül a hullámfelület fenti definícióját használva, époly joggal mond-

hatjuk, hogy a fény sugarak mentén, mint azt, hogy hullámokban terjed. Egy nyílás által határolt fénynyaláb esetében a hullámfelületnek az a része szerepel csupán, melyet a nyílás szélén átfektetett sugarak határolnak.

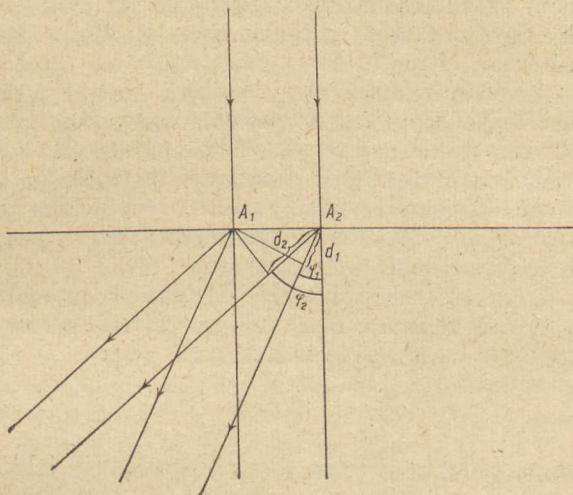
Amint azonban ismeretes, ha a nyílások igen kicsinyek, a sugarak elvesztik éles határoltóságukat, a geometriai optika elveszti így érvényét, beállnak az elhajlás, a diffrakció jelenségei. Az interferencia jelenségei pedig azt mutatják, hogy bizonyos körülmények közt fényhez fényt adva nem erősebb, hanem gyengébb fényt, sőt teljes sötétséget is kaphatunk. Legegyszerűbben kapunk ily jelenséget, ha fényt egy úgynevezett optikai rácson bocsátunk át.



2. ábra.

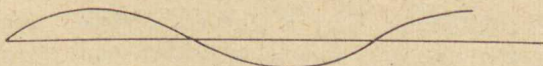
Ez párhuzamos, szűk résekből áll, melyeken a fény áthatolhat. Két szomszédos résből egy meghatározott irányba haladó fénysugár közt bizonyos útkülönbség áll be, aszerint, hogy milyen szöveget zár be az illető irány a rácscsal. A 3. ábra a rács keresztmetszetét tünteti fel; A_1 , A_2 a rések, d_1 , d_2 két φ_1 és φ_2 szögnek megfelelő útkülönbség. Ha ez az útkülönbség egy az illető fényre jellemző $\frac{\lambda}{2}$ mennyiség páratlan számú többszöröse, úgy az illető irányban sötétség, ha páros többszöröse, világosság lesz. Amint ismeretes,

ezt úgy értelmezhetjük, hogy a fénysugár mentén egy a fizikai állapotra jellemző mennyiség (mozgási állapot, elektromos vagy mágneses térintenzitás) periodikusan változva pozitív és negatív értékeket vesz fel. A periódus



3. ábra.

hossza: λ a hullámhossz. Ha tehát az útkülönbség λ vagy annak egész számú (azaz $\frac{\lambda}{2}$ párosszámú) többszöröse, úgy



4. ábra.

a tér ugyanazon helyén a fénysugarak erősítik egymást. Míg, ha a félhullámhossz páratlan számú sokszorososa, akkor hullámhegy hullámvölgygyel esik össze és a hullámok lerontják egymást. A hullámelmélet az elhajlás és inter-

ferencia jelenségeinek minden részletéről számot tudott adni épúgy a drótnélküli telegráfiában használatos hosszú hullámok, mint a fény és a Röntgen-sugarak, sőt a még rövidebb hullámhosszú γ sugarak esetében is. Ezért a fény hullámelmélete nélkülözhetetlennek bizonyult és mint a fizika egyik legszilárdabban megalapozott elmélete, általános elismerésben részesült.

Azonban felmerültek jelenségek, melyek a hullámelmélet alapján nem voltak értelmezhetők, így a fotoelektromos effektusnál. A fotoelektromos effektus abban áll, hogy egy megvilágított fémlemezből elektronok repülnek ki, melyek sebessége ill. energiája csakis a beeső fény hullámhosszától függ és teljesen független annak intenzitásától. Az intenzitástól csak az elektronok száma függ.

A részek sebességét, ha eltekintünk az elektronok kilépésére szükséges munkától, a következő egyszerű, EINSTEIN-től eredő egyenlet határozza meg:

$$\frac{1}{2} m v^2 = h \cdot \nu, \quad (1)$$

hol m az elektron tömege, v sebessége $\frac{1}{2} m v^2$ tehát energiája, ν a fény vagy Röntgen-sugár frekvenciája, h a PLANCK-féle állandó, melynek értéke $6,54 \cdot 10^{-27} \text{ erg} \cdot \text{sec}$. A frekvencia a rezgések száma az időegységben, tehát a hullámok száma egy ily hosszúságú sugárdarabon, melynek hosszát a fény az időegységben befutja, ez pedig c , a fénysebesség. Tehát lesz

$$\nu \lambda = c. \quad (2)$$

Ha feltesszük, hogy a fény egyenletesen vagy közel egyenletesen oszlik el a hullámfelületen, amit pedig épen az elhajlás jelenségek értelmezésére fel kell tenni, úgy meghatározhatjuk azt az energiát, mely az időegységben egy atóm keresztmetszetére jut. Nagyobb frekvencianál, mint pl. Röntgen-sugaraknál, nem is túlgynge sugárzásnál, rendkívül hosszú időre van szükség, míg egy atom annyi energiát kap, hogy egy elektront emittálhasson. Ezzel

szemben a tapasztalat szerint ebben az esetben is az emisszió a megvilágítás után azonnal bekövetkezik. Tehát vagy fel kell tenni, hogy az egyes atómkok valami titokzatos módon összegyűjtik és egyes elektronoknak átadják az energiát, egy felfogás, mely eddig megfogható alakot nem vett fel, vagy pedig az energia már a hullámban a hullámfelület kis részeibe van koncentrálnva, azaz fénykorpuzkulákban, fénykvantumokban terjed. Ezt a felfogást hangoztatta EINSTEIN és ezen az alapon a fotoelektromos effektus és a fény fotokémiai hatása egyszerűen értelmezhető. A fénykvantum energiáját egyszerűen átadja egy elektronnak, csak fel kell tenni, hogy a fénykvantum energiája $h\nu$. Ha a fény gyenge, ez azt jelenti, hogy kevés fénykvantum van jelen, tehát kevés fotoelektron lép fel, de mindegyik a frekvenciának megfelelő energiával fog bírni. Épígy vegybontásnál pl. a fénynek fotografiai lemezre való hatásánál gyenge fény esetében kevesebb molekula fog felbomlani, míg a hullámfelfogás szerint nem értjük, hogy egyáltalában bomlás állhat be akkor, ha egy molekulára kevesebb energia esik, mint amennyi annak felbontására szükséges.

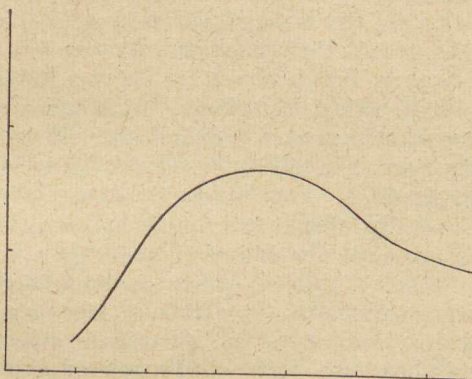
Meglepő volt, hogy a fénykvantumok segélyével más jelenségeket is, mint a DOPPLER-féle effektust, mely pedig a hullámelmélet egyik támasza volt, és a COMPTON-féle effektust, mely a Röntgen-sugaraknak azok szóródásánál beálló hullámhosszváltozásából áll, igen egyszerűen lehetett értelmezni. E célból csak azt kellett feltenni, hogy a fénykvantumok energiájukon kívül impulzussal (mozgás mennyiséggel) is bírnak, melynek értéke $\frac{h\nu}{c}$. Ellenben a fénykvantumok az interferencia és elhajlás jelenségeinek értelmezésére nem bizonyultak alkalmasaknak, úgyhogy az optikában az a helyzet állott elő, hogy a jelenségek egy része a hullámelmélet, másik része pedig korpuzkuláris alapon a fénykvantumok segélyével volt értelmezhető. E kétségkívül meglepő dualizmusnál felmerül az a kérdés, hogy van-e ennek általánosabb és mélyebb jelentősége?

II.

Mielőtt a fenti kérdésre feleletet igyekeznénk adni, fordítsuk figyelmünket az anyag szerkezetére. Tudjuk, hogy ez kis részekből áll, molekulákból ill. atómkból, melyek minden valószínűség szerint a pozitív töltésű hidrogénmagból, a protonból, és a vele egyenlő nagyságú negatív töltésű elektrontól vannak felépítve. Az elektron tömege a hidrogénmag tömegének 1847-ed része. Nem akarom felsorolni azt a rendkívül gazdag tapasztalati anyagot, ami az anyag korpuszkuláris szerkezetét támogatja, csak felemlítem, hogy vannak kísérleti eljárások, melyek segítségével az egyes α részek és elektronok pályáit gázokban feltüntethetjük és a részeket megszámlálhatjuk, egy elektron töltését külön megmérhetjük. A korpuszkuláris felfogás a fizika és kémia minden ágában rendkívül termékenynek bizonyult, így a gázok és szilárd testek elméletében, az elektromosság fémekben és gázokban való vezetése jelenségeinél, valamint a fénykibocsátás BOHR-féle elméletében is.

Azonban itt is felmerültek jelenségek, melyek csak nehezen voltak értelmezhetők. Az egyik a katódsugarak szóródása gázokban való áthaladásuk közben. Nyilván csak azok az elektronok szenvednek eltérítést, melyek valamely atómtól oly kis távolban haladtak el, hogy az reá mérhető erőt gyakorolt, tehát melyek valamely atóm hatástávollába jutottak. Ha minden atóm körül a katódsugarak irányára merőleges síkban a hatástávollal kört rajzolunk, úgy csak azok az elektronok fognak eltérítést szenvedni, melyek pályája ezen körlapok valamelyikét metszeni fogja. Ezen körlapok keresztmetszete, az atóm effektív keresztmetszete. Egy gázban atómk oly ritkán vannak elosztva, hogy az effektív keresztmetszetek kölcsönös feddéséről eltekinthetünk és így ezek összehatása nem más, mint az effektív keresztmetszetek hatásainak összege. Az eltérített elektronok és az el nem térített elektronok számának viszonya adja az effektív keresztmetszetek összegének az egész katódsugár

keresztmetszetéhez való viszonyát. Ezt a viszonyt meghatározhatjuk, ha meghatározzuk egy katódsugár gyengülését egy bizonyos gázrétegen való áthaladásakor. Ismerve a gáz atómjainak számát, egy atóm effektív keresztmetszete ill. annak sugara, a hatástávot meghatározható. A tapasztalat azt mutatja, hogy ez a keresztmetszet függ a sebességtől, még pedig nem úgy, amint az ember a távolbaható erők feltevése alapján hajlandó volna elhinni, hogy t. i. gyors elektronok általában kisebb eltérítést szenvednek, azaz hogy

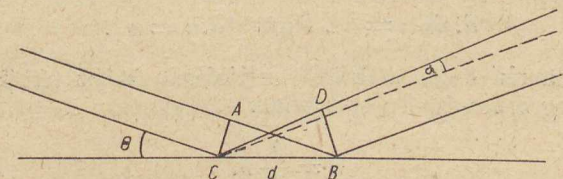


5. ábra.

ezekre vonatkozólag az effektív keresztmetszet kisebb. A tapasztalat szerint nemesgázoknál, melyeket részletesen tanulmányoztak és melyeknél a viszonyok általában a legáttekinthetőbbek, az effektív keresztmetszet nagyobb sebességnél közeledik annak a kinetikai gázelméletből ismert értékéhez, csökkenő sebességnél egy maximummal bír, míg még kisebb sebességnél ismét erősen csökken. Ez a felfedezőjéről elnevezett RAMSAUER-féle effektus. A meglepő jelenség értelmezése a szokásos módon ama erőhatások tekintetbevételével, melyet az atóm magja és elektronjai a katódsugár elektronjára gyakorolnak, nem sikerült.

Tovább jutott ELSÄSSER, ki felismerte az analógiát a katódsugarak és a hullámok szóródása közt. A hullámok szóródása csökken növekvő hullámhosszal, ebből ered a lenyugvó nap vörös színe, mert a leghosszabb hullámú vörös sugarak legkevésbé szenvednek szóródást, és az ég kék színe is. Ennek a jelenségnek analogonja a RAMSAUER-féle effektus is, ha feltesszük, hogy az elektronok úgy viselkednek, mint olyan hullámok, melyek hullámhossza azok sebességével fordítva növekszik. Eme egyszerű szóródáson kívül olyan jelenségeket is ismerünk, midőn a szórt hullám intenzitása egy bizonyos eltérítési szögnel maximális, azaz elhajlási gyűrűk fognak fellépni. Ilyeneket jól ismerünk úgy az optikában, holddudvarnál, valamint a Röntgen-sugaraknál is. Ezek akkor lépnek fel, ha a szóró részecskék méretei nagyobbak mint a hullámhossz. DYMÖND-nak és újabban RUPP-nak sikerült katódsugarak esetében is ilyen intenzitásmaximumok kimutatása. A katódsugarak tehát ezen esetekben úgy viselkednek, mint hullámok. Amennyiben ez az analógia általános érvényű, úgy a katódsugaraknak a rácsokon való elhajlást, az ott fellépő jellemző interferenciamaximumokat is alkalmas körülmények közt mutatnia kell. Közönséges optikai rácsok már Röntgen-sugarak esetében sem igen alkalmasak és csak újabban különös fogások alkalmazásával mutatják a diffrakciót. Ehhez sokkal finomabb rács kell, olyan, melynél a rács-elemek nagyságrendje nem sokkal múlja felül a Röntgen-sugarak hullámhosszát. Ilyen finom rácsot képeznek a kristály atómjai, melyek távolsága 10^{-8} cm nagyságrendű. LAUE nagy felfedezése volt, hogy kimutatta a kristályrácsokon áthaladó Röntgen-sugarak elhajlását és ezzel úgy a Röntgenspektroszkópiát, mint a kristályok szerkezete tanulmányozását lehetővé tette és egyáltalában a Röntgen-sugarak hullámtermesztését igazolta. Ugyaníly jelenség várható a fentiek szerint katódsugarak esetében is. Ezt mutatták ki DAVISSON és GERMER a katódsugaraknak nikkelkristályokon történt reflexiójánál, mely esetben a visszavert sugaraknál kifejezett

interferencia-maximumokat találtak. Azóta többen vizsgálták ezt a jelenséget és sikerült annak minden részletéről a hullámfelfogás alapján számot adni. Itt kétségkívül az utolsó évek egyik legnagyobb felfedezésével állunk szemben.



6. ábra.

Míg DAVISSON és GERMER a BROGLIE-féle hullámok létének kimutatására egy kristályt, azaz atómrácsot használtak, addig RUPP-nak¹ közönséges optikai rácsok segítségével sikerült elhajlást kimutatni és a hullámhosszt megmérni. Ugyanazt a fogást használta, melyet már Röntgensugarak spektrumának optikai rácsok segítségével való előállításánál alkalmaztak. Ez abban áll, hogy a sugarakat majdnem az érintés szöge alatt ejtette egy reflexios fémrácsra. Ekkor maximális intenzitás áll be, ha az ábrán feltüntetett két sugár útkülönbsége a hullámhossz egész-számú többszöröse. Az ábra szerint ez:

$$CD - AB = d \cdot \{ \cos(\theta + \alpha) - \cos\theta \} = n\lambda \quad (1)$$

hol θ a beesés, α az elhajlás szöge, n egész szám, λ a hullámhossz.

Az egyenlet baloldala ismert goniometriai átalakítás után:

$$2d \cdot \sin \frac{2\theta + \alpha}{2} \sin \frac{\alpha}{2} = n\lambda \quad (2)$$

és tekintetbe véve, hogy kis szög sinusa helyébe a szög írható, mérve az ív és radius viszonyával, lesz:

¹ E. Rupp. Zeitschr. f. Phys. 52. p. 8. 1928.

$$\frac{d}{2} \alpha (\alpha + 2\theta) = n\lambda. \quad (3)$$

Mig merőleges beesés esetén, $\theta = \frac{\pi}{2}$

$$d \cdot \sin \alpha = n\lambda \text{ illetve } d \cdot \alpha = n\lambda. \quad (4)$$

Hasonlítsuk össze a kétféle eljárásnál talált értékeket. Merőleges beesésnél (4) szerint:

$$\alpha = \frac{\lambda}{d} n.$$

Erintőleges beesésnél, mikor θ és α igen kicsinyek $2\theta + \alpha$ is igen kicsiny, RUPP méréseinél 10^{-3} nagyságrendű volt. Ekkor (3) egyenletből közvetlenül tájékozódhatunk α nagyságrendjéről. Elosztva $2\theta + \alpha$ -val.

$$\alpha = \frac{n\lambda}{d} \cdot \frac{2}{2\theta + \alpha} \sim \frac{n\lambda}{d} \cdot 10^3.$$

RUPP méréseinél $d = 7,7 \cdot 10^{-4}$, azaz 1 cm-re 1300 vonal esett. α -t az első, második és harmadik elhajlási kép esetében, midőn $n = 1, 2$, ill. 3 , észlelte. Olyan elektronok hullámhosszát határozta meg, melyek 70, 150 ill. 310 voltos potenciálesésnél nyerték sebességüket. A mért hullámhosszak 2%-ig megegyeztek a DE BROGLIE-féle formulával, melyre még visszatérünk.

DAVISSON és GERMER, valamint RUPP fölfedezése azt mutatja, hogy az a meglepő dualitás, amit a fénynél találtunk, hogy bizonyos jelenségek értelmezésére fénykvantumok, másokéra hullámok felvétele kínálkozik alkalmasnak, a katódsugaraknál ismétlődik. Itt is azt tapasztaljuk, hogy a katódsugarak részben mint korpuszkulák, részben mint hullámok viselkednek. Az előbb említett dualitás tehát egy általános jelenség, mely úgy a fényre, mint anyagi részekre kiterjed.

A kérdés történeti fejlődése nem felelt meg az itt vázoltaknak. A döntő kísérletek ismerete előtt felállította DE BROGLIE az ő elméletét, melyben minden mozgó korpuszkulához egy hullám tartozik, még pedig a korpuszkula egyenesvonalú egyenletes mozgása esetében egy sík hullám, melynek normálisa a mozgás iránya. A hullám monokromatikus, sinushullám, melynek hullámhossza a PLANCK-féle állandó, h és a részecske impulzusának, azaz a tömeg és sebesség szorzatának (mozgásmennyiség) hányadosa:

$$\lambda = \frac{h}{m v} \quad (3)$$

Ezen hullámok terjedési sebessége a DE BROGLIE-féle elmélet szerint nem a részecskék sebessége, hanem azzal fordítva arányos a következő formula szerint:

$$u = \frac{c^2}{v}, \quad (4)$$

hol u a hullám terjedési sebessége, v a részecskéé, c a fény sebessége.

A részecskékhez tartozó frekvenciát a hullámzás elmélete szerint megkapjuk, ha a hullám sebességét elosztjuk a hullámhosszal:

$$\nu = \frac{u}{\lambda} \quad (5)$$

A (3), (4) és (5) egyenletek segítségével minden mozgó részecskéhez hozzárendelhetünk egy meghatározott hullámhosszuságú, ill. frekvenciájú és sebességű hullámot.

Ha a hullámhosszt a (3) egyenlet szerint ki akarjuk számítani, tekintetbe kell venni, hogy a tömeg nem állandó, hanem a relativitás elmélete szerint függ a sebességtől. Ha m_0 a tömeg zérus sebesség határesetében, az úgynevezett

nyugalmi tömeg, úgy v sebesség esetében a tömeg m .
Kifejezése:

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}. \quad (6)$$

Az m az m_0 -tól csak akkor tér el jelentékenyen, ha v a fény sebességét, c -t közelíti meg. Ez gyors katódsugarak esetében tekintetbe veendő.

A hullámhossz lassú katódsugarak esetében, melyeknél a RAMSAUER-féle effektus lép fel, 10^{-7} cm nagyságrendű, míg gyors katódsugaraknál 10^{-9} cm, tehát a Röntgen-sugarak hullámhosszával egyenlő nagyságrendű. GERMER és DAVISSON, valamint RUPP méréseiből a hullámhossz számára nyert értékek a (3) egyenletből nyert értékkel jó meg-egyezésben vannak.

A korpuzszkulákhoz tartozó hullámok segélyével a kvantumelmélet BOHR-féle atómmmodelljét is új világításba helyezhetjük. Ennek egyik alapfeltevése az, hogy az elektron csak bizonyos stacionárius pályákon keringhet. Hydrogén-atómnál körpályák esetében csak olyan pályák vannak megengedve, melyeknél fennáll:

$$2 \pi r \cdot m v = n h, \quad (7)$$

hol n egész szám. Kifejezve mv -t a (3) egyenletből kapjuk

$$\frac{2 \pi r}{\lambda} = n,$$

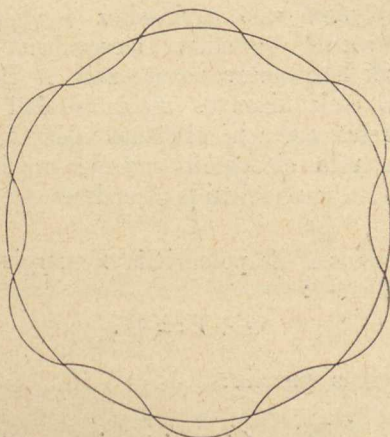
azaz a pálya hossza: $2 \pi r$, osztva a hullámhosszal, egész szám.¹ Azaz a stacionárius pályákon a pálya hossza a hullám-

¹ Általában a SOMMERFELD-féle kvantumfeltételek szerint stacionárius pályákat a következő feltétel határozza meg:

$$\int p dq = n h, \quad (9)$$

hol p impulzus, q koordináta. Legyen $q = s$ az ívhossz és $p = mv =$

hossz egészszámú többszöröse. Ha feltesszük, hogy a keringő elektronhoz egy hullám tartozik, mely a görbe pálya mentén halad (tehát görbe pályában), úgy ez azt jelenti, hogy a hullám egy körülfutás után ugyanazzal a fázissal ér vissza kezdőpontjába. (7. ábra.) Csak ilyen hullám lehet stacionárius, különben



7. ábra.

interferencia folytán a hullám kioltja önmagát. A hullámok és korpuzszkulák hozzárendelése más téren is igen termékenynek bizonyult. Így ha a gáz molekuláihoz hozzárendelünk hullámokat, a gázhoz, mely egy térfogatban van, álló hullámok rendszerét rendelhetjük. Ebből fontos következtetéseket vonhatunk a gáz specifikus hőjére, nevezetesen

$= \frac{h}{\lambda}$ (3) szerint legyen állandó, $\int ds = s$ a kerület hossza és (9) szerint:

$$\frac{s}{\lambda} \cdot h = nh \quad (10)$$

(8) egyenlet általánosabb alakja.

számot lehet adni a specifikus hője csökkenéséről alacsony hőmérsékleten, a gáz ú. n. degenerációjáról.

III.

A korpuzkuláknak és hullámoknak a (3) és (4) egyenlet segélyével való egymáshoz rendelése szigorúan csak egyenesvonalú egyenletes mozgásban levő korpuzkulákra és sík hullámokra vonatkozott. A BOHR-féle atóm zárt pályáira csak bizonyos megközelítéssel volt átvihető. A hozzárendelés egészen általános alakját SCHRÖDINGER adta meg, a róla elnevezett egyenlet segélyével. Ez az egyenlet minden mechanikai pontrendszer esetében könnyen felírható.

A kinetikus T és potenciális V energia összege zárt rendszernél állandó:

$$T + V = W. \quad (11)$$

A kinetikus energia:

$$T = \frac{1}{2} \sum m_i (\dot{x}_i^2 + \dot{y}_i^2 + \dot{z}_i^2) = W - V, \quad (12)$$

hol $\dot{x}_i, \dot{y}_i, \dot{z}_i$, az i -ik tömegpont sebességének derékszögű komponensei, m_i pedig tömege.

Tegyük $m_i x_i$ helyébe

$$\frac{h}{2\pi i} \frac{\partial \psi}{\partial x_i} - t, \dot{x}_i^2 \text{ helyébe } - \frac{h^2}{4\pi m_i^2} \frac{\partial^2 \psi}{\partial x_i^2}$$

és hasonlóan a többi koordinátáknál, akkor a (12) egyenlet jobboldalát ψ -vel szorozva a következő egyenletet kapjuk:

$$\sum \frac{1}{m_i} \left(\frac{\partial^2 \psi}{\partial x_i^2} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial y_i^2} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial z_i^2} \right) = \frac{8\pi^2}{h^2} (V - W) \psi. \quad (13)$$

Ez az ú. n. SCHRÖDINGER-féle egyenlet.

Ez egy parciális differenciálegyenlet, melyből a ψ -t mint a koordináták függvényét akarjuk meghatározni, úgy-hogy ψ a végtelenben eltűnjön. Ily megoldás csak W meghatározott értékeinél az ú. n. karakterisztikus értékeknél („Eigenwert“) lehetséges.

Ezek legyenek:

$$W_1, W_2, W_3, \dots W_i, \dots W_k, \dots \quad (14)$$

Ekkor a rendszerhez tartozó hullámok frekvenciái:

$$\nu_i = \frac{W_i}{h} \quad (15)$$

és az optikai frekvenciák ezek különbségei:

$$\nu_{ik} = \nu_i - \nu_k \quad (16)$$

Ez az eljárás nagy pontossággal szolgáltatja az atomok optikai spektrumát. Általában a SCHRÖDINGER-féle egyenlet felállítása a fent vázolt módon úgy tekintendő, mint egy szabály, mely egy olyan egyenlethez vezet, melynek segítségével a spektrum meghatározható. Jogosultságát ez az eljárás egyedül a tapasztalattal való megegyezésből meríti.

A hozzárendelés módjára tehát volna egy jól bevált szabály, melynek felismerése a kvantumelméletben korszakalkotó volt. Azonban a korpuszkulák és hullámok közti kapcsolat mélyebb értelme korántsem tekinthető teljesen tisztázottnak. DE BROGLIE és SCHRÖDINGER azt a felfogást vallották eleinte, hogy igazi reálitással csak a hullámok bírnak. A korpuszkulák pedig csupán a térnek ama helyei, hol a hullámok interferencia folytán egymást kiválóan erősítik. A ψ függvény abszolút értékének négyzete $|\psi|^2$ arányos a sűrűséggel. Ha tehát egy korpuszkula mozog, az csak azt jelenti, hogy a térnek más helyén erősítik egymást a hullámok különböző időben.

Ha ez a felfogás helyes volna, úgy ebből kellene a korpuszkulák fősajátságainak következnie, így annak, hogy azok oly nagyfokú állandóságot mutatnak. Ez azonban nemcsak nem következik, hanem az elmélet szerint a korpuszkulának idővel szét kellene szóródnia. Ezért ezt az oly meglepő, de tetszetős felfogást fel kellett adni.

Lényegesen más felfogáshoz jutott el BORN, PAULI, JORDAN és DIRAC. Szerintük az energiát és impulzust a korpuszkulák: elektronok, protonok és fénykvantumok viszik át, de pályájuk és mozgásuk csak annyiban van kauzálisan determinálva, hogy az energia és impulzus megmaradása tételének eleget tegyen. Az így meglevő szabadságot egy valószínűségi törvény korlátozza, mely meghatározza, hogy mi a valószínűsége annak, hogy egy korpuszkula a tér egy részében foglaljon helyet. Ezt a valószínűséget határozza meg a SCHRÖDINGER-féle egyenletből kiszámítható ψ függvénye a helynek úgy, hogy $|\psi|^2 r$ a valószínűsége annak, hogy a korpuszkula a tér r tartományában van. Sok korpuszkula esetében $|\psi|^2$ tehát a sűrűséggel arányos.

Ez a felfogás a klasszikus fizika felfogásától alapvető mértékben tér el, mert feladja a fizikai jelenségek szigorú determináltságát, a jelen állapotból a jövő állapot nem következik egyértelműen, hanem csak bizonyos valószínűséggel. A régi felfogás az újabb felfogás szerint túlmerev volt. Azokban az esetekben, melyekben a régi mechanika bevált pl. a bolygó mozgás esetében, az új felfogás is praktikusán megegyező eredményt ad, t. i., hogy a mozgás túlnyomó valószínűséggel megegyezik a klasszikus mechanika esetével.

Ezek az érdekes és nagyjelentőségű felfogások még igen élénk fejlődés stádiumában vannak és korántsem tekinthetők lezártaknak.

A KOZMIKUS PERIHÉLIUM-MOZGÁSRÓL.

Írta: Dr. WODETZKY JÓZSEF.

Egyik előbbi dolgozatomban¹ rámutattam arra, hogy a világtérben szétszórótt égitestek össztömegének perturbáló hatással kell lennie a bolygók mozgására. „A mi előbbi föltevésünk szerint — mondtam az idézett helyen — következetesen helyt kell adnunk a világössztömeg hatásának. Ekkor a közönséges két-test-problémában is perturbáló tag lép fel, mely perihélium eltolódást von maga után. Ha például a bolygó pályasíkja merőlegesen áll a Napot és a világeközéppontot összekötő egyenesre, akkor ez a tag $= -ar$, ha r jelenti a bolygónak a Naptól való távolságát. Ily kozmikus perihélium-mozgásnak a kettős csillagoknál is kell mutatkoznia. Ha ilyen mozgást ki lehetne mutatni a bolygóknál, akkor fontos következtetéseket vonhatnánk a Naprendszernek a világtérben való helyzetére és a világtérben levő tömeg közepes sűrűségére.“

Munkámtól indítatva G. v. GLEICH foglalkozott ezzel a kérdéssel.² A bolygók pályaelemeinek ismeretes perturbációképleteire támaszkodva a galaktikus rendszer tömegközéppontjának irányát igyekszik meghatározni. Ebből a célból fölteszi, hogy a Merkúr-pálya excentricitásának és perihélium-mozgásának megmagyarázatlan háborgásai teljes egészükben a galaktikus csillagrendszer össztömegétől származnak.

De ha szigorúan akarunk eljárni, akkor először azt kell kérdeznünk, hogy mekkorák tényleg azok a perturbációk, melyeket a csillagok összessége előidézhet. Ebből a célból a bolygó mozgásegyenleteit közvetlenül kell megvizsgálunk.

¹ Über Lichtstrahlenkrümmung, Spektrallinienverschiebung und Krümmungsradius des Universums, Astronom. Nachrichten, 1922, 217. kötet, 397 lap, és: A relativitástan csillagászati bizonyítékainak kritikája, Budapest, 1923.

² Astron. Nachr. 230. kötet, 97. lap. 1927.

Jelentse x, y, z az m -tömegű bolygónak a Nap közép-pontjára vonatkoztatott koordinátáit. A Nap tömege legyen $= M$. A csillagok galaktikus rendszerét szkématicusan gömbalakúnak véve, a gömb tömegéből csak az az R -sugarú gömb hat, melynek középpontja összeesik a csillagrendszer tömegközéppontjával és melynek sugara (R) a Napnak ettől való távolsága. (Ellipszoidos eloszlás esetén is hasonló törvény érvényes és nagyságrendben is hasonló eredményt kapunk, de bonyolultabb módon.) Föltesszük, hogy a NEWTON-féle törvény az egész világtérben érvényes és hogy a csillagok anyaga a térben egyenletesen van szétosztva.

A csillagrendszernek számbaveendő tömege tehát $= \frac{4}{3} \pi R^3 \sigma$, ha σ jelenti az anyagnak térbeli átlagos sűrűségét. Jelöljük k^2 -nel a gravitációs állandót, mely $= 6.685 \cdot 10^{-8} \text{ dyn} \cdot \text{cm}^2 \cdot \text{g}^{-2}$, $\mu \equiv k^2 (m + M)$, $\alpha \equiv \frac{4}{3} \pi \sigma k^2$. A bolygó mozgásegyenletei akkor a következő alakot öltik:

$$x'' = -\frac{\mu x}{r^3} - \alpha x,$$

$$y'' = -\frac{\mu y}{r^3} - \alpha y,$$

$$z'' = -\frac{\mu z}{r^3} - \alpha z,$$

hol $r = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$ a bolygónak a Naptól való távolsága.

Jelöljük ξ, η, ζ -val az összcillagrendszer tömegközéppontjának koordinátáit. Ennek a tömegközéppontnak mozgásegyenleteiből csupán a ζ koordinátáéra van szükségünk, melynek alakja:

$$\zeta'' = -k^2 m z \left(\frac{1}{r^3} - \frac{1}{R^3} \right) - \frac{k^2 (m + M + m_3) \zeta}{R^3},$$

vagy evidens elhanyagolással:

$$\zeta'' = - \frac{k^2 m z}{r^3} - \frac{k^2 m_3 \zeta}{R^3},$$

hol $m_3 =$ a csillagok össztömegével.

A bolygópályák tapasztalás szerint igen nagy közelítéssel sík görbéknek tekinthetők. Legyen az $x y$ sík a pályasík. Akkor x és y mozgásegyenletében tehetjük $r^2 = x^2 + y^2$ és $z = 0$. Viszont a z mozgásegyenletére alkalmazhatjuk a szuperpozíció elvét. Egyenleteink akkor a következők:

$$x'' = - \frac{\mu x}{r^3} - \alpha x,$$

$$y'' = - \frac{\mu y}{r^3} - \alpha y,$$

$$z'' = - \alpha z.$$

Az utolsó egyenlet szerint a bolygó egyszerű harmonikus mozgást végez a z -tengely irányában. Helyesebben úgy is mondhatjuk, hogy a pálya síkja harmonikus lengéseket végez egy középső helyzet körül. Az egyenlet általános integrálja:

$$z = A \cos(\sqrt{\alpha} t + c),$$

hol A és c az integrációs állandók.

Legyen $t = 0$, mikor $z = A \cos c = 0$. Ez bekövetkezik, ha pl. $c = -\frac{\pi}{2}$ választjuk. Akkor

$$z = A \sin \sqrt{\alpha} t = A \sin \frac{2\pi t}{T},$$

és $T = \frac{2\pi}{\sqrt{\alpha}}$ a lengés periódusa. A szélső értékeket akkor éri el a pályasík helyzete, mikor $t = \frac{1}{4} T$ vagy $t = \frac{3}{4} T$.

Állapítsuk meg α nagyságrendjét. Idézett munkámban mint elfogadható feltevés szerepelt, hogy a csillagrendszer sugara átlag $= 2 \cdot 10^{20} \text{ km}$ és a csillagok összes száma $= 8 \cdot 10^{19}$, minden egyes csillag tömegét a Nap tömegével egyenlőnek véve. Csak az R sugarú gömbön belül levő csillagok okoznak perturbációt. Ez az R , a Napnak a csillagrendszer tömegközéppontjától való távolsága, mintegy 700 csillagtávolságnak $= 2 \cdot 10^{16} \text{ km}$ -nek vehető. Ezen a gömbön belül tehát mintegy $8 \cdot 10^7$ csillag foglal helyet, melyek a kozmikus perturbációt okozzák. Ezek szerint az összcsillagrendszer átlagos sűrűsége:

$$\sigma = \frac{8 \cdot 10^9 \cdot M}{\frac{4}{3} \pi \cdot 8 \cdot 10^{60}} = \frac{3M}{4\pi \cdot 10^{41}}.$$

A Nap tömege $M = \frac{4}{3} \pi \cdot 695.500^3 \cdot 1.45$ és ennél fogva $\sigma = 4.88 \cdot 10^{-24}$, vagy kerekén $\sigma = 5 \cdot 10^{-24}$ és $\alpha = \frac{4}{3} \pi \sigma k^2 = 1.4 \cdot 10^{-30}$. Tehát $T = \frac{2\pi}{\sqrt{\alpha}} = 523 \cdot 10^{13} \text{ sec} = 165,700.000 \text{ év}$. Ennyi idő alatt végez egy teljes lengést a pályasík a kozmikus perturbáció következtében.

Az A amplitudó nagyságrendjének megállapítására szükségünk van valamely másik összefüggésre, aminőt pl. a ζ -t definiáló egyenlet szolgáltat. Ennek maximumát kapjuk, ha a bolygópálya síkja merőleges a bolygótól a csillagrendszer tömegközéppontjához vont egyenesre, melynek hossza ebben az esetben $= R \pm z$.

Ennél fogva

$$\zeta'' = z'' = -\alpha z = -\alpha A \sin \sqrt{\alpha} t,$$

és a ζ mozgásegyenletéből

$$-\alpha z = -\frac{k^2 m z}{r^3} - \frac{k^2 m_3 (R \pm z)}{R^3}.$$

Ebből adódik:

$$A \frac{M}{r^3} = \frac{m_3}{R^2},$$

$$A = \frac{m_3}{M} \cdot \frac{r^3}{R^2}.$$

m_3 , a számba jövő csillagok összes tömege legyen $= n \cdot M$.
akkor

$$A = n \left(\frac{r}{R} \right)^2 r,$$

az amplitudó szögértéke pedig:

$$\text{ty } i \rightarrow i = \frac{A}{r} = n \left(\frac{r}{R} \right)^2.$$

Az előbbiek szerint $n = 8 \cdot 10^7$, $R = 2 \cdot 10^{16}$ km.
A Merkúr közepes távolsága a Naptól $6 \cdot 10^7$ km, a Földé $15 \cdot 10^7$ km és a Neptunusé $45 \cdot 10^8$ km. Ennélfogva a maximális amplitudó szögértéke, amit kozmikus perturbáció következtében a pályasík szenvedhet rendre $1'' \cdot 5 \cdot 10^{-4}$, $9'' \cdot 10^{-4}$ és $0 \cdot 8''$. Ez csak Neptunusnál tenne ki észlelhető értéket, ha periódusa nem volna oly hosszú időköz, $165,700.000$ év.

A bolygó pályabeli mozgását definiáló egyenletek szolgáltatják az energiaintegrált: ($x = r \cos \theta$, $y = r \sin \theta$)
tranzformációval)

$$v^2 = x'^2 + y'^2 = \theta'^2 \left[\left(\frac{dr}{d\theta} \right)^2 + r^2 \right] = \frac{2\mu}{r} - \alpha r^2 + c_3.$$

Maguk a mozgásegyenletek poláris koordinátákban a következő alakot öltik:

$$r'' - r \theta'^2 = - \frac{\mu}{r^2} - \alpha r,$$

$$2r'\theta' + r\theta'' = 0.$$

Az utóbbi egyenlet szolgáltatja a területi integrált:

$$r^2 \theta' = c_1 = \sqrt{\mu p} = \sqrt{\mu a(1 - e^2)}.$$

Ezt az energiaintegrálba helyettesítve kapjuk a

$$\theta = \int \frac{c_1 dr}{r \sqrt{2\mu r + c_3 r^2 - c_1^2 - \alpha r^4}}$$

összefüggést, mely a KEPLER-féle mozgásnál szereplő hasonló relációtól csak a nevezőben szereplő $-\alpha r^4$ tagban tér el. Ennélfogva perihélium-mozgásnak kell létrejönnie, melyet épen ez a kozmikus eredetű tag idéz elő.

Ezen integrál kifejtése helyett egyszerűbben érünk célt, ha a perihélium-mozgás nagyságrendjének megállapítására pl. a szuperpozíció elvét alkalmazzuk. A mozgásegyenletekben r -t LAPLACE elve alapján változtatlanul hagyjuk, θ helyébe pedig a megváltozott $\theta + \omega$ tesszük, ω^2 és ω'^2 elhanyagolásával:

$$r'' - r(\theta'^2 + 2\theta'\omega') = -\frac{\mu}{r^2} - \alpha r.$$

De a tiszta elliptikus mozgás egyenlete:

$$r'' - r\theta'^2 = -\frac{\mu}{r^2},$$

és ennélfogva

$$2\theta'\omega' = \alpha,$$

$$\omega' = \frac{\alpha}{2\theta'} = \frac{\alpha r^2}{2\sqrt{\mu p}},$$

hol θ' és r helyébe a tiszta elliptikus értékeket kell tennünk. Így a perihélium elmozdulás

$$\Delta\omega = \frac{\alpha a^2(1 - e)^2}{2\sqrt{\mu}\sqrt{a(1 - e^2)}} +$$

$$+ \frac{\alpha a^2 (1+e)^2}{2 \sqrt{\mu} \sqrt{a(1-e^2)}} \rightarrow \frac{\alpha a \sqrt{p}}{\sqrt{\mu}},$$

hol p a paraméter, a a közepes távolság a Naptól.

Azonos eredményre jutunk, ha eleve forgó ellipszist tételezünk fel, úgyhogy pl.

$$r = \frac{p}{1 + e \cos(\theta + \omega t)}.$$

Kiszámítjuk r' és r'' és behelyettesítjük a poláris mozgásegyenletekbe. Kellő redukcióval lesz:

$$2 \left(\frac{1}{p} - \frac{1}{r} \right) \sqrt{\mu p} \cdot \omega = \alpha r.$$

Tehát

$$2 \left[\frac{1}{p} - \frac{1}{a(1-e)} \right] \sqrt{\mu p} \omega_1 = \alpha a (1-e),$$

$$2 \left[\frac{1}{p} - \frac{1}{a(1+e)} \right] \sqrt{\mu p} \omega_2 = \alpha a (1+e),$$

$$\omega_1 + \omega_2 = \Delta \omega = \frac{\alpha a \sqrt{p}}{\sqrt{\mu}},$$

mint az előbb. Az excentricitás elhanyagolásával írhatjuk

$$\Delta \omega = \alpha \sqrt{\frac{a^3}{\mu}}.$$

és mivel KEPLER harmadik törvénye szerint

$$\frac{P^2}{P_0^2} = \frac{a^3}{a_0^3},$$

$$\Delta \omega = \alpha \frac{P a_0^{\frac{3}{2}}}{P_0 \sqrt{\mu}} = \frac{2 \pi P}{324 \cdot 10^9 \cdot P_0^2}.$$

Ha a földi évet egységül választjuk ($P_0 = 1$)

$$\Delta \omega = \frac{2 \pi^3 P}{648^2 \cdot 10^6} \rightarrow 2 P \cdot 10^{-10}$$

más szóval a bolygók kozmikus perihélium-mozgása arányos a bolygó keringésidejével és az arányossági tényező közel $= 2 \cdot 10^{-10}$. A Merkurnál eszerint a kozmikus perihélium-mozgás $0'' \cdot 5 \cdot 10^{-10}$ tesz ki egy évben, $0'' \cdot 5 \cdot 10^{-8}$ egy évszázadban. A tényleges eltérés ennek mintegy $8 \cdot 10^9$ -szerese s így a LEVERRIER-féle eltérést nem lehet a galaktikus rendszer össztömegének perturbáló hatásával megmagyarázni. A Földnél ez a hatás $2'' \cdot 10^{-10}$, a Neptunusnál $33'' \cdot 10^{-9}$ évenként és messze alatta marad minden észlelhetőség határán.

Ezzel a NEWTON-féle tömeghatás segítségével egy újabb hatást magyaráztam meg, melyet a relativitástan a véges RIEMANN-féle tér geometriai hatásának tulajdonít. Ha ugyanis a végtelen tért feltételező $R_{\mu} = 0$ gravitációs törvényt helyett az

$$R_{\mu r} - \lambda g_{\mu r} = 0$$

EINSTEIN-féle korrigált törvényt alkalmazzuk, amely véges tért involvál, akkor — épen úgy mint a föntebbi kifejtésben — a keringésidővel arányos korrekciós tag lép fel a bolygók perihélium-mozgásában, amely a Földnél pl. $1'' \cdot 34$ évszázadonként.¹

Végül megjegyzem, hogy LAPLACE² távoli csillag

¹ Lásd pl. BECQUEREL, Champ de gravitation d'une sphère etc. Paris 1923, 32. lap és EDDINGTON, The mathematical theory of relativity, Cambridge 1923, 101. lap, jegyzet.

² LAPLACE, Mécanique céleste, III. és XIII. kötet.

tömegének a bolygók mozgására való hatásával foglalkozott. De ez a hatás nyilvánvalóan különbözik attól, amelyet a fentebbiekben vizsgálat alá vettem.

A KORRELÁCIÓ-SZÁMÍTÁS RÓL.

Írta: Dr. STEINER LAJOS.

Az utolsó 30 évben a statisztikai módszereket igénybevevő tudományterületekben, a szociológiában, eugenetikában stb. a szigorúbb matematikai módszerek mind nagyobb alkalmazást nyernek és e módszerek között a korreláció-számítás, amely a különböző jelenségek közt fennálló kapcsolatok (korrelációk) kutatására szolgál, fontosság tekintetében az első helyet foglalja el és alkalmazása geofizikai tudományterületekben, a meteorológiában, a földmágnesség tanában stb. is hasznosnak bizonyul. A következőkben a korreláció-számításra vonatkozó legegyszerűbb és legszükségesebb tudnivalókat mutatjuk be néhány szám példa kíséretében.

Amikor azt keressük, hogy két adatsor között van-e kapcsolat, első dolgunk a két adatsort áttekinthetően összefoglalni. Ily összefoglalás az úgynevezett korreláció-tábla. Ily korreláció-táblát tüntet fel az I. tábla.¹ E tábla 1000 házaspáron végzett mérés eredményét tünteti fel. A kérdés az volt, vajjon a házaspárok magasságában mutatkozik valami kiválogatódás oly értelemben, hogy magas férfi inkább magas nővel lép házasságra, mint alacsonyval. A legfelső vízszintes sorban a feleségek magassága van hüvelykekben, az első függélyes oszlopban a férjek magassága hüvelykekben. A tábla adatainak mindegyike egy bizonyos függélyes oszlophoz és egy bizonyos vízszintes sorhoz tartozik és azt mutatja, hogy az 1000 házaspár közt hány volt olyan, amelyben az adat által megszabott feleség és

¹ KARL PEARSON: The Grammar of Science. London 1900. 430 l.

I. t á b l a.

	52''	53''	54''	55''	56''	57''	58''	59''	60''	61''	62''	63''	64''	65''	66''	67''	68''	69''	70''	71''	$m_{1/0}^{(j)}$	
59''	0·5	0·5	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	60·25
60''	1	0·5	.	0·5	0·5	.	.	.	.	.	.	.	.	2·5	60·60
61''	0·5	1	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3·5	59·71
62''	2	.	1	1·5	4·25	1·75	1·5	2	1·5	0·75	1·25	.	.	.	.	.	17·5	60·94
63''	1·5	0·75	1·25	3·5	7·5	8	5	6·25	2	1·25	.	.	.	.	.	37	61·99
64''	1·75	2·75	2·5	8·5	9·25	13·5	2·75	6·5	3·75	0·75	0·5	.	.	.	.	52·5	61·60
65''	0·75	3·5	4·75	17	11·75	13·5	13·5	11	4·25	1·5	1·25	0·25	.	.	.	83	61·81
66''	1	0·5	.	1	.	3	4	6·75	13·5	21·25	28·5	24·5	11·5	10·75	7·5	2·5	0·75	.	.	.	137	62·04
67''	.	0·5	.	.	0·25	2·25	2·75	13·25	19·5	15·25	23·5	18·75	12	16·5	5·25	5·5	0·5	0·25	.	.	136	62·17
68''	.	.	.	0·5	0·25	2	2·75	6·75	9·25	19·75	23·25	29·75	19	14	6·75	2·25	2	0·25	.	.	138·5	62·56
69''	.	.	.	0·5	.	0·25	3	2·75	15·5	15·75	24·25	20·5	17	12·75	11·75	5·5	1·5	.	.	.	131	62·80
70''	2·5	2	6·25	9·5	18·5	19·25	18·25	11	10·25	4	1·5	1·25	0·25	.	104·5	63·26
71''	1·5	3·25	7·25	12·5	14·25	12	9·75	9·5	1·5	2·5	0·75	0·75	1	76·5	63·70
72''	5·5	6	10·5	4·75	5·5	5·5	3·75	1·5	1·5	0·25	0·75	.	45·5	63·20
73''	0·5	2	1·75	4·25	3	3·75	2·5	0·75	0·5	0·25	1·25	0·5	21	64·45
74''	0·5	.	1·25	1·25	1·5	0·25	1·5	0·25	.	.	.	.	6·5	63·73
75''	0·5	2·5	.	1	.	.	1	.	.	.	5	64·30
76''	0·5	.	.	.	.	.	.	.	.	0·5	63·03
	1	1	0	2	2·5	11·5	23·5	45·5	109	129	181·5	164	125	95	63·5	25·5	12	3	3	1·5	1000	62·53
$m_{0/1}^{(i)}$	66	66·50	.	67·25	63·10	65·85	66·40	66·36	66·85	67·18	67·63	68·06	68·00	68·34	68·88	68·51	70·06	70·25	72·00	71·67	67·71	

férjmagasságok mérettek. Ha valamely mért magasság két egész hüvelyekben kifejezett magasság közé ép a középre esik, úgy ez felerészben a két szomszédos sor, illetve oszlop közt osztandó el és ha egy ugyanazon házaspárnál úgy a férjmagasság, mint a feleségmagasság két függélyes oszlop, illetve két vízszintes sor közé ép a középre esik, úgy e házaspár $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{4}$ részben a négy szomszédos mezőbe sorolandó. Innen van, hogy a táblában 0.5 és 0.25 törtek lépnek fel. Így például 24.25 esetben volt egy 62" magas asszonynak 69" magas férje, 10.25 esetben volt 66" magas feleségnek 70" magas a férje stb. Az előfordulási szám osztva az összes esetek számával (e példában 1000) adja az illető kapcsolatok relatív gyakoriságát, a kiemelt esetekben 0.02425 és 0.01025. A relatív gyakoriság közelítőleg az illető esetek bekövetkezésének valószínűsége és pedig annál nagyobb közelítésben, mennél több eset került megfigyelés alá. Az utolsóelőtti vízszintes sor a függélyes oszlopokban levő számok összegét, az utolsóelőtti függélyes oszlop a vízszintes sorokban levő számok összegét tartalmazza. Az I. tábla adatai szerint $\frac{24.25}{1000}$ a relatív gyakorisága vagy valószínűsége oly pároknak, ahol a feleség magassága 62" és a férje 69". Továbbá $\frac{181.5}{1000}$ a 62" magas nők relatív gyakorisága vagy valószínűsége és $\frac{131}{1000}$ a 69" magas férfiak valószínűsége.

Nyilvánvaló, hogy $\frac{24.25}{1000}$ a következő két alakban írható:

$$\frac{24.25}{1000} = \frac{24.25}{181.5} \times \frac{181.5}{1000} = \frac{24.25}{131} \times \frac{131}{1000}.$$

Tehát annak a valószínűsége, hogy 62" magas nő 69" magas férfivel lép házasságra, mint két valószínűség szorzata állítható elő; az egyik tényező a 62" magas nő, illetve a 69" magas férfi előfordulásának valószínűsége ($\frac{181.5}{1000}$ és $\frac{131}{1000}$) függetlenül minden egymásra való vonatkozástól, vagyis amint mondani szokták a 62" magas nő,

illetve a 69" magas férfi „nem feltételes“ valószínűségei, a másik tényező annak a valószínűsége, hogy egy 62" magas nő 69" magas férfival lép házasságra, illetve, hogy egy 69" magas férfi egy 62" magas nővel társul. Ez utóbbi valószínűségek úgynevezett „feltételes“ valószínűségek. A számpélda egy általános valószínűségi tételt fejez ki. Nevezetesen, ha $\omega_{a,b}$ az A és B együtt való bekövetkezésének valószínűsége, továbbá p , q az A , illetve B nem feltételes valószínűsége, p^B az A -nak B -re vonatkoztatott és q^A a B -nek A -ra vonatkoztatott feltételes valószínűsége, úgy

$$\omega_{a,b} = p \cdot q^{(A)} = q \cdot p^{(B)} \quad ^1$$

Példánkban: A a 62" nőmagasság, B a 69" férfigmagasság, továbbá

$$p = \frac{1815}{1000}, \quad q = \frac{131}{1000}, \quad q^{(A)} = \frac{24 \cdot 25}{1815}, \quad p^{(B)} = \frac{24 \cdot 25}{131} \quad \text{és}$$

$$\omega_{a,b} = \frac{24 \cdot 25}{1000} = \frac{1815}{1000} \times \frac{24 \cdot 25}{1815} = \frac{131}{1000} \times \frac{24 \cdot 25}{131}.$$

A korreláció-tábla a további vizsgálat alapjául szolgál. Jelöljük általánosságban a nők magasságát X -el, a férfiakét Y -al és e betűk mellé i és j indexet teszünk (X_i és Y_j) annak feltüntetésére, hogy az i , illetve j hüvelyk-magasságról van szó, továbbá p_i és q_j jelölje az X_i , illetve Y_j nem feltételes valószínűségét, úgy képezhetjük

$$E(X) = \sum_i p_i X_i \quad \text{és} \quad \sum Y = \sum_j q_j Y_j$$

kifejezéseket. Ezek az X , illetve Y úgynevezett matematikai reménye és nem egyebek, mint az X , illetve Y számtani középértéke. E két középértéket $m_{1/0}$, illetve $m_{0/1}$ is jelöljük. E jelölési mód egy általánosabb jellemző adat (parameter) definíciójából ered. Ez az általánosabb parameter

¹ A jelölésekben Tschuprov-tól és Baur-tól használt, áttekinthető jelölési módot követjük.

$$m_{f/g} = E(X^f Y^g) = \sum_i \sum_j w_{i,j} X_i^f Y_j^g$$

kifejezéssel van definiálva.

A mi példánkban

$$\begin{aligned} E(X) &= \frac{1}{1000} \cdot 52 + \frac{1}{1000} \cdot 53 + \frac{2}{1000} \cdot 55 + \dots \\ &\dots + \frac{164}{1000} \cdot 63 + \dots + \frac{1 \cdot 5}{1000} \cdot 71 = \\ &= \frac{1}{1000} (52 + 53 + 110 + \dots + \\ &\quad + 10332 + \dots + 106 \cdot 5) = 62'' \cdot 531. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} E(Y) &= \frac{2}{1000} \cdot 59 + \frac{2 \cdot 5}{1000} \cdot 60 + \dots \\ &\dots + \frac{138 \cdot 5}{1000} \cdot 68 + \dots + \frac{0 \cdot 5}{1000} \cdot 76 = \\ &= \frac{1}{1000} (118 + 150 + \dots + 9418 \cdot 0 + \dots \\ &\quad + 38) = 67'' \cdot 713. \end{aligned}$$

A nők átlagos magassága 62·53'', a férfiaké 67·71.

E középértékeken kívül más jellemző adatokat is állapíthatunk meg.

Képezzük minden vízszintes sorra az

$$E^{(j)}(X) = \sum_i p_i^{(j)} X_i = m_{i/0}^{(j)}$$

kifejezést, hol az összegezés i -re vonatkozik és a j index a j férfimagasságnak megfelelő vízszintes sort jelzi; vagyis az összegezés a j vízszintes sorban levő X -ken (nőmagasságokon) hajtandó végre; továbbá képezzük minden függélyes oszlopra az

$$E^{(i)}(Y) = \sum_j q_j^{(i)} Y_j = m_{0/l}^{(i)}$$

kifejezést, hol az összegezés j -re vonatkozik és az index az i nőmagasságnak megfelelő függélyes oszlopot jelzi, vagyis az összegezés az i függélyes oszlopban levő y -kon (férfimagasságokon) hajtandó végre. A függélyes oszlopokat és vízszintes sorokat az 1, 2 számokkal is jelölhetjük és akkor i és j indexek ezeket a természetes számokat jelentik. Eszerint például a 67" magas férfira vonatkozó vízszintes sorra alkalmazva a képletet, nyerjük:

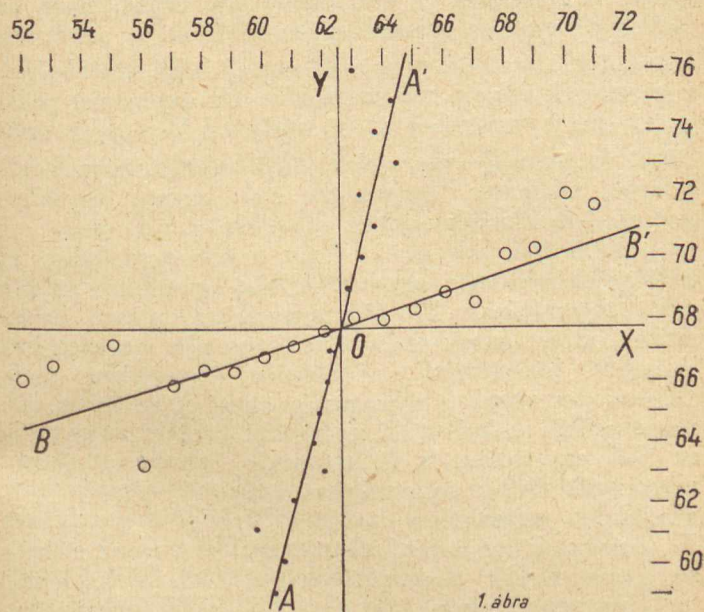
$$\begin{aligned} m_{1/0}^{(67)} &= \frac{\cdot 5}{136} \times 53 + \frac{\cdot 25}{136} \times 56 + \frac{2 \cdot 25}{136} \times 57 + \dots \\ &\dots + \frac{23 \cdot 5}{136} \times 62 + \dots + \frac{\cdot 5}{136} \times 68 + \frac{\cdot 25}{136} \times 69 = \\ &= \frac{1}{136} (26 \cdot 5 + 14 \cdot 0 + 128 \cdot 25 + \dots \\ &\dots + 1457 \cdot 0 + \dots + 34 \cdot 0 + 17 \cdot 25) = 62'' \cdot 17 \end{aligned}$$

és a 62" magas nőre vonatkozó függélyes sorra:

$$\begin{aligned} m_{0/1}^{(62)} &= \frac{\cdot 5}{181 \cdot 5} \times 60 + \frac{1 \cdot 5}{181 \cdot 5} \times 62 + \frac{8}{181 \cdot 5} 63 + \dots \\ &\dots + \frac{24 \cdot 25}{181 \cdot 5} \times 69 + \dots + \frac{1 \cdot 25}{181 \cdot 5} 74 + \frac{\cdot 5}{181 \cdot 5} \times 75 = \\ &= \frac{1}{181 \cdot 5} (30 \cdot 0 + 93 \cdot 0 + 504 \cdot 0 + \dots \\ &\dots + 1673 \cdot 25 + \dots + 92 \cdot 5 + 37 \cdot 5) = 67 \cdot 63. \end{aligned}$$

Ily módon nyertük az I. táblában az utolsó függélyes oszlopban az $m_{1/0}^{(j)}$ illetve az utolsó vízszintes sorban az $m_{0/1}^{(i)}$ számokat. E mennyiségek az Y_j illetve X_i -re vonatkozó feltételes reményei az X , illetve az Y mennyiségeknek.

Ha az X_i és Y_j adatokat két egymásra merőleges mentén egy koordináta-rendszer két tengelyére felvisszük és az $m_{1/0}^{(j)}$ és $m_{0/1}^{(i)}$ mennyiségeket a megfelelő Y_j és X_i -nek megfelelően berajzoljuk, nyerjük az 1. ábrán feltüntetett pontokat. A pontokkal jelölt helyek koordinátái: $m_{1/0}^{(j)}$ és Y_j , a köröskékkel megjelölt pontok koordinátái X_i és



1. ábra

$m_{0/1}^{(i)}$. E pontok elhelyezkedése szembeütően mutatja, hogy a házastársak magasságában megnyilatkozik olynemű kapcsolat (korreláció), hogy nagy általánosságban magasabb férfi magasabb nővel lép házasságra.

Koordináta-rendszerünk kezdőpontját az $X = m_{1/0} = 62''53$ és $Y = m_{0/1} = 67''71$ által megszabott pontba helyezhetjük át (az ábrán O -val jelölve) és akkor a pon-

tokkal jelölt helyek koordinátái $(m_{1/0}^{(j)} - m_{1/0})$ és $(Y_j - m_{0/1})$ és a köröcskékkal megjelölt pontok koordinátái $(X_i - m_{1/0})$ és $(m_{0/1}^{(i)} - m_{0/1})$. Legyen rövidség kedvéért $Y_j - m_{0/1} = y_j$ és $X_i - m_{1/0} = x_i$. Nem nehéz oly két egyenest meghatározni, melyek egyike a pontocskákkal jelölt pontokhoz, másika a köröcskékkal megjelölt pontokhoz lehetőleg jól símul. A „lehetőleg jó símuláson“ azt értjük, hogy az első egyenesnél az egyenes egyenletéből az y_j segélyével kiszámított abszcisszáék és az $(m_{1/0}^{(j)} - m_{1/0})$ közti különbségek négyzeteinek összege minimum, a másik egyenesnél pedig az egyenes egyenletéből az x_i segélyével kiszámított ordináták és az $m_{0/1}^{(i)} - m_{0/1}$ közti különbségek négyzeteinek összege minimum. Legyen az első egyenes egyenlete $x = ay + b$, a másik egyenes egyenlete $y = a'x + b'$.

Különösen kiemeljük, hogy e két egyenletben az x és y jelentése nem ugyanaz. Az első egyenletben az x a nők magasságának Y_j férfigmagassághoz tartozó átlagértékét, illetve ennek eltérését az összes nők magasságából számított középértéktől, a második egyenletben pedig $(X_i - m_{1/0})$ -t, vagyis a nőmagasság eltérését az összes nők magasságából számított középértéktől jelenti; az y pedig az első egyenletben a férfigmagasság eltérése az összes megvizsgált férfiak magasságából számított középértéktől, a második egyenletben pedig a férfiak magasságának X_i nőmagassághoz tartozó átlagértéke, illetve ennek eltérése az összes férfiak magasságából számított középértéktől.

Az egyenletek a , b és a' b' állandóinak meghatározására szolgálnak tehát a következő feltételek:

$$\sum_j [ay_j + b - (m_{1/0}^{(j)} - m_{1/0})]^2 = \text{Minimum},$$

$$\sum_i [a'x_i + b' - (m_{0/1}^{(i)} - m_{0/1})]^2 = \text{Minimum}.$$

És ezekből adódó feltételi egyenletekből következik:

$$b = 0, b' = 0, a = \frac{\sum xy}{\sum y^2}, a' = \frac{\sum xy}{\sum x^2},$$

hol az összegezés a számlálóban az összes x, y párokra, a nevezőkben az összes y , illetve x -re kiterjesztendő. Részletesen kiírva:

$$\Sigma xy = N \sum_i \sum_j w_{ij} (X_i - m_{1/0}) (Y_j - m_{0/1}).$$

(N a megvizsgált párok száma, példánkban 1000.)

$$\Sigma x^2 = N \sum_i p_i (X_i - m_{1/0})^2;$$

$$\Sigma y^2 = N \sum_j q_j (Y_j - m_{0/1})^2.$$

$$\begin{aligned} \text{Ha a } \mu_{f/g} &= E((X - m_{1/0})^f (Y - m_{0/1})^g) = \\ &= \sum_i \sum_j w_{ij} (X_i - m_{1/0})^f (Y_j - m_{0/1})^g \end{aligned}$$

jelölést hozzuk be, nyerjük a két egyenes egyenletére:

$$m_{1/0}^{(j)} - m_{1/0} = \frac{\mu_{1/1}}{\mu_{0/2}} (Y_j - m_{0/1}),$$

$$m_{0/1}^{(i)} - m_{0/1} = \frac{\mu_{1/1}}{\mu_{2/0}} (X_i - m_{1/0}).$$

Vége, ha a $\sigma_x^2 = \mu_{2/0}$ és $\sigma_y^2 = \mu_{0/2}$ jelölést hozzuk be és az első egyenletet σ_x -al, a másodikat σ_y -al osztjuk, nyerjük:

$$\left. \begin{aligned} \frac{m_{1/0}^{(j)} - m_{1/0}}{\sigma_x} &= \frac{\mu_{1/1}}{\sigma_x \sigma_y} \frac{Y_j - m_{0/1}}{\sigma_y} \text{ és} \\ \frac{m_{0/1}^{(i)} - m_{0/1}}{\sigma_y} &= \frac{\mu_{1/1}}{\sigma_x \sigma_y} \frac{X_i - m_{1/0}}{\sigma_x} \end{aligned} \right\} \text{I.}$$

σ_x és σ_y az x , illetve y úgynevezett szórása (az angolok „standard deviationja”), amely az x , illetve y adatok változékonyságát jellemzi.

A $\frac{\mu_{1/1}}{\sigma_x \sigma_y} = r_{1/1}$ az úgynevezett „korreláció-együttható“.

A mi példánkban $\mu_{1/1} = 1.862$, $\sigma_x = \sqrt{\mu_{2/0}} = 2.408$, $\sigma_y = \sqrt{\mu_{0/1}} = 2.691$ és $r_{1/1} = 0.287$. Az I. egyenletekkel előállított két egyenest — PEARSON szerint — „regresszió egyenesnek“ vagy — BAUR szerint — „vonatkozási egyenesnek“ hívjuk. Az I. egyenletekben a változók nevezetlen számok. Példánkban AA' és BB' a két vonatkozási egyenes.

A korreláció-számítás egyik feladata a vonatkozási egyenes megállapítása. Az $r_{1/1}$ kifejezés, mint említettük, a korreláció-együttható. Behatóbb vizsgálatból kiderül, hogy ennek középhibája $\frac{1 - r_{1/1}^2}{\sqrt{N}}$, valószínű hibája $0.674 \times \frac{1 - r_{1/1}^2}{\sqrt{N}}$ és ennek megállapítása a talált korreláció-együttható értékelése szempontjából ajánlatos.

A korreláció-együttható 0 és ± 1 mennyiségek között fekvő értékeket vehet fel, szigorú arányosság esetében a két változó között 1 és bizonyos esetben a két jelenség (adat) kapcsolatának szorosságára ad felvilágosítást. A kapcsolat fokának (szorosságának) megítélésére általánosabb kritérium a PEARSON-tól „korreláció-viszonynak“ nevezett adat, amelyhez következőkép jutunk. Az I. számtábla utolsó függélyes rovatában álló $m_{1/0}^{(j)}$ és utolsó vízszintes sorában álló $m_{0/1}^{(i)}$ adatok, amelyek segítségével az I. rajzot szerkesztettük, tárják elénk a két adat közti kapcsolatot. Ha az $m_{1/0}^{(j)}$ adatok önmaguk közt és az $m_{0/1}^{(i)}$ mennyiségek önmaguk közt egyenlők volnának és értékük $m_{1/0}$, illetve $m_{0/1}$, ez azt bizonyítaná, hogy az X és Y adat közt nincs kapcsolat, mert hisz ezek egyikének változása nem vonná maga után a másiknak változását. Nyilvánvaló továbbá, hogy annál szorosabb a két X és Y jelleg közt a kapcsolat, mennél inkább felel meg egy bizonyos X_i

értéknek egy bizonyos Y_j adat, vagyis az I. táblánkban az X_i -vel (például 60" nőmagasság) együtt fellépő Y -k mennél jobban tömörülnek egy bizonyos Y_j körül, vagy amint mondani szokták az X_i -vel együtt jelentkező Y értékek szórása mennél kisebb. A szórást a μ paraméterek (ezek négyzetgyöke) mérik és épúgy, amint az X és Y értékekre az egymással való kapcsolattól függetlenül a $\mu_{2/0}^2 = \sigma_x^2 = \sum p_i (X_i - m_{1/0})^2$ és $\mu_{0/2}^2 = \sigma_y^2 = \sum q_j (Y_j - m_{0/1})^2$ jellemző paramétereket számítjuk, épúgy az egyik adatnak a másik adat egy bizonyos értékével kapcsolt értékeiből is megállapíthatjuk a szórást, így nyerjük a $\mu_{2/0}^{(j)}$ és $\mu_{0/2}^{(i)}$ paramétereket. E paramétereknek viszonya a $\mu_{2/0}$, illetve $\mu_{0/2}$ -hez kritériumot ad a kapcsolat szorosági fokára. PEARSON a $\mu_{2/0}^{(j)}$, illetve $\mu_{0/2}^{(i)}$ adatok átlagértékét helyezi viszonyba a $\mu_{2/0}$ és $\mu_{0/2}$ -höz és így jut a „korreláció-viszony” következő definíciójához:

$$\eta_{y/x}^2 = 1 - \frac{1}{\mu_{0/2}} \sum p_i \mu_{0/2}^{(i)} \quad \text{és}$$

$$\eta_{x/y}^2 = 1 - \frac{1}{\mu_{2/0}} \sum q_j \mu_{2/0}^{(j)}$$

Mennél kisebb az egyenlet jobboldalának második tagja, annál közelebb jut $r_{y/x}^2$ ($r_{x/y}^2$) az 1-hez és annál szorosabb kapcsolat a két adat között. A két adat közt fennálló és szigorú matematikai függvényalakban kifejezhető kapcsolat esetében valamennyi $\mu_{0/2}^{(i)} = 0$ és $\mu_{2/0}^{(j)} = 0$, mert hisz akkor egy bizonyos X -nek csak egy bizonyos Y felel meg és megfordítva. És mennél inkább közelítik meg a $\mu_{0/2}^{(i)}$ mennyiségek a $\mu_{0/2}$ -t, illetve a $\mu_{2/0}^{(j)}$ mennyiségek a $\mu_{2/0}$ -t, annál közelebb van $r_{y/x}^2$ és $r_{x/y}^2$ a 0-hoz. Ha például valamennyi $\mu_{0/2}^{(i)} = \mu_{0/2}$, illetve $\mu_{2/0}^{(j)} = \mu_{2/0}$, akkor, mivel $\sum p_i = 1$ és $\sum q_j = 1$, ennélfogva $\eta_{y/x}^2 = 0$ és $\eta_{x/y}^2 = 0$.

Bizonyos átalakítás után a korreláció-viszony következő alakban is írható:

$$\eta_{y/x}^2 = \frac{1}{\mu_{0/2}} \sum p_i (m_{0/1}^{(i)} - m_{0/1})^2 \text{ és}$$

$$\eta_{x/y}^2 = \frac{1}{\mu_{2/0}} \sum q_j (m_{1/0}^{(j)} - m_{1/0})^2.$$

A „korreláció-viszony“-nak ebben az alakjában látjuk, hogy mennél inkább áll az $m_{0/1}^{(i)}$ és $m_{1/0}^{(j)}$ -kre $m_{0/1}^{(i)} - m_{0/1} = 0$, $m_{1/0}^{(j)} - m_{1/0} = 0$, annál közelebb van $\eta_{y/x}^2$, illetve $\eta_{x/y}^2$ a 0-hoz és annál kevésbé szoros kapcsolatra következtethetünk.

A „korreláció-viszony“-ból a kapcsolat szorossági fokára következtethetünk függetlenül attól, hogy milyen alakú a kapcsolat a két adat között. Ki lehet mutatni, hogy abban az esetben, ha a kapcsolat lineáris, fennáll az, hogy $\eta_{y/x}^2 = \eta_{x/y}^2 = r_{1/1}^2$. Tehát ha a kapcsolat lineáris, akkor az $r_{1/1}^2$ felvilágosítást nyújt a kapcsolat fokára, egyéb összefüggéseknél $\eta_{y/x}^2$, illetve $\eta_{x/y}^2$ használandó e célra és az $\eta_{x/x}^2 - r_{1/1}^2$, illetve $\eta_{y/y}^2 - r_{1/1}^2$ különbség a kapcsolatnak a lineáristól való különbözősére ad némi felvilágosítást.

A mi példánkban:

$$r_{1/1} = 0.281, \quad r_{1/1}^2 = 0.082, \quad \eta_{y/x}^2 = 0.093,$$

$$\eta_{x/y}^2 = 0.092, \quad \eta_{y/x}^2 - r_{1/1}^2 = 0.011, \quad \eta_{x/y}^2 - r_{1/1}^2 = 0.010.$$

Erősebb kapcsolat mutatkozik a két adatsor között a meteorológiából vett következő példában, amelyet F. BAUR közöl.¹ Az egyik adatsor a Punta Delgada (Azori szigetek) és Izland között mutatkozó légnyomáskülönbség november hónapban, a másik az egyidejű hőmérsékletkülönbség

¹ F. BAUR: Korrelationsrechnung. B. G. Teubner, — Leipzig u. Berlin 1928.

Tromsø (Norvégia) és Nyugat-Grönland között. A II. szám-táblában az x_n feliratú oszlopban levő számok az említett légnyomáskülönbségek eltérése az 50 év november hónap-jából számított átlagos légnyomáskülönbségtől, az y_n feliratú oszlopban levő számok a mondott hőmérsékletkülönbség eltérése az 50 év november hónapjaiból számított átlagos hőmérsékletkülönbségtől.

II. tábla.

Év	x_n	y_n	Év	x_n	y_n	Év	x_n	y_n
1874	- 1·1	- 1·5	1891	+ 0·4	+ 1·4	1908	- 1·9	- 2·7
1875	- 13·0	- 4·1	1892	+ 1·8	+ 1·9	1909	- 6·7	- 5·4
1876	- 17·2	- 4·2	1893	- 9·9	- 4·7	1910	- 8·9	- 2·0
1877	+ 10·5	+ 2·7	1894	+ 9·9	+ 3·2	1911	+ 2·5	- 1·1
1878	- 14·1	- 8·9	1895	- 0·7	+ 2·3	1912	+ 3·6	- 1·4
1879	- 16·2	- 3·5	1896	- 4·3	+ 0·6	1913	+ 16·4	+ 6·4
1880	+ 3·4	- 1·8	1897	- 3·9	+ 1·3	1914	+ 1·5	+ 0·9
1881	+ 7·9	- 1·9	1898	+ 4·3	+ 4·2	1915	- 11·8	- 6·1
1882	+ 6·2	+ 0·2	1899	+ 3·2	+ 4·0	1916	- 0·5	+ 0·2
1883	+ 9·2	+ 0·9	1900	+ 6·8	+ 2·8	1917	+ 6·9	+ 3·4
1884	- 5·6	+ 3·3	1901	- 10·5	- 3·7	1918	+ 2·5	+ 7·8
1885	- 4·0	+ 1·9	1902	+ 0·5	- 0·5	1919	- 7·4	- 6·6
1886	+ 6·3	+ 3·7	1903	+ 2·9	+ 0·1	1920	+ 8·2	+ 5·6
1887	- 5·3	+ 0·8	1904	- 1·9	- 2·7	1921	- 4·6	- 4·5
1888	+ 8·4	+ 0·2	1905	+ 2·8	- 5·4	1922	- 1·6	- 1·9
1889	+ 6·0	+ 6·4	1906	- 0·2	+ 2·0	1923	+ 1·3	- 0·9
1890	+ 10·8	+ 1·8	1907	+ 6·9	+ 4·9			

Az adatokból hasonló korreláció-tábla szerkeszthető, mint az előbbi példában. Így nyerjük a III. korreláció-táblát. A közök 2 milliméter nyomás, illetve 1 C° hőmérséklet; a függélyes oszlop fején, illetve a vízszintes sor elején álló nyomáskülönbség, illetve hőmérsékletkülönbség a köznek közepét jelzik. Ettől 1 milliméter jobbra és balra, illetve 1/2 fok fel- és lefelé adják a 2 milliméteres illetve 1 C° közt. Ha valamely adat ép a köz határán van, úgy — hasonlóan, mint az előbbi példában — felerészben az

III. tábla.

	+16	+14	+12	+10	+8	+6	+4	+2	0	-2	-4	-6	-8	-10	-12	-14	-16	-18	$m_{1/0}^{(j)}$ $-m_{1/0}$	
+8°	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	+ 2·0
+7	0	.
+6	1	.	.	.	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	+10·0
+5	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	+ 6·0
+4	1	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	+ 4·67
+3	.	.	.	2	.	2	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	5	+ 5·20
+2	.	.	.	1	.	.	.	1	2	.	1	.	.	.	.	.	.	.	5	+ 1·60
+1	.	.	.	1	.	.	.	1	1	.	2	1	.	.	.	.	.	.	6	- 0·33
0	1	1	.	1	1·5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4·5	+ 3·56
-1	1	2	0·5	0·5	.	.	.	.	.	.	.	.	4	+ 1·75
-2	1	.	1	.	.	1·5	.	.	1	.	.	.	.	.	4·5	+ 0·22
-3	2	.	.	.	.	.	.	0·5	.	2·5	- 4·80
-4	0·5	.	.	1	0·5	0·5	0·5	1	4	-12·75
-5	1	.	.	0·5	1	.	1	.	.	.	.	3·5	- 4·57
-6	1	.	.	.	1	-12·0
-7	1	.	.	.	.	.	1	- 8·0
-8	0	.
-9	1	.	.	1	-14·0
	1	0	0	4	3	6	4	7	5	4	4	3	2	2	1·5	1·5	1	1	50	
$m_{0/1}^{(i)}$ $-m_{0/1}$	+6·0	.	.	+2·25	+1·33	+3·50	+1·25	+0·57	+0·90	-2·38	-0·12	-0·33	-4·50	-4·50	-5·33	-7·33	-3·50	-4·00		

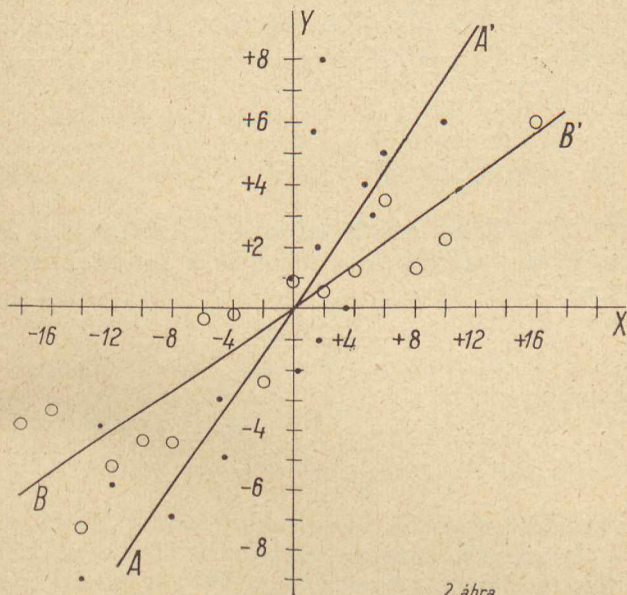
egyik, felerészben a másik közhöz számíttatik. A regresszió- vagy vonatkozási egyeneseket a 2. ábra tünteti fel.¹ A korreláció-táblából számított korreláció-együttható 0,686 és jóval nagyobb, mint az előbbi példában. Továbbá:

$$r_{y/x}^2 = 0,595,$$

$$\eta_{y/x}^2 - r_{1/1}^2 = 0,124,$$

$$r_{x/y}^2 = 0,616,$$

$$\eta_{x/y}^2 - r_{1/1}^2 = 0,145.$$



2. ábra

A korreláció-együttható kiszámításának menete:

$$50\mu_{1/1} = \sum x_n y_n = 8 \times 1 \times 2 + 6 \times [1 \times 16 + 1 \times 8 + 1 \times 6] + 5 \times 1 \times 6 + 4 \times [1 \times 6 + 2 \times$$

¹ F. BAUR. Korrelationsrechnung című könyvében, ahonnan e példa számadatait vettük, az AA' egyenes (BAUR-nál LL') el van rajzolva.

$$\times 4] + 3 \times [2 \times 10 + 2 \times 6 - 1 \times 6] + \dots + (-1) \times \\ \times [1 \times 4 + 2 \times 2 + 0.5 \times 0 + 0.5 \times (-2)] + \dots \\ \dots + (-9) \times 1 \times (-14) = 939.$$

$$50\mu_{2/0} = 1 \times 16^2 + 4 \times 10^2 + 3 \times 8^2 + \dots + 7 \times \\ \times 2^2 + 5 \times 0 + 4 \times (-2)^2 + \dots + 1 \times (-16)^2 + \\ + 1 \times (-18)^2 = 2762 = 50\sigma_x^2.$$

$$50\mu_{0/2} = 1 \times 8^2 + 3 \times 6^2 + 1 \times 5^2 + \dots + 6 \times \\ \times 1^2 + 4.5 \times 0 + 4 \times (-1)^2 + \dots + 1 \times (-7)^2 + 0 \times \\ \times (-8)^2 + 1 \times (-9)^2 = 678 = 50 \sigma_y^2$$

és

$$r_{1/1} = \frac{\mu_{1/1}}{\sigma_x \sigma_y} = 0.686.$$

Ha a II. számtábla adataiból közvetlenül, a korreláció-tábla megkerülésével, számítjuk a korreláció-együtthatót a

$$\frac{\sum x_n y_n}{\sqrt{\sum x_n^2 \cdot \sum y_n^2}}$$

képlettel, nyerjük:

$$\begin{aligned} \sum x_n y_n &= 953.57, & \sum x_n^2 &= 2818.42, \\ \sum y_n^2 &= 675.98 & \text{és} & & r_{1/1} &= 0.691. \end{aligned}$$

A kapcsolat meglehetősen szoros a két adatsor között.

Ha az imént tárgyalt példában az x_n és y_n között kauzális és lineáris kapcsolat állna fenn, az y_n csak x_n -től függne és egyéb tényezők az y_n -re nem volnának befolyással, megfigyelési stb. hibák és bizonytalanságok az x_n és y_n adatok megállapításába nem folynának be, úgy bármely értékpárból azonos $a = \frac{y_n}{x_n}$ mennyiséget lehetne megállapítani és $y_n = ax_n$ szigorú matematikai kapcsolat állna fenn x_n és y_n között. Az is lehetséges volna, hogy az x_n és y_n egy harmadik — ismeretlen — októl függhet

és az y_n és x_n szigorú lineáris kapcsolata nem okvetlen, mint ok és okozat volna értelmezendő, hanem mind a kettőnek változása egy harmadik jelenség változásának a következménye. A valóságban az y_n számos tényezőnek összehatásából (napsugárzás, kisugárzás, légcirkuláció stb.) ered és e tényezők között mint egyik — és a korreláció iménti taglalása szerint elég hatásos — tényező az x_n is szerepel. Nem várhatjuk tehát, hogy oly a számot találjunk, hogy ax_n pontosan a megfelelő y_n -t adja. De találhatunk oly a számot, mely a megfigyelt y_n -okat legkisebb hibákkal (hiba = megfigyelt érték — számított érték) állítja elő. A legkisebb négyzetek elmélete az a megállapítására azt a feltételt szabja meg, hogy a hibák négyzete minimum legyen. (Ez teljesen a 160. lapon felhasznált gondolatmenet.)

E feltétel az $a = \frac{\sum x_n y_n}{\sum x_n^2}$ kifejezéshez vezet és felírhatjuk

$$y = \frac{\sum x_n y_n}{\sum x_n^2} \cdot x \cdots 1)$$

Ha $x = by$ feltételből indulunk ki, úgy a legkisebb négyzetek elmélete $b = \frac{\sum x_n y_n}{\sum y_n^2}$ értékhez vezet és amint látjuk b nem egyenlő $\frac{1}{a}$ -val és $x = \frac{\sum x_n y_n}{\sum y_n^2} y \cdots 2)$. Az 1) (illetve

2.) egyenlet megállapításánál azt a feltételt szabjuk meg, hogy a megfigyelt x_n -kből (ill. y_n -kből) kiszámított ordináták (ill. abszcisszák) is megfigyelt y_n -k (ill. x_n -k) közti különbségek négyzeteinek összege minimum legyen.

Az 1) egyenlet mindkét oldalát $\sqrt{\frac{\sum y_n^2}{N}}$ -el osztva, nyerjük kis átírással

$$\sqrt{\frac{y}{\sum y_n^2}} = r_{1/1} \sqrt{\frac{x}{\sum x_n^2}}$$

és a 2) egyenletet $\sqrt{\frac{\sum x_n^2}{N}}$ -el osztva, nyerjük:

$$\frac{x}{\sqrt{\frac{\sum x_n^2}{N}}} = r_{1/1} \frac{y}{\sqrt{\frac{\sum y_n^2}{N}}}, \text{ hol } r_{1/1} = \frac{\sum x_n y_n}{\sqrt{\sum x_n^2 \sum y_n^2}}$$

A $r_{1/1}$ jelentésére nézve azt találjuk, amire már 162. lapon utaltunk, hogy ha a változókat a szóródásuk egységében mérjük, a korreláció-együttható — lineáris kapcsolatot feltételezve — az arányossági tényező a két változó között.¹ Es azonnal látjuk, hogyha $x_n = \alpha y_n$, vagy $y_n = \beta x_n = \frac{1}{\alpha} x_n$ szigorú arányosság fennáll, úgy $r_{1/1} = \pm 1$, aszerint amint α előjele $+$, vagy $-$.

Az 1) és 2) egyenlet két különböző egyenest jelent, amit a 160. lapon első példánkkal kapcsolatban is kiemeltünk.

A korreláció-számítás kettőnél több változóra is kiterjeszhető és ebben az esetben is a legkisebb négyzetek felhasználásával egy, az összefüggés szorossági fokát jellemző korreláció-együttható állapítható meg.

Olyan, nem szigorú matematikai függvényszerű kapcsolatokat, amilyenekkel a korreláció-számítás foglalkozik, stochastikus-kapcsolatoknak hívják. (Az elnevezés a görög *στοχαστική* — sejt, gyanít — szóból ered.) A függvénykapcsolatoknak és a stochastikus-kapcsolatoknak a jelensé-

¹ $\sum x_n^2 \sum y_n^2 - (\sum x_n y_n)^2$ négyzetek összege alakjában kifejezhető, tehát pozitív szám, legyen $= K^2$, vagyis:

$$\sum x_n^2 \sum y_n^2 - (\sum x_n y_n)^2 = K^2 \text{ és ebből}$$

$$1 - r_{1/1}^2 = \frac{K^2}{\sum x_n^2 \sum y_n^2} > 0, \text{ tehát}$$

$$r_{1/1} \leq 1, \text{ miként a 162. lapon említettük.}$$

gekben megfelelnek az úgynevezett „eltéphetetlen“ (kauzális, okozati) és a „nem eltéphetetlen“ összefüggések. A kétfajta összefüggés közti különbséget következőképp kell képzelnünk.¹ Legyen A ok az A' okozattal és B ok a B' okozattal, C ok a C' okozattal stb. eltéphetetlen összefüggésben, úgy-hogy mindig és mindenütt, ahol A fellép, szükségkép A' is fellép és megfordítva, seholsem lép fel A' anélkül, hogy A ne előzte volna meg. Hasonló áll B és B' , C és C' stb. párokra. Ha X és Y bonyolultabb jelenségsoportokat vesszük szemügyre és ezeknek egymással való összefüggését akarjuk megállapítani, úgy lehetséges, hogy az X az A , B és C -nek, az Y pedig A' , B' és C' -nek kapcsolata. Ebben az esetben X és Y eltéphetetlen kapcsolatban vannak. Ha azonban X az A , B és C -nek kapcsolata és Y az A' , B' , C' -nek és azonkívül még D' -nek a kapcsolata, akkor még mindig van kapcsolat X és Y között és Y sohasem léphet fel anélkül, hogy X meg ne előzte volna, de e kapcsolat nem eltéphetetlen és az X -re más is következhet mint Y , pl. Z , amely pl. A' , B' , C' és E' -nek a kapcsolata. És ha az X pl. az A , B , C és D -nek a kapcsolata, Y pedig A' , B' és C' -nek a kapcsolata, úgy Y mindig követi X -t, de az Y -t más okok is előzhetik meg, mint X , például A , B , C és F kapcsolata. Nyilvánvaló, hogy mennél több és nagyobb súlyú az eltéphetetlen összefüggésben levő alkotóelem az X és Y jelenségben, annál szorosabb kapcsolatot várhatunk a kettő között. A szorossági foknak megítélésére a „korreláció-viszony“, illetve lineáris kapcsolatnál a „korreláció-együttható“ képesít.

Matematikai függvénykapcsolatban álló két jelenség esetében, ha az egyiknek mérőszámát megadjuk, ennek a másik jelenséget jellemző egy bizonyos (többértékű függvényvel kifejezett kapcsolat esetében több), szigorúan megszabott érték felel meg. Stochastikus-kapcsolat esetében az egyik jelenség egy bizonyos értékének a másik jelenséget

¹ TSCHUPROW: Grundbegriffe und Grundprobleme der Korrelationstheorie B. G. Teubner. Leipzig—Berlin, 1925. 14 l.

jellemző sok érték felel meg, amelyek azonban bizonyos közepes érték körül csoportosulnak és ingadozásukat a „szórással“ mérjük. A kapcsolat szorossági fokának illusztrálására tanulságos a következő példa.¹ A kapcsolat térfogat és súly között el nem téphető lineáris kapcsolatnak fog mutatkozni, amíg ugyanazon homogén anyagból készült testeket hasonlítunk össze. Ha azonban különböző anyagból készült testeket vizsgálunk, a kapcsolat a körülmények szerint többé-kevésbé laza lesz. Kicsiny gömb kőből súlyosabb lehet, mint nagyobb fagömb és mennél különbözőbb az összehasonlított testek fajsúlya, annál lazábbnak fog a kapcsolat súly és térfogat közt mutatkozni. Ha csupán fából, vagy csak kőből készített gömböket vetünk mérés alá, szorosabb kapcsolat fog mutatkozni súly és térfogat között, mintha fa- és kőgömböket hasonlítunk össze.

Újabb időben a korreláció-számítást a meteorológiában több irányban hasznosítják. A felsőbb levegőrétegekre vonatkozó statisztikai adatoknak e módszerrel való tanulmányozása igen meglepő kapcsolatokat derített ki a különböző rétegek viselkedése között.² A következő táblázat DINES és SCHEDLER-től megállapított korreláció-együtthatókat (r) tünteti fel.³ Az r mellett látható, két számból álló index mutatja, hogy mely két elem között képzett korreláció-együtthatóról van szó. Az elemek jelölése pedig a következő: 1 = légnyomás a földfelületen, 2 = a hőmérséklet a sztratoszféra alsó határán, 3 = a troposzféra magassága, 4 = a légnyomás 9 km magasságban, 5 = az alsó 9 km magas levegőoszlop közéghőmérséklete.

DINES	SCHEDLER	DINES	SCHEDLER
$r_{12} = - 0.52$	$- 0.38$	$r_{23} = - 0.68$	$- 0.47$
$r_{13} = + 0.68$	$+ 0.29$	$r_{24} = - 0.47$	$- 0.33$
$r_{14} = + 0.68$	$+ 0.45$	$r_{34} = + 0.84$	$+ 0.73$
$r_{15} = + 0.47$		$r_{45} = + 0.95$	$+ 0.87$

¹ TSCHUPROW i. h.

² „Stella“ Almanach 1927-re, 120—137 l. Különösen 132. l.

³ F. M. EXNER: Dynamische Meteorologie 2. kiadás. 302—303 l.

Különösen szorosnak látszik a kapcsolat a troposzféra magassága és a 9 km magasságban uralkodó légnyomás között (r_{34}), továbbá a 9 km magasságban uralkodó légnyomás és az alsó 9 km magas levegőoszlop közép-hőmérséklete között (r_{45}); a kapcsolat olyan, hogy amikor 9 km magasságban a légnyomás növekszik, a troposzféra magassága és az alsó 9 km magas levegőoszlop közép-hőmérséklete is növekszik.

Különböző földrészek időjárása között fennálló kapcsolatok vizsgálatában újabb időben gyakran alkalmazzák a korreláció-számítást. Kiterjesztették a vizsgálatokat a meteorológiai elemeknek (főképp légnyomás, hőmérséklet és csapadék) úgy egyidejű, mint különböző idejű értékeire. Két földrésznek az év különböző szakában jelentkező időjárása között esetleg mutatkozó kapcsolat reményt nyújthat arra, hogy az egyik vidék időjárásából a másik vidéknek egy későbbi időpontban bekövetkező időjárására lehessen következtetni. Példakép felemlítem F. BAUR-nak dolgozatát, melyben Németországra nézve az évszakok átlagos hőmérsékletét iparkodik előre megállapítani.¹ E célra az illető évszakot megelőző időpontra vonatkozó időjárási elemeket használja fel. Így például a nyári hőmérséklet megállapításában a következő adatok szerepelnek: a hőmérséklet Németországban a megelőző év augusztus—október időtartamban, a hőmérséklet Észak-Amerika keleti részében a megelőző év november—december hónapokban, a légnyomás Argentínában a megelőző december—május időtartamban, a légnyomás Bombayban a kérdéses nyarat közvetlenül megelőző április—május hónapokban. Egy másik dolgozatában, mely a Magyar Meteorológiai Társaságtól kitűzött pályadíjat nyert,⁴ a magyarországi július havi esőmennyiséget a következő elemekkel hozza kapcsolatba: 1. Stykkisholm (Izland), Tromsö (Norvégia), Bergen (Norvégia), Haparanda

¹ F. BAUR: Grundlagen einer Vierteljahrstemperaturvorhersage für Deutschland. Braunschweig, Friedr. Vieweg & Sohn. 1926.

⁴ „Az Időjárás“ 1927. 34—43 l.

(Svédország), Szentpétervár, Moszkva, Berlin, összesen 7 hely júniusi légnyomásának középértéke; 2. Kalkutta (Britt-India) május és június hónapokból összevont légnyomása; 3. Winnipeg (Kanadának Manitoba államában) és Saint Paul (északamerikai Minnesota államában) májusi légnyomás középértéke; 4. Argentína áprilisi és májusi légnyomásának középértéke. BAUR nyomdokain halad GROISSMAYR,¹ aki többek között a téli hőmérsékletet Közép-Európában a Nílus áradásával kapcsolja össze és például Nyíregyháza téli hőmérséklete és a Nílus áradása között 0.33 korreláció-együtthetót talál.

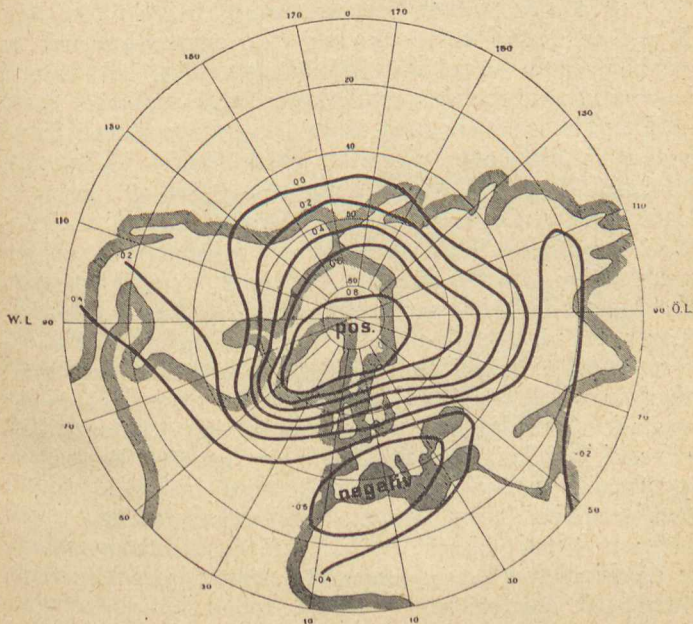
A korreláció-módszer a légkörben végbemenő általános cirkuláció ingadozásaira több érdekes eredményre vezetett. Ha a bizonyos meteorológiai elemekre vonatkozó korreláció-együtthetókat nagyobb területen eloszlott pontokra állapítjuk meg, ezek a korreláció-együtthetók bizonyos rendszeres eloszlást mutatnak, úgyhogy izokorreláció-görbéket vonhatunk. Ily izokorreláció-görbéket látunk a 3. rajzon, amely az északi sarkvidéki légnyomásváltozásnak a Föld többi vidékeinek téli egyidejű légnyomásváltozását tünteti fel.² E rajzból látjuk, hogy a sarkvidéktől távolodva a pozitív korreláció-együtthetó fogy, majd 0-á lesz és azontúl negatív. Negatív a korreláció-együtthetó Dél-Európában a Földközi-tenger fölött, Észak-Afrika vidékén, az Azori szigeteken, pozitív egész Szibéria óriási területén. Tudjuk, hogy a sarkvidéki légnyomásnövekedéssel karöltve a légköri általános cirkuláció gyengül. Amikor tehát az általános cirkuláció gyengül, a Földközi-tenger és az Azori szigetek vidékén a légnyomás fogy. A Földközi-tengeren télen, miként a téli izobárok térképéből meggyőződhetünk,³ a Földet 35—40 fok sarkmagasságban körülvevő és Ázsiában nagy sarkmagasságig felnyúló légnyomási maximumban egy aránylag alacsony légnyomási terület ékelődik be. Ez az

¹ Meteor. Zeitschrift. 1927. 292 l.

² F. M. EXNER: Dynamische Meteorologie. 2. kiadás. 246 l.

³ HANN—SURING: Lehrb. d. Meteorologie. 4. kiadás. 186 l.

alacsony nyomás, mivel az itt tárgyalt korreláció-együttható negatív, nem lehet az általános cirkuláció követelménye, mert hisz a cirkuláció *gyengülésével* e légnyomási minimum mind erősebben érvényesül. Azt kell következtetnünk tehát, hogy e légnyomási minimum a vidék felmelegedésének



3. ábra.

következménye. Az azori maximum ellenben, mivel a korreláció-együttható itt is negatív, a cirkuláció erősödésével (a sarkvidéki légnyomás csökkenésével) erősödik, okunk van tehát feltenni, hogy e maximum az általános cirkuláció következménye. Ugyanez áll az izlandi minimumra is, hol a korreláció-együttható pozitív. A szibériai

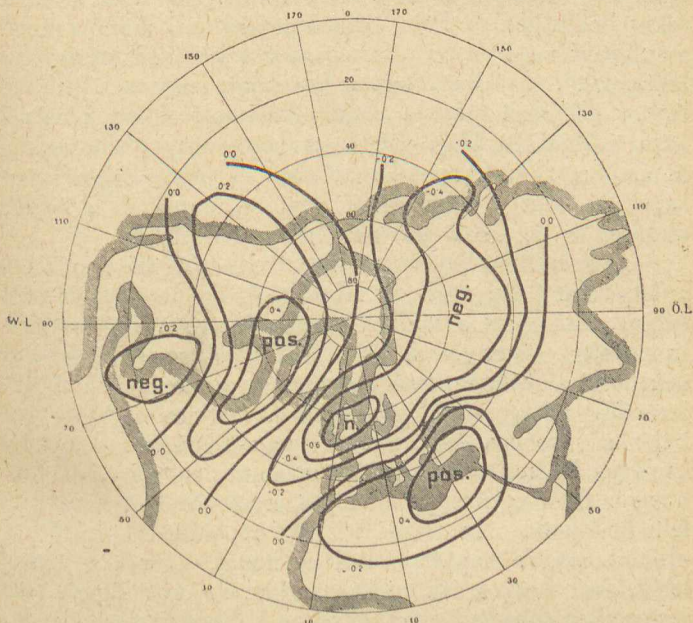
téli légnyomás maximum ellenben, mivel itt a sarkvidéki légnyomásváltozással a korreláció pozitív, az általános cirkuláció erősödésével gyengül, tehát nem lehet az általános cirkuláció okozta dinamikus hatás, hanem az ázsiai nagy szárazföld rendkívül mértékben való lehülésének a következménye és az általános cirkuláció ellenére fennáll.

A 4. rajz szintén izokorreláció-görbéket tüntet fel.¹ E rajz az északi sarkvidéki téli légnyomásváltozásnak az északi félgömb különböző vidékein egyidejűleg bekövetkező hőmérsékletváltozással fennálló kapcsolatát tünteti fel. Szem előtt tartva ismét, hogy a sarkvidéki légnyomásnak növekedése az általános cirkuláció gyengülésével jár együtt, látnivaló, hogy ott, ahol a korreláció-együttható negatív: Európában, Szibériában, európai Oroszországban a cirkuláció erősödése felmelegedést okoz, ellenben ott, ahol a korreláció-együttható pozitív: Grönland nyugati partján, Észak-Amerika keleti partvidékén lehüléssel jár. A Földközi-tenger vidéke, különösen keleti fele az általános cirkuláció következtében lehül. A cirkuláció erősödése (csökkenő légnyomás a sarkvidéken) Észak-Amerika nyugati és északnyugati vidékén lehülést okoz (korreláció-együttható pozitív), délkeleti vidékein melegedéssel jár együtt (korreláció-együttható negatív). Mivel az általános cirkuláció nélkül Észak-Amerika télen magas légnyomási terület volna, melynek keleti részén — a légnyomási maximumban, az északi félgömbön az óramutató járásával egyező irányú áramlásnak megfelelően — északi szelek hűtően, nyugati részében a déli szelek melegítően hatnának, a cirkuláció erősödése a hőmérséklet ilyen alakulása ellen hat és a hőmérsékleti ellentétet kelet és nyugat között enyhíti.

L. A. BAUER a korreláció-módszert a földmágnességi erő, a földáramok és a légköri elektromosság napi és évi ingadozásai közt fennálló kapcsolatok vizsgálatában használta. fel. E jelenségek egymással való kapcsolatáról

¹ F. M. EXNER: i. h. 247 l.

aránylag nagyon keveset tudunk. BAUER a következő lehetőségeket vizsgálta: 1. a földmágnességi erő változása a földi áramok változásának megfelelő elektromágneses hatása; 2. a földi áramok a földmágnességi erő változásától indukált áramok; 3. a földi áramok változása a légköri elektromos



4. ábra.

potenciál-esés (feszültség) időbeli változásával függ össze. Ennek megfelelően az Ebro-obszervatóriumon gyűjtött adatokra alkalmazva a korreláció-számítás módszerét, kiderül, hogy a napi menetben az 1. lehetőség feltételezésével számított korreláció együtthatók jóval kisebbek és változókonnyabbak, mint a 2. lehetőségnek megfelelően számítottak. Ez utóbbiak legtöbbször 0,9 körül van és a legkisebb is 0,77.

A 3. lehetőség feltételezése szintén igen nagy, túlnyomóan 0·9-nél nagyobb korreláció-együttható vezet, úgyhogy az évi változásra is kiterjesztve a vizsgálatot BAUER levonhatta azt a következtetést — és ezzel részben másoktól korábban nyert eredményeket erősített meg —, hogy „a Föld mágneses mezejének napi és évi változása csak bizonyos fokig tekinthető a Föld kérgében jelenlevő földi áramok megfigyelt napi és évi változása közvetlen elektromágneses hatásának“, továbbá „nagyon valószínű, hogy a földi áram úgy a délvonal, mint a parallelkörmenti komponensének napi változása a Föld mágneses mezeje napi változásának hatása vagy ezzel kapcsolatban van“ és végre „igen szoros kapcsolat van a földi áram napi változása és a légköri elektromos potenciál-esés napi változása közt.“

A korreláció-módszerrel vizsgálta meg ugyancsak BAUER a kapcsolatot egyrészt a Nap felületén megfigyelt változások, másrészt a földmágnesség illetve a légköri elektromosság jelenségei között. A földmágnességi aktivitás mértékéül a földmágnességi elemek napi menetében mutatkozó ingás, vagyis a legnagyobb és legkisebb érték közti különbség vehető. Úgynevezett nyugodt mágneses napokon az ingás kicsiny, háborgatott napokon jóval nagyobb, úgyhogy a földmágnességi működés erősségének jellemzésére felhasználható. Az ingás és a napműködés közt, az utóbbit akár a napfolt relatív-számmal, akár a napfoltok területével vagy a fáklyákkal mérjük, az összefüggés igen szoros, kevésbé szorosnak látszik a kapcsolat a pelyhekkel (focculi) és a protuberenciákkal. A következő táblázat a a korreláció-együtthatókat (és valószínű hibáját

$$\pm 0.674 \frac{1-r^2}{\sqrt{N}}, N \text{ az adatpárok száma}$$

tünteti fel Cheltenhamban a földmágnességi vízszintes összetevőben mutatkozó napi ingással mért földmágnességi aktivitás és a napműködés közt, az utóbbit a táblában

feltüntetett elemmel mérve. Az adatok az 1913—1922 évből valók.

WOLFER napfolt relatív-szám	0.89 ± 0.04
Greenwichben mért napfoltterületek	0.89 ± 0.05
„ „ napfoltárnyék-területek	0.91 ± 0.04
„ „ fáklyaterületek	0.94 ± 0.03
Ebróban mért pehelyterületek	0.60 ± 0.14
Kodaikanálban mért protuberancia-területek	0.63 ± 0.13
A napfolt relatív-szám eltérése naponta a havi közép-től	0.94 ± 0.02
A napfolt relatív-szám interdiurnus (napról-napra) változókonysága	0.93 ± 0.03

Az aránylag szoros kapcsolat, mely az évi átlagok alapján ezekben az adatokban mutatkozik, megszűnik, ha egyes napokat vizsgálunk. Így például majdnem ugyanakkora valószínűséggel várhatunk nagy és kicsiny napfolt relatív-számot mágneses nyugodt és háborgatott napon. Ugyanez áll, ha a napfoltok területével történik az összehasonlítás. Így például az 1913—1922 időtartam alatt Cheltenhamban észlelt 78 földmágneses háborgás ingását az egyidejű napfolt relatív-számmal összehasonlítva, a korreláció-együttható 0.4, ha a háborgás kezdetekor mutató napfolt relatív-számmal történik az összehasonlítás és ennél kisebb, ha a háborgás kitörését megelőző első, második, harmadik stb. napon mutató napfolt relatív-számmal való kapcsolatot keresünk. E vizsgálatokat a korreláció-módszer felhasználásával kiterjesztette BAUER a légköri elektromosság jelenségei és a Nap tevékenysége közt mutató kapcsolatokra.

Amint az előadott példákban látjuk, a kezdetben a statisztikai tudományokban alkalmazott korreláció-módszer oly geofizikai vizsgálatokban, melyek főképp statisztikai anyag feldolgozásából állanak, előnyösen felhasználható.

A korreláció-együtthatóval kifejezett kapcsolatból vont következtetésekben azonban nagy óvatosság ajánlatos. Két

jelenség közt mutatkozó kapcsolatból egyedül — egyéb támpont nélkül — nem lehet okozati kapcsolatra következtetni, hiszen mindegyik jelenség lehet egy harmadiknak következménye. Erre vonatkozóan idézzük TSCHUPROW nyomán a következő példát. Oroszországban szoros kapcsolatot találtak a tűzkárok és a terméseredmény közt: rossz termésű esztendőekben a tűzkárok megnövekednek. Helytelen volna közvetlen kapcsolatra következtetni és talán arra gondolni, hogy a terméseredményeknek megjavítása tökéletesebb földmégmunkáló eljárások, észszerűbb gazdálkodás bevezetése útján vagy a földművelő népnek a mezőgazdasági ismeretekben való kioktatása a tűzkárok csökkenését vonná maga után. Mert bizonyos, hogy ilyforma okozati összefüggésről itt nincs szó, hanem mindkét jelenség egy közös tényezőnek, az időjárásnak a következménye. A termés a nagyon száraz esztendőben rossz és a szárazság a tűzkárokat is előmozdítja. A korreláció-módszerrel felfedett összefüggések értelmezésében — mint a példa is mutatja — a legnagyobb óvatosság ajánlatos és különösen szem előtt tartandó, hogy a megállapított kapcsolatból egyedül nem következik közvetlen oksági kapcsolat a két jelenség között.

A THOMAS-FÉLE DIMENZIÓS-TÁBLÁZAT.

Ismerteti: TASS ANTAL.

Fölöttébb nehéz, szinte lehetetlen az univerzum egyes tárgyainak, testeinek a méretét, illetve méretviszonyát helyesen elképzelni. Még a földi objektumok méretviszonyának a helyes elképzelése is a legtöbb esetben nehéz, mert ezeknek mérete nagyon tág határok között változik. A tizedmilliméternél kisebb tárgyak méreteinek elképzeléséhez máris speciális gyakorlat szükséges, mert ez a nem is nagyon kicsiny méret már annyira kívül esik a mindennapi tapasztalás alól. Ellenben megszokott a centiméter és

tizedrészei, a milliméterek, továbbá a centiméter többszörösei, a deciméterek, méterek és ezeknek többszörösei. Egy-egy ilyen egységben kifejezett mennyiség kimondásakor rögtön megelevenedik bennünk az illető mennyiségnek a képe. Egy-két kilométer áttekintésére már az utcára kell mennünk és keresnünk a mennyiségnek megfelelő tárgyat, ha róla helyes képet akarunk nyerni. Nagyobb hosszaknál meg a térképet vesszük igénybe, ha ezeket helyesen érzékelni akarjuk. Minél nagyobb területet akarunk áttekinteni, azaz róla helyes képet nyerni, annál magasabbra kell emelkednünk. Akik gyakran utaznak, azok az ezer kilométernyi távolság elképzelésére bizonyos készséget szereznek anélkül, hogy az ezer kilométernyi távolságot áttekintenék, mert hiszen magasan járó repülőgépről sem tekinthető át ez a távolság. Nagy távolságok érzékelésénél ezért számításba vesszük az időt, amely alatt bizonyos sebességgel haladva, a kérdéses úthosszat megtesszük. Ezzel a kiegészítő eljárással minden nagy távolság elképzelhetővé válik, úgyhogy az „elképzelhető“ fogalom a „terminus technikus“ jellegét ölti.

Amint a földi méretekről kozmikusokra térünk át, fokozatosan hihetetleneknél hihetlenebb dimenziók lépnek fel. Míg a másodpercenként 300.000 km-rel tovább terjedő fény sugar a Holdtól kerekszámban 1·3 másodperc alatt ér hozzánk, addig a Naptól 8·3 percre van szüksége. Tekintve, hogy a fény óránként kerekszámban 1 milliárd kilométernyi útát fut be, naprendszerünk legtávolabbi testétől, Neptunustól 4·5 óra alatt jut el hozzánk. A legközelebbi állócsillagtól a Proxima Centauritól már 4·2 évig, a Tejút legtávolabbi részeitől több tízezer évig, egyes extragalaktikus ködöktől pedig több száz-, sőt több ezermillió évig is van útbán, amíg hozzánk ér.

Ezeknek az elképzelhetetlen nagy távolságoknak az érzékítése éppoly nehéz, mint a parányi atommagoknak a méretéé. O. THOMAS bécsi tanár oly dimenziós-táblázatot szerkesztett, amelynek segélyével mindezeknek az objektumoknak méretviszonyait szemléltető módon érzékíthetjük.

Dimenziós táblázatát az „Astronomische Gesellschaft“ kopenhágai kongresszusán (1926-ban) be is mutatta. Mivel e táblázatnak nagy a pedagógiai értéke s mivel reája tanárnak, tudományos írónak, valamint a tudomány népszerűsítésével foglalkozóknak bármikor szükségük lehet, a következőkben mi is ismertetjük.

A THOMAS-féle dimenziós-táblázat a 184. oldalon van reprodukálva. Szerkezete igen egyszerű és ezért könnyen át is tekinthető. Alkatrészei a középső főskála, a tőle jobbra levő csillagászati és a balra levő fizikai kar.

I. THOMAS dimenziós-táblázatának főskálája három oszlopos mező. A középsőben P felirat alatt alulról fölfelé a -20 -tól $+30$ -ig terjedő, egymás után következő ötvenegy szám van egymás fölé írva. Ezek az egymás fölé lépcsőzetesen elhelyezett számok a baloldali oszlop 10^P cm felirata szerint 10-nek egészszámú hatványkitevői és cm-ekben kifejezett hosszakat jelentenek. Mivel

$$10^0 = 1, 10^1 = 10, 10^2 = 100, 10^3 = 1.000, 10^4 = 10.000,$$

azért a P alatti pozitív egész számok egyszerűen azt jelentik, hogy hány nullát kell az egység után írni; az adódó szám annyi cm. Így pl. $10^9 = 1.000.000.000$ cm s így tovább. Mivel továbbá:

$$10^{-1} = 1/10 = 0\cdot1; 10^{-2} = 1/100 = 0\cdot01;$$

$$10^{-3} = 1/1000 = 0\cdot001; 10^{-4} = 1/10000 = 0\cdot0001,$$

azért a P alatti negatív egész számok azt jelentik, hogy 10-nek hányadik egészszámú hatványával kell az egységet osztani, azaz hogy a tizedespont után hányadik helyen áll az egység. Az így adódó szám szintén cm-ekben kifejezett hossz. Így pl. a P alatti -12 jelentése 10^{-12} cm = $0\cdot000.000.000,001$ cm.

THOMAS dimenziós-táblázatának főskálájában levő első és harmadik oszlop értelme ez oszlopok feliratából kiválik. A P előtti 10^P cm feliratú oszlop a 10^P cm

értékkel egyenlő hosszúság valamely szokásos egységben kifejezve. Pl. $P = 4$ esetben $10^4 \text{ cm} = 10\,000 \text{ cm} = 100 \text{ m}$. Vagy $P = -4$ esetben a $10^{-4} \text{ cm} = 0.0001 \text{ cm} = 0.001 \text{ mm}$. Az ezred mm-nek neve: mikron; jele: μ . A mikronnak ezredrésze a mm-nek milliomodrésze; jele: $\mu\mu$. Eszerint $1 \mu\mu = 10^{-7} \text{ cm}$. Ezt a kis hosszúságot használjuk egységül a fény hullámhosszának mérésénél. Sok esetben még a $\mu\mu$ is nagy egység. Ezért még Ångström hullámhosszak mérésénél a $\mu\mu$ -nek tizedrészét vezette be. Ezt a hosszegységet nevezzük Ångström-féle egységnek; jele: 1 \AA . Ezek szerint $1 \text{ \AA} = 0.1 \mu\mu = 10^{-8} \text{ cm}$. A P oszlop mögötti „Tárgy“ feliratú oszlopban találjuk a mindenkor 10^P cm -rel adott távolsággal körülbelül egyenlő távolságú tárgyakat, objektumokat felsorolva. Olyan objektumok után, melyeknél az előtte álló P szám nem távolságot, hanem átmérőt, szóval lineáris dimenziót jelent, egy ϕ jel áll. Így pl. $P = 24$ esetben $10^{24} \text{ cm} = 1,000.000$ fényév, a csillagködök átlagos távolsága. A $P = 26$ esetben a $10^{26} \text{ cm} = 100$ millió fényév. Ilyen távolságig terjed kb. egy 100 hüvelykes nyílású távcső ható képessége. A $P = 23$ esetben $10^{23} \text{ cm} = 100.000$ fényév; *Shapley* szerint a Tejút átmérője. $P = 0$ esetben $10^0 \text{ cm} = 1 \text{ cm}$. Átlagos ujjvastagság. A mikronnak megfelelő tárgy a legkisebb bacillus, az Ångström-egységnek megfelelő a molekulaszár.

Mivel a THOMAS-féle dimenziós-tábla adatai a 10^P cm -nek megfelelő számok, P helyébe rendre $-20, -19, -18, \dots, 0, +1, +2, +3, \dots$ írva, igen természetes, hogy ezeknek a kerekszámoknak megfelelő tárgytávolságok, illetve tárgyméretek csak tipikus eseteket tüntethetnek fel. A mindennapi élet szükségletei szempontjából a kikerekített értékek ismerete azonban elegendő. Így pl. a Nap átmérőjének táblázati értéke $10^{11} \text{ cm} = 1$ millió km. A valóságban ez 1.39 millió km. Tehát ha pontosan akarjuk megadni a Nap átmérőjét a táblázat értékeivel, azt kell mondanunk, hogy $1.39 \times 10^{11} \text{ cm}$. Köismert, hogy Földünknek

naptoli távolsága a csillagászati egység, amelynek pontos értéke 149,450.000 km. A csillagászati egységnek táblázat szerinti értéke így csak 10^{13} cm = 100 millió km lehet. Pontos érték szükségessége esetén tehát 1.49×10^{13} cm-t mondunk. Ugyancsak a fényévnek táblázat szerinti értéke 10^{18} cm = 10 billió km a tényleges 9.5 billió km-rel szemben. Ezért nevezi THOMAS a dimenziós-táblázatával adott fényévet decimális fényévnek, vagy fénymér-földnek is. Ezzel ez a fogalom a közönséges fényévtől élesen van megkülönböztetve.

De térjünk át a kisebb hatványokra. A $P = 2$ esetnek 100 cm felel meg. Ennek megfelelő objektum az átlagos asztalmagasság. Vagyis ezzel arra akarunk reámutatni, hogy ez a méret sem a $P = 1$ (1 dm), sem a $P = 3$ (10 m) esetnek nem szokott tipikusan megfelelni. A $P = 6$ -tól $P = 3$ -ig terjedő értékek behelyettesítése esetében a 10^P cm hosszak adják a rádiósugarak hullámhosszát, a $P = 2, 1, 0$ értékeké a HERZ-féle hullámokéit, a $P = -1, -2, -3, -4, -5$ értékekkel kiszámíthatjuk a hő- és a fényhullámok hosszát, a $P = -5, -6$ értékek vezetnek az ibolyántúli, a $P = -6, -7, -8$ és -9 értékek pedig a RÖNTGEN-sugarak hullámhosszához. A vertikálisan álló kötőjellel egybekötött számok jelentik épen azt a számközt, amelybe ezek a hullámhosszértékek besorozhatók. Az atommagnál a mérés hibáját a pontozott vertikáliskapocs jelzi.

A dimenziós-táblázat főskálájával az egyes távolságok méretviszonya is azonnal előállítható. Pl. hasonlítsuk össze a főskála 19, 21, 23 fokozatát, azaz képezzük a 19:21:23 arányt. Közvetlenül kiolvashatjuk a főskálából, hogy Siriusnak távolsága úgy aránylik a tizedrendű csillagokéhoz, amint ezeknek távolsága aránylik a Tejút SCHAPLEY-féle átmérőjéhez. Ilyen aránylatokat természetesen csak a skálának egyenlő lineáris távolságából vett objektumok között szabad felállítanunk. Így nagyon tanulságos a következő arány is, amely a $-13., -1., +11., +23.$ fokozatok összehasonlításából adódik. A $-13: -1: 11: 23.$ aránylat

ΕΚΚΛΗΣΙΑΣΤΙΚΑ
ΙΣΤΟΡΙΟΝ ΤΗΣ ΕΚΚΛΗΣΙΑΣ
ΑΠΟ ΤΩΝ ΑΡΧΑΙΩΝ ΧΡΟΝΩΝ
ΩΣ ΕΩΣ ΤΗΣ ΠΑΡΕΣΤΗΤΟΣ
ΕΡΕΥΝΗΤΗΣ ΚΑΙ
ΕΚΔΟΣΤΕΥΣΑΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΕΚΔΟΣΤΕΥΣΑΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΕΚΔΟΣΤΕΥΣΑΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΕΚΔΟΣΤΕΥΣΑΝΤΟΣ

1890
1891
1892

1893
1894
1895

1896
1897

Year	...	...	...	...
1896				
1897				
1898				
1899				
1900				
1901				
1902				
1903				
1904				
1905				
1906				
1907				
1908				
1909				
1910				
1911				
1912				
1913				
1914				
1915				
1916				
1917				
1918				
1919				
1920				

Hossz :		Táv
10^p cm.	p	
1 billió fényév	30	
1 kvadrillió km. 100 milliárd fényév	29	A világ gösuga
100 000 trillió km. 10 milliárd fényév	28	
10 000 trillió km. 1 milliárd fényév	27	Charlier v
1000 trillió km. 100 millió fényév	26	A 100 hüvelyk távolság
100 trillió km. 10 millió fényév	25	
10 trillió km. 1 millió fényév	24	Kódtávolság
1 trillió km. 100 000 fényév	23	Távolra
100 000 billió km. 10 000 fényév	22	Távolra
10 000 billió km. 1 000 fényév	21	10-ed rendű távolságok
1000 billió km. 100 fényév	20	A Medve távolság
100 billió km. 10 fényév	19	Szűrő távolság
10 billió km. 1 fényév	18	
1 billió km. 100-ed fényév	17	
100 milliárd km. 1000-ed fényév	16	Urtávolság
10 milliárd km. 10 000 fényév	15	Neptunusz
1 milliárd km.	14	Kis bolygók
100 millió km.	13	Csillagászati távolság
10 millió km. 1 millióod fényév	12	Nagy csillag
1 millió km.	11	Napra
100 000 km.	10	Jupiter, Szaturnusz
10 000 km.	9	Földi távolság
1000 km.	8	Budapest-távolság
100 km.	7	Budapest-távolság
10 km.	6	Oszkóváros távolság
1 km.	5	Lánchíd-távolság
100 m.	4	Toronyház, Budapesti távolság
10 m.	3	Terem
1 m.	2	Azítalmás
1 dm.	1	Kézszelvény
1 cm. (1 trilliomod fényév)	0	Ujjvastagság
1 mm.	-1	Droterőse
1/100 mm = 100 μ	-2	Hajvastagság
1/1000 mm = 10 μ	-3	Szabad szemmel legkisebb
1/10000 mm = 1 μ	-4	Legkisebb
1/100000 mm	-5	Legkisebb optikai mikroszkóp
1/1000000 mm = 1 milliommód cm.	-6	Legyekonyva buborék
1/10000000 mm = 1 μμ	-7	
1/10 μ = 1 Å	-8	Molekulák
1/10 Å	-9	
1/100 Å	-10	
1/1000 Å	-11	
1 billiomód cm	-12	
1 billiomód mm	-13	Elektron
	-14	
	-15	
	-16	Atommag
	-17	
1 trilliomód cm	-18	
1 trilliomód mm	-19	
	-20	

Fizikai kar

	Föld dél-kör-negyede
9	1000 km.
8	100 km.
7	10 km.
6	1 km.
5	100 m.
4	10 m.
3	1 m.
2	1 dm.
1	1 cm.
0	1 mm.
-1	100 μm.
-2	10 μm.

	Föld dél-kör-negyede
9	1000 km.
8	100 km.
7	10 km.
6	1 km.
5	100 m.
4	10 m.
3	1 m.
2	1 dm.
1	1 cm.
0	1 mm.
-1	100 μm.
-2	10 μm.

Molekuláris skála
Lépték: 1000 millió:1

Submolekuláris skála
Lépték: 1000 billió:1

Dimenziósskála

No.	Year	Month	Day	Hour	Minute	Second	Latitude	Longitude	Altitude	Barometer	Thermometer	Wind	Clouds	Remarks
1	1850	Jan	1	10	15	30	34° 30'	101° 30'	1000	30.0	50	N	0	Clear
2	1850	Jan	2	10	15	30	34° 30'	101° 30'	1000	30.0	50	N	0	Clear
3	1850	Jan	3	10	15	30	34° 30'	101° 30'	1000	30.0	50	N	0	Clear
4	1850	Jan	4	10	15	30	34° 30'	101° 30'	1000	30.0	50	N	0	Clear
5	1850	Jan	5	10	15	30	34° 30'	101° 30'	1000	30.0	50	N	0	Clear
6	1850	Jan	6	10	15	30	34° 30'	101° 30'	1000	30.0	50	N	0	Clear
7	1850	Jan	7	10	15	30	34° 30'	101° 30'	1000	30.0	50	N	0	Clear
8	1850	Jan	8	10	15	30	34° 30'	101° 30'	1000	30.0	50	N	0	Clear
9	1850	Jan	9	10	15	30	34° 30'	101° 30'	1000	30.0	50	N	0	Clear
10	1850	Jan	10	10	15	30	34° 30'	101° 30'	1000	30.0	50	N	0	Clear

ugyanis azt fejezi ki, hogy az elektron kiterjedése úgy aránylik egy drótéhoz, amint utóbbinak átmérője a Napéhoz, illetve ahogyan a napátmérő aránylik a Tejútrendszeréhez. A 0:1:2:3 aránylat pl. azt mondja, hogy az átlagos ujjvastagság úgy aránylik a kéz szélességéhez, ahogyan a kéz szélesség az asztalmagassághoz, vagy ahogy ez egy normál méretű előadóteremhez aránylik.

A bemutatott példák mutatják, hogy a THOMAS-féle dimenziós-táblázat főskálája nagyban megkönnyíti az egyes objektumok méretviszonyainak a megállapítását és hogy ezzel elősegítik az elképzelhetetlen távolságban levő vagy ily nagy kiterjedéssel bíró objektumok méretarányainak helyes elképzelését is.¹

II. A THOMAS-féle dimenziós-táblázat csillagászati kara három bekerített mezőből áll. Mindegyikben $P = -2, -1, 0, +1, \dots +9$. Az első mezőnek méretaránya 1:1000 millióhoz, ez a bolygóskála, a második mezőnek méretaránya 1:1000 billióhoz, ez a stelláris-skála, a harmadik mezőnek méretaránya 1:1000 trillióhoz, ez a extrastelláris-skála.

A bolygóskálával a naprendszer tagjainak méretére és naptóli távolságára a következő modell adódik. (Lásd a 186. oldalon levő táblázatot.)

Az adott méretarányban a Nap egy nagyobb kocsi-kerékkel volna egyenlő, Vénus és a Föld mogyoró-nagyságúak, Merkúr és Mars borsónagyságúak, Uranus és Neptun billiárdgolyórendűek volnának, Saturnus gramfon-lemezrendű és Jupiter egy kisebb dinnyével volna egyenlőnek veendő.

Ha a bolygópályákat koncentrikus körökkel akarjuk megrajzolni, úgy egy 50×50 cm méretű lap elegendő lenne, hogyha a bolygóskála 100 méterjét 1 cm-nek vesszük. De ezzel már a bolygóskála méretarányát egy százzal kicsinyítettük. Ebben a kicsinyített skálában a Nap

¹ Megjegyezzük, hogy a dimenziós táblázatban ott ahol lehetett, az eredeti tipikus értékeket helyettesítettük hazai vonatkozásúakkal.

Objektum	Átmérő	Távolsága a Naptól
Nap	1.39 méter	.....
Merkur	5 mm	58 méter
Vénusz	12 "	108 "
Föld	13 "	150 "
Mars	7 "	228 "
Jupiter	145 "	778 "
Saturnus	120 "	1400 "
Saturnus gyűrű	280 "	"
Uranus	50 "	2900 "
Neptunusz	55 "	4500 "
Hold	3.5 mm	Távolsága a Földtől 38 cm

átmérője csak 1.4 cm lehetne, Jupiteré pedig 1.4 mm, Saturnusé meg 1.2 mm. A többi bolygó már igen kicsiny, alig látható ponttal volna feltüntetendő.

Egyes csillagok mérete a bolygóskalával is feltűnethető lenne, de még mindig aránytalanul nagy számokhoz jutunk ezzel a skálával. Így Beteigeuze sugara 190 méternyi gömb lenne.

A stelláris-skála a Tejútrendszeren belül tünteti fel a kozmikus objektumok távolságát érzékelhető módon. Ebben a skálában:

Neptunus pályájának átmérője . . . 1 cm

A decimális fényév hosszúsága . . . 10 méter

Proxima Centauri távolsága . . . 40 "

Sirius " " . . . 90 "

A szűkebb Tejút átmérője . . . 300 km (Csonka-

Magyarországrendű).

A galaktikus-rendszer átmérője 3000 km (Európa-rendű) volna, az Andromedaköd távolsága azonban már 10.000 km, vagyis a földi délkörnegyed értékével egyenlő rendű lenne.

A stelláris méretarányban az óriáscsillagok közül pl. Antaresnek átmérője félmilliméter, két csillagnak egymástól való átlagos távolsága pedig 1 kilométer körüli érték volna. Ebben a skálában már a CHARLIER-féle világ átmérője, vagy a világ görbületi sugarának értéke még mindig igen nagy számmal volna kifejezendő. Ezek a nagy számértékek érzékelhetővé válnak az extrastelláris-skálával, amelynek méretaránya 1:1000 trillióhoz. Ebben a skálában Sirius távolsága $1/10$ milliméterre redukálódik, a spirális alakú ködöktől határolt térnek, vagyis a CHARLIER-féle világnak átmérője 10 km lenne (a főskála adatai szerint ez a valóságban egy milliárd fényévrendű érték), az EINSTEIN-féle tér görbületi sugara HUBBLE-nak 1926-ból való adatai szerint 100 milliárd fényévvel lévén egyenlő, az extrastelláris-skálában ez az érték 1000 km-re egyszerűsödik le. Itt mindjárt megjegyezhetjük, hogy az a régi téma, hogy a világ végtelen-e, avagy véges, is megoldhatónak tekinthető. Mert elvégre 1000 milliárd fényévnyi sugárral bíró gömbnek elképzelése lehetetlen, ily mérettel szemben a legmerészebb fantázia is tehetetlen.

III. A THOMAS-féle dimenziós-táblázat fizikai ága két bekerített mezőből áll.

Az egyik a molekuláris-skála 1000 millió:1 arányában, a másik a submolekuláris-skála 1000billió:1 arányában. Csak ily nagyítás mellett lehetséges a parányi kicsiny mennyiségeket megközelítőleg helyesen érzékeltetni.

Ezekkel a fizikai skálákkal a gázok molekuláris szerkezetét tudjuk jól érzékeltetni. Így pl. a LOSCHMIDT-féle tétel azt mondja, hogy egy köbcentiméter térfogatú normális állapotú gázban 27 trillió molekula van. Ha ezeket a molekulákat egyenletesen gondoljuk elosztottnak, úgy a köbcentiméternyi kocka 1 cm élére három millió molekula esik. Egy köbcentiméter a molekuláris-skálában Földünk $15/16$ -odrészével, közelítőleg tehát Földünkkel lesz egyenlő. Így a köbcentiméternyi kocka 1 cm hosszú éle 10.000

km-re nagyobbodik. Az erre az élre eső három millió molekula így egymástól 3·3 méternyi távolságra jut.

Sok esetben azonban az 1000millió:1-hez arányú nagyítás sem elegendő a parányi mennyiségek érzékeltetéséhez és ilyen esetekben a submolekuláris-skálához, az 1000 billió:1 arányú skálához kell folyamodnunk. Ha pl. a hidrogénatom modelljét akarjuk készíteni, akkor ebben a skálában az atommag 2 mm átmérőjű lesz, feltéve, hogy magjának átmérője $2\cdot0 \times 10^{-16}$ cm. A hidrogénatom magja körül keringő elektronok mérete $3\cdot8 \times 10^{-13}$ cm. A submolekuláris-skálában kifejezve ez megfelel 3·8 m-nek. A mag és az elektron közti távolságot $0\cdot55 \times 10^{-8}$ cm-nek véve, a submolekuláris-skálában 55 kilométerhez jutunk.

Mint látható, THOMAS dimenziós-táblázatában öt, a centiméterrendszeren alapuló skálával dolgozik. Ezen öt skála teljesen elegendő az univerzum minden, a csillagászati és a fizikai kutatás tárgyát jelenleg képező és jövőben képezendő objektuma méretviszonyának a feltüntetésére, illetve érzékeltetésére. A táblázat használatánál kiki a maga érdekeltsége szerint kiegészíti a „Tárgy“ feliratú rovatot.

Dimenziós-táblázatok korábban is voltak, de egyik sem nyújtott oly áttekintő képet a világ minden objektumáról, mint ezt a THOMAS-féle teszi az öt skála bevezetésével. Természetesen nem dogmajellegűek THOMAS számadatai, hiszen dimenziós-táblázatával célja csak az, megmutatni, hogyha valamely tanulmány folyamán új számokkal találkozunk, miként kell ezeket ismeretkörünkbe beilleszteni. Ezért a THOMAS-féle dimenziós-táblázat elsőrangú metódikus segédeszköz.

Mint már említettük, táblázatát még az 1926. évi csillagászkongresszuson mutatta be, továbbá bécsi fizikus- és vegyész köröknek. STRÖMGREN tanár a kopenhágai csillagvizsgáló igazgatója THOMAS eredeti szövegezésében a „Nordisk Astronomisk Tidsskrift“ 1927 novemberi számában is

közölte a táblázatot. Ajánlatos volna nagyobb formátumban iskolai falitáblának is használni. Ehelyütt is köszönetet mondunk THOMAS tanárnak, hogy kérésünkre táblázatát magyarázó szöveg kíséretében rendelkezésünkre bocsátotta.

A NAGY ÁTHATOLÓKÉPESSÉGŰ SUGÁRZÁS.

Írta: DR. NEUBAUER CONSTANTIN.

1. Valahányszor egy bizonyos jelenséget, vagy a jelenségek bizonyos csoportját különféle elnevezésekkel említik az irodalomban, az mindig annak a jele, hogy az illető jelenségek természete, keletkezése stb. még tisztázatlan kérdések, ami lehetségessé teszi a különféle és gyakran ellentétes nézetek fenntartását. Amidőn felfogásunk valamely jelenségről, az arra vonatkozó ismeretek és a következményeiben is mindenben igazolt elmélet alapján kialakult, akkor már rendszerint egységes nomenklatura is kifejlődött. A modern geofizikai kutatásnak egyik legérdekesebb és legidősebb jelenségét, amelyre vonatkozó eddigi ismereteinket kísérem meg összefoglalni a következőkben, az irodalomban *nagy áthatolóképességű sugárzás, magassági sugárzás, ultra-gamma sugárzás, kozmikus sugárzás*, HESS-féle vagy MILLIKAN-féle *sugárzás* elnevezések alatt találjuk felemlítve. A sok különféle elnevezés tehát már figyelmeztet bennünket arra, hogy a megbeszélendő jelenségek még sok tekintetben nem tökéletesen ismeretesek és részben élénk tudományos vita tárgyát képezik. A különféle elnevezések közül a címben említett azért választottam, mert kifejezi a szóbanforgó sugárzásnak azt a tulajdonságát, amelynek alapján az felismerhető és mérhető. A többi elnevezés a sugarak olyan tulajdonságára, természetére vagy eredetére utal, amely még nincsen tökéletesen bebizonyítva. A sugaraknak HESS, illetve MILLIKAN nevével való elnevezése a sugárzás fölfedezőjének

megtiszteltetése akar lenni, de mint látni fogjuk, egyik sem jogosult.

A nagy áthatolóképességű sugárzásról idegen nyelven már több összefoglaló ismertetés jelent meg.¹ Az utolsó években is sok fontos és eredményes vizsgálat igyekezett erre a kérdésre világosságot vetni és így időszerűnek látszik ezeket a vizsgálatokat összefoglalni. A felsorolt összefoglalások megjelenése utáni időre esnek legnagyobb részben MILLIKAN és munkatársainak (BOWEN J. S., OTIS R., CAMERON G. H. stb.) vizsgálatai, amelyek a napilapokat is többször foglalkoztatták. MILLIKAN a nyert eredményeket kezdetben teljesen újaknak, vagy a többiek — elsősorban HESS és KOLHÖRSTER — eredményeivel meg nem egyezőknek tekintette, s ezzel nagy vitát provokált, mely a prioritás kérdésén kívül, a probléma tisztázásához is sokban hozzájárult.

A nagy áthatolóképességű sugárzás fölfedezésére az atmoszféra vezetőképességének, illetve a vezetőképességet előidéző okoknak, az ionizáció okozóinak a vizsgálata vezetett. Mivel lehetséges, hogy a nagy áthatolóképességű sugárzás összefüggésben van az égítetek bizonyos fontos jelenségeivel, esetleg a földmágnességgel és az északi fénnel is, a legújabb időben egyik legfontosabb problémája lett a kozmikus fizikának. Nincsen kizárva az sem, hogy a Föld elektrosztatikus erőterének keletkezését és fennmaradását új megvilágításba fogja helyezni ez a sugárzás. A csillagászok és meteorológusok figyelmén kívül felköltötte a nagy áthatolóképességű sugárzás a fizikusok érdeklődését is, mert ha ez a sugárzás, amint eddigi ismereteink alapján valószínű, elektromágneses hullámokból

¹ GOCKEL A. *Jahrb. d. Rad. u. Elektr.* 9. 1. 1912.; BRAUN K. *Jahrb. d. Rad. u. Elektr.* 9. 204. 1912.; STRONG W. W. *Terr. Magn. a. Atm. El.* 17. 49. 1912.; CHAUVEAU A. B. *Le Radium.* 10. 17. és 69. 1913.; KÄHLER K. *Die Naturw.* 2. 501. 1914.; LUDEWIG P. *Die Naturw.* 5. 89. és 101. 1918.; KOLHÖRSTER W. *Die durchdringende Strahlung in der Atmosphäre.* Hamburg 1924.; WIGAND A. *Phys. Ztschr.* 25. 445. 1924.; KOLHÖRSTER W. *Die Naturw.* 14. 290. és 313. 1926.

áll, akkor oly rövid hullámhosszúságú sugárzásnak kell lennie, amely az eddig ismert rádióaktív anyagok legkeményebb γ -sugarainál is többszörösen rövidebb hullámhosszúságú. A sugárzás természetének és keletkezésének megállapítása a fizikusok egyik legszebb feladata lesz

2. Az atmoszféra vezetőképessége már COULOMB (Mém. de l'Acad. de Paris, 1785. 616.) óta ismeretes. Megfigyelései és az elektromosság szétszóródásának megállapított törvénye, amely szerint a potenciálesökkenés arányos a meglévő potenciállal, voltak alapjai a gázok vezetőképességére vonatkozó mai ismereteinknek. MATTEUCI C. (Ann. chim. phys. 27. 133. 1849., 28. 385. 1850.), WARBURG E. (Pogg. Ann. 145. 573. 1872.), NAHRWOLDT R. (Wied. Ann. 5. 460. 1878. és 31. 448. 1887.), NARR F. (Wied. Ann. 33. 295. 1888. és 44. 133. 1891.) vizsgálatai után THOMSON J. J. és RUTHERFORD E. (Phil. Mag. 42. 392. 1896.) mutatta ki, hogy a gázok vezetőképességét ionok okozzák. Felfogásukat azóta a vizsgálatok hosszú sora igazolta.

A levegő vezetőképességének fontosságát a légköri elektromosság szempontjából először LINSS F. (Met. Ztschr. 4. 345. 1887., Elektrotechn. Ztschr. 11. 506. 1890.) ismerte fel. Ugyancsak ő végzett először megközelítő meghatározásokat is. Röviddel ezután ELSTER J. és GEITEL H. (Phys. Ztschr. 1. 11. és 245. 1899., Ann. d. Phys. 2. 425. 1900., Wien. Ber. 111. 946. 1902.) tökéletesbítette a mérési módszereket és végleg bebizonyította a szabad atmoszféra ionos vezetését.

Mai felfogásunk szerint az atmoszféra elektromos és mágneses erőterben levő ionizált gáznak tekintendő. A különféle hatásokra bekövetkező ionizálás a molekuláknak negatív elektronionokra és pozitív atomionokra való bomlásából áll. Különösen sűrűbb levegőben ezek az ionok, neutrális molekulák hozzátapadása következtében hamarosan nagyobb, úgynevezett normális vagy molionokká alakulnak át. Poros vagy ködös levegőben még sokkal nagyobb nehéz vagy

LANGEVIN-féle ionok keletkezhetnek. A troposzférában (kb. 10 km magasságig) az elektromos vezetőképességet a normális és a nehéz ionok okozzák, míg nagyobb magasságokban az elektron- és atomionok közvetítik a vezetést. A levegőben előfordulható különböző ionokat az elektromos mennyiségnek és az ion tömegének viszonya e/m jellemzi, amely nemcsak az ionok különféle fajtája, hanem a levegő összetételének a magassággal való változása miatt is nagyon eltérő értékekkel bírhat. A Föld elektromos és mágneses erőterének hatására az ionok vándorolnak. Ez a vándorlás azonban igen különböző az alsó és a felső atmoszférában. Az alsó atmoszférában az ionok száma aránylag csekély a neutrális molekulákhoz képest, s ezért a neutrális atomokkal való összeütközések száma sokszorosán nagyobb, mint az egymás közötti összeütközéseké. A közönbős molekulákkal való összeütközések lefékezik a vándorló ionokat, s így ezek állandó sebességgel haladnak, hasonlóan az elektrolitek ionjaihoz. Az alsó atmoszférában tehát az *ionok vándorlási sebessége* meghatározott mennyiség, amely az ion fajtájára jellemző. Rendszerint csak egyszerű töltésű ionokat tételezünk fel az atmoszférában.

Szabad elektronok és atomionok, mint már említettem, a troposzférában nem igen fordulnak elő. A normális pozitív és negatív ionok mért vándorlási sebességét $em/sec: volt/cm$ egységekben kifejezve az alábbi táblázat tünteti fel:

	V+	V-
Európában (MACHE és SCHWEIDLER)	0.47-1.64	0.78-1.99
Szárazföldön átlagosan	1.1	1.2
Óceánok fölött	1.58	1.66
A Kordillerák magas helyein (KNOCHE)	3.3	1.9
4000 m magasságban (GERDIEN, ballonmérés)	3.2	3.5

A nehéz ionok vándorlási sebessége sokszorosán kisebb. LANGEVIN meghatározta, hogy ezek vándorlási

sebessége $0.0005 \text{ cm/sec} : \text{volt/cm}$, vagyis körülbelül kétszerezse kisebb.

Az ionok kicsiny vándorlási sebessége következtében a mágneses erőtér eltérítő hatása, mely az elektromos erőtér irányában végzett mozgásra és a mágneses erőtér irányára merőleges, általában csekély és elhanyagolható.

Igen nagy magasságokban azonban, ott, ahol a levegő már rendkívül ritka, s ezért a különböző molekulákkal való összeütközések száma is aránylag kicsiny, az ionok vándorlása megközelítőleg egyenletesen gyorsuló és könnyen jöhetnek létre oly nagy sebességek, amelyeknél a mágneses erőtér eltérítő hatása már tetemes. Az északi fény és a drótnélküli telegráfia bizonyos jelenségei arra utalnak, hogy ez tényleg bekövetkezik.

A troposzféra ionizációjának teljes jellemzésére meg kell határoznunk minden egyes ionfajtának a levegő térfogat-egységében foglalt számát n és vándorlási sebességét v . A levegő elektromos vezetőképességét

$$\lambda = \lambda_+ + \lambda_- = (n_+v_+ + n_-v_-) e$$

adja meg, $\lambda_+ = n_+v_+e$ és $\lambda_- = n_-v_-e$ a pozitív, illetve negatív ionoknak megfelelő poláris vezetőképességet jelentik. Az ionok száma, n , egyrészt az ionizáló hatás nagyságától függ, amelynek mértéke J , a térfogat és idő egységében ($1/\text{cm}^3 \cdot \text{sec}$) keletkező ionok száma, másrészt az ellentétes töltésű ionok újból való egyesülésétől, az úgynevezett *rekombinációtól*. Az újra egyesülő ionok számának arányosnak kell lennie a meglévő pozitív és a negatív ionok számával is, tehát az ionpárok számának négyzetével és így, ha az arányossági tényezőt, a *rekombináció együtthatóját* α -val jelöljük, akkor az ionpárok számának az idővel való változását megadja a

$$\frac{dn}{dt} = J - \alpha n^2$$

egyenlet. Egyensúlyi állapotban, amely kisebb ingadozásoktól eltekintve az atmoszférában rendszerint feltalálható $J = \alpha n^2$.

Tiszta, pormentes levegőben végzett laboratóriumi mérések szerint

$$\alpha = 1.5 \sim 2.0 \cdot 10^{-6}.$$

Az egyensúlyi állapotot azonban a szilárd vagy cseppfolyós felületeken adszorpció következtében beálló és az elektromos erőterben való vándorlás folytán bekövetkező ionvesztés is befolyásolja. Ugyancsak hatással van az α értékére az előforduló nehéz ionok száma is. Mindezek következtében a rekombináció együtthatója a szabad atmoszférában nagyobb és a végzett meghatározások szerint $\alpha = 1.6 \sim 4.0 \cdot 10^{-6}$. Az α értékének újabb meghatározásánál SCHWEIDLER E. (Wien. Ber. 127. 953. 1918., 128. 947. 1919., 133. 23. 1924.) a feltűnően magas $\alpha = 29 \cdot 10^{-6}$ értéket találta.

Az atmoszféra vezetőképességének és az ionok számának kísérleti meghatározásánál a gázok ionos vezetésének törvényei játszanak szerepet. Kicsiny potenciálkülönbségnél az áramerősség a feszültséggel arányos és az arányossági tényező a keresett vezetőképesség; nagy feszültségeknél pedig a telítési áram erőssége az ionok számának mértéke. A végzett meghatározások szerint az atmoszféra vezetőképessége tiszta időben a legnagyobb. A vezetőképesség napi és évi változásai helyről-helyre különbözőek, rendszerint azonban maximumát éjfél után, minimumát naplementekor észlelték. Egyes helyeken megfigyeltek egy másodrendű maximumot délután és egy másodrendű minimumot délelőtt is. Az évi periódus maximuma rendszerint a nyári időszakra esik. Míg laboratóriumi méréseknél a poláris vezetőképességek közel egyenlők, addig a szabad atmoszférában a pozitív ionoknak megfelelő poláris vezetőképesség nagyobb a negatív poláris vezetőképéségnél. Ennek az a magyarázata, hogy a talaj közelében a Föld elektrosztatikus erőtere zavarólag hat az ionok megoszlására.

Az atmoszféra vezetőképességét, valamint a poláris vezetőképességek egymáshoz való viszonyát a következő táblázat tünteti fel, melyben a vezetőképességek tízezredrészel. sztat. C. G. S. egységekben vannak megadva:

	λ	$\lambda_+ : \lambda_-$
Szárazföldön	1-4	1.0-1.2
Szigeteken	3-5	1.0-1.3
Az Atlanti-óceán fölött, KOHLRAUSCH	2.1	1.14
" " " KIDSON	3.4	1.16
" " " BERNDT	1.7	0.91
A Csendes-óceán fölött, DIKE	3.0	1.12
A Kordillerákban, 5200 m, KNOCHE	10.8	2
6200 m magasságban (GERDIEN)	13-20	
9000 " " (WIGAND)	31	

A vezetőképesség változásának megfelelően a térfogat-egységben (cm^3) foglalt ionok száma is változik. A mért adatok rendszerint a normális ionokra vonatkoznak. A nehéz ionok számának meghatározására szolgáló különleges készülékek ezek számát kisebb magasságokban a normális ionok számánál sokszorosán nagyobbak tüntetik fel. LANGEVIN P. (C. R. 140. 232. 1905.) Páris levegőjében ötvenszer, Mc. CLELLAND és KENNEDY H. (Roy. Irish Proc. A. 30. 79. 1912.) Dublin levegőjében kétszázszor annyi nehéz iont talált, mint normálist, de fel kell tételeznünk, hogy ilyen nagyszámú nehéz ion csak tisztátalan levegőben (városok közelében) fordul elő. Ha a talaj közelében a normális ionok számának középértékéül cm^3 -ként 700 iont veszünk fel, akkor az egy cm^3 -ben foglalt összes ionok számát néhány ezerre kell tennünk. Nagyobb magasságokban a nehéz ionok száma csökken, s a felső sztratoszférában valószínűen túlnyomóan szabad elektronok közvetítik az elektromos vezetést. A poláris vezetőképességeknek megfelelően a pozitív ionok száma is nagyobb, mint a negatív ionoké és átlagban ez utóbbinak 1.2-szerese.

A következő táblázat különféle mérések alapján a cm^3 levegőben foglalt ionpárok számát, valamint a pozitív és negatív ionok számának viszonyát adja meg:

	n	$n_+ : n_-$
Kalocsa, WAGNER	960	1:30
Európa	520 - 1000	1:1 - 1:4
Atlanti-óceán	600 - 720	0:9 - 1:5
Csendes-óceán	420 - 700	1:2
Földközi tenger, PACINI	900	1:5
2000 m magasságban (léggömb)	600	1:14
4000 " " "	1000	0:98
A Kordillerákban 5200 m, KNOCHE	2200	1:08

Az ionok számát és a rekombinációs együtthatót ismerve, a már megadott összefüggés alapján kiszámíthatjuk minden egyes esetben a köbcentiméterenként és másodpercenként keletkező ionok számát, vagyis az *ionizáció értékét*, amelyet a 217. oldalon levő táblázat II. oszlopa tünteti fel.

3. *Az atmoszféra ionizációját előidéző hatások* állandóan kell, hogy működjenek, mert különben a rekombináció és a Föld elektromos erőtere következtében az ionizációnak hamarosan meg kellene szünnie. Az ionizáció legelőször felismert okozói a *radioaktív anyagok* és ezek bomlás-termékei voltak, amelyek jelenléte a talajban, a tengerekben, az édes vizekben és az atmoszférában ki volt mutatható. Az ionizáció szempontjából mindenekelőtt magában a levegőben foglalt radioaktív anyagok hatását kell tekintetbe vennünk. A talajlevegőben foglalt emanációk az atmoszférába jutva a légáramlások által élettartamuknak megfelelően tetemes magasságokba emelkedhetnek. A végzett kísérleti meghatározások szerint a radioaktív bomlási termékek (rádium, thorium és néha az aktinium bomlási termékei) mennyisége idő és helybelileg is nagyon változó, s általában a tengerek fölött kisebb, mint a szárazföldön.

A Th- és Ac-emanáció aránylag rövid élettartamánál fogva, csak a rádiumtermékek lehetnek megközelítőleg radioaktív egyensúlyban. Az atmoszférában levő rádium-emanáció középértékben (SCHWEIDLER E. és KOHLRAUSCH K. W. F.: *Atmosph. Elektr.*, GRAETZ: *Handb. d. Elektr. u. d. Magn.* III. 223. 1923.) 88 —, illetve kerek számban $90 \cdot 10^{-18}$ curie/cm³ (1 curie az emanációnak az a mennyisége, amely 1 gr rádiummal van radioaktív egyensúlyban.) Mivel 1 curie emanáció $1 \cdot 63 \cdot 10^{16}$ atomnak felel meg, $90 \cdot 10^{-18}$ curie/cm³ $1 \cdot 47$ emanáció-atomot jelent köbcentiméterenként. Az eddigi mérések aránylag kicsiny számánál fogva, ennek a számnak legfeljebb a nagyság rendjét tekinthetjük meghatározottnak. Az összes megfigyelők az emanáció mennyiségének nagy ingadozását észlelték; a maximum és a minimum egymáshoz való viszonya 5:1 és 10:1 között változik. Megfigyelték u. a. helyen az emanáció mennyiségének a barométerállás csökkenésével való emelkedését, ami összefügg az emanációnak a talajból való származásával. A talajszín fölötti magassággal az emanáció gyorsan csökken. WIGAND (*Fortschr. d. Phys. u. Chem.* 18. H. 5. 1925. és *Ann. d. Phys.* 86. 657. 1928.) repülőgépen végzett mérései már 2000 és 3000 m magasságban nem szolgáltatnak mérhető mennyiségeket.

A talajlélegzés $70 \cdot 10^{-18}$ curie/cm³.sec emanációt juttat az atmoszférába. Az emanáció bomlási együtthatóját és a magassággal való csökkenését tekintetbe véve, ez elegendő az atmoszféra emanáció tartalmának fenntartására. A talajlélegzés azonban nemcsak az emanáció révén idézi elő a levegő ionizálását, hanem azáltal is, hogy már meglevő ionokat juttat az atmoszférába.

Az emanációkból keletkező aktív csapadékok az atmoszférában szintén kimutathatók és mérhetőek. Az ionizációt a radioaktív anyagok bomlásakor keletkező α , β és γ sugarak okozzák. Legnagyobb hatással az α -sugarak bírnak (emanáció, RaA és RaC) a RaB és RaC β -sugarainak, valamint a RaB és RaC γ -sugarainak a hatása kicsiny.

A 90.10^{-18} curie/cm³ rádiumemanációnak és összes bomlás-termékeinek α -sugarai $J=1.8$ ionpár/cm³.sec ionizációt képesek előidézni. A β -sugarak által okozott ionizáció 0.04 ionpár/cm³.sec, a γ -sugárzás számított ionizáló hatása az atmoszférában 0.05 ionpár/cm³.sec.

Az atmoszféra thorium és aktinium tartalmát még csak kevéssé ismerjük. A Th és Ac α -sugarainak ionizáló hatását 1 ionpárra, a β és γ -sugarak együttes hatását 0.1 ionpárra becsülhetjük; egészben véve az atmoszférában levő radioaktív anyagok összes ionizáló hatása mintegy 3.0 ionpár/cm³.sec. Ez az érték a talaj színéhez közeli levegőrétegekre vonatkozik, nagyobb magasságokban ez az érték általában sokkal kisebb. Ugyancsak kisebb az ionizáló hatás tengerek fölött is, ahol az csak $1-2\%$ -át éri el az általunk számított értéknek

Az atmoszférában levő radioaktív anyagokon kívül a talaj radioaktivitása is idéz elő ionizációt. A kőzetek és talajok átlagos értékben gr-ként $1.4.10^{-12}$ gr rádiumot és 10^{-5} gr thoriumot tartalmaznak. Ezeknek α és β -sugárzása csak néhány cm-es levegőrétegekben jön tekintetbe, a γ -sugárzás azonban csökkenő mértékben, néhány száz méter magasságig fejthet ki ionizáló hatást. A talaj teljes radioaktivitása által kisugárzott γ -sugarak ionizáló hatása mintegy 2 ionpár/cm³.sec.

A radioaktív anyagokon kívül azonban más ionizáló hatások is közreműködhetnek az atmoszféra vezetőképességének fenntartásánál. LENARD F. vizsgálatai szerint 0.2μ -nél kisebb hullámhosszúságú *ultraibolya*-sugarak képesek a levegőt ionizálni. Ezeket a sugarakat azonban már igen vékony levegőrétegek elnyelik, úgy hogy legfeljebb az atmoszféra legfelsőbb rétegeiben fejthetnek ki ionizáló hatást. WIGAND A. (Phys. Ztschr. 14. 1144. 1913.) léggömbben végzett mérései bebizonyították, hogy a nap-sugárzás spektrumának ultraibolya szélé 9000 m magasságban is 0.29μ hullámhosszúságnál végződik. A nagyobb

hullámhosszúságú sugarak fényelektromos hatása sem fokozhatja számbavehető módon az ionizációt.

Az esőcseppek leesésénél, vízesések és tengerpartok közelében a LENARD-*effektus* járulhat hozzá az ionizáció növeléséhez, amint azt kísérletileg is sikerült kimutatni. Vízesések közelében LENARD F. (Wied. Ann. 46. 584. 1892.), ELSTER J. és GEITEL H. (Wied. Ann. 47. 496. 1892.), RUDGE W. A. D. (Phil. Mag. 21. 611. 1911.) túlnyomóan negatív töltéseket talált, míg tengerzajlás közelében a pozitív töltések voltak túlnyomó számban. (EXNER F. Wien. Ber. 98. 1004. 1889., ELSTER J. Terr. Magn. 7. 9. 1902.) A teljes atmoszférát véve tekintetbe, ennek az ionizáló hatásnak nagyobb jelentőséget nem tulajdoníthatunk. A *lökésionizáció*, mint az atmoszféra ionizáló hatása, szintén elhanyagolható, mert normális viszonyok között, a légköri nyomásnál ahhoz szükséges 30.000 volt/cm erősségű erőtér nem fordul elő.

Az ionizációt előidéző hatások között tekintetbe vették az önmagától bekövetkező, úgynevezett *spontán-ionizáció* lehetőségét is. A gázmolekulák sebességeloszlásának MAXWELL-féle törvénye szerint egyes molekulák elegendő nagy sebességgel bírhatnak ahhoz, hogy a lökésionizációhoz hasonlóan ionizáljanak. A végrehajtott számítások szerint azonban ez oly csekély, hogy figyelembe sem vehető. BERGWITZ, LANGEVIN és REY, továbbá WOLFKE vizsgálatai után újabban HAUER F. (Phys. Ztschr. 17. 583. 1916.) foglalkozott ezzel a kérdéssel. Szerinte a hőmozgás csak 2000 C° körüli hőmérsékletnél lehet befolyással a gázok ionizációjára.

4. *Az ionizáció zárt edényekben.* A radioaktív anyagok γ -sugárzásának megmérésére olyan zárt edényeket (kamrákat) használnak, amelyek fala elegendően vastag ahhoz, hogy az atmoszféra α és β -sugarait elnyelje. Ezekbe az edényekbe egy szigetelt belső elektródot elhelyezve, állandó, s már kicsiny feszültségnél telített áramot észlelhetünk. Az áramerősséget el. sztat. C. G. S.

egységekben kifejezve, az ionizáció: $J=i/e \cdot V$, ahol e az elektromosság elemi mennyiségét, V az edény térfogatát jelenti. Az edényben levő gáz ionizációját egyrészt az edény falának és magának a gáznak radioaktivitása okozza, másrészt pedig olyan kemény sugárzások, amelyek az edény falán áthatolni képesek. A vizsgálatok arra az eredményre vezettek, hogy a γ -sugárzáson kívül még egy másik, sokkal nagyobb áthatolóképeségű sugárzásnak is kell lennie az atmoszférában. Ez az a sugárzás, amelyet az atmoszféra nagy áthatolóképeségű sugárzásának nevezünk. Ez a sugárzás természetesen nemcsak a zárt edényekben, hanem a szabad atmoszférában is idéz elő ionizációt, ismerete tehát a légköri elektromosság szempontjából elsőrendű fontosságú. Zárt edényben a γ -sugárzás ionizáló hatását is ki lehet küszöbölni megfelelő vastagságú edényfal alkalmazása által. Az ilyen módon még mindig megmaradó ionizáció azonban nem írható teljesen a nagy áthatolóképeségű sugárzás javára, mert mint azt már említettük, az edényben foglalt gáznak és az edény falának radioaktivitása is idézhet elő ionizációt. Légmentesen elzárt edényekben, megfelelő idő múlva, a gázban levő emanáció természetesen eltűnt, de állandóan megmaradhat az edény falának ionizáló hatása. Ez az úgynevezett *maradék-ionizáció* a felhasznált fémek radioaktív tisztátalanságainak, vagy a fém esetleges saját aktivitásának lehet a következménye, esetleg mindkettőnek. Míg régebben csak a radioaktív tisztátalanságokra gondoltak, HOFFMANN (Ztschr. f. Phys. 7. 254. 1921.) vizsgálatai óta, amelyek a platina saját aktivitására látszanak utalni, újabban az edényfal saját aktivitását sem tartják kizártnak. A maradék-ionizációt mindenesetre e két ok valamelyikének kell előidéznie és nem okozhatja valamely rövidéletű radioaktív termékkel való múltó fertőzés, mert KOLHÖRSTER (65.) közlése szerint, egyik készüléke hat évnél hosszabb ideig állandó maradéksugárzást mutatott, bár folytonosan használatban volt.

5. *A nagy áthatolóképessegi sugárzás felfedezésének története.* A zárt edényekben történő ionizációt GEITEL H. (Phys. Ztschr. 2. 116. 1900.), WILSON C. T. R. (Proc. Cambr. Phil. Soc. 11. 52. 1900.), MACHE H. (Wien. Ber. 110. 1302. 1901.) és PATTERSON J. (Phil. Mag. 6. 231. 1903.) észlelte először. Az 1903. évben RUTHERFORD E. és COOKE H. L. (Phys. Rev. 16. 183. 1903., Phil. Mag. 6. 403. 1903.), MC LENNAN J. C. és BURTON E. F. (Phys. Rev. 16. 184. 1903., Phil. Mag. 6. 343. 1903., Phys. Ztschr. 4. 553. 1902/03.) mutatta ki azt, hogy az ionizáció tetemesen csökkenthető, ha az ionizációs kamrát vastag fémernyőkkel vesszük körül. Ezáltal bebizonyult, hogy az ionizáció egy részét olyan hatás idézi elő, mely a vizsgált edényen kívül fekvő sugárzásban keresendő, s amelynek sugarait a vastag fémernyők abszorbeálják. Csak a maradék-ionizáció tulajdonítható a gázban esetleg levő emanáció, az edényfal és a védőernyő sugárzásának.

A védőernyő által felfogható sugárzást kezdetben kizárólag a talaj γ -sugárzásának tartották. (KURZ K. Phys. Ztschr. 10. 834. 1909., GOCKEL A. Phys. Ztschr. 10. 845. 1909., WULF TH. Phys. Ztschr. 10. 997. 1909.) Ezzel az uralkodó felfogással szemben PACINI D. (Rendic. Ac. Linc. 5a. 18. 123. 1909.) már az 1908. évben, megfigyelései alapján, amelyekkel a sugárzás ingadozását kísérte figyelemmel, arra a meggyőződésre jutott, hogy az atmoszférában a talaj radioaktivitásától független ionizáló hatásnak is kell hatnia, melynek okát először a levegőben levő γ -sugárzással bíró radioaktív anyagokban látta. Ugyanezeknek tulajdonította a meteorológiai viszonyokkal együtt MACHE H. (Wien. Ber. 119. 55. 1910.) az áthatólósugárzásnak az 1907—1908. években Innsbruckban megfigyelt ingadozásait. GOCKEL A. (Phys. Ztschr. 11. 280. 1910.) 1909. december 11-én léggömbben végzett méréseinél azt találta, hogy az ionizáló kamra falán áthatoló sugárzás 4,0—4,5 km magasságban távolról sem csökken annyira, mint várható lett volna, ha az tényleg a talaj radioaktív

anyagaitól származik. Két újabb, az 1910. és 1911. években, léggömbben tett utazásánál GOCKEL (Phys. Ztschr. 12. 595. 1911.) nemcsak megerősítette ezt a megfigyelést, hanem megállapította azt is, hogy a vezetőképesség, amely az alacsonyabb rétegekben a magasság növekedésével csökken, kb. 2 km magasságtól felfelé újra növekszik. PACINI-hez hasonlóan GOCKEL is arra a következtetésre jutott, hogy az áthatolósugárzást a talaj radioaktivitásától függetlenül, a levegőben levő radioaktív anyagoknak kell tulajdonítani. Hasonló eredményekre jutott BERGWITZ K. (Habilitationsschrift, Braunschweig, 1910.), aki egy 80 m magas tornyon és léggömbben 1300 m magasságban végezte méréseit, MC LENNAN és MACALLUM E. N. (Phil. Mag. 6. 22. 639. 1911.), akik egy 64 m magas toronyban mértek. Az áthatolósugárzásnak szerintük is sokkal nagyobb mértékben kellett volna csökkenie, ha azt kizárólag a talaj radioaktivitása okozza. Még feltűnőbbek voltak WULF TH. (Phys. Ztschr. 11. 811. 1910.) eredményei, aki az áthatolósugárzást az Eiffel-torony tetején alig találta kisebbnek, mint a talaj felszínén. WULF lehetségesnek tartotta, hogy esetleg a γ -sugarak abszorpciókoefficiense sokkal kisebb, mint azt az addigi mérések alapján feltételezték. Ezzel szemben HESS V. F. (Wien. Ber. IIa. 120. 1205. és 1575. 1911., Phys. Ztschr. 12. 998. 1911.) megmérte a RaC γ -sugarainak abszorpcióját a levegőben és azt a régebbi mérésekkel összehangban levőnek találta. Időközben PACINI (Ann. Uff. Centr. Meteorol. Ital. 32. parte Ia. 1910., Le Rad. 8. 307. 1911.) tengeren, tó fölött és szárazföldön egyidejűleg végzett megfigyelései alapján arra a meggyőződésre jutott, hogy sem a talaj, sem pedig az atmoszféra γ -sugárzásával nem magyarázhatjuk meg az áthatolósugárzásnak vízfelületek fölötti nagy értékét, valamint a különböző helyeken megfigyelt egyidejű ingadozásait. PACINI volt az, aki először és határozottan reámutatott arra, hogy a zárt edényekben észlelt ionizációt a talaj és az atmoszféra γ -sugárzásán kívül

még egy további hatásnak kell előidéznie. Ugyancsak PACINI volt az első (Nuovo Cimento VI. 3. 93. 1912.), aki ennek az ionizáló hatásnak a nagyságát oly módon igyekezett megállapítani, hogy az ionizáció nagyságát víz alatt mérte. A készüléket minden oldalról oly vastag vízréteggel vette körül, hogy a talaj és az atmoszféra γ -sugárzása teljesen elnyelettsék. A víz színe fölött mért és a víz alatt meghatározott ionizáció különbségét tekintette az ismeretlen ionizáló hatás nagyságának mértékéül.

Egy nagy áthatolóképességű, földönkívüli származású sugárzásnak a létezését először RICHARDSON-O. W. (Nature 73. 607., 74. 55. 1906.) gyanította már 1906-ban, de elfogását akkoriban alaptalannak tartották (l. KURZ, u. i.). Ugyanezt az elméletet támasztotta fel újra HESS V. F. (l. u. i. és Wien. Ber. IIa. 121. 2001. 1912., 122. 1053., 1481. 1913., Phys. Ztschr. 13. 1084. 1912., 14. 610. 1913.), aki az 1911. évtől 1913. évig terjedő időben tíz alkalommal végzett méréseket léggömbben. Sokban tökéletesbített műszereivel először állapított meg mennyiségileg is elfogadható értékeket a nagy áthatolóképességű sugárzás nagyságára vonatkozólag. Vizsgálatai mindenben megerősítették GOCKEL méréseit. Huzamos időn keresztül 140—190 m magasságban végzett észleléseivel kimutatta a sugárzás időbeli ingadozásait, megállapította, hogy növekvő magassággal a nagy áthatolóképességű sugárzás kezdetben csökken, kb. 1000 m magasságban eléri legkisebb értékét, majd újra növekedve 1000 és 2000 m közötti magasságban ismét eléri a talaj felszínén észlelt nagyságát. Még nagyobb, t. i. 4000—5000 m magasságban az ionizáció feltűnő nagy értékét állapíthatta meg. HESS vizsgálatai és a sugárzás földönkívüli eredetéről felállított elmélete fordulópontot jelentenek a nagy áthatolóképességű sugárzás ismeretének történetében. PACINI és HESS vizsgálataival körülbelül egyidejűleg mások is végeztek fontos megfigyeléseket. Ezek közül fel akarom említeni GOCKEL (Jahrb. d. Rad. u. Elektr. 9. 1. 1912., Arch. de Genève

34.120. 1912., 35.396. 1913.), SCHWEIDLER E. (Wien. Ber. IIa. 119. 1839. 1910., 121. 1297. 1912., 122. 137. 1913.) dolgozatait.

Újabb fontos haladást jelentettek KOLHÖRSTER W. beható vizsgálatai (Phys. Ztschr. 14. 1066., 1153. 1913., Verh. d. Deutsch. Phys. Ges. 15. 1111. 1913., 16. 719. 1914., Mitteil d. Naturf. Ges. Halle 3. Nr. 5. 1913., 4. Nr. 4. 1914., Das Weltall 14. 97., 118. 1914., Beitr. z. Physik d. fr. Atm. 7. 87. 1914/5., Jahrb. d. Hamburg. wiss. Anst. 32. 3. Beih. 1914/5.), aki az 1913. és 1914. években öt alkalommal végzett méréseket léggömbben, egészen 9300 m magasságig. Az erre a célra szolgáló készülékeket nagy mértékben tökéletesbbitve, egyrészt igazolta GOCKEL és HESS eredményeit, másrészt pedig a nagyobb magasságokban az áthatólósugárzás további jelentős növekedését állapította meg. A nagy áthatoló-képességű sugárzás mérőeszközeinek megalkotása elsősorban WULF és KOLHÖRSTER érdeme. Ugyancsak KOLHÖRSTER érdeme az is, hogy a nagy áthatoló-képességű sugárzásnak a magassággal való változásából ő határozta meg először a sugárzás elnyelési együtthatóját. Feltételezte, hogy a sugárzás függőlegesen lefelé irányul és, hogy a mérés mindenkori helyén a légnyomással arányos levegőrétegen hatolt át. Számításai szerint a kérdéses sugaraknak rendkívül nagy áthatoló-képességgel kell bírniok, s hatásuk csakugyan észlelhető kell, hogy legyen még a teljes atmoszféra áthatolása után a talaj felszínén is. Az abszorpció-koefficienszt ugyanis hétszer kisebbnek találta az ismert legkeményebb γ -sugarak elnyelési együtthatójánál.

HESS és KOLHÖRSTER vizsgálatai bizonyították be, hogy az atmoszférát ionizáló hatások között valóban szerepet játszik egy rendkívül nagy áthatoló-képességű sugárzás is, amely a magasság növekedésével folytonosan nagyobb ionizációt okoz. Az ionizációnak a magassággal való ez a növekedése közelfekvővé tette azt a gondolatot, hogy a nagy áthatoló-képességű sugárzás vagy az atmo-

szféra legfelsőbb rétegeiből, vagy a külső világürből kiindulva érkezik a Föld felületére. A sugárzás áthatol az egész atmoszférán és eközben a levegőréteg vastagságának megfelelő abszorpciót szenved.

Ettől az időtől kezdve a nagy áthatolóképességű sugárzásra vonatkozó irodalom rohamosan növekedik, s ezzel együtt bővülnek az arra vonatkozó ismereteink is. Sokat foglalkoztak ezzel a kérdéssel az eddig felsoroltakon kívül SWANN W. F. S., BERGWITZ K., HOFFMANN G., WIGAND A., BÜTTNER K., BEHOUNEK F., STEINKE E. és mások.

Külön kell megemlékezni MILLIKAN R. A. vizsgálatairól, amelyeket különböző munkatársakkal együtt 1922. óta végez. 1922 tavaszán regisztráló elektroszkópokat eresztett fel BOWEN J. S. és MILLIKAN 15·5 km magasságig. Az ionizációt a számított értéknél mintegy négyszer kisebbnek találták és arra következtettek, hogy az ionizációt lokális eredetű sugárzás okozza. Ugyanerre az eredményre vezettek MILLIKAN és OTIS R. M. mérései, melyeket 1923-ban 4300 m magasságban a Pikes-Peak tetején végeztek. 1924-ig MILLIKAN a nagy áthatolóképességű sugárzás létezését tagadta (*Phys. Rev.* 23. 778. 1924.) és az ionizációt még nagy magasságokban is az ott jelenlevő radioaktív anyagoknak tulajdonította. Az 1925. évben CAMERON G. H. társaságában a 3800 m magasán fekvő Muir Lake vizében végrehajtott mérések azonban MILLIKAN-t is arra bírták, hogy a nagy áthatolóképességű sugárzás létezését elismerje. A mérőeszközt vízbe süllyesztve úgy találták, hogy az ionizáció kb. 15 m mélységig csökken. Az atmoszférikus abszorpciót is tekintetbe véve, a sugárzás teljes elnyeléséhez tehát 23 m vastag vízréteg szükséges, ami 2 m vastag ólomrétegnek felel meg. A sugárzásról kimutatja, hogy az nem homogén, eredetét illetőleg pedig kozmikusnak tartja. Ámbar eredményei nagyjában megegyeznek a régebbi vizsgálatokkal, mégis kezdetben azokat teljesen újaknak tartotta. Legújabb mérései érdekes és fontos eredményekre vezettek, amelyeket a következőkben még meg fogok említeni.

6. A mérési módszerek és eszközök a kis mennyiségű radioaktív anyagok mérésére szolgáló eljárásokból fejlődtek ki. Ezeket a kis mennyiségeket tudvalevően a sugaraik által, zárt edényben előidézett ionizáció alapján határozzák meg. ELSTER és GEITEL úgy jártak el, hogy az ionizációs kamrát izolált belső elektróddal látták el, amelyet elektrométerrel kötöttek össze (Phys. Ztschr. 2. 116., 560., 590. 1900/01.). WILSON C. T. R. (Proc. Roy. Soc. 68. 151., 69. 277. 1901.) magát az elektrométer házát képezte ki ionizációs kamrának és az elektrométer lemezei szolgáltatták a belső elektródot. A méréseket rendszerint úgy hajtják végre, hogy a belső elektródot meghatározott potenciálra töltik fel, s az ionizációs kamrát földelve, az elektromosság szétszóródását mérik (kisülési módszer). Lehet azonban úgy is eljárni, hogy az ionizációs kamrát töltik fel és az előzőleg földelt belső elektród feltöltődését figyelik meg (feltöltési módszer). Az ionok az elektromos erőtér hatására, előjelüknek megfelelően az elektródok felé vándorolnak (a másik elektródot az ionizációs kamra fala képezi) és a belső elektród feszültségét csökkentik, illetve a második módszernél a belső elektródot feltöltik. Mivel minden ion elektromos töltése $e = 4.77 \cdot 10^{-10}$ el. sztat. C. G. S., a kisülés gyorsasága $\frac{dv}{dt}$ csak az időegység alatt az elektródra érkező ionok számától és az izolált elektród kapacitásától C , függ. A keletkezett áram erőssége

$$i = C \cdot \frac{dv}{dt}.$$

Másrészt ha telítési áramot tételezünk fel, akkor annak nagysága

$$i = J e \cdot L,$$

ahol J az ionizációt (az 1 cm^3 térfogatban másodpercenként keletkező ionok számát), L az ionizációs kamra térfogatát.

jelenti. E két egyenletből az ionizáció értékét kiszámíthatjuk:

$$J = \frac{1}{e} \cdot \frac{C}{L} \cdot \frac{dv}{dt},$$

ahol a feszültség természetesen szintén elektrosztatikus egységekben fejezendő ki. Ha a feszültséget voltokban mérjük, akkor, mivel 1 volt = 1/300 el. sztat. C. G. S.

$$J = \frac{1}{4.77 \cdot 10^{-10}} \cdot \frac{C}{L} \cdot \frac{1}{300} \cdot \frac{dv}{dt}.$$

Mivel C és L pontosan meghatározható, a mérések pontossága csakis a kisülés (illetve feltöltődés) $\frac{dv}{dt}$ sebességétől függ. Hogy ez egy meghatározott ionizációnál lehetőleg nagy legyen, azt a belső elektród kapacitásának csökkentésével és az ionizációs kamra térfogatának növelésével érhetjük el. Ebből a szempontból az ELSTER és GEITEL-féle berendezés hátrányosabb, mint a WILSON-féle, mert kapacitása tetemesen nagyobb, bár előnye, hogy az elektrométer könnyebben hozzáférhető. Az ionizációs kamra térfogatának növelése főleg műszaki szempontokból okoz nehézségeket, különösen akkor, ha nem csak laboratóriumi, hanem külső használatra is szánt eszközökről van szó. A térfogat nagyobbítása helyett a hatást azáltal is fokozhatjuk, hogy az ionizációs kamrát a levegőnél nagyobb sűrűségű és a légköri nyomásnál nagyobb nyomású gázzal töltjük meg. A töltésre használt levegőnek vagy más gáznak emanációmentesnek kell lennie, amit az emanáció kifagyasztása vagy abszorpciója által érhetünk el. SO_2 -t használt MARDEN E. (Terr. Magn. and Atm. Electr. 27. 101. 1922.), CO_2 -t KOLBÖRSTER (Berlin. Ber. phys. math. Kl. 1923. 366.), HOFFMANN (44—55.), STEINKE (105—106.) és mások. Az ionizációs kamrában uralkodó gáznyomásnak az ionizációra gyakorolt hatásával behatóan foglalkozott SWANN W.

F. G. (Bull. Nation. Research Council, 1922. 65.), DOWNEY K. M. (Phys. Rev. 16. 420. 1920., 20. 186. 1922.), FRUTH H. F. (Phys. Rev. 22. 109. 1923.) és STEINKE E. (106.). SWANN, DOWNEY és FRUTH levegő, oxigén és nitrogénnel 75 atm. nyomásig, széndioxiddal a ceppfolyósodásig végezték méréseiket. STEINKE a széndioxiddal vonatkozólag megállapítja, hogy 37 atm. nyomásnál (a normális gázsűrűség negyvenötszörösénél, 20 C°-nál) az ionizáció nem negyvenötszöröse a normális értéknek, hanem annak csak 28%-a.

A várható hatás meghatározására vegyük tekintetbe, hogy a kapacitás rendszeren néhány cm, az ionizációs kamra köbtartalma néhány liter szokott lenni, a kettő viszonya tehát a nagyságrendet illetőleg 0 001. Ezt az értéket behelyettesítve

$$J = 7 \cdot 10^3 \cdot \frac{dv}{dt}$$

azaz 1 J ionizációnak 0,00014 volt/sec. feszültségesökkenés felel meg, vagy kerekszámban kifejezve 10 mvolt/min. Ha tekintetbe vesszük még azt is, hogy a már felemlített maradék ionizáció a mért összes ionizációnak tekintélyes részét teszi ki, akkor beláthatjuk, hogy a nagy átható-képességű sugárzás által okozott ionizáció mérése a legnagyobb nehézségekkel jár. A készülékek érzékenységének növelését csak a térfogat növelése és az elektrométer kapacitásának csökkentése által érhetjük el. Hordozható (és vízbe sülyeszthető) készülékeknél tehát elsősorban WILSON rendszere jön tekintetbe, mert ezeknél az elektrométer kapacitása igen kicsiny értékre szorítható le, úgy hogy az elektrométerek rendkívül érzékenyek lehetnek. Az ilyen készülékek érzékenysége a nagyságrendet illetőleg a fenti példában kiszámított érzékenységnek felelhet meg. Talán csak MILLIKAN (79., 82., 87.) és munkatársai használtak kezdetben (1926-ig) sokkal kisebb ionizációs kamrákat. Ezek a készülékek mintegy 5 cm³ köbtartalmúak voltak és annak ellenére, hogy regisztráló elektrométerrel, baro-

gráffal és termográffal voltak ellátva, súlyuk a filmszalagokkal és azok hajtására szolgáló szerkezettel együtt csak 190 gr volt. Az érzékenység fokozására az ionizációs kamrában 66 atm. nyomású levegőt használtak, úgy hogy ennek normális térfogata 300 cm^3 volt. Később MILLIKAN és CAMERON (88., 89.) áttértek 2, illetve 3 literes ionizációs kamrákra, míg legújabban (90.) egy 1'5 literes készüléket írnak le, melynek kapacitását azonban nem közlik.

A nagy áthatolóképességű sugárzás mérésére szolgáló WILSON-rendszerű készülékek alaptípusát WULF (Phys. Ztschr. 10. 152. 1909.) alkotta meg, amely egy nagy hengeralakú fémkamrában centrálisan elhelyezett kéthuros elektrométerből áll. Ennek a készüléknek hibáival BERGWITZ K. (Phys. Ztschr. 14. 953. 1913.) és DORNO C. (Phys. Ztschr. 14. 956. 1913.) foglalkozott behatóan. A WULF-féle készüléket HESS (Wien. Ber. IIa. 121. 2001. 1912., 122. 1053., 1481. 1913., Phys. Ztschr. 13. 1084. 1912., 14. 510. 1913.) és különösen KOLHÖRSTER (61., 63., 70.) javította, úgy hogy az hosszú ideig tartó, valamint vízalatti mérésekre egyaránt felhasználható. Az ionizációs kamra légmentesen van elzárva és 0'7 atm. belső túlnyomást elbír. A készülék hengeres, fala 3 mm vastag cinklemez-ből készült. A kamra fedele 12 csavarral van leszorítva és gummigyűrűvel tömítve. Ezen van elhelyezve a szárító edény, a leolvasó mikroszkóppal egyesített elektroszkóp és a töltőszonda. KOLHÖRSTER az elektroszkóp és a leolvasó mikroszkóp egyesítése által kiküszöbölte a nyomásváltozások befolyását. A hőmérsékletváltozások befolyása az elektroszkóp leolvasások értékére a kísérleti hibák határán belül van, egyrészt az elektroszkópnak a mikroszkóphoz való közelsége, másrészt kvarc és nikkellacél alkalmazása által. Az egész készülék köbtartalma 2—4 liter, az elektroszkóp kapacitása 0'3—0'8 cm. Szigetelő anyagul kvarcüveg szolgál. Az elektroszkóp megvilágítására szolgáló ablak a kamra fenekén van elhelyezve. Nagyjából hasonló berendezésű MILLIKAN és CAMERON (90.) legújabb készüléke

is, bár értekezésükben sem részletes leírást, sem szerkezeti rajzot nem közölnek.

Az ELSTER és GEITEL rendszere szerinti készülékek közül jelenleg bizonyára HOFFMANN G. (45., 46., 50., ahol régebbi dolgozatait is összefoglalja, 53.) készülékei a legtökéletesebbek. HOFFMANN-féle készülékekkel végezte méréseit STEINKE E. (55., 105., 106.) is. Az 1926-ban elkészített műszernél a fémhenger 30 literes köbtartalmából 16 liter jön számításba, mint ionizációs tér. Az elszigetelt belső elektród a fémhenger alatt elhelyezett WULF-féle egyhurosgalvanométerrel van összekötve. A kapacitás 13·3 cm. Az ionizációs kamra széndioxiddal töltendő meg, ami a levegőhöz viszonyítva másfélszer akkora ionizációt eredményez, a használt gáz nagyobb fajsúlyának megfelelően. Ugyancsak bejelenti HOFFMANN két másik készülék építését is, amelyek közül az egyik 80, a másik 2000 literes ionizációs kamrával fog bírni. Ezek közül a 16 literes még valahogyan szállítható, a többi azonban csak laboratóriumi használatra való. HOFFMANN útmutatásai alapján legújabban SEINKE (106.) szerkesztett hasonló elrendezésű készüléket 1725 cm³ ionizációs térfogattal, melynél a kapacitás 39 cm volt. Az érzékenység fokozására a készüléket a normálisnál 45-ször nagyobb sűrűségű széndioxiddal töltötte meg, aminek elérésére 37 atm. nyomás volt szükséges. A készülék tehát a szénsav alkalmazása miatt másfélszer, a nagyobb nyomás miatt (l. előbb) $45 \cdot 0 \cdot 28 = 12 \cdot 5$, egészben véve 18·9-szer akkora érzékenységű, mintha normális nyomású levegővel volna megtöltve, ami 32·6 literes, levegővel töltött ionizációs kamrának felel meg.

Említettem már, hogy az ELSTER és GEITEL rendszerű készülékeknél az elkerülhetetlenül nagyobb kapacitás miatt kell nagy térfogatú ionizációs kamrákat használni, ha a feltétlenül szükséges érzékenységet el akarjuk érni. A nagy térfogat miatt azonban nagy feszültséget is kell alkalmazni a telítési áram elérésére, viszont nagy feszültségek esetében az elektrométerek kevésbé érzékenyek. Ez utóbbi

nehézség oly módon kerülhető el, hogy a kisülési módszer helyett a feltöltési módszert használják, amelynél az elektrométer mindig 0 potenciálról töltődik fel.

Az elektrométerrel kapcsolatban gyakran használtak regisztráló berendezéseket is. WULF-féle készülékkel kapcsolatban először BERGWITZ K. (ELSTER—GEITEL Festschrift, 585. 1915.) szerkesztett ilyen műszert. GOCKEL (Phys. Ztschr. 16. 345. 1915., Met. Ztschr. 33. 15. 1916.) a nagy kapacitású, mechanikusan regisztráló BENNDORF-féle elektrométert használja egy 235 literes ionizációs kamrával kapcsolatban. HOFFMANN előbb felemlített műszereinél a fotografikus regisztrálást alkalmazza, s ugyancsak ezt használja MILLIKAN is régebbi műszereinél. Legújabban KOLHÖRSTER (73.) is ír le hasonló berendezést.

Az ionizációs kamrákat kezdetben ólomból készítették, azonban túlságosan nagy volt a készülék *maradék-ionizációja* az ólomban előforduló radioaktív anyagok miatt. Sokkal megfelelőbbnek bizonyultak a cink (KOLHÖRSTER) és acél fallal (HOFFMANN, MILLIKAN) bíró készülékek, mert ezeknél a maradék-ionizáció tetemesen kisebbnek mutatkozott. A maradék-ionizáció nagysága gyakran meghaladja a nagy áthatolóképességű sugárzás által okozott ionizációt. Ezért rendkívül fontos annak pontos meghatározása és állandó értéken való tartása, de törekedni kell annak értékét a lehető legkisebbre is szorítani. Ha a mérőkészüléket gondosan megóvjuk a radioaktív anyagokkal való fertőzéstől, akkor az eddigi tapasztalatok szerint a maradék-ionizáció állandó. Így pl. mint már említettem, KOLHÖRSTER (65.) azt közli, hogy egyik készülékénél, melyet állandóan használt léggömbben, víz alatt és a talaj felszínén való méréseknél, a maradék-ionizáció hat éven át teljesen állandónak bizonyult.

A maradék-ionizáció meghatározásánál ki kell küszöbölni minden külső ionizáló hatást. Régebben azt hitték, hogy az atmoszféra nagy áthatolóképességű sugárzása az ismert radioaktív elemek γ -sugárzásánál nagyobb áthatoló-

képességgel nem bír, s hogy azt 1.5 m vastag vízréteg már teljesen abszorbeálja. Miután azonban KOLHÖRSTER már 1914-ben megállapította, hogy a nagy áthatolóképeségű sugárzás kerek számban tízszer nagyobb áthatolóképeséggel bír, mint az ismert legkeményebb γ -sugarak, a maradék-ionizáció megállapítása céljából a készülékeket mind nagyobb vastagságú vízréteg alá merítették. Maradék-ionizációnak azt az ionizációt tekintették, amely még akkor is fennállott, amidőn a készüléknek mind nagyobb mélységbe való sülyesztése már nem csökkentette az ionizáció nagyságát. Legújabban azonban MILLIKAN és CAMERON (90.) még 68 m mélységben is ki tudott mutatni nagy áthatolóképeségű sugárzástól eredő ionizációt, ami kétségesé teszi a legtöbb, régebben végzett maradék-ionizáció meghatározást. Jobb eredménnyel kecsegtetnek azok a maradék-ionizáció meghatározások, amelyeknél a víznél nagyobb elnyelőképeségű anyagokból álló védőburkolatot használtak. Vigyázni kell azonban arra, hogy ebben az esetben a védőburkolat saját aktivitása ne növelje az ionizációt. BERGWITZ K. (ELSTER—GEITEL Festschrift, 435. 1915.) kősóbányában végzett maradék-ionizáció meghatározást, s azt készülékére vonatkozólag 0.8 J -nek találta. A BERGWITZ által meghatározott érték többszörösen kisebb volt, mint az, amelyet előtte mások a saját készülékükre vonatkozólag megállapítottak. STEINKE E. (106.) 1927-ben készülékének maradék-ionizációját az Albula alagútban mérte kb. 1000 m vastag közetréteg védőhatása mellett. A meghatározott 0.2 J maradék-ionizáció a legkisebb mindazok közül, amelyet eddig elértek.

A maradék-ionizáció csökkentését, amennyiben ezt az edényfal radioaktív anyagainak α -sugárzása okozza, el lehet érni az ionizációs kamra méreteinek növelésével, vagy nagyobb sűrűségű és nyomású gáz alkalmazásával. Igen szellemesen csökkentette a maradék-ionizációt HOFFMANN G. (44—55.). Néhány huzalból alkotott ritka hálóval külön választotta az ionizációs kamrának egy centrális részét.

A tulajdonképeni ionizációs kamra falát a drótháló képezte, s ezáltal az α -ionizációt annyira csökkentette, hogy azok száma óránként csak 3—5 volt. HOFFMANN-féle készülékkel végezte méréseit STEINKE is.

A nagy áthatolóképességű sugárzás mérésénél a talaj radioaktív anyagainak γ -sugárzása által okozott ionizációt is tekintetbe kell venni és lehetőleg ki kell küszöbölni. Ezt célozzák a nagy magasságban végzett mérések (azonkívül, hogy nagy magasságban a nagy áthatolóképességű sugárzást is csak kevésbé abszorbeálja az atmoszféra) és az ionizációs kamra falának kellő vastagsága is. Egy 12 cm vastag ólomfal a rádium γ -sugarainak 99%-át elnyeli, de a nagy áthatolóképességű sugárzás mintegy 60%-át még átbocsátja.

Az ionizációs kamra falán áthatoló sugárzás által okozott ionizáció jelentékeny része az edényfalban létrehozott másodlagos sugárzásnak tulajdonítandó. A keletkezett másodlagos sugárzás mennyisége az edényfal anyagától és vastagságától függ. A felhasznált fém atomszámaival nő a másodlagos sugárzás mennyisége is, s ezért célszerű volna az edény falát nagy atomsúlyú anyagokból készíteni, ha nem járna ezzel karöltve a radiokaktív anyagokkal való fertőzés veszedelme is. Eddigi tapasztalataink szerint cink, vas és wolfram a legmegfelelőbb anyagok.

7. *A nagy áthatolóképességű sugárzás talajértéke.* Mint azt már láttuk, PACINI vizsgálatai alapján arra a meggyőződésre jutott, hogy a zárt edényekben mért ionizációt a talaj γ -sugárzásán kívül még egy másik hatásnak is kell okoznia, s ennek a hatásnak nagyságát úgy állapította meg, hogy megmérte az ionizáció nagyságát víz alá merített készülékében, vagyis meghatározta készülékének maradékionizációját. Ugyanekkor a talaj γ -sugárzásának hatását a víz színe fölötti méréseknél oly módon küszöbölte ki, hogy méréseit a parttól távol végezte, ahol a talaj γ -sugárzását elhanyagolhatónak tekintette. Az ismeretlen nagy áthatoló-

képességű ionizáló hatás PACINI mérései szerint $2.1 - 2.2 J$. A nagy áthatolóképeségű sugárzás által a talaj színén tengermagasságban, vagy nem nagy magasságokban okozott ionizációt nevezzük a sugárzás *talajértékének*. Ugyanilyen eljárással igyekeztek megállapítani a talajérték nagyságát SCHWEIDLER (Wien. Ber. IIa. 121. 1297. 1912.), HESS (Wien. Ber. IIa. 122. 1053., 1481. 1913., Phys. Ztschr. 14. 610. 1913.), KOLHÖRSTER (Phys. Ztschr. 14. 1066. 1913., 21. 379. 1922.), GOCKEL (Phys. Ztschr. 16. 345. 1915.) és mások. A meghatározott értékek eltérőek, de a nagyságrendet illetőleg megegyeznek egymással, s általában $1 - 2 J$ értéket szolgáltattak. Feltűnően kisebb, $0.16 J$ értéket nyert MC LENNAN és MC LEOD (Phil. Mag. 26. 740. 1913.). A nagy áthatolóképeségű sugárzás nagy magasságokban mért adataiból extrapolálás útján számította ki a talajértéket SCHWEIDLER (ELSTER—GEITEL Festschrift, 411. 1915.), aki KOLHÖRSTER mérései alapján azt $1.4 J$ nagyságúnak találta.

SWANN W. G. F. (Bull. Nat. Research Council, Washington, 7. Part 5., No 41., 60. 1924.) saját és munkatársai vizsgálatai alapján kétségesnek tartja a nagy áthatolóképeségű sugárzás ionizáló hatását tengerszínfölötti kicsiny magasságokban. Ugyanerre az álláspontra helyezkedett MILLIKAN is 1924.-ig, aki még nagy magasságokban is a levegőben levő radioaktív anyagoknak tulajdonította a mért ionizációt.

Hasonló eredményre jutott kezdetben HOFFMANN G. (44., 45., 46., 47., 48.) is, aki méréseit vastag ólompancél segítségével végezte. Kísérleti berendezésének javításával azonban HOFFMANN (49., 50., 51.) is megállapította, hogy a nagy áthatolóképeségű sugárzás a tengerszín magasságában is okoz ionizációt. A talajértéket $0.5 J$ nagyságúnak határozta meg és megállapította, hogy a sugárzás ólomra vonatkoztatott felezőrétege legalább is 70 cm . Nem tartja azonban kizártnak, hogy a nagy áthatolóképeségű sugárzás még sokkal keményebb komponenseket is tartalmaz, s ezért

az általa meghatározott értéket a talajérték alsó határának tekinti.

Az eddigi meghatározások alapján a nagy áthatoló-képességű sugárzás talajértékét $1.5 J$ nagyságúnak kell tartanunk. Ezt az értéket határozta meg KOLHÖRSTER (Abh. d. Naturf. Ges. Halle 4. 1914.), SCHWEIDLER (l. u. i.) és megegyeznek ezzel a mások által meghatározott értékek is. MILLIKAN és CAMERON (85.) szerint a talajérték $1.4-1.6 J$, ami az előbbi értékkel teljesen megegyezik. Legújabban (89.) mint végleges értéket $1.4 J$ -t adnak meg.

8. *A nagy áthatoló-képességű sugárzásnak a magassággal való változása* volt a felismerés szempontjából legfontosabb tulajdonsága. PACINI a talaj felszínén végzett mérései alapján csak sejtette a nagy áthatoló-képességű sugárzás létezését, de azt bizonyossá csak annak a felismerése tette, hogy az ionizáció nagyobb magasságokban tetemesen növekszik. GOCKEL volt az első, aki ezt megállapította és HESS, valamint KOLHÖRSTER pontos mérései bizonyították be, hogy a mért ionizációt nem lehet a talaj és a levegő rádiumtartalmával megmagyarázni (l. HESS alapvető dolgozatát: Phys. Ztschr. 14. 610. 1913.).

Egy m g tömegű rádiumból álló pontszerű sugárforrás hatása, ha az ionizációs kamra r távolságban van és a d vastagságú fal μ abszorpciós együtthatójú anyagból készült,

$$J = K \frac{m}{r^2} \cdot e^{-\mu d},$$

ahol K az EVE-féle számot jelenti (kb. $4 \cdot 10^9$). Ha azonban a rádium egy abszorbeáló anyagban ρ g/cm³ koncentrációval egyenletesen van eloszolva, akkor ennek egy, az anyagban fekvő pontra való hatása, mint az integrálással könnyen kiszámítható

$$J = K \frac{4 \pi \rho}{\mu}.$$

Ebből a képletből meghatározható, hogy mekkora a kísérletileg megállapított ionizációnak megfelelő rádium koncentrációja a levegőben. HESS megállapítja, hogy az atmoszféra RaC tartalmának 1000—2000 m magasságban több, mint húszszor nagyobbak kellene lennie, mint a talaj közelében közvetlen emanáció meghatározással talált RaC tartalom, hogy a mért ionizációt okozhassa. Ha pedig feltételezzük, hogy az atmoszféra emanáció tartalma 1000—2000 m magasságban nem nagyobb, mint a talajfelszín közelében, akkor a levegőben levő megfelelő RaC mennyiségek a léggömbben mért ionizációnak kevesebb, mint egy huszadrészét képesek csak előidézni.

Az irodalomban található adatok rendszerint az ionizációs kamrában bizonyos magasságban mért összes ionizációt, illetve legtöbbször ennek és a talaj felszínén mért összes ionizációnak a különbségét tüntetik fel, közvetlenül tehát nem nyújtanak felvilágosítást a nagy áthatolóképeségű sugárzásnak a magassággal való növekedéséről. Csakis a talaj és az atmoszféra radioaktív sugárzásának és ezeknek a magassággal való változása tekintetbevételével, valamint a kamra falában keletkező másodlagos sugárzás leszámításával lehet az atmoszférában levő nagy áthatolóképeségű sugárzás nagyságát, illetve az általa létesített ionizációt megállapítani.

A nagy áthatolóképeségű sugárzás által okozott ionizációt a különböző magasságokban a következő táblázat I. oszlopa tünteti fel. A II. oszlop az ugyanazon magasságban mérhető összes ionizációt adja meg, s a III. oszlopban ki van számítva, hogy a nagy áthatolóképeségű sugárzás hány %-át okozza az összes ionizációnak, (lásd a 217. oldalon lévő táblán.)

Közvetlenül a talaj színe fölött a megfelelő értékek: 1·5 *J*, 6·8 *J* és 22%. A közölt értékek HESS és KOLHÖRSTER méréseinek felelnek meg.

Jól megegyeznek ezekkel az adatokkal GOCKEL kötött léggömbben végzett mérései (Arch. de Genève 35. 396.

	I.	II.	III.
0- 500 m	1·6 <i>J</i>	6·4 <i>J</i>	25 ^o / _o
500-1000 "	2·4 "	3·8 "	63 ^o / _o
1000-2000 "	3·4 "	4·2 "	81 ^o / _o
2000-3000 "	4·7 "	5·1 "	92 ^o / _o
3000-4000 "	6·3 "	6·5 "	97 ^o / _o
4000-5000 "	8·8 "	8·9 "	99 ^o / _o
5000-6000 "	11·9 "	11·9 "	100 ^o / _o
6000-7000 "	15·5 "	15·5 "	100 ^o / _o
7000-8000 "	19·4 "	19·4 "	100 ^o / _o
8000-9000 "	22·5 "	22·5 "	100 ^o / _o

1913.), aki KLEINSCHMIDT társaságában a Bodeni-tó fölött 3000 m magasságban az áthatoló sugárzás nagyságát 5 *J* értékűnek találta. Ugyancsak GOCKEL (Phys. Ztschr. 16. 345. 1915.) magas hegyeken, 2500—3400 m magasságban az ionizáció növekedését 3—4 *J* nagyságúnak mérte. HESS és KOLHÖRSTER szabad léggömbben végzett méréseivel megegyező eredményeket szolgáltatottak a legkülönbözőbb: léggömbben, repülőgépen és magas hegységeken végzett mérések is. Ilyeneket végzett KOLHÖRSTER (SALIS G-vel együtt Berl. Ber. phys. math. Kl. 1923. 366., továbbá 74., 75., 76., 77., 102.), OBERGUGGENBERGER (Wien. Ber. IIa. 132. 59. 1923.) és újabban főleg BÜTTNER K. (16., 17., 18., 19., 20., 21., 22., 23.) valamint Jáva szigetén CLAY J. (26, 27).

Ezekkel az adatokkal szemben KUNSMAN (Phys. Rev. 16. 349. 1920.) saját kísérletei alapján azt állította, hogy alacsony hőmérsékleteken az elektrométer feszültség esése, következésképpen a nagy áthatolóképessegeű sugárzásnak tulajdonított hatás is, az izoláció csökkenése következtében áll be. Felfogását OTIS R. M. (Phys. Rev. 22. 198. 1923.) kísérletileg is megdöntötte. OTIS különben a Mount Whitney-n (Kalifornia) szintén az előbbiekkal megegyező értékeket talált. Repülőgépen és léggömbben 5200 m magasságig végzett mérései azonban az ionizáció értékének lassúbb növekedését mutatták. MARSDEN E. (Terr. Magn. and Atm.

Electr. 27. 101. 1922.) Új-Zélandban, a Ruapehu vulkánon végezte méréseit és úgy 1200, mint 2800 m magasságban az ionizáció növekedését $1 J$ értéknél kisebbnek találta.

MILLIKAN R. A. és BOWEN J. S. (Phys. Rev. 22. 198. 1923.), mint már említettem, regisztráló elektro-szkóppal ellátott készülékeket szabad léggömbökben 15.5 km magasságig eresztettek fel. A nagy áthatolóképességű sugárzás értékét az elért nagy magasságokban csak negyedrészes akkorának találták, mint azt KOLHÖRSTER adatainak extrapolálásából várni lehetett volna. A délamerikai Andes hegység magas helyein MILLIKAN-nak CAMERON-nal együtt végzett mérései (89.) azonban azt mutatják, hogy nem az ionizáció volt túlságosan kicsiny, hanem az extrapoláció volt meg nem felelő. Mérési adataikból MILLIKAN és CAMERON kiszámítják a nagy áthatolóképességű sugárzás által a különféle magasságokban okozott ionizációt, s az így nyert értékek eléggé jól megegyeznek KOLHÖRSTER mérési adataival. A talajértéket $1.4 J$ nagyságúnak határozzák meg és fel-
említik, hogy függőlegesen lefelé haladó párhuzamos sugárzást tekintve, amelynek elnyelési együtthatója vízre vonatkoztatva $\mu = 5.7 \cdot 10^{-3} \text{ cm}^{-1}$, az ionizációnak az atmoszféra külső határán $463 J$ értékűnek kellene lennie. Ha azonban az elnyelési együttható csak $2.5 \cdot 10^{-3} \text{ cm}^{-1}$, amint azt méréseikből meghatározták (s amely érték KOLHÖRSTER 1923. évben nyert értékével is egyezik), akkor az atmoszféra külső határán az ionizáció nagysága csak $18.5 J$, vagyis mintegy huszonötször kisebb. Ez a két adat jól szemlélteti azt, hogy a nagy magasságokban végzett mérések milyen érzékenyek az elnyelési együttható meghatározása szempontjából. Abban az esetben, ha a nagy áthatolóképességű sugárzás nem párhuzamos, hanem különféle irányú, akkor a számított ionizáció az atmoszféra határán $75 J$. MILLIKAN és CAMERON számításainak eredményét a következő táblázat tünteti fel, melyben az I. oszlop a tengerszínfölötti magasságot, a II. oszlop az

atmoszféra külső határa és az illető magasság között levő levegőréteg vastagságát adja meg vízre átszámítva és méterekben kifejezve. A III. oszlop tartalmazza a számított ionizációt.

I.		II.	III.
0	km	10·33	m <i>J</i>
0·9	"	9·3	"
5	"	5·3	"
6	"	4·5	"
7	"	3·85	"
8	"	3·25	"
9	"	2·73	"
10	"	2·25	"
11	"	1·87	"
12	"	1·53	"
13	"	1·30	"
14	"	1·11	"
15	"	0·93	"
17·5	"	0·62	"
20	"	0·42	"
		0	"
			75·0

Az eddig végzett mérések, mint látjuk, nemcsak kétségtelenné teszik a nagy áthatolóképessegű sugárzásnak a magassággal való növekedését, hanem megállapítják a növekedés nagyságát is. A különféle adatok közötti meg egyezés eléggé jónak tekinthető, ha figyelembe vesszük, hogy mily sok körülmény befolyásolhatja a mérések eredményét.

A nagy áthatolóképessegű sugárzásnak a magassággal való növekedése miatt közelfekvő volt az a gondolat, hogy az ionizációt okozó sugárzás vagy a világúrból jut Földünkre, vagy pedig az atmoszféra legmagasabb, számunkra hozzáférhetetlen rétegeiből származik. A sugárzásnak az áthatolt levegőréteg által való elnyeletése okozza a sugárzás lefelé való folytonos gyengülését, olyannyira, hogy a tenger színének magasságában már csak 1·5 *J* ionizációt hoz létre. A magassággal való növekedés számszerű megállá-

pítása azonban még azért is rendkívül fontos, mert ki lehetett számítani belőle a sugárzás levegőre vonatkoztatott elnyelési együtthatóját, s meg lehetett állapítani, hogy ez a sugárzás sokszorosan nagyobb áthatolóképes-séggel bír, mint a legkeményebb, addig ismert sugárzás.

9. *A nagy áthatolóképes-ségű sugárzás elnyelési együtthatója* jelenleg az érdeklődés előterében áll és a legtöbb megjelenő vizsgálat erre vonatkozik. Az első meghatározást KOLHÖRSTER végezte. (Abh. d. Naturf. Ges. Halle, Nr. 4. 1914.) léggömbben 6300 m magasságig eszközölt mérései alapján. Számításánál feltételezte, hogy a nagy áthatolóképes-ségű sugárzás homogén, párhuzamosan függőlegesen lefelé irányul és hogy a sugárzás i intenzitása az áthatolt levegőrétég d vastagságával az $i = i_0 e^{-\mu d}$ elnyelési törvénynek megfelelően változik. A rétegvastagság mértékéül az illető magasságban uralkodó légnyomást tekintette. A kiszámított elnyelési együttható légköri nyomású levegőre vonatkoztatva $\mu = 0.71 \cdot 10^{-5} \text{ cm}^{-1}$ volt. 9300 m magasságig terjedő méréseiből KOLHÖRSTER (Verh. d. Deutsch. Phys. Ges. 16. 719. 1914.) a $1.10^{-5} \text{ cm}^{-1}$ hozzávetőleges értéket számította ki. Ugyanezekből a mérésekből SCHWEIDLER E. (ELSTER-GEITEL Festschrift. 1915. 411.) $\mu = 0.75 \cdot 10^{-5} \text{ cm}^{-1}$ értéket számított ki.

Szintén KOLHÖRSTER méréseiből, de más feltevések mellett számította ki az elnyelési együtthatót LINKE (Met. Ztschr. 33. 157., 510. 1916.) és SEELIGER R. (Münch. Ber. math. phys. Kl. 1918. 1.). LINKE a nagy áthatolóképes-ségű sugárzás forrásának 20 km magasságban vízszintesen elhelyezkedő, egyenletesen eloszló radioaktív anyagot vesz fel, s ennek megfelelően az elnyelési együtthatót $0.46 \cdot 10^{-5}$ értékűnek számítja. SEELIGER a sugárzás forrását 30 km-nél nagyobb magasságban, vagy a világűrben képzei és a levegő által okozott abszorpciót 30 km-nél nagyobb magasságban el is hanyagolja, s csak a radioaktív anyagban keletkező abszorpciót veszi tekintetbe. Számítása szerint az elnyelési együttható kb. $0.5 \cdot 10^{-5}$. SEELIGER egyúttal

kimutatja azt is, hogy abban az esetben, ha az atmoszféra a nagy áthatolóképességű sugárzást nemcsak abszorbeálja, hanem egyúttal széjjel is szórja, akkor az elnyelési együtthatónak kisebbnek kell lennie.

BÜTTNER K. (20) repülőgépen 6800 m magasságig végzett méréseiből a levegőre vonatkoztatott elnyelési együtthatót 2500 m magasságig $0.52 \cdot 10^{-5} \text{ cm}^{-1}$ értékűnek, 2500 és 7000 m közötti magasságban $0.79 \cdot 10^{-5} \text{ cm}^{-1}$ -től $0.83 \cdot 10^{-5} \text{ cm}^{-1}$ -ig változónak találta. Ebből BÜTTNER arra következtet, hogy a nagy áthatolóképességű sugárzás nem homogén.

Az elnyelési együttható értékét a léggömbben végzett méréseken kívül a magas hegységekben végzett mérésekből is igyekeztek meghatározni. KOLHÖRSTER és SALIS l. u. i.) 2300 és 3550 m között végzett méréseiből $0.34 \cdot 10^{-5}$ értéket számítottak ki 1923-ban. A MILLIKAN és CAMERON által meghatározott és ballonmérésekkel megegyezésben levőnek talált, vízre vonatkoztatott $2.5 \cdot 10^{-3}$ elnyelési együttható a levegőre átszámítva $1.032 \cdot 10^{-5}$ értéket eredményez, tehát KOLHÖRSTER adataival, annak ellenére, hogy MILLIKAN ezt tagadja, a legjobban megegyezik.

Legújabban SALIS G. (102.) a Mönch-csúcson és a Jungfrau-nyergen végzett méréseiből a vízre vonatkoztatott elnyelési együtthatót $\mu = 4.96 \cdot 10^{-3} \text{ cm}^{-1}$ nagyságúnak számítja ki, ami levegőre vonatkoztatva $\mu = 0.64 \cdot 10^{-5} \text{ cm}^{-1}$ értéknek felel meg.

A különféle magasságokban végzett méréseknél az elnyelő levegőréteg vastagságának változása szolgáltatja az elnyelési együttható kiszámításának az alapját. A meghatározást azonban úgy is elvégezhetjük, hogy nem az elnyelő levegőréteg vastagságát változtatjuk meg, hanem az abszorpció nagyságát egy másik közbeiktatott anyaggal, — egy változtatható vastagságú védőburkolattal — vál-

¹ Az átszámítás azon alapszik, hogy az elnyelési együttható a sűrűséggel arányos. Ez azonban csak megközelítően igaz.

toztatjuk. Erre a célra a készülékeket különféle mélységekben vízbe süllyesztették, vagy gleccserek jege alatt mérték az ionizációt. A sugárzás rendkívül nagy áthatolóképességénél fogva a készülékeket több méternyire kellett a víz alá süllyeszteni, illetve a jég alatt elhelyezni. Ezek a mérések tehát szintén a szabadban voltak elvégzendők, de legalább ugyanazon a helyen, s meghatározott földrajzi és meteorológiai viszonyok mellett végrehajtva nagyobb pontosságú eredményeket lehetett remélni.

KOLHÖRSTER 1923-ban berlinkörnyéki tavakban, majd SALIS társaságában az Eiger gleccseren (2300 m) és a Jungfrau-nyergen (3550 m) határozta meg ilyen módon az elnyelési együtthatót. Eredményeit a következő táblázat adja meg, melyben I. a tengerszínfölötti magasságot, II. a vízre vonatkoztatott elnyelési együtthatót és III. a levegőre átszámított értékeket tünteti fel.

I.	II.	III.
40 m	$2 \cdot 10^{-3} \text{ cm}^{-1}$	$0 \cdot 26 \cdot 10^{-5} \text{ cm}^{-1}$
2300 „	$1 \cdot 6 \cdot 10^{-3} \text{ „}$	$0 \cdot 21 \cdot 10^{-5} \text{ „}$
3550 „	$2 \cdot 7 \cdot 10^{-3} \text{ „}$	$0 \cdot 35 \cdot 10^{-5} \text{ „}$

BÜTTNER K. (17.) készülékét 8·5 m mélységig süllyesztette víz alá és az elnyelési együtthatót $2 \cdot 5 \cdot 10^{-3} \text{ cm}^{-1}$ értékűnek találta. Levegőre átszámítva az elnyelési együttható $0 \cdot 32 \cdot 10^{-5} \text{ cm}^{-1}$.

MYSSOWSKY és TUWIM (93., 94., 96.) az Onega-tóban végezték méréseiket (tengerszínfölötti magasság 30 m). Az elnyelési együtthatót vízre vonatkoztatva $3 \cdot 6 \cdot 10^{-3} \text{ cm}^{-1}$ levegőre vonatkoztatva $0 \cdot 47 \cdot 10^{-5} \text{ cm}^{-1}$ értékűnek találták. MYSSOWSKY és TUWIM ezt az értéket azzal a feltevésével számították ki, hogy a nagy áthatolóképességű sugárzás függőlegesen lefelé irányul. Mivel azonban méréseikből arra következtetnek, hogy a sugárzás minden irányból éri a földet, az elnyelési együtthatót nem az $i = i_0 \cdot e^{-\mu d}$, hanem az

$$i = \frac{1}{2} i_0 \int_0^{\frac{\pi}{2}} e^{-\mu d \sec \vartheta} \cdot \sin \vartheta \cdot d \vartheta$$

egyenlet alapján számítva ki, a $\mu = 2 \cdot 8 \cdot 10^{-3} \text{ cm}^{-1}$ értéket nyerik. Levegőre vonatkoztatva ez $0 \cdot 36 \cdot 10^{-5} \text{ cm}^{-1}$.

MILLIKAN és CAMERON (88., 89.) a Muir Lake (3900 m), Arrow-head Lake (1600 m), továbbá a délamerikai Miguilla (4570 m) és Titicaca (3820 m) tavakban végezték méréseiket. Mindenekelőtt megállapítják, hogy a nagy áthatolóképeségű sugárzás nem tekinthető homogénnek. A sugárzás nagyobb áthatolóképeségű keményebb komponensei, amelyeknek kisebb elnyelési együttható felel meg, a nagyobb mélységekbe sülyesztett készülékekben lépnek előtérbe, mert ott a sugárzás lágyabb része már úgyszólván teljesen abszorbeálva van. Azt már HESS és KOLHÖRSTER is sejtette, hogy a nagy áthatolóképeségű sugárzás nem homogén, hanem bizonyos szélességű nyalábot képez. Erre azonban meggyőző kísérleti bizonyítékokat csak MILLIKAN és CAMERON szolgáltatott. MILLIKAN mutatott reá először arra is, hogy a COMPTON-hatás következtében a sugárzásnak fokozatosan lágyabbá kell alakulnia, tehát az atmoszféra alsó határán a nagy áthatolóképeségű sugárzás semmiesetre sem lehet homogén. Az elnyelési együttható vízre vonatkoztatott értékét MILLIKAN és CAMERON az északamerikai tavakban $3 \cdot 0 \cdot 10^{-3} \text{ cm}^{-1}$ értéktől egészen $1 \cdot 8 \cdot 10^{-3} \text{ cm}^{-1}$ értékig terjedőnek találták, aminek levegőre vonatkoztatva $0 \cdot 39 \sim 0 \cdot 23 \cdot 10^{-5} \text{ cm}^{-1}$ felel meg. Délamerikai méréseik szerint az elnyelési együttható vízre vonatkoztatva $2 \cdot 5 \sim 1 \cdot 5 \cdot 10^{-3} \text{ cm}^{-1}$, illetve a levegőre átszámítva $0 \cdot 32 \sim 0 \cdot 19 \cdot 10^{-5} \text{ cm}^{-1}$.

Ezeknél a méréseiknél MILLIKAN és CAMERON készülékeiket egészen 25 m mélységig sülyesztették vízbe. Legújabbán (90.) készülékeiket tökéletesbbitették, s ezekkel az Arrowhead és Gem Lake tavakban végzett méréseiket egészen 67·45 m mélységig terjesztették ki. Megállapított-

ták méréseikkel, hogy a nagy áthatolóképességű sugárzás még sokkal keményebb sugarakat is foglal magában, mint amelyeket a 25 m mélységig terjedő mérések alapján ki lehetett mutatni. Minél mélyebbre sülyesztették készüléküket a víz alá, annál kisebb átlagos elnyelési együtthatót találtak. Az egyes, különféle mélységű vízrétegeknek megfelelő, vízre vonatkoztatott elnyelési együttható szerintük a következő:

8·45	-	9·5	m mélységben	$\mu = 2 \cdot 2 \cdot 10^{-3} \text{ cm}^{-1}$
9·5	-	10·5	" "	2·0
10·5	-	11·5	" "	1·1
11·5	-	12·5	" "	0·9
12·5	-	15	" "	0·7
15	-	20	" "	0·65
20	-	30	" "	0·57
30	-	40	" "	0·5
40	-	50		
50	-	60		

Meg kell jegyezni, hogy a vízréteg nagyságába a tó fölött levő levegőréteg (megfelelően átszámítva) bele van értve.

Az elnyelési együttható változása rendkívül feltűnő. Az atmoszféra felső határától számítva egészen 10·5 m vízréteg vastagságig az elnyelési együttható nagyobb, mint $2 \cdot 0 \cdot 10^{-3} \text{ cm}^{-1}$ és a következő métereken hirtelen $1 \cdot 1 \cdot 10^{-3} \text{ cm}^{-1}$ értékre csökken, majd a következő három métereken fokozatosan kisebbedik egészen $0 \cdot 7 \cdot 10^{-3} \text{ cm}^{-1}$ -ig. Az elnyelési együttható értékének ez a sajátságos változása azt bizonyítja, hogy a sugárzás nem lehet folytonosan eloszolva a $2 \cdot 0 \cdot 10^{-3}$ és $0 \cdot 7 \cdot 10^{-3}$ elnyelési együtthatóval bíró sugárzások között. Még nagyobb mélységben, 30—60 m-ig, az elnyelési együttható állandóan $0 \cdot 5 \cdot 10^{-3}$, ami arra mutat, hogy a nagy áthatolóképességű sugárzás alsó határán a sugarak többé-kevésbé monokromatikusak. Az elnyelési együtthatónak kb. 11 m mélységben való hirtelen csökkenése azt bizo-

nyítja, hogy a lágyabb, vagyis nagyobb elnyelési együtt-hatóval bíró sugarak ebben a mélységben már teljesen abszorbeálva vannak és a nagyobb mélységekben egy sokkal keményebb sugárzás okozza az ionizációt.

Elméleti megfontolások és számítások alapján MILLIKAN és CAMERON arra az eredményre jutnak, hogy a nagy áthatolóképességű sugárzás három sugárnyalázból áll, amelyek átlagos elnyelési együtt-hatója vízre vonatkoztatva megközelítően $3.5 \cdot 10^{-3}$, $0.8 \cdot 10^{-3}$ és $0.4 \cdot 10^{-3} \text{ cm}^{-1}$. A levegőre átszámított megfelelő értékek $0.45 \cdot 10^{-5}$, $0.10 \cdot 10^{-5}$ és $0.05 \cdot 10^{-5} \text{ cm}^{-1}$. MILLIKAN és CAMERON eme legújabb (1928 június) kísérleti eredményei a nagy áthatolóképességű sugárzásra vonatkozó ismereteinknek az utolsó években elért legnagyobb haladását jelentik.

Az elnyelési együtt-ható meghatározására elnyelő-rétegül víz helyett igen sok esetben ólmot is használtak. A nagy áthatolóképességű sugarak abszorpciója ólomban megfelelően nagyobb kell hogy legyen, s ezért az elnyelési együtt-ható mérésére már kisebb vastagságú ólomlemezek is elegendők. A mérések tehát laboratóriumban is végrehajthatók, s ezeknél nagyobb pontosságot lehetett remélni. A kísérleti nehézségek azonban a legkevésbé sem csökkentek. HOFFMANN (51.) megállapítja, hogy a tenger színének magasságában a sugárzás áthatolóképessége oly nagy, hogy legalább is 70 cm vastag ólompáncél szükséges a sugárzás felezésére. Egy másik, igen nagy nehézséget okoz az, hogy az ólomban való abszorpciót illető mérések nem szolgáltattak egyértelmű eredményeket.

MILLIKAN (Nature 114. 143. 1924.) a Pikes Peak 4300 m magas csúcsán az ionizáció tetemes csökkenését észlelte akkor, amidőn készülékét 5 cm vastag ólompáncéllal borította be. Ebből vont a következtetést, amelyet már felemlítettem, hogy a nagy áthatolóképességű sugárzás nem is létezik, s a talált ionizációt a radioaktív anyagok γ -sugarainak tulajdonította. Ugyanerre a következtetésre jutott HOFFMANN (45., 46.) és BEHOUNEK F. (4., 5., 6.). HOFF-

MANNnak 1926-ban sikerült a nagy áthatolóképességű sugárzást ólomabszorpciós kísérletekkel is kimutatni (49., 50., 51.), de mivel készülékének maradék ionizációja nem volt pontosan meghatározva, az elnyelési együtthatót kiszámítani nem tudta, s csak szélső határokat állapíthatott meg. Ugyanabban az évben BÜTTNER K. (20.) repülőgépen, gleccsereken és tavakon végzett abszorpciós méréseket, de az ólompáncél legnagyobb vastagsága csak 5 cm volt. Az elnyelési együtthatóra különféle, a vízben végzett mérések eredményénél rendszerint nagyobb értékeket nyert. HOFFMANN méréseit STEINKE E. (55., 105., 106.) folytatja. Míg HOFFMANN kezdetben 20 cm, később már 32 cm vastag ólompáncélt használt, addig STEINKE 60 cm vastagságig terjesztette ki méréseit. Ólom- és acélpáncéllal végzett mérései alapján STEINKE a legkeményebb nagy áthatolóképességű sugárzás ólomra vonatkoztatott elnyelési együtthatóját $4 \cdot 2 \cdot 10^{-3} \text{ cm}^{-1}$ nagyságúnak tartja. Ez az érték vízre átszámítva $0 \cdot 31 \cdot 10^{-3} \text{ cm}^{-1}$. Ólomot használt abszorbeáló anyagul GISH (39) is, mérései azonban feltűnően nagy eredményeket szolgáltattak, bizonyára azért, mert a talajsugárzást nem küszöbölte ki elegendőképen. Ugyanez áll BEHOUNEK (4., 5., 6.) méréseire is.

Az ólomban való elnyelési kísérletek eredményei között mutatkozó eltéréseket azzal lehet magyarázni, hogy a nagy áthatolóképességű sugárzás által létesített másodlagos sugárzásnak is léteznie kell. Legelőször MILLIKAN (92.) magyarázta 1926-ban úgy a Pikes Peak csúcsán végzett méréseit, hogy ott nem az elsődleges, hanem a másodlagos sugarak elnyelési együtthatóját mérték. MILLIKAN feltételezi, hogy a másodlagos sugarak a radioaktív anyagok γ -sugaraival megegyező keménységűek. Ezzel szemben később (88.) a COMPTON-hatás elméletére támaszkodva a másodlagos sugarakat elektronokból állóknak, s ennél fogva még lágyabbaknak gondolja. Feltevését BÜTTNER (20.) és HESS (42.) vizsgálták felül, de másodlagos β -sugarakat kimutatni nem tudtak.

Ninesen ugyan bebizonyítva, de általában azt hiszik.

hogy a nagy áthatolóképeségű sugárzás rendkívül rövid hullámhosszúságú elektromágneses sugarakból áll. Ha a COMPTON-hatás elméletét erre, a különben még csak kevésbé ismert hullámhosszúságra is alkalmazzuk (68), akkor arra az eredményre jutunk, hogy az atmoszféra áthatolása közben a nagy áthatolóképeségű sugárzásnak mind több és több energiaquantumja nagyobb hullámhosszúságú sugárzássá alakul át, nagy sebességű elektronok egyidejű kilövelése mellett. Hasonló COMPTON-hatás természetesen nemcsak a levegőben, hanem minden más anyagban is mutatkozik.

A kicsiny λ hullámhosszúságú sugárzás anyagon való áthatolásánál szóródás jön létre, a hullámhosszúság egyidejű megváltozása mellett (COMPTON-hatás), s ehhez járul a valódi abszorpció (fotoelektromos hatás). AHMAD N., valamint AHMAD és STONER E. C. (Proc. Roy. Soc. 105. 507. 1924., 106. 8. 1924.) szerint az atomonkénti szórás az atom rendszámával arányos. Az elektrononkénti elnyelési együttható tehát a szóródásból és a valódi abszorpcióból adódik össze

$$\mu_e = \sigma + \tau,$$

COMPTON szerint

$$\sigma = \frac{1}{1 + 2\alpha} \cdot \sigma_0, \quad \alpha = \frac{A}{\lambda},$$

ahol A a COMPTON-féle alaphullám hosszúsága $A = 0.0242 \text{ \AA} = 24.2 \text{ X}$. A szóródás tehát a hullámhosszúsággal együtt csökken. σ_0 az elektrononkénti klasszikus szóródást jelenti:

$$\sigma_0 = \frac{8\pi}{3} \cdot \frac{e^4}{c^4 m^2} = 6.60 \cdot 10^{-25}.$$

Az elektrononkénti valódi abszorpcióra AHMAD szerint érvényes a

$$\tau = b\lambda^3 Z^3$$

képlet. $b = 2 \cdot 29 \cdot 10^{-2}$ (RICHTMYER). A valódi abszorpció tehát a hullámhosszúság és az atom rendszámának csökkenésével igen gyorsan konvergál nulla felé.

Az atomonkénti összes abszorpcióból a közvetlenül mérhető elnyelési együttható kiszámítható:

$$\mu = \frac{\rho ZN}{A} \cdot \mu_e,$$

ahol ρ a sűrűséget, A az atomsúlyt, N a LOSCHMIDT-féle számot jelenti.

Igen rövid hullámhosszúságoknál a valódi abszorpció elenyészik a szóródás mellett, különösen az alacsony rendszámú elemeknél. $\lambda = 20 \text{ X}$ hullámhosszúságnál (kemény γ -sugárzás) ólomban a valódi abszorpció és szóródás viszonya még $0 \cdot 54$, de hidrogénben már csak $9 \cdot 4 \cdot 10^{-6}$. 2 X hullámhosszúságú sugárzásnál, amely még mindig nem éri el a nagy áthatolóképességű sugárzás keménységét, ez a viszony ólomban már csak $4 \cdot 0 \cdot 10^{-3}$ és hidrogénben $6 \cdot 9 \cdot 10^{-9}$.

A COMPTON-hatás elmélete alapján kiszámítható a különféle irányokban való szórás nagysága is (L. WENTZEL G. Phys. Ztschr. 26. 436. 1925.). Kiszámítható, hogy oly nagy keménységű sugárzásnál, mint a nagy áthatolóképességű sugárzás, a szóródott sugarak az elsődleges sugarak körül szűk kúppá húzódnak össze.

A nagy áthatolóképességű sugárzás elnyelési együtthatójának mérése a szóródás jelenségének tekintetbevételével egészen új alapokra helyeződött. Láthatjuk, hogy a különféle anyagokban mért elnyelési együtthatók nem hasonlíthatók össze minden további nélkül egymással. A szóródott sugárzás az elnyelési együttható mérésének eredményeit teljesen meghamisíthatja, ha nem vesszük megfelelő módon tekintetbe. Az elsődleges nagy áthatolóképességű sugárzás elnyelési együtthatójául csak az elég nagy kiterjedésű abszorbeáló anyagban talált érték tekinthető és csak ilyen

eredményeket lehet összehasonlítani. Az ólomban végzett abszorpció mérések épen a szóródás aránylag nagy volta miatt szolgáltatnak látszólagosan ellentmondó adatokat.

STEINKE (106.) az ólomra vonatkoztatott elnyelési együtthatót illetőleg megállapítja, hogy $25 \cdot 10^{-3} \text{ cm}^{-1}$ és $4 \cdot 2 \cdot 10^{-3} \text{ cm}^{-1}$ között változik, tehát MILLIKAN-hez hasonlóan szintén arra az eredményre jut, hogy a nagy áthatoló-képességű sugárzás nem homogén. Az elnyelési együttható vízre vonatkoztatott megfelelő értékei $1 \cdot 84 \cdot 10^{-3}$ és $0 \cdot 31 \cdot 10^{-3} \text{ cm}^{-1}$. STEINKE is megkísérli a nagy áthatoló-képességű sugárzást két komponensre felbontani és ezek ólomra vonatkoztatott elnyelési együtthatójának az $50 \cdot 10^{-3} \text{ cm}^{-1}$ és $4 \cdot 2 \cdot 10^{-3} \text{ cm}^{-1}$ értékeket tekinti. Ezeknek az elnyelési együtthatóknak vízre átszámított értékeit könnyebb összehasonlítás kedvéért szembeállítjuk a MILLIKAN-féle elnyelési együtthatókkal:

MILLIKAN	$3 \cdot 5 \cdot 10^{-3}$	$0 \cdot 8 \cdot 10^{-3}$	$0 \cdot 4 \cdot 10^{-3} \text{ cm}^{-1}$
STEINKE	3·7	—	0·3

Könnnyen lehetséges, hogy STEINKE kísérleti eredményeit még jobban összhangba tudta volna hozni számításával, ha a MILLIKAN-féle értékeket veszi alapul.

10. A nagy áthatoló-képességű sugárzás hullámhosszúsága az elnyelési együtthatóból kiszámítható. Feltételezzük ennél a számításnál természetesen azt, hogy a sugárzás elektromágneses hullámokból áll, ami, mint már említettem valószínű ugyan, de még nincsen bizonysítva, továbbá, hogy a kemény γ -sugarak abszorpciójára megállapított eredmények a sokkal nagyobb keménységű nagy áthatoló-képességű sugárzásra is alkalmazhatók. Mivel a γ -sugarakra érvényes képleteknek a nagy áthatoló-képességű sugárzásra való alkalmazása az eredményeket úgysis bizonyos mértékig kétségesekké teszi és a számítások alapjául szolgáló elnyelési együttható értéke sincsen eddig teljes pontossággal meghatározva, az irodalomban található igen pontos számí-

tásoknak semmi értelmük sincsen, mert úgyis csak a hullámhosszúság nagyságrendjének meghatározásáról lehet szó. Ha azonban csak a nagyságrendet akarjuk meghatározni, akkor a számításokat lényegesen egyszerűsíteni lehet. Mindenekelőtt csak a szóródást kell tekintetbe venni és a valódi abszorpció elhanyagolható, mert ez, mint láttuk, elenyészően kicsiny a szóródáshoz képest. Tehát

$$\mu = \frac{\sigma ZN}{A} \sigma_0 \cdot \frac{1}{1+2\alpha}, \text{ ahol } \alpha = \frac{A}{\lambda}.$$

Megközelítésről lévén szó, $\frac{Z}{A}$ minden elemre vonatkozólag 0.5 értékűnek tekinthető. A LOSCHMIDT-féle számot $N = 6.07 \cdot 10^{23}$, a COMPTON-féle alap hullámhosszúságot $A = 0.0242 \text{ \AA}$ ($1 \text{ \AA} = 10^{-8} \text{ cm}$) és a klasszikus szóródás értékét $\sigma_0 = 6.60 \cdot 10^{-25}$ behelyettesítve

$$\lambda = \frac{0.05\mu}{0.20\sigma - \mu} \sim 0.25 \frac{\mu}{\sigma}.$$

Ha még tekintetbe vesszük azt is, hogy a víz sűrűsége 1 gr/cm^3 , akkor eredményünk a következőket mondja: *A nagy áthatólképességű sugárzás hullámhosszúsága \AA* egységekben, a vízre vonatkoztatott és reciproc cm-ben kifejezett elnyelési együtthatónak kb. negyedrésze.

Ha a COMPTON-féle képlet helyett a DIRAC P. A. M. (Proc. Roy. Soc. 109. 206. 1925. és 111. 422. 1926.) által meghatározott képletet

$$\mu_0^2 = \frac{3}{4} \cdot \frac{1+\alpha}{\alpha^3} \left\{ 2\alpha \frac{1+\alpha}{1+2\alpha} - \ln(1+2\alpha) \right\} \sigma_0$$

használjuk, akkor számításaink kisebb hullámhosszúságot

eredményeznek. A DIRAC-féle képlet megközelítő számításoknál a következő egyszerűbb alakkal helyettesíthető:

$$\mu_e = \frac{3}{4\alpha} \cdot \sigma_0.$$

Ezt az értéket behelyettesítve az elnyelési együttható képletébe és az előbbihez hasonló elhanyagolásokkal

$$\lambda = 0.16 \frac{\mu}{\rho},$$

vagyis az $\overset{\circ}{A}$ egységekben kifejezett hullámhosszúság DIRAC szerint számítva, a vízre vonatkoztatott elnyelési együtthatónak kb. egy hatoda.

BOTHE W. (Ztschr. f. Phys. 34. 819. 1925.) szerint a szóródás nagysága

$$\sigma = \frac{1}{1 + \frac{3}{2}\alpha + \frac{2}{3}\alpha^2} \cdot \sigma_0,$$

a valódi szórást ismét elhanyagolva és a megfelelő értékeket behelyettesítve

$$\lambda = \frac{0.018 \left(\frac{\mu}{\rho} + \sqrt{0.237 \frac{\mu}{\rho} - 0.185 \frac{\mu^2}{\rho^2}} \right)}{0.20 - \frac{\mu}{\rho}}.$$

A négyzetgyök alatt levő kifejezés második tagja, a nevezőben pedig $\frac{\mu}{\rho}$ elhanyagolható. A hullámhosszúság tehát megközelítően

$$\lambda = 0.09 \left(\frac{\mu}{\rho} + 0.5 \sqrt{\frac{\mu}{\rho}} \right).$$

Kicsiny elnyelési együtthatónál még a zárójelben levő kifejezés első tagja, $\frac{\mu}{\rho}$ is elhanyagolható, a hullámhosszúság tehát az elnyelési együttható négyzetgyökével egyenesen arányos. A BOTHE-féle képlet alapján számolva annál nagyobb hullámhosszúságot kapunk az előbbiekhöz viszonyítva, minél kisebb az elnyelési együttható. A hullámhosszúság mindaddig, míg $\frac{\mu}{\rho}$, vagyis a vízre vonatkoztatott elnyelési együttható kisebb, mint 0.075 cm^{-1} , nagyobbak adódik, mint a COMPTON-féle képlet alapján. Mivel a RaC γ -sugarainak ólomra vonatkoztatott elnyelési együtthatója 0.5 cm^{-1} , tehát a vízre vonatkoztatott elnyelési együttható $\frac{\mu}{\rho} = 0.044 \text{ cm}^{-1}$, a BOTHE-féle képlet alapján még a γ -sugaraknál is nagyobb hullámhosszúságot kapunk, mint a COMPTON-féle képlet alapján számítva.

A MILLIKAN által meghatározott három elnyelési együtthatónak megfelelő hullámhosszúságok a különböző képletek alapján számítva a következők:

	$\mu_1 = 3.5 \cdot 10^{-3}$	$\mu_2 = 0.8 \cdot 10^{-3}$	$\mu_3 = 0.4 \cdot 10^{-3}$
COMPTON	$\lambda_1 = 0.0009 \text{ \AA}$	$\lambda_2 = 0.0002 \text{ \AA}$	$\lambda_3 = 0.0001 \text{ \AA}$
DIRAC	0.00056	0.00013	0.00006
BOTHE	0.0029	0.0013	0.0009

MILLIKAN a COMPTON-féle képlet alapján a legkeményebb nagy áthatolóképeségű sugárzás hullámhosszúságát $0,00008 \text{ \AA}$ -egységnyi nagyságúnak mondja.

Osszehasonlítás kedvéért közlöm, hogy THIBAUD (C. R. 179. 167. 1924.) szerint a RaC γ -sugárzása négy különféle hullámhosszúságú sugárnyalábból áll, amelyeknek hullámhosszúsága 0.0205 , 0.0110 , 0.0100 és 0.00704 \AA -egység. BLACK D. H. (Proc. Roy. Soc. 109. 166. 1925.) a legkeményebb γ -sugarak hullámhosszúságát 0.0046 \AA -egységnyinek

mondja. COMPTON A. H. (X-Rays and Electrons, 1928. 392.) szerint a RaC γ -sugarainak *effektív* hullámhosszúsága $0\cdot0171 \text{ \AA}$.

A leglágyabb nagy áthatolóképeségű sugárzás ezek szerint még mindig kisebb hullámhosszúságú, mint a legkeményebb RaC γ -sugárzás.

Úgy a különböző képletek, mint a számítások eredményeinek összehasonlításából láthatjuk, hogy mekkora eltérésekre vezet az egyik vagy másik képlet használata. Mivel ma még semmi kísérleti alapunk nincsen arra vonatkozólag, hogy a nagy áthatolóképeségű sugárzás rendkívül kicsiny hullámhosszúságánál a három képlet közül melyik közelíti meg legjobban a valóságot, megállapíthatjuk, hogy a hullámhosszúság kiszámításának legfeljebb a nagyságrend megállapítása szempontjából van jelentősége.

A nagy áthatolóképeségű sugárzás hullámhosszúságából kiszámíthatjuk a szükséges *gerjesztő-feszültséget* is. A DUANE—HUNT-féle törvény szerint

$$V\lambda = 12340,$$

ha a feszültség voltokban, a hullámhosszúság \AA -egységekben van megadva. A MILLIKAN-féle legkeményebb sugárzásnak tehát 123,000.000 voltnyi gerjesztő feszültség felelne meg. Megjegyzem, hogy a DUANE—HUNT törvénynek a nagy áthatolóképeségű sugárzásra való alkalmazása szintén olyan extrapoláció, amelyről ma még nem tudhatjuk, hogy megengedhető-e.

A DUANE—HUNT-féle törvény azonos a fotoelektromos hatás EINSTEIN-féle törvényével, amely szerint

$$eV = h\nu = \frac{hc}{\lambda}, \text{ vagyis } V\lambda = \frac{hc}{e}.$$

A megfelelő $e = 4\cdot774\cdot10^{-10}$, h (PLANCK-féle állandó) $= 6\cdot55\cdot10^{-27}$, $c = 3\cdot10^{10}$ értékeket behelyettesítve és tekintetbe véve, hogy 1 volt $= 1/300$ el. sztat. C. G. S.

egység, valamint, hogy a hullámhosszúságot \AA -egységekben fejezzük ki, valóban a DUANE-HUNT-féle képletet kapjuk.

A sugarak $h\nu$ energiája a MILLIKAN-féle legkeményebb nagy áthatolóképeségű sugaraknál ($\mu = 0.4 \cdot 10^{-3}$ és DIRAC szerint számítva $\lambda = 6 \cdot 10^{-5}$ $\text{\AA} = 6 \cdot 10^{-13}$ cm)

$$h\nu = \frac{hc}{\lambda} = 0.327 \cdot 10^{-3} \text{ erg.}$$

Ehhez képest a hidrogénatom teljes felbomlásánál felszabaduló energia, amely a *relativitás elmélete* szerint

$$mc^2 = 1.0078 \cdot 1.65 \cdot 10^{-24} \cdot 9 \cdot 10^{20} = 1.50 \cdot 10^{-3} \text{ erg.}$$

csak 4.5-szer nagyobb.

11. A nagy áthatolóképeségű sugárzás összes energiája. Rendkívül érdekes MILLIKAN és CAMERON (90.) hozzávetőleges számítása a nagy áthatolóképeségű sugárzás energiájáról és ennek viszonyáról a csillagok fényének energiájához. Kiindulnak abból, hogy a nagy áthatolóképeségű sugárzás talajértéke méréseik szerint 1.4 J és az elnyelési együttható a 224. oldalon közölt értékekkel bír. (A teljes atmoszféra 10.33 m vízrétegnek felel meg.) Ezekből az adatokból grafikus integráció segítségével az egy cm^2 alapterületű, a tenger színétől az atmoszféra felső határáig terjedő levegőoszlop ionjainak a számát határozták meg. Ez 12850000 . A nitrogén ionizációs potenciálját 15 volt nagyságúnak tekintve, az egy ion keletkezésének megfelelő energia

$$15 \cdot \frac{1}{300} \cdot 4.774 \cdot 10^{-10} = 2.4 \cdot 10^{-11} \text{ erg.}$$

A nagy áthatolóképeségű sugárzásnak 1 cm^2 alapterületű levegőoszlopra eső energiája tehát

$$12.8 \cdot 10^6 \cdot 2.4 \cdot 10^{-11} = 3.07 \cdot 10^{-4} \text{ erg.}$$

Ezzel az értékkel a csillagokból a Földre jutó hő és fény energiáját hasonlítják össze. A napállandó értéke az atmoszféra külső határán $1.94 \text{ cal} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{min}^{-1} = 1.35 \cdot 10^9 \text{ erg} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{sec}^{-1}$. A Nap -26.72 rendű csillag, vagyis a hatása akkora, mint

$$10^{27 \cdot 72 \cdot 0^4} = 1.22 \cdot 10^{11}$$

elsőrendű csillagé. SEARES (Astroph. Journ. 62. 373. 1925.) szerint az összes csillagok fénye 1092 elsőrendű csillag fényével egyenlő. A csillagfény intenzitása térbeli radiánonként tehát $1092:4\pi$. Az atmoszféra külső határán az 1 cm^2 -re eső csillagfény energiája

$$E = \frac{1092}{4\pi} \int_0^{2\pi} d\varphi \int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin\vartheta \cos\vartheta d\vartheta =$$

$$= \frac{1092}{4} \cdot \frac{1.35 \cdot 10^6}{1.22 \cdot 10^{11}} = 3.02 \cdot 10^{-3} \text{ erg},$$

vagyis a nagy áthatolóképességű sugárzás összes energiája a Földre jutó csillagfény összes energiájának tizedrésze.

12. A nagy áthatolóképességű sugárzás természetére vonatkozó ismeretünk még teljesen bizonytalan. Lehetséges és ma általánosan elfogadott nézet az, hogy egy rendkívül rövid hullámhosszúságú sugárzással van dolgunk. Ugyanez a felfogás volt már a megelőzőekben számításaink alapja több esetben is. Meggyőző bizonyítékunk erre azonban a mai napig nincsen. Lehetséges volna az is, hogy a nagy áthatolóképességű sugárzás igen nagy, a fénysebességet majdnem elérő sebességű elektronokból áll, tehát természetét illetőleg β -sugárzás. Felmerült továbbá az a gondolat is, hogy a nagy áthatolóképességű sugárzás a Földünk légkörét érő β -sugárzás által kiváltott rendkívül nagy keménységű másodlagos γ -sugárzásból áll

(SCHWEIDLER, ELSTER—GEITEL Festschr. 411. 1915.). Az utóbbi felfogások azonban különféle nehézségekkel járnak, úgyhogy az elsőnek említett felfogás ma teljesen általánosnak tekinthető. A sugárzás természetét illetőleg ma ugyanabban a helyzetben vagyunk, mint a RÖNTGEN-sugarak felfedezése utáni első években voltak a fizikusok. Ismeretes, hogy már RÖNTGEN X-sugarait hullámsugárzásnak tartotta, s ezt a felfogást általánosan el is fogadták, anélkül, hogy erre kezdetben meggyőző bizonyíték lett volna. Csak amidőn 1905-ben BARKLA kimutatta a RÖNTGEN-sugarak polarizációját és LAUE 1912-ben az interferenciát, dőlt el ez a kérdés véglegesen, a hullámsugárzás javára.

A nagy áthatolóképességű sugárzás, ha csakugyan hullámsugarakból áll, az elektromágneses spektrum további kiterjesztését jelenti. Ha ezt a nagyon valószínű felfogást kísérleti adatokkal is sikerül bizonyítani, akkor a HESS által ajánlott *ultragamma-sugárzás* elnevezés teljesen jogosultnak fog bizonyulni. KOLHÖRSTER (65.) úgy véli, hogy bizonyos kísérletei utalnak ennek a felfogásnak helyességére, mégis ragaszkodnunk kell ahhoz, hogy ez a felfogás még nincsen bebizonyítva. A kérdés eldöntését elsősorban a COMPTON hatásra vonatkozó vizsgálatoktól várhatjuk, azonban jelenleg még hiányoznak erre a kísérleti adatok.

13. *A nagy áthatolóképességű sugárzás irányának meghatározása* egyike azoknak a problémáknak, amelyet kezdettől fogva nagy figyelemmel kísértek. Annak eldöntése, hogy a nagy áthatolóképességű sugárzás bír-e egyáltalában egy meghatározott iránnyal, vagy pedig a tér minden irányából érkező sugarak érik a mérőeszközt, s ebben az esetben hogyan változik a sugárzás intenzitása a beesés szögével, több szempontból is fontos. Mindenekelőtt felvilágosítást várhatunk ettől a sugárzás eredetére vonatkozólag, de módot nyújt az elnyelési együttható értékének helyes meghatározására is. Láttuk, hogy az elnyelési együtthatónak a mérési adatokból való kiszámításánál más és más értéket nyerünk, aszerint, hogy milyen feltevéseket

teszünk a sugárzás irányára vonatkozólag. KOLHÖRSTER ballonméréseiből különféle feltevésekkel különböző elnyelési együtthatót számítottak ki. Felemlítettem azt is, hogy MYSSOWSKY és TUWIM ugyanazokból a mérésekből az elnyelési együtthatót két különböző értékben határozta meg.

1915-ben GOCKEL (Phys. Ztschr. 16. 345. 1915.) gleccserek hasadékaiban végzett abszorpció méréseiből arra vélt következtethetni, hogy a nagy áthatolóképességű sugárzás függőlegesen lefelé irányul. Ezzel szemben KOLHÖRSTER (Berlin. Ber. phys. math. Kl. 1923. 366.) hasonló méréseiből azt a következtetést vonta le, hogy a sugárzás szempontjából olyan kúp veendő tekintetbe, amelynek alkotója a függőleges iránnyal 50° szöget zár be.

Az irány közvetlen meghatározásával SWANN W. F. G. (Bull. Nat. Research Council, Washington, 1922. 65.) próbálkozott. Asszimetrikus, felerészben ólomból és felerészben alumíniumból álló ionizációs kamrát használt erre a célra, tehát olyan készüléket, amelynek adatai a beeső sugarak irányától függők. A készüléket különböző irányokba forgatva mérte az ionizáció nagyságát. SWANN azt találta, hogy a sugárzás függőlegesen lefelé irányul és, hogy másodlagos sugárzása tekintetében teljesen analog a γ -sugárzással.

KOLHÖRSTER (62.) és MILLIKAN (79.) azt találta, hogy a sugárzás a tér minden irányából, nagyjából ugyanazzal az intenzitással érkezik a Földre. Ugyanerre az eredményre jutott MYSSOWSKY és TUWIM (94.). Meg kell azonban jegyezni, hogy KOLHÖRSTER a sugárzás ingadozásait mérve, először jutott arra a felismerésre, hogy a maximumok a tejútnak, az Andromeda ködnek és a Herkules csillagképnek kulminációjával esnek össze. KOLHÖRSTER-nek ezekkel a megfigyeléseivel a kérdés teljesen új stádiumba jutott, mert abban az esetben, ha valóban bizonyul, hogy a nagy áthatolóképességű sugárzás maximumát éri el bizonyos csillagképek kulminációjakor, bebizonyítotttnak tekinthető, hogy a sugárzás, vagy legalább is

annak egy része földönkívüli, tehát kozmikus eredetű.

A kérdésnek ebből a szempontból való vizsgálata mindenekelőtt azt a bizonyosnak tekinthető eredményt szolgáltatja, hogy a nagy áthatolóképességű sugárzás a Nap állásától független, tehát nem a Naptól ered. HESS léggömbben végzett megbeszélte mérésénél az ionizációt nappal és éjjel egyenlő nagynak találta. Ugyanerre az eredményre jutott GOCKEL (Neue Denkschr. d. Schweiz. Naturf. Ges. 54. 1. 1917.) szerint MEYER is, aki 3190 m magasságban gleccseren végezte méréseit. Megegyeznek ezekkel a megfigyelésekkel még HESS és KOFLER (Phys. Ztschr. 18. 585. 1917.), OTIS (Phys. Rev. 22. 199. 1923.), KOLHÖRSTER (u. i.) és mások mérései.

A nagy áthatolóképességű sugárzás intenzitásának napfogyatkozás alkalmával való mérései szintén azt bizonyítják, hogy a sugárzás nem a Naptól indul ki. Az 1912. évi napfogyatkozás alatt HESS (Phys. Ztschr. 13. 1084. 1912.) és DE BROGLIE M. (C. R. 154. 1654. 1912.) végzett méréseket, 1914-ben pedig ISING (58.), KOLHÖRSTER (Die Naturw. 7. 412. 1919.) és PALAZZO L. (Mem. Soc. spettroskop. Ital. 8. 1919.). BAUER, FISK és MAUCHLY (3.) az 1918. évi napfogyatkozás alatt tett hasonló megfigyeléseket, míg az 1925. évi napfogyatkozást ebből a szempontból ERIKSON (36.), COADE és MERRYMON (28.) és SWANN (107.) figyelte meg. Legújabban az 1927. évi napfogyatkozás alatt KOLHÖRSTER (72.) és DEVIK (35.) mérték a nagy áthatolóképességű sugárzás intenzitását. Mindezek a mérések egybehangzóan azt bizonyítják, hogy a Nap korongjának, vagy egy részének elfödése nem változtatja meg a nagy áthatolóképességű sugárzás erősségét, tehát azt, hogy a sugárzás nem a Naptól ered és iránya attól teljesen független.

Érdemes megemlíteni, hogy WIGAND (Phys. Ztschr. 18. 1. 1917.) megállapítása szerint, a HALLEY-féle üstökös 1910. évi átvonulásánál, a nagy áthatolóképességű sugárzás intenzitása megnövekedett, amit ő az üstökösről a Földre jutott radioaktív anyagok hatásának tulajdonít.

KOLHÖRSTER és SALIS (57., 58.) megfigyelései arra indították CORLIN A.-t, (30—34.) hogy behatóan foglalkozzék a nagy áthatolóképességű sugarak irányának kérdésével. Mindenekelőtt azt vizsgálta meg, hogy milyen típusú csillagok okozhatják a nagy áthatolóképességű sugárzás mért maximumait és minimumait. Számításai azt az eredményt szolgáltatták, hogy csak az úgynevezett *Mira*-csillagok (Md spektráltípusú, vörös, változó csillagok, fény maximumnál fényes vonalakkal a spektrumban) jöhetnek tekintetbe, mert csakis ezek a csillagok tüntetnek fel megfelelő eloszlást. STEINKE (105., 106.), KOLHÖRSTER és SALIS (77.), továbbá BÜTTNER (24.) és MILLIKAN és CAMERON (89.) méréseit használja fel számításai céljára. Megállapítja, hogy MILLIKAN téved, amidőn méréseiből azt a következtetést vonja le, hogy a tejút nem hoz létre maximumot a sugárzásban és, hogy a sugárzás a világegyetem minden irányából egyenletesen érkezik a Földre. A nagy áthatolóképességű sugárzás intenzitása változik és ez a változás a csillagidő szerint ismétlődik. 5 és 8 óra között, valamint 13 és 17 óra között van a sugárzás intenzitásának két főmaximuma, 8 és 12 óra között főminimuma. Ezekon kívül még két mellékmaximumot és egy mellékminimumot is mutat ki. Ezekkel szemben felemlíti, hogy HESS és MATHIAS (43.), akik 7·2 cm vastag vaspáncéllal burkolt készülékkel mérték különféle tengerszínfölötti magasságban, nem mutathatták ki a sugárzás intenzitásának a csillagidővel összefüggő ingadozásait. HESS és MATHIAS hangsúlyozza annak a lehetőségét, hogy az ingadozásokat a nagy áthatolóképességű sugárzás viszonylagosan lágyabb komponense okozza, amelyet a 7·2 cm vastag vaspáncél legnagyobb részében már elnyel. Ugyanezt a következtetést vonta le már előbb STEINKE méréseiből CORLIN, valamint saját méréseiből KOLHÖRSTER is. Mérései alapján KOLHÖRSTER és BÜTTNER, valamint a számítások alapján CORLIN egyértelműen megállapítják, hogy a periódus nagyobb magasságokban jobban előtérbe lép. A változások

nagysága és a magasság között azonban CORLIN-nak nem sikerült egyszerű összefüggést találni. A nehézségeket CORLIN a sugárzás változó keménységének és a különböző keménységű sugarak által okozott, nem egyenlő ionizációnak tulajdonítja. A változások nagyságának a magassággal való növekedésére magyarázatot nyújt az az előbb említett felfogás, hogy a nagy áthatolóképességű sugárzás egy lágyabb, az égboltozat bizonyos centrumaiból kiinduló sugárzásból áll és egy minden irányból egyenletesen érkező, vagy szabálytalanul változó keményebb sugárzásból.

A különféle mérésekből CORLIN azt látja, hogy a csillagidővel összefüggő ingadozásokon kívül, még szabálytalan ingadozások is kimutathatók, amelyeket szintén a világegyetemből eredőknek tart. A Nap állása és a nagy áthatolóképességű sugárzás között CORLIN sem talál összefüggést.

Az eddigi nagy körültekintéssel végzett mérések és számítások, ha nem is bizonyítják be véglegesen, de legalább nagyon valószínűvé teszik azt, hogy a nagy áthatolóképességű sugárzásnak legalább is a lágyabb komponense a világegyetem meghatározott centrumaiból (KOLHÖRSTER szerint a tejút, az Androméda-köd és a Herkules csillagképből) ered. Ezzel a felfogással ellentétben MILLIKAN (89.) nem talál összefüggést a tejút és a nagy áthatolóképességű sugárzás között, s nem mutatkozik ez CLAY (26.) méréseiben sem. CORLIN-hoz hasonló számításokat végzett GERASIMOVIC (37.) is, de nem talált összefüggést a sugárzás és a Miracsillagok között. Számításai ellen azonban súlyos kifogásokat emeltek, elsősorban CORLIN.

14. *A nagy áthatolóképességű sugárzás ingadozásai* közül azokat, amelyek a sugaraknak a világegyetem bizonyos centrumaiból való érkezésével függnek össze, a megelőző pontban beszéltem meg. Most csak azokkal az ingadozásokkal kell még foglalkoznunk, amelyek más okra vezethetők vissza.

BÜTTNER (20.) repülőgépen végzett mérései HESS és

KOLHÖRSTER magassági méréseivel, mint említettem már, jól megegyeznek. Ezt az egyezést annak bizonyítékául tekinthetjük, hogy a nagy áthatolóképességű sugárzás az utolsó másfél évtized alatt nem változott. Kisebb ingadozásokat azonban már kezdettől fogva észleltek, de ezek a megfigyelések bizonyító erővel nem bírtak, nemcsak azért, mert régebben még nem lehettek tekintettel a csillagidővel összefüggő változásokra, hanem főleg azért, mert a legtöbb esetben a talajsugárzás nem volt kellőképen kiküszöbölve, s így elsősorban ennek ingadozásait mérték. Az újabb mérésekből meghatározható szabálytalan ingadozásokat CORLIN szintén kozmikus eredetűeknek tartja és azokat sem a mérési hibákra, vagy a maradéksugárzás „statisztikus ingadozásaira“, sem pedig a levegő ionizációjának változásaira, vagy az atmoszférikus szóródás ingadozásaira visszavezethetőknek nem gondolja.

Az egyetlen ingadozás, amely már eddig is biztosan megállapítható volt, a nagy áthatolóképességű sugárzásnak a barométer állásával való változása. MYSSOWSKY és TUWIM (95.) voltak az elsők, akik megfigyelték, hogy a barométerállás változásával a sugárzás intenzitása ellenkező értelemben váltakozik. A talajsugárzás kiküszöbölésére készülékeiket vízbe süllyesztették és az intenzitásnak 0.7%-kal való változását figyelték meg a barométerállás 1 mm-rel való változásánál. A mért ingadozások azonban a hibahatáron belüliek és így megfigyeléseik nem voltak döntő jelentőségűek. STEINKE (105.) azonban kétségtelenül ki tudta mutatni a sugárzás intenzitása és a barométerállás közötti összefüggést. Az általa közölt görbéből a következő értékek olvashatók le:

740 mm Hg.	1.891 J
750 " "	1.826 "
760 " "	1.762 "
770 " "	1.700 "

A nagy áthatolóképességű sugárzás intenzitása és

a légnyomás változása közötti összefüggés magyarázata a legegyszerűbben az, hogy a sugárzás abszorpciója a változó levegőrétegnek megfelelő, teljesen hasonlóan, mint a nagy magasságokban végzett méréseknél. Ezekből az adatokból KOLHÖRSTER (71.) a magassági méréseknél használt eljáráshoz hasonlóan, kiszámítja az elnyelési együtthatót és azt levegőre vonatkoztatva $0.35 \cdot 10^{-5} \text{ cm}^{-1}$, illetve vízre átszámítva $2.7 \cdot 10^{-3} \text{ cm}^{-1}$ nagyságúnak találja. Ez az érték megegyezik az elnyelési együttható más módon meghatározott értékeivel. Ebből arra következtethetünk, hogy a nagy áthatolóképeségű sugárzás legalább is az atmoszféra legnagyobb részén keresztül halad.

15. *A Heaviside-réteg keletkezése.* Számítások alapján BENNDORF (8.) meghatározta a különféle magasságú levegőrétegeknek a nagy áthatolóképeségű sugárzás által okozott ionizációját és az ennek megfelelő vezetőképességet. Az elnyelési együtthatót vízre vonatkoztatva $2.26 \cdot 10^{-3} \text{ cm}^{-1}$ nagyságúnak tételezve fel, kiszámítja, hogy a levegő vezetőképessége a nagy áthatolóképeségű sugárzás által okozott ionizáció következtében 100 km magasságban kerek számban már 10^{10} -szer nagyobb, mint a tenger színének magasságában. Ebben a magasságban tehát a vezetőképesség már akkora, mint a száraz talajé. Azt is megállapíthatta, hogy a vezetőképesség a *Heaviside*-réteg magasságában, vagyis 70—80 km magasságban, hirtelen növekszik. Ebben bizonyítékát látja annak, hogy a nagy áthatolóképeségű sugárzás, mint az ionizációnak éjjel is ható forrása, teljesen megmagyarázza a *Heaviside*-rétegnek fennmaradását éjjel is. Természetes, hogy nappal a nagy áthatolóképeségű sugárzáson kívül még a Nap β -sugarai és az ultraibolyasugarak is okozhatnak ionizációt.

Mivel, mint láttuk, a nagy áthatolóképeségű sugárzás intenzitásának a csillagidővel való változásai a magassággal növekednek, KOLHÖRSTER (69.) lehetségesnek tartja, hogy a rövid hullámhosszúsággal dolgozó drótnélküli távíró-

állomások mérési adataiból következtetni lehet a nagy áthatolóképeségű sugárzás ingadozásaira, sőt ilyeneket AUSTIN (Proc. Inst. Radio Eng. 13. 283. 1925.) méréseiből megállapíthatni is vél.

Csak a teljesség kedvéért jegyzem meg, hogy a *Heaviside*-réteg keletkezését mások más okokból igyekeznek megmagyarázni. Példa kedvéért csak HULBURT E. O.-t (Phys. Rev. 31. 1018. 1928.) említem fel, aki a nagy áthatolóképeségű sugárzás ionizáló hatását még a tekintetbe jövő nagy magasságokban is elhanyagolhatónak mondja és a *Heaviside*-réteg keletkezését elsősorban az ultraibolya-sugaraknak tulajdonítja.

16. *A nagy áthatolóképeségű sugárzás keletkezése* ma még teljesen tisztázatlan kérdés, hiszen, mint már említettem, a sugárzás természetével sem vagyunk tisztában. Alig néhány év előtt még többen MILLIKAN, HOFFMANN, BEHOUNEK és mások a zárt edényekben mérhető ionizációt csakis a talajban és az atmoszférában levő radioaktív anyagoknak vélték tulajdoníthatni és ma talán már senki sincsen, aki a nagy áthatolóképeségű sugárzás létezését kétségbe vonná. Általánosan elfogadott, bár még véglegesen be nem bizonyított felfogásnak tekinthető, hogy ez a sugárzás rendkívül nagy rezgésszámú elektromágneses hullámokból áll és, hogy földönkívüli, kozmikus eredetű.

A nagy áthatolóképeségű sugárzásnak a magassággal való növekedése, a levegő nyomásától való függése és különösen a csillagidővel kapcsolatban megállapított ingadozásai, a sugárzás kozmikus eredetét nagyon valószínűvé teszik. A megfigyelt legnagyobb keménységű sugarak áthatolóképesége többszörösen nagyobb, mint az eddig ismert radioaktív anyagok legkeményebb γ -sugarainak áthatolóképesége, ami majdnem lehetetlenné teszi azt, hogy ezeket a sugarakat földi eredetűeknek tarthassuk.

Régebben, amikor a nagy áthatolóképeségű sugárzás keménységét még nem ismerték eléggé, s azt a nagyságrendet illetőleg a γ -sugarak keménységével megegyezőnek

tartották, elsősorban mégis a radioaktív átalakulásokban keresték a nagy áthatolóképeségű sugárzás okait. Ezeket a radioaktív anyagokat vagy az atmoszféra legmagasabb rétegeiben, vagy azonkívül, a világegyetemben előfordulónak gondolták.

WIGAND (110.) feltételezte, hogy az atmoszféra hőmérsékleti rétegződésének hatására a troposzféra és a sztratoszféra határán, tehát mintegy 11 km magasságban, vagy e fölött a sztratoszférában, radioaktív anyagok halmozódnak fel és ezek szolgáltatják a nagy áthatolóképeségű sugárzást. Ennek az elméletnek megerősítését látja a *Halley*-üstökös átvonulása alkalmával tett megfigyelésekben. A radioaktív anyagot finom por alakjában széjjeloszlottnak gondolja. A nagy áthatolóképeségű sugárzás elnyelési együtthatójának KOLHÖRSTER léggömbben végzett méréseiből LINKE és SEELIGER által való kiszámítása ezen az elméleten alapszik. WIGAND hajlandó azt is felvenni, hogy a sztratoszférában feltételezett radioaktív anyagok olyanok, amelyeket eddig még nem ismerünk, s lehetségesnek tartja, hogy ezek a megfigyelt keménységű sugarakat képesek előidézni. WIGAND és LINKE is ezeket az ismeretlen radioaktív anyagokat kozmikus eredetűeknek képzelte.

Feltételezték egyesek azt is, hogy a sztratoszférában az emanáció (vagy egy másik eddig ismeretlen radioaktív gáz) valami oknál fogva felgyülemlik és ez okozza a nagy áthatolóképeségű sugárzást. Mindezekről az elméletekről kimutatható volt, hogy lehetetlen eredményekre vezetnek és így ezeknek részletes megbeszélése annál inkább is fölösleges, mert ma már egyáltalában nem jönnek tekintetbe. Ugyanez mondható mindazokról az elméletekről is, amelyek a nagy áthatolóképeségű sugárzás forrását a Napban keresik, mert, mint láttuk, a sugárzás intenzitása független a Nap állásától.

Általában mindazok az elméletek, amelyek a nagy áthatolóképeségű sugárzás keletkezését radioaktív átalakulásokra akarják visszavezetni, nagyon valószínűtlen ered-

ményekre vezetnek. Így például kiszámították, hogy abban az esetben, ha ezt a sugárzást a Nap radioaktivitása okozná, akkor a Nap fajlagos radioaktivitásának 170-szer nagyobbak kellene lennie a tiszta urán radioaktivitásánál. Még sokkal valószínűtlenebb eredményekre jutunk, ha a bolygók és az állócsillagok radioaktivitását tekintjük a sugárzás forrásának. Kedvezőbbek a viszonyok, ha a világegyetemet radioaktív kozmikus anyaggal egyenletesen betöltöttnek képzeljük. Kiszámították, hogy ebben az esetben az urán aktivitásánál 1200-szor kisebb specifikus radioaktivitás (ami még mindig százszor nagyobb a Föld szilárd kérgének aktivitásánál) elegendő volna a mért ionizációk előidézésére. Nem szabad azonban szem előtt tévesztetni azt, hogy ezek a számítások sokkal lágyabb sugarakra vonatkoznak, mint amelyekből a nagy áthatolóképesseégű sugárzás mai ismereteink szerint áll. MILLIKAN és CAMERON (91.) kimutatta, hogy semmilyen radioaktív átalakulás sem képes olyan kemény sugárzást okozni, amely megfelelné a nagy áthatolóképesseégű sugárzás keménységének. Ha azonban a sugárzás nem radioaktív eredetű, akkor milyen jelenségek lehetnek azok, amelyek ezeket a rendkívül kemény sugarakat létrehozzák? Erre a kérdésre igekeznek feleletet adni azok az elméletek, amelyeket elsősorban NERNST W., továbbá JEANS J. H. és MILLIKAN A. R. állítottak fel.

NERNST már 1912-ben a német természettudósok münsteri vándorgyűlésén kifejtette, hogy a radioaktív anyagok felismerése „a világegyetem úgynevezett hőhalálát kitolja ugyan, de végleges bekövetkezését megakadályozni nem tudja. Sőt meg kell állapítani, hogy az elemek radioaktív felbomlásának elmélete az energiának úgynevezett degradációja mellé az anyag folytonos degradációjának a felfogását állította. Hogy ezt a mégis csak nagyon valószínűtlen következtetést elkerüljük, feltételezhetünk egy, a radioaktív felbomlással ellenkező irányú folyamatot. Elképzelhetjük, hogy az összes elemek atomjai az idők

folyamán felbomlanak a fényéterrel azonosítható őanyagra és hogy ebből időről-időre újra nagy atomsúlyú atomok keletkeznek. Ezáltal a történések teljes megszűnése nem volna többé mai természettudományi felfogásunknak feltétlen következménye“. Ezt a gondolatot fejleszti tovább NERNST *Das Weltgebäude im Lichte der neueren Forschung*. 1921. értekezésében. „Felállíthatjuk azt az elméletet, hogy a világegyetemben a fényéter energiatartalmának esetleges változásai folytán a kémiai elemek atomjai keletkezhetnek és, hogy a radioaktív felbomláshoz hasonlóan, a kémiai elemek atomjai, különösen pedig a radioaktív felbomlás végső termékei, a hélium- és hidrogénatomok, újra a fényéter nullpont energiájává alakulhatnak vissza. Ennek alapján az anyag folytonos keletkezését és megsemmisülését kellene a világegyetemben feltételeznünk.“ „Az atomokat illetőleg, amelyek a fényéter nullpont energiájából közvetlenül keletkeznek, feltételezhetjük még azt is, hogy majdnem teljesen vagy kizárólag igen nagy rendszámú olyan elemek keletkeznek, amelyek az elemek sorában az urán után következnek, tehát egyúttal erősen radioaktívak is. Ezek az elemek azután igen sok fokozatban, tehát az uránénál sokkal nagyobb hőfejlődés mellett, radioaktív felbomlás útján, szétesnek.“

Ezzel az elmélettel egyszerűen magyarázható az állócsillagok keletkezése és hosszú ideig tartó világítása. A világegyetemben keletkező nagy rendszámú atomok először óriási kiterjedésű ködcsillagokká egyesülnek, amelyeknek gyenge fényét radioaktív kisugárzás okozza. Fokozatos sűrűsödés következtében ezek vörös, óriás csillagokká alakulnak át, amelyek fénysugárzását magas hőmérsékletük okozza. Ezekből azután a fehérfényű, majd a sárga és vörös törpecsillagok keletkeznek. Teljes kihűlés után a csillag fényéterrre oszlik fel.

A nagy áthatólképességű sugárzás keletkezését a NERNST-féle elmélet alapján vagy magában a fényéterben, vagy ott kell keresnünk, ahol gyenge fényű ködcsillagok

és fiatal csillagok nagy számban fordulnak elő, tehát első-sorban a tejútrendszerben. Az idősebb törpecsillagok nagy áthatolóképességű sugárzást kibocsátani nem képesek, mert a tekintetbe jövő nagy rendszámú elemek a csillag felületén már elpusztultak, a mélységben levő megfelelő elemek sugárzását pedig magának a csillagnak a kérge nyeli el.

A NERNST-féle elmélettel megegyezik az a kísérletileg megállapított tény, hogy a nagy áthatolóképességű sugárzás nem a Naptól ered, valamint azok a megfigyelések, amelyek a sugárzásnak a csillagidővel való változásaira vonatkoznak.

SNYDER M. B. (103., 104.) szerint a $1.8 \cdot 10^{-3} \text{ cm}^{-1}$ vízre vonatkoztatott elnyelési együtthatóval bíró sugárzást a 143 rendszámú elem radioaktív bomlása okozza. A nagyobb elnyelési együtthatóval bíró sugárzást szerinte a 142—129. rendszámú elemek idézik elő.

JEANS (59.) elmélete lényegileg teljesen megegyezik a NERNST-féle elmélettel, illetve az abból vonható következtetésekkel. Feltételezi, hogy a nagy áthatolóképességű sugárzás a kozmikus anyag megsemmisülésekor keletkezik. Ez a sugárzás az anyagba való ütközésénél fokozatos COMPTON-hatás következtében hősugárzássá alakulhat át. Azokból a csillagzatokból, amelyek a fény, tehát valószínűleg a nagy áthatolóképességű sugárzás szempontjából átlátszóak (amilyenek különösen a spirális ködök, pl. az Androméda-köd), a hullámhosszúság változása nélkül juthat a világegyetembe és így Földünkre is. A továbbiakban JEANS azt következteti, hogy a spirális ködök összes sugárzásának csak $\frac{1}{3000}$ része alakul át látható fénné, s a többi, mint nagy áthatolóképességű sugárzás jut a világegyetembe. Az Androméda-köd sugárzása, szerinte, a mért ionizáció felét képes szolgáltatni, s az összes ködök együttevén könnyen okozhatják a mért teljes hatást.

MILLIKAN (79.) szerint a nagy áthatolóképességű sugárzás négy hidrogén-atommagnak és két elektronnak egy hélium-atommaggá való egyesülésekor keletkezik.

Mivel enél az átalakulásnál grammatomonként 0.032 g tömegveszteség áll elő, sugárzásnak kell keletkeznie, amelynek hullámhosszúsága kiszámítható. A hélium-atommag keletkezésekor felszabaduló energia a relativitás elmélete szerint és a LOSCHMIDT-féle szám tekintetbevételével

$$m c^2 = \frac{0.032 \cdot 9 \cdot 10^{20}}{6 \cdot 07 \cdot 10^{23}} = 0.032 \cdot 1.65 \cdot 10^{-24} \cdot 9 \cdot 10^{20}.$$

Mivel pedig a quantum elmélet szerint

$$m c^2 = h \nu = \frac{h c}{\lambda}; \quad \lambda = \frac{h}{m c} = \frac{6.55 \cdot 10^{-27}}{0.032 \cdot 1.65 \cdot 10^{-24} \cdot 3 \cdot 10^{10}},$$

a keletkező sugárzás hullámhosszúsága $\lambda = 0.0004 \text{ \AA}$.

Hasonló megfontolásokkal foglalkozott HUGHES és JAUNCEY (57.), valamint HOME (56.) is. Ez utóbbi az elektron- és a hidrogén-atommag teljes megsemmisülésénél keletkező sugárzás hullámhosszúságát is kiszámította és 0.024 \AA , illetve 0.000013 \AA nagyságúnak találta.

ANTROPOFF (2.) szerint rendkívül kemény sugarak keletkeznek a hidrogénatom elektronjainak a magba való ütközésénél. A BOHR-féle atomelmélet szerint ez az elektronnak az első pályáról a nulladikra való átmenetének felel meg. A keletkező sugárzás rezgésszáma a BALMER-féle képlet alapján nem határozható meg, mert végtelen nagy rezgésszámot eredményez. PERSCHKE (99.) az így keletkező hullámhosszúságot 10^{-13} cm nagyságúnak állapította meg.

Azokat a különféle jelenségeket, amelyek a nagy áthatolóképességű sugárzást okozhatják, MILLIKAN és CAMERON (91.) tárgyalják igen részletesen legújabb (1928 október) dolgozatukban. Megfontolásaik alapja az a meggyőződés, hogy az elnyelési együttható méréseik alapján kiszámított három értéke véglegesnek tekintendő és, hogy ezek szerint a DIRAC-féle képlet segítségével kiszámított hullámhosszúság, illetve az ennek alapján megállapított

gerjesztő-feszültség nem megközelítő, hanem pontos érték. Megfontolásaiknál csak azokra az elemekre terjeszkednek ki, amelyek a Földön is nagy mennyiségben fordulnak elő, amelyekről tehát feltehető, hogy nemcsak a kellő hullámhosszúságú sugárzást okozhatják, hanem a megfelelő intenzitást is. Az eddig ismerteknél nagyobb rendszámú elemeket nem tételeznek fel (SNYDER). A számítás alapja a relativitás elméletének már említett képlete és ASTON-nak az elemek atomsúlyára vonatkozó meghatározásai. Mindenekelőtt megállapítják azt, amit különben már felemlítettem, hogy semmiféle radioaktív átalakulás nem jár a nagy áthatolóképeségű sugárzás keletkezéséhez szükséges mennyiségű energia felszabadulásával. Ugyancsak nem okozhatja a nagy áthatolóképeségű sugárzást valamely nagyobb atomsúlyú elemnek a megfelelő, kisebb atomsúlyú elemből egy hidrogén-atommaggal, vagy egy hélium-atommaggal való egyesülése. Az így keletkező tömeg kisebbedésnek, illetve az evvel a relativitás elmélete szerint egyenlő, felszabaduló energiának megfelelő sugárzás keményebb ugyan a radioaktív γ -sugaraknál, de nem éri el a nagy áthatolóképeségű sugarak keménységét. Mivel pedig ezeket a sugarakat a nagy magasságú ballonméréseknél nem találták, MILLIKAN és CAMERON arra következtet, hogy az elemek, legalább is rendszeren, nem az előbb felemlített úton, a nehezebb elemeknek a könnyebb elemekből lépésről-lépésre való felépítése által keletkeznek.

További megfontolásaik során MILLIKAN és CAMERON négy olyan, a világegyetem felépítésében jelentős szerepet játszó elemet találnak, amelyeknek hidrogén-atommagokból és elektronokból való keletkezése a nagy áthatolóképeségű sugárzást, illetve annak általuk meghatározott komponenseit létrehozhatja. Ez a négy elem a hélium, oxigén, szilícium és vas. Az elemek keletkezésekor kibocsátott sugárzásoknak a vízre vonatkoztatott elnyelési együtthatóját sorra kiszámították, s ezek: $3 \cdot 0 \cdot 10^{-3}$, $0 \cdot 8 \cdot 10^{-3}$, $0 \cdot 4 \cdot 10^{-3}$ és $0 \cdot 2 \cdot 10^{-3} \text{ cm}^{-1}$. A négy elemnek megfelelő sugárzást a

nagy áthatolóképességű sugárzás hélium-, oxigén-, szilícium- és vas-nyalábjának nevezik. A nagy áthatolóképességű sugárzás három első nyalábját méréseikkel igazolva látják, míg a vas-nyalábot, az eddigi mérések ki nem elégítő pontossága miatt, még nem lehetett kimutatni.

A nagy áthatolóképességű sugárzásnak az egyes nyalábok közötti megoszlását a megfelelő elemeknek a meteoritekben és a Föld kérgében előforduló mennyiségéből határozzák meg. A hélium-nyaláb az atmoszféra külső határán az egész sugárzásnak több, mint 80%-át teszi ki, míg a hátralevő rész felét a szilícium, egy-egy negyedét az oxigén és a vas keletkezése hozza létre. Az ilyen megoszlás alapján a különféle mélységekben víz alatt mérendő ionizációk értéke eléggé jól megegyezik kísérleti adataikkal.

A nagy áthatolóképességű sugárzás keletkezésének helyét illetőleg MILLIKAN és CAMERON úgy véli, hogy sem a csillagokban, sem pedig egyáltalában a világegyetem mindazon helyein, ahol véges sűrűségű és hőmérsékletű anyag található, nagy áthatolóképességű sugárzás nem keletkezhetik, hanem csakis az interstelláris, vagy intergalaktikus térben, ahol az anyag sűrűsége és hőmérséklete lényegileg nulla.

17. Az elmondottakból láthatjuk, hogy a nagy áthatolóképességű sugárzásra vonatkozó ismereteink még sok tekintetben hiányosak. Bár az eddig megállapított eredmények is már sok részletet tisztáztak, még igen sok fontos kérdés megoldásra vár. Még nincsen bebizonyítva, hogy a sugárzás tényleg rendkívül kicsiny hullámhosszúságú elektromágneses hullámokból áll, pedig ennek a kérdésnek eldöntése nagyon fontos, már csak azért is, mert úgyszólván minden következtetésünk erre van alapítva. Nem bizonyos továbbá ma még az sem, hogy a kemény γ -sugarakra megállapított törvényszerűségek alkalmazhatók a nagy áthatolóképességű sugarakra, s nem kell-e majd

a felhasznált összefüggéseket megfelelően megváltoztatni. Az elnyelési együttható nagysága sem tekinthető jelenleg véglegesen meghatározottnak, annál is kevésbbé, mert a különböző észlelők adatai egymástól eltérnek. Ennek oka elsősorban abban keresendő, hogy a méréseket teljesen eltérő viszonyok között és különböző készülékekkel végezték, s ennél fogva az eredmények összehasonlítása sokszor rendkívül nehéz. Hozzájárul ehhez az is, hogy egyelőre még nem vagyunk tisztában a nagy áthatolóképeségű sugárzás által az edény falában létesített másodlagos sugárzással, amely pedig a különböző anyagból készített, különféle készülékeknél eltérő eredményekre vezethet. A COMPTON-hatás valószínűleg jelentékeny szerepet játszik az atmoszféra felső határára érkező nagy áthatolóképeségű sugárzásnak lágyabb sugárzássá való átalakításában és befolyással van a sugárzás irányára is. Ma nem vagyunk még abban a helyzetben, hogy ezeket a változásokat kellő módon figyelembe vehessük.

A sugárzás irányát illetőleg is még eltérőek a vélemények. Ez a kérdés egyaránt fontos a csillagászat és a fizika szempontjából, egyrészt mert felvilágosítást remélhetünk a világegyetemben keletkező égitestekben végbe menő folyamatokról, másrészt, mert ettől függ a mérések alapján kiszámítható elnyelési együttható értéke is. Az elnyelési együttható kiszámításánál a sugarakat vagy függőleges irányúaknak és párhuzamosaknak, vagy pedig minden irányból egyenlő intenzitással érkezőknek tekintették. Mivel CORLIN számításai arra az eredményre vezettek, hogy a nagy áthatolóképeségű sugárzás Reményebb része a tér minden irányából egyenlő intenzitással érkezik a Földre, a lágyabb azonban csak bizonyos irányokból, ez az elnyelési együttható kiszámításánál tekintetbe veendő volna.

A nagy áthatolóképeségű sugárzás által a készülék falában létrehozott másodlagos sugárzás ismerete azért is fontos volna, mert csak ezt ismerve tudjuk meghatározni azt, hogy a sugárzás által az atmoszférában okozott ioni-

záció mekkora. Ennek a kérdésnek elsősorban az atmoszféra vezetőképességének szempontjából van jelentősége.

A sugarak keletkezésére vonatkozó elméletek egyelőre még nagyon önkényeseknek látszanak, de máris megállapítható, hogy a nagy áthatolóképességű sugárzás idővel világosságot fog deríteni a fizika legnagyobb problémájára, az anyag keletkezésére!

IRODALOM.

(Az 1924 előtti irodalom WIGAND (110.) összefoglalásában és KOLHÖRSTER (60.) könyvében van összefoglalva.)

1. AKIYAMA MINESABURO, Jap. Journ. Astron. 3. 1. 1925.
2. ANTROPOFF A. Die Naturw. 14. 493. 1926.
3. BAUER L. A., FISK H. W. MAUCHLY S. J., Terr. Magn. 24. 1. 87. 1919.,
4. BEHOUNEK F. Phys. Zs. 27. 8. 1926.
5. — Phys. Zs. 27. 536. 1926.
6. — Phys. Zs. 27. 712. 1926.
7. — Journ. de phys. et le Radium (6) 8. 161. 1927.
8. BENNDORF H. Phys. Zs. 27. 686. 1926.
9. BERGWITZ K., HESS V. F., KOLHÖRSTER W. és SCHWEIDLER E., Phys. Zs. 29. 705. 1928.
10. BOGOJAVLENSKY L. N. és LOMAKIN A. A. Zs. f. Geophys 3. 87. 1927.
11. — — Nature 119. 525. 1927.
12. BOUTARIC A. C. R. 178. 1303. 1924.
13. BROWN J. G. Phys. Rev. 24. 207. 1924.
14. BÜTTNER K. Zs. f. Geophys. 2. 153. 1926.
15. — Göttinger Nachr. 1926. 285.
16. — Mitt. d. Aeronaut. Observat. Lindenberg, 1926. 52.
17. — Zs. f. Geophys. 2. 187. 1926.
18. — Zs. f. Geophys. 2. 254. 1926.
19. — Zs. f. Geophys. 2. 291. 1926.

20. BÜTTNER K. Zs. f. Geophys. 3. 161. 1927.
 21. — Die Naturw. 15. 158. 1927.
 22. — Mitt. d. Aeronaut. Observat. Lindenberg, 1927. 112.
 23. — Zs. f. Geophys. 3. 236. 1927.
 24. — és FELD W. Zs. f. Phys. 45. 588. 1927.
 25. — — Die Naturw. 15. 378. 1927.
 26. CLAY J. Proc. Amsterdam, 30. 1115. 1927.
 27. — Proc. Amsterdam, 36. 1265. 1928.
 28. COADE E. N. és MERRYMON W. W. Journ. Franklin Inst. 200. 489. és 497. 1925., 201. 143. 1926.
 29. CONDON E. Phys. Rev. 27. 644. 1926.
 30. CORLIN A. Die Naturw. 15. 356. 1927.
 31. — Astron. Nachr. 1927. Nr. 5529.
 32. — Astron. Nachr. 1928. Nr. 5566.
 33. — Nature, 121. 322. 1928.
 34. — Zs. f. Phys. 50. 808. 1928.
 35. DEVIK O. Phys. Zs. 28. 709. 1927.
 36. ERIKSON H. A. Journ. Franklin Inst. 200. 505. 1925.
 37. GERASIMOVIC B. P. Bull. Harvard Coll. Obs. Nr. 847. 1. 1927. és Bull. Obs. Lyon 9. 193. 1927.
 38. — Proc. Amer. Acad. 62. 173. 1927.
 39. GISH O. H. Phys. Rev. 13. 155. 1919.
 40. HESS V. F. Phys. Zs. 27. 159. 1926.
 41. — Phys. Zs. 27. 405. 1926.
 42. — Phys. Zs. 28. 882. 1927.
 43. — és MATHIAS O. Wien. Ber. II.a. 137. 327. 1928.
 44. HOFFMANN G. Zs. f. Phys. 25. 177. 1924.
 45. — Phys. Zs. 26. 40. 1925.
 46. — Phys. Zs. 26. 669. 1925.
 47. — Zs. f. Phys. 36. 256. 1926.
 48. — Phys. Zs. 27. 291. 1926.
 49. — Die Naturw. 14. 622. 1926.
 50. — Ann. d. Phys. 80. 779. 1926.
 51. — Die Naturw. 14. 1004. 1926.

52. HOFFMANN G. *Ann. d. Phys.* 82. 413. 1927.
 53. — *Zs. f. Phys.* 42. 565. 1927.
 54. — *Schr. d. Königsberger Gel. Ges. Naturw.*
Kl. 4. 1. 1927.
 55. — és STEINKE E. *Die Naturw.* 15. 995. 1927.
 56. HOME M. *Nature*, 117. 194. 1926.
 57. HUGHES A. L. és JAUNCEY G. E. *Nature* 117. 193. 1926.
 58. ISING G. *L'Eclipse totale de Soleil des 20—21 Aout*
 1914. V. Partie, Nr. 4. Stockholm, 1919.
 59. JEANS I. H. *Nature* 116. 861. 1925.
 60. KOLHÖRSTER W. *Die durchdringende Strahlung in der*
Atmosphäre. Hamburg, 1924. (Probleme
d. kosmischen Phys. Bd. 5.)
 61. — *Zs. f. Instrkde.* 44. 333. 1924.
 62. — *Berl. Ber.* 1925. 120.
 63. — *Phys. Zs.* 26. 654. 1925.
 64. — *Zs. f. Phys.* 36. 147. 1926.
 65. — *Die Naturw.* 14. 290. és 313. 1926.
 66. — *Ann. d. Phys.* 80. 621. 1926.
 67. — *Phys. Zs.* 27. 555. 1926.
 68. — *Die Naturw.* 14. 936. 1926.
 69. — *Die Naturw.* 15. 126. 1927.
 70. — *Phys. Zs.* 27. 62. 1926.
 71. — *Zs. f. Phys.* 44. 754. 1927.
 72. — *Zs. f. Phys.* 48. 95. 1928.
 73. — *Zs. f. Phys.* 47. 449. 1928.
 74. — és SALIS G. *Die Naturw.* 14. 936. 1926.
 75. — — *Nature* 118. 518. 1926.
 76. — — *Arch. sc. phys. et nat.* 8.
 278. 1926.
 77. — — *Berl. Ber.* 1927. 92.
 78. MENZIES A. W. C. és SLOAT C. A. *Science*, 63. 44. 1926.
 79. MILLIKAN R. A. *Nature* 116. 823. 1925.
 80. — *Science*, 62. 445. 1925.
 81. — *Science*, 62. 461. 1925.

82. MILLIKAN R. Proc. Nat. Acad. Amer. 12. 48. 1926.
és Ann. d. Phys. 79. 572. 1926.
83. — Bull. Nat. Res. Counc. 11. 77. 1926.
84. — From the Smithsonian Rep. for. 1926.
193. 1927.
85. — Nature, 121. Suppl. 19. 1928.
86. — Science, 1928. 401.
87. — és BOWEN J. S. Phys. Rev. 27. 353. 1926.
88. — és CAMERON G. H. Phys. Rev. 28. 851.
1926.
89. — — Phys. Rev. 31. 163. 1928.
90. — — Phys. Rev. 31. 921. 1928.
91. — — Phys. Rev. 32. 533. 1928.
92. — és OTIS R. M. Phys. Rev. 27. 645. 1926.
93. MYSSOWSKY L. és TUVIM L. Zs. f. Phys. 35. 299. 1925.
94. — — — Zs. f. Phys. 36. 615. 1926.
95. — — — Zs. f. Phys. 39. 146. 1926.
96. — — — Zs. f. Phys. 44. 369. 1927.
97. — — — Zs. f. Phys. 50. 273. 1928.
98. OTIS R. M. és MILLIKAN R. A. Phys. Rev. 23. 778.
1924.
99. PERSCHKE W. Zs. f. Phys. 49. 740. 1928.
100. RAMÓN F. Anales soc. espanola Fis. Quim. 24. 234.
1926.
101. RASETTI F. Nuovo Cim. 3. CXXXV. 1926.
102. SALIS G. Zs. f. Phys. 50. 793. 1928.
103. SNYDER M. B. Proc. Amer. Phil. Soc. 65. 161. 1926.
104. — Proc. Amer. Phil. Soc. 65. 379. 1926.
105. STEINKE E. Zs. f. Phys. 42. 570. 1927.
106. — Zs. f. Phys. 48. 647. 1928.
107. SWANN W. F. G. Phys. Rev. 25. 901. 1925.
108. — Journ. Franklin Inst. 203. 11. 1927.
109. TUVIM L. C. R. Acad. Leningrad, 1927. 371.
110. WIGAND A. Phys. Zs. 25. 445. 1924.
111. WRIGHT C. S. Nature, 117. 54. 1926.

A FÜGGVÉNYRŐL.

Írta: DÁVID LAJOS.

A természettudomány legrégebbi *szemléleti* álláspontjáról akkor tette az első döntő lépést a *következtető* álláspont felé, mikor tudatossá vált, hogy vannak egymással összefüggő változó mennyiségek. HERAKLEITOS még tovább menve, vagy huszonnégy évszázada a mindenség legjellemzőbb tulajdonságául hirdette a *változást*, melyet azonban *változatlan* összefüggések, állandó törvények szabályoznak. A természettudományok története bizonyítja, hogy e törvények számításra alkalmas módon csak a matematika függvényfogalmával fejezhető ki. Úgyhogy a matematikai függvény a természettudományok kvantitatív részének mintegy *kodifikátora*. És ha igen valószínű is, hogy vannak e szerepében leküzdhetetlen nehézségek, átléphetetlen határok,¹ de bizonyos, hogy a herakleitosi egyetemes változást, bár kis területen, legexaktabban a szám fogalmára támaszkodó és a határérték fogalmát² végsőkig kihasználó függvényfogalom rendezi. Csak általa tudjuk alkalmazni az emberi — tehát a bonyodalmak között hamar megállani kénytelen — számvetést arra a tényre, hogy a mindenség mozzanatai keresztül-kasul összefüggenek egymással, hogy izolált dolog, jelenség nincsen. Az útszélen elszáradó falevélnek köze van az egész csillagrendszerhez: írja poetikusan CARLYLE; bármely dolog bármely más dologgal összefügg: választja PAULER logikájának egyik alapelvét. És ha a filozófus dialektikája sok mélyet és szépet is tud kihámozni a mindenség mozzanatainak e fölemelő szolidaritásából, de *kvantitatív* következtetések belőle csak a matematikai függvény segítségével lehetségesek.

A következőkben e nagy átfogó erejű és fölötte terje-

¹ V. ö. e sorok írójának „A matematikai módszer határai“ c. értekezését. (Debreceni Szemle 1928, p. 197—201.)

² V. ö. e sorok írójának „A határértékről“ c. értekezését. (Stella—Almanach 1928, p. 200—220.)

delmes fogalom tartalmával és körével foglalkozunk, megvilágítva a matematikai függvény lényegét és áttekintve lehetőségeit.

*

A történeti fejlődés rendjén a függvény először csak mint képlet (formula) jelentkezett. Egy-egy képlet alapján *kiszámítható* pl. a kör kerülete a sugarából; a téglalap területe két szomszédos oldalából; a kamat nagysága a tőke, idő és százalékból. Természetesen mondhatjuk, hogy a kör kerülete sugarától, a téglalap területe két szomszédos oldalától, a kamat nagysága a tőke, idő és százaléktól *függ*. Általánosan, ami egy vagy több számszerű adatból képlettel kiszámítható: az ezeknek az adatoknak *függvénye*. Eszerint pl. a hajó térfogata függvénye bizonyos méreteknek (hosszúság, mélység, stb.), de nem függvénye — hogy a jólismert elmességet említsük — a hajóskapitány évei számának.

A függvény képlettel identikus fogalmának hézagos voltát két példa szembeállításával eléggé megvilágítja. Később más oldalról látjuk majd eme azonosítás fogyatékoságát.

A mindennapi tapasztalás szerint a vízgőz hőfoka és feszítőereje között ok és okozati összefüggés van, pl. a hőfok emelkedésével nő a feszítőerő. Ezért ezt a feszítőerőt a hőfok függvényéül tekintik azok is, akik nem ismernek idevágó képletet. Azonban ilyen képlet tényleg van, nem is egy. Pl. MAGNUS szerint a vízgőz feszítőereje y higanymilliméterekben x C°-nál megközelítőleg:

$$y = a \cdot 10^{\frac{bx}{c+x}},$$

hol a, b, c bármely x értéknél ugyanazok és pedig $a = 4\cdot569$ (t. i. az $x = 0$ értékhez tartozó feszítőerő); $b = 7\cdot4475$; $c = 234\cdot69$. A vízgőz feszítőereje tehát az előbbi függvényfogalom szerint is függvénye a hőfokának. Ellenben valamely test két molekulája közötti vonzóerő nagysága a

képlethez tapadó merev fölfogás szerint nem volna függvénye a molekulák távolságának, mivel egyáltalán nem ismerünk megfelelő képletet. Pedig egész természetismeretünk, sőt közvetlen kísérletek amellett szólnak, hogy itt is van összefüggés, úgy, miként két égitest távolsága és a közöttük jelentkező — képlettel egyszerűen kifejezhető — NEWTON-féle vonzóerő között.

Szokás EULER-félének nevezni a függvény képlettel azonos fogalmát. Ugyanis EULER így szögezte le 1748-ban a függvényfogalmát, bár ennek megfelelő értelemben BERNOULLI JÁNOS már 1718-ban alkalmazta a függvény (fonction) szót. Azonban ha névszerint csak a XVIII. században jelentkezik is a függvény, bizonyos, hogy már sokkal régebben akadtak matematikusok, kiknél mint latens tényező fontos szerepet játszott. EUKLIDES geometriai szerkesztései, ARCHIMEDES infinitézimális meggondolásai, APOLLONIOS kúp-szelet tárgyalásai — hogy csak a nagy görög-triászt említsük — lépten-nyomon függvényszerű gondolkodásra mutatnak,⁵ anélkül, hogy expressis verbis függvények előfordulnának. A heurisztikus céllal igénybevett „függvényeket“ — pl. mozgásokat, változásokat, összefüggéseket — a görög szellem azonban gondosan kiiktatta a cél elérése után. De mivel úgy a függvény szó, mint a kellő formalizmus (aritmetikai írásmód) még hiányzott, azért *szükségkép* föl kellett emelkedniök vagy legalább is közeledniök kellett a formulához nem kötött ú. n. DIRICHLET-féle függvényfogalomhoz, amely pedig a *léirt* (s nem az alkotókkal sírbaszállt) matematika története szerint csak az EULER-féle után, a XIX. században jelentkezett. E fejlettebb függvényfogalomra visszatérünk, most előbb néhány elnevezéssel és jelöléssel ismerkedünk meg.

*

Ha a kör kerületének pl. y , sugarának pl. x a mértékszámja közös hosszúságegységre nézve, akkor az

$$y = 2\pi x$$

függvényben x és y változók, ρ és π állandók. Ha az érdekel, hogy miként változik y az x változásával, akkor x a *független*, y a *függő* változó. De érdekelhet az is, hogy megfordítva miként függ a terület nagyságától a sugár nagysága? Ekkor y -nak tulajdonítva más és más értéket, az előbbi függvény *inverz* függvénye

$$x = \frac{y}{\rho \pi}$$

szolgáltatja az egyes megfelelő x értékeket s most y a független és x a függő változó. Ennek az utóbbi függvénynek természetesen inverze az első.

A független és függő változó megkülönböztetése tisztán matematikailag nem lényeges, bár valamely függvényből megállapítani az inverzét sokszor nagy formális nehézségekkel jár (Az Olvasó pl. már az előbbi MAGNUS-féle függvény inverzét csak logaritmussal tudja fölírni.) Az alkalmazásokban azonban igen sokszor a változók *jelentése* kijelöli, hogy melyik a független. Pl. ha a θ (éjfél 12) órától eltelt időt t , a θ -tól az óramutató állásáig mért szöget α jelöli, akkor időleolvasásnál α -ból következtetünk a t nagyságára. Ekkor α a független változó. Ellenben, ha nem nézzük meg az órát, csak mondja valaki, hogy hány óra, akkor a t -ből tudok következtetni az óramutató állására, α nagyságára. Ekkor t a független változó. A mindennapi életben többnyire α a független változó, ami különösnek tetszhetik, mivel az idő óránk jó vagy rossz voltától függetlenül múlik, tehát „függő“ változó nem lehet. Arra kell azonban gondolnunk, hogy nem az abszolút időnek függő változóvá való degradálásáról van szó, hanem bizonyos időtartamnak egy szög által történő megméréséről. Ezt pedig tényleg igen különböző eredménnyel vizsik véghez.

*

Az előbb megkülönböztettük a függvényben a változókat és állandókat. Ezekre nézve az irodalomban — minden

kritika dacára — még sokszor találkozunk azzal a zavaros fölfogással, hogy változó *számokról* beszélnek *mennyiségek* helyett. Pedig a szám mindig állandó, a 2 mindig 2 marad, akármely filozófiai álláspontonról is nézzük. A változó 2-t, THOMAE¹ szellemes paródiája szerint csak ilyenformán gondolhatjuk:

..... 2, 2, 2, 2

Változó egyedül a mennyiség lehet. Mennyiség alatt bármely dolog bármely, valóságos vagy fiktív, tulajdonságát értjük. Valamely mennyiség számszerű jellemzésére *mérték-száma* szolgál. E számot a mennyiség *megmérése* szolgáltatja. A mennyiségek legegyszerűbb faja a végesszámú vagy egyetlen egy elemet (individuumot) sem tartalmazó *sokaságok* (osztályok, csoportok, rendszerek, összeségek) *számossága*, vagyis az a tulajdonságuk, melyet pusztán elemeik száma — a 0, 1, 2, 3, ... számok valamelyike — jellemez. Itt a megmérés a sokaság elemeinek *megszám-lálása*. A számosság az egyetlen mennyiség, amely esetleg abszolút pontosan megmérhető. Más mennyiségeknél — pl. hosszúságnál, tömegnél, időtartamnál — a mértékszám mindig csak relatíve pontos.

Vannak azonban igen fontos mennyiségek — pl. bátorság, reménység, csodálkozás —, melyeket nem tudunk megmérni, bár fokozatosságuk (intenzitásuk) észrevehető. De a matematika csak *megmérhető*, vagyis számokkal kellő pontossággal jellemezhető mennyiségeknél alkalmazható. Megmérhető mennyiségek a már említett *számosságon* kívül a *geometriai* mennyiségek (pl. hosszúság, terület, térfogat, szögnagyság) és egész sereg *fizikai* (természet-tudományi) mennyiség (pl. tömeg, időtartam, sűrűség, súly, erő, energia, mozgás-sebesség, reakció-sebesség, gyorsulás, hőfok, hőmennyiség, fényerősség, elektromos-feszültség,

¹ V. ö. pl. HESSENBERG: Vom Sinn der Zahlen (Leipzig, 1922) p. 37.

elektromos ellenállás, áramerősség). A megmérhető geometriai és fizikai mennyiségek mind *lineárisak*, vagyis megmérésük egyenes vagy görbe vonaldarabok (pl. körívek) hosszúságának, tehát végeredményben (mint a geometria tanítja) egyenesdarabok hosszúságának megmérésére vezethető vissza. Úgy a skálás, mint a regisztráló mérőműszerek ezt világosan illusztrálják.

Mármost valamely vizsgálatban (észlelt vagy kísérletben) *változó* (variabilis) az a mennyiség, amely — ugyan azon mértékegységre vonatkozóan — különböző mértékszámokkal fordul, vagy fordulhat elő és e különbözőség nem indokolható a mérések különbözőségével, hibáival. A vizsgálat minden más mennyisége *állandó* (konstans). Pl. a gázok különböző törvényeire vonatkozó kísérleteknél a hőfok, térfogat és nyomás közül más-más az állandó és csak a másik kettő változó: BOYLE törvényénél a hőfok, GAY-LUSSAC két törvényénél a térfogat, ill. a nyomás. A vizsgálatban előforduló számokat, mint már említettük, az állandók közé kell soroznunk. Bármely szám, azon a réven, hogy — az úgynevezett számegyenesen (abszcisszatengelyen) — irányított (pozitív vagy negatív) hosszúság gyanánt fogható föl, mennyiségnek is tekinthető. Ilyenek pl. a π szám; a gravitáció állandója: $z = 6.685.10^{-8}$; a szabadesés gyorsulása: g , ha a vizsgálat Földünk egy és ugyanazon pontjára vonatkozik.

E példák szerint is vannak *empirikus* és *matematikai* állandók. Az előbbieket vagy minden egyes vizsgálatban állandók, azaz *univerzális* állandók (pl. z , g , az atom-súlyok) vagy csak egyik-másik vizsgálatban, mintegy alkalmi, ú. n. *speciális* állandók (pl. a hőfok valamely kísérletnél). A minden egyes esetben való állandóság nem zárja ki, hogy pl. a g univerzális állandó értéke más és más Földünk különböző helyein. Univerzálitása abban áll, hogy minden anyagra nézve ugyanaz. Sőt, ha EÖTVÖS idevágó kutatásait továbbfejlesztve kiderülne, hogy g értéke változik a szabadon eső test anyagi minősége szerint, akkor

is megmaradhat univerzálitása számára pl. az illető test alakjától, hőfokától való függetlensége.

Míg az empirikus állandó mindig bizonyos mérési hibáktól eltekintve állandó, addig a matematikai állandó abszolút pontossággal az, a következő korlátozással. A matematikai állandók *aritmetikai* vagy *geometriai* állandók, a matematika két részének megfelelően. De az utóbbiak a különböző geometriai rendszerekben más és mások lehetnek. Pl. a síkháromszög szögösszege az EUKLIDES-geometriában állandó: két derékszög; ellenben a BOLYAI-geometriában csak egyenlő területű háromszögeknél közös.¹

Valamely változó *tartománya* alatt az illető vizsgálatban előforduló vagy előfordulható mértékszámainak a sokaságát (összeségét) értjük. Pl. az élő ember hőmérsékletének mint változó mennyiségnek tartományát — ritka szélsőséteket is tekintve — kb. a $27^{\circ} C^{\circ}$ és $42^{\circ} C^{\circ}$ közötti értékek alkotják.

Miként az állandó, úgy a változó mennyiségek is *empirikus* vagy *matematikai* változók. Az állandókról mondottaknak megfelelően ezeket is tekinthetjük pl. irányított hosszúságoknak.

A matematikai állandóknak mennyiség gyanánt való fölfogása egyrészt szemléletes, másrészt egységes az empirikus állandókat tekintve. A matematikai változóknak szintén mennyiségek, pl. irányított hosszúságok gyanánt való fölfogásának a szemléletességen és egységretörekvésen kívül más célja is van. Ez pedig az, hogy legyen ezek tartományának *konkrét egybefoglalója*, miként valamely empirikus változó tartományának ilyen konkrét egybefoglalója az illető mennyiség. De úgy a matematikai állandónál, mint a matematikai változónál emancipálhatjuk magunkat a mennyiségektől a következő, tisztán *formális* fölfogással. Legyen pl. x, y, z, t olyan, az aritmetika szabályainak

¹ V. ö. e sorok írójának „Valóság és geometria“ c. értekezését. (Stella-Almanach, 1927, p. 138 - 156, kül. p. 151—152.)

alávetett, *jegy*, amely valamely *számsokaság* (pl. a pozitív számok; vagy a 0 és 1 közötti számok; vagy a racionális számok sokaságának) *bármely* elemét jelentheti. Ha ez a számsokaság egy elemből áll, akkor *állandó*, ha több elemből áll, akkor *változó* az illető jegy. E formális fölfogás révén elkerüljük a „*változó szám*“ már említett zavaros fogalmát, és a matematikai állandó a matematikai változó speciális esete.

*

Az állandókra és változókra vonatkozó e fontos, de talán mindig csak mellékesen tárgyalt megjegyzések után visszatérünk a függvényfogalommal kapcsolatos elnevezésekre és jelölésekre.

Az előbbi $y = 2\pi x$ függvény *explicit* alakú y -ra nézve, amivel azt akarjuk kifejezni, hogy y az egyenletnek csak egyik oldalán és egyedül szerepel. Az x és y változók között szintén az előbbi összefüggést jelöli ki függvényünk következő *implicit* alakja: $y - 2\pi x = 0$.

Ha a függvény *implicit* alakjából kell eljutni *explicit* alakjához: ez gyakran nagy matematikai nehézségekkel jár. Pl. a bolygók mozgásának elméletében a KEPLER-féle egyenlet

$$a - e \sin \alpha - r = 0,$$

(hol α a bolygó excentrikus anomáliája, e pályájának numerikus excentricitása, r pedig a perihelium-átmenettől mért idő egyszerű — ezzel az idővel arányos — függvénye) szerint α a r s így az idő *implicit* alakú függvénye. Ha ezt α -ra nézve *explicit* alakra hozzuk, vagyis egyenletünket α -ra vonatkozóan megoldjuk, akkor a bolygó egyes időpillanatokbeli helyének kiszámítására (α -val való jellemzésére) kapunk képletet. Ez azonban igen fogós probléma, amely csak végtelen műveletsorozattal (pl. végtelen sorral) oldható meg teljesen, azaz tetszés szerint fokozható pontossággal. Legszebb megoldása a BOLYAI-féle

algoritmussal, egy ú. n. iterációval lehetséges.¹ Részletezése nem tartozik ide.

Azt a körülményt, hogy pl. y az x függvénye szokás EULER óta így jelezni:

$$y = f(x),$$

hol nem lényeges az f betű, hanem alkalmazható helyette bármely más is. Pl. $y = g(x)$, $y = u(x)$, $y = P(x)$, $y = \lambda(x)$ mind azt fejezik ki, hogy y az x függvénye. E jelölésbeli szabadsággal élnünk kell akkor, ha valamely vizsgálatban több függvényt akarunk ilyen módon jelölni. Különböző tévedés, összecserélés történne. Ezt a *szimbolikus* jelölést még ismeretlen szerkezetű függvény esetén, vagy pedig már ismert, de bonyolult szerkezetű függvény rövidítése gyanánt alkalmazzuk. Minden látszólagos igénytelensége dacára erőteljesen támogatta a matematikát fejlődésében, különösen ama célszerű megállapodás folytán, hogyha pl. $y = f(x)$ és x tartományának egyik értéke a , akkor $f(a)$ jelentése az $x = a$ értékéhez tartozó y érték. Gyakran előforduló függvényeknél a szimbolikus jelölés állandósult. Ilyen állandó jelölések pl. $y = \sin x$, $y = \log x$, hol mnemotechnikai okokból a függvényjel több betűs szórövidítés és egyszerűség kedvéért a független változó nincs zárójelben.

Az $y = x^2$ függvény inverze: $x = \sqrt{y}$. Ez az utóbbi, ellentétben az elsővel, nem *egyértékű*, hanem *többértékű* függvény: bármely pozitív y érték két-két x értéket szolgáltat. Míg az $y = x^2$ függvénynek van értelme bármely valós x szám esetén, azaz *értelmezési tartománya* a valós számok sokasága, addig inverzének $x = \sqrt{y}$ -nak értelmezési tartománya csak a 0 és a pozitív számok alkotta sokaság, ha $t. i$ a valós számokon túl nem bővítjük komplex számokkal a számfogalmat. Más példa: az

$$y = \frac{1}{x-2} + \sqrt{x-1}$$

¹ BOLYAI FARKAS: Tentamen, (2-ik kiadás) I. p. 447—449, 666.

függvény nincs értelmezve (valós számokra szorítkozva) $\sqrt{x-1}$ miatt 1-nél kisebb számoknál és nincs értelmezve $1/(x-2)$ miatt az $x=2$ értéknél. Értelmezési tartománya tehát az 1-nél nem kisebb, de 2-től különböző számok sokasága.

Végül megemlítjük a *többszörös* és szimbolikusan

$$y = f(x, z), z = p(x, y, t), \text{ stb.}$$

által jelölhető függvényeket is az *egyváltozósakkal* szemben, hol az egy és több a független változókra vonatkozik. A modern függvénytan némely, erősen specializált *végtelen sok változós* függvénynél is ért el eredményeket. Ezekkel megindult, bár igen szerény keretek között, a mindenség elől említett szolidaritása miatt legfontosabb, a mindenséget legteljesebben jellemző függvények vizsgálata is. Ugyanis a „bármely dolog bármely más dologgal összefügg“ elvben dolog helyett speciálisan megmérhető mennyiség is tehető, a mennyiségek is dolgok lévén. Ennek az így specializált elvnek pedig végezzámú független változót tartalmazó függvény nem felelhet meg, *föltéve*, hogy a mindenséget kvantitatíve végtelen sok megmérhető mennyiség jellemzi. Csak fölvetjük ezt a nem idetartozó metafizikai problémát, miután már GAUSS fontosnak tartotta a mennyiségek rendszeres áttekintését. Megemlítjük azonban még, hogy mivel minden változás időben történik, azért lehetséges, hogy a fejlődés magasabb fokán minden többszörös függvény egyváltozósá, az idő függvényévé egyszerűsül. A KANT-BOLYAI-féle fölfogásnak, hogy az aritmetika „az idő formájára vont mennyiségek“ tudománya,¹ végsőkéig való beteljesedése volna ez.

*

Ezek után bevezetjük a már említett DIRICHLET-féle (1837) függvényfogalmat:

¹ BOLYAI FARKAS: Az arithmetica eleje (1830) p. 7—8, valamint id. mű p. 27—28.

y az x függvénye, ha bizonyos x értékek mindenikéhez valami módon hozzátartozik egy vagy több y érték.

Ezt az elvont értelmezést a következő megjegyzésekkel világítjuk meg.

a) A „bizonyos x értékek“ alkotják a függvény értelmezési tartományát, itt is alkalmazva ezt a már előbb használt kifejezést. Allhat egy vagy több, akár végtelen sok számból, hol szám alatt a matematika legáltalánosabb számai (nemcsak valóság) érthetők. Elég általános fölfogásig emelkedünk, ha a következőkben csak valós számokra gondolunk. Ekkor az értelmezési tartomány geometriai képe a számegyenesen (abszcissa-tengelyen) pontokból és egyenesdarabokból, esetleg az egész egyenesből áll.

b) Az értelmezés semmikép sem korlátozza azt, hogy miféle módon tartoznak az y értékek az x értékekhez. A „valami módon hozzátartozik“ magában foglal bármely szabályt, akár miféle törvényt, tetszőleges megállapodást, akár micsoda önkényes fikciót, ha nincs benne logikai ellentmondás és legalább egyetlenegy x értékhez legalább egy y értéket rendel. Eszerint — visszatérve elől említett példánkra — a hajó térfogata és kapitányának életkora függvénye egymásnak. A hozzátartozást a hajóval rendelkező hatóság társaság állapítja meg.

c) Természetesen az x és y helyett bármely más két különböző betű szimbolizálhatja a változókat, melyeket itt is független és függő változóknak nevezünk.

d) A változás nem tartozik a függvény lényegéhez. Az értelmezés szerint y függvénye x -nek akkor is, ha egyetlenegy x -hez tartozik egyetlenegy y érték, mikor tehát változásról nem lehet szó, vagy pl. akkor is, ha minden x -hez ugyanazon y , pl. $y = 1$ tartozik. Gondolható az is, hogy csak némely x értéknél történik változás az y értékében. Pl. legyen: $y = -1$ ha x negatív, $y = 0$ ha $x = 0$, és $y = 1$ ha x pozitív. E függvény értékkészlete mindössze három számból ($-1, 0, 1$) áll, bár értelmezési tartományát az összes valós számok alkotják. Függvényünk

értéke csak akkor változik meg, ha x előjele megváltozik vagy zérustól különböző értékből zérussá válik vagy megfordítva. A tisztviselő fizetésének nagysága függvénye a szolgálati idő tartamának, de éveken át nem változik.

e) A b) alatt megvilágított „valami módon hozzátartozik“ egy és ugyanazon függvénynél is többféle determinációból tevődhetik össze. Példa erre a d) alatti utolsó előtti függvény. Más példa: legyen $y = x$ ha $0 \leq x \leq \frac{1}{2}$, és legyen $y = 1 - x$ ha $\frac{1}{2} \leq x \leq 1$. (E függvény grafikonja két egyenesdarabból áll.)

f) Az értelmezési tartomány x értékeihez tartozhatik kivétel nélkül csak egy-egy y érték (*egyértékű* függvény), de tartozik — esetleg csak némelyik x -hez — egynél több y érték is (*többértékű* függvény). Többértékű függvény pl. $y = \sqrt{x}$, jóllehet az $x = 0$ értékhez csak egy y érték, a 0 tartozik. Többértékű (kétértékű) függvény a következő is: x jelentse bármelyik február napjainak, y a reakövetkező évbéli február napjainak a számát. Ha szimbolikusan $y = f(x)$ jelöli ezt a függést, akkor $f(28) = 28$ vagy 29 , ellenben $f(29) = 28$.

g) A grafikonok mai széleskörű elterjedtségére való tekintettel hangsúlyozzuk, hogy a DIRICHLET-féle függvényfogalom a *megrajzolhatósággal* nem törődik. Grafikonról nem lehet szó pl. a következő függvénynél: $y = 1$ ha x racionális, $y = 0$ ha x irracionális szám. Mivel a számegyenes (abszcissza-tengely) tetszőleges helyén levő tetszőleges kis darabján végtelen sok racionális és végtelen sok irracionális szám van, azért valóban még tűrhetően durva kép sem rajzolható erről a híres DIRICHLET-féle példáról.

h) Az EULER-féle függvényfogalommal szemben hangsúlyozzuk, hogy a DIRICHLET-féle értelemben gondolt függvény egyáltalán nincs kötve semmiféle képlethez, aritmetikai előállításhoz. Bár igen bonyolult értelmezésű függvények fejezhetők ki aritmetikai formalizmusunkkal

(mint pl. a g) alatti, eleinte elő nem állíthatónak hitt DIRICHLET-féle példa), de nincs alaposabb okunk sem hinni, sem tagadni, hogy ugyanez bármely DIRICHLET-féle értelemben definiált függvénynél is lehetséges. Pl. az analitikus számelmélet minden erőfeszítése dacára sem tudjuk aritmetikailag előállítani azt a függvényt, amely bármely törzsszám értéknél a legközelebbi nagyobb törzsszámot szolgáltatja. Ha a függvény csak abban áll, hogy véges számú x mindenikéhez egy-egy y tartozik, akkor mindig előállítható képlettel.

i) Észrevételeink után belátjuk, hogy a függvény-fogalom még tovább általánosítható akként, hogy értelmezésünkben „bizonyos x értékek“ és „ y érték“ helyett az „az x értékek bizonyos sokaságai“ illetve „sokasága az y értékeknek“ kifejezéseket iktatjuk be. Így jutunk a *többváltozós és többértékű függvények*hez.

*

Ezek szerint a függvény lényege: *számsokaságok hozzátartozása számsokaságokhoz*. (Számsokaság alatt egyetlen egy számot is értünk, mint már előbb, mikor formálisan a matematikai állandót a változó speciális eseteként fogtuk föl.) Tehát a sokaság és a hozzárendelés fogalmából — e két, egész matematikánkat jellemző centrumból — sarjad ki a függvény fogalma. Logikailag nézve egyik az *osztály*, másik az *összefüggés* fogalmának — e két, logikailag nem értelmezhető alapfogalomnak¹ — felel meg. Azonban míg a számsokaság, elemei folytán, *speciális* osztály, addig a függvényt értelmező hozzátartozás lehet *bármely*, logikai, azaz egész általános értelemben vett összefüggés. Pl. az oly összefüggések is, mint különbözőség, hasonlóság, ellentét, testvéri viszony, szolgálhatnak függvény értelmezésére.²

¹ V. ö. PAULER ÁKOS: Bevezetés a filozófiába (1921), p. 54, 265.

² Pl. x jelentse tetszőleges, 1928 dec. 1-én déli 12 órakor élő bármely ember betöltött éveinek a számát, $f(x)$ jelentse az

A függvényeket értelmező *hozzátartozásokat* a matematikai tudományokban használható módon így csoportosítjuk:

kauzális,
empiriko-tabelláris,
geometriai,
verbális,
matematiko-tabelláris,
aritmetikai.

Egyszerű példákkal megvilágítjuk e csoportosításunkat.¹

Kauzális a hozzátartozás pl. ha $f(x)$ valamely test térfogata x C° -nál.

Empiriko-tabelláris hozzátartozás van pl. bármely, közvetlen megszámitással nyert statisztikai táblázatban. Pl. $f(x)$ az x év múlva még élők száma ma született 1000 ember közül.

Geometriai a hozzátartozás pl. ha $f(x)$ az x oldal-hosszúságú egyenlőoldalú síkháromszög területe. Ha koordinátarendszerben akár e függvény alapján, taláломra, akár más módon, pl. regisztráló műszer (barograf, termograf, stb.) segítségével, grafikont rajzolunk; akkor szintén geometriai hozzátartozás az, melynél fogva a grafikon minden egyes pontjának abszcisszájához ugyanazon pont ordinátája tartozik. Az így értelmezett függvény természetesen csak akkor egyértékű, ha eltekintünk a grafikon szélességétől.

Verbális hozzátartozásra példa a máremlített DIRICHLET-

x éves ember ugyanakkor élő legifjabb testvére betöltött évei számát. Ez a némely x -nél nem értelmezett függvény általában többértékű, mivel közös életkorú emberek legifjabb testvérei különböző életkorúak lehetnek. Kellő megállapodással, ha tetszik, függvényünk egyértékűvé tehető.

¹ Hangsúlyozzuk, hogy csoportosításunk inkább gyakorlati. Lényegbevágó osztályozás az ú. n. relációelmélet föladata. V. ö. PAULER, id. mű p. 261 és köv., különösen p. 262, 264, 265.

féle függvény: legyen $f(x) = 1$ vagy 0 , aszerint, hogy x racionális vagy irracionális. Az önkényesen, imperatívén készült táblázatok — pl. tudatosan meghamisított statisztikai táblázatok — is idesorolhatók. Idetartozik a *h)* alatti számelméleti példa is.

Matematiko-tabelláris hozzátartozás van pl. a logaritmus táblában x és $\log x$ között. Ez nem empirikus, se nem önkényes.

Aritmetikai a hozzátartozás x és $f(x)$ között, ha $f(x)$ EULER-féle értelemben vett függvény, pl. $y = 2x^2 - 5x + 1$. Az aritmetikai hozzátartozás az értelmezési tartomány különböző részeiben más és más lehet, mint az *e)* alatti utolsó példánál.

Magukat a függvényeket a hozzátartozások e csoportosítása bár szintén csoportosítja, mint kauzális, empirikotabelláris, stb. függvényeket, de egymástól végleg nem izolálja, hanem csak mintegy *in statu nascendi*. Ugyanis pl. egy kauzális függvény mérő megfigyelések révén empirikotabelláris lesz, valamely verbális függvény esetleg aritmetikailag is előállítható. Nem is ismerjük a DIRICHLET-féle értelemben gondolt függvények logikailag kielégítő és a használhatóságra való tekintettel kellő számú fölosztási tagból álló természetes osztályozását. Ilyennek hiányában meg kell elégednünk az *egy- és többértékű* függvényekre való fölosztással, hol az utóbbiak végesen többértékűekre és végtelen sok értékűek lehetnek, s még tovább is folytatható ez a nem eléggé lényegbevágó osztályozás.

*

A már *h)* alatt említett nyílt kérdésnek, hogy előállítható-e bármely függvény aritmetikailag, megfordításai, hogy fölfogható-e bármely EULER-féle értelemben vett függvény, mint kauzális, vagy mint geometriai hozzátartozással értelmezett függvény is? (Csoportosításunk másféle hozzátartozásai a mostani kérdés nézőpontjából nem érdekesek.) A geometriai hozzátartozásra vonatkozó

kérdés úgy is fogalmazható, hogy pl. derékszögű (x, y) koordináta-rendszerben *megrajzolható*-e tetszőleges $y = f(x)$ függvény? Ez voltaképp gyakorlati kérdés és a felelet attól függ, hogy a minden rajzoláshoz szükségképp jelentkező pontatlanságra vonatkozóan mit követelünk. Ha azt követeljük, hogy az $y = f(x)$ függvényt *tetszés szerint* előírható mértékben közelítse meg grafikonja, akkor kérdésünkre tagadó a felelet, mint ezt már $g)$ alatt említettük. De az ottani példa nem folytonos függvény. Ámde hozzátehetjük, hogy még mindenütt folytonos¹ függvény sem approximálható *tetszőleges* pontosságú grafikonnal, ha el is tekintünk — mint geometriai szerkesztéseknél szokás — a rajzolás technikájának tökéletlenségeitől, pl. hogy a rajzolt pontnak kiterjedése, a rajzolt vonalnak szélessége van. Tudunk ugyanis olyan mindenütt folytonos, EULER-féle értelemben vett függvényeket értelmezni, melyek „grafikonjainak“ az x tengely tetszésszerű kis intervalluma fölött végtelen sokszor kellene irányt változtatni. Ilyen függvények *tetszőleges* pontos grafikonja valóban nem lehetséges, mivel bármely tényleg megrajzolt görbe véges intervallum fölött csak véges számszor tud irányt változtatni és az irányváltoztatások száma nem fokozható végnélkül.

A másik fordított kérdésre, hogy fölfogható-e bármely EULER-féle értelemben vett függvény, mint kauzalitás, nem tudunk felelni, mivel nem tudjuk áttekinteni az ok és okozat összes kvantitatív lehetőségeit. Nem intézhető el kérdésünk tagadólag nem-folytonos függvényekre való hivatkozással, mivel a mai természettudományban nem-folytonos jelenségek is szerepelnek.

¹ Az $f(x)$ folytonos az értelmezési tartományához tartozó $x = a$ értéknél, ha $\lim f(x_n) = f(\lim x_n)$ bármely (!) oly $x_1, x_2, \dots, x_n, \dots$ végtelen sorozatnál, melynek tagjai az értelmezési tartományhoz tartoznak és amelynél $\lim x_n = a$. Vagyis, ha az $f(x_1), f(x_2), \dots, f(x_n), \dots$ végtelen sorozat határértéke $f(a)$. A limesz jelentése (v. ö. szerző „A határértékről“ c. említett értekezését) folytán folytonosság esetén $f(x)$ tetszőleges keveset különbözik $f(a)$ -tól, ha x elég közel van a -hoz.

Viszont előfordul az, hogy valamely aritmetikai kifejezéssel megadott függvény igen különböző kauzális hozzátartozásoknak felel meg. A leggrandiózusabb példa erre a fényjelenségeknek aritmetikai formalizmus által az elektromágneses jelenségek közé való besorozása (MAXWEL, 1873). De ennél sokkal egyszerűbb és elemibb példák is vannak. Pl. formailag megegyező a NEWTON tömegvonzási és COULOMB elektromosvonzási-taszítási törvénye. Vagy pl. x következő függvényében

$$y = Ce^{-cx}$$

az y jelentése barométer állás, gázoszlop hosszúsága vagy temperatura csökkenés, aszerint, hogy x jelentése sorban tengerszínfölötti magasság, nyomás állandó hőmérsékletnél vagy lehülési idő. (A C és c empirikus állandók, az $e = 2.7182 \dots$ az ú. n. természetes logaritmusok alapszáma.) Idetartozó példa az is, hogy $y = cx^n$ alakú függvény (hol c állandó) felel meg az egyenletes sebességnek, a szabad esésnek, az egyik végén megerősített rúd meghajlásának, a gázok BOYLE-féle törvényének s a NEWTON-féle tömegvonzási törvénynek, ha sorban $n = 1, 2, 3, -1, -2$.

Azonban korai volna elbizakodni aritmetikai formalizmusunk e kétségtelenül meglepő nagy átfogó ereje miatt. Mert pl. egy parafahenger vízben való úszása fizikai nézőpontból ugyanaz a jelenség akár függőleges, akár vízszintes a henger tengelye, azonban a süllyedés mélységének matematikai tárgyalása az első esetben *algebrai*, a másodikban *transzcendens*¹ függvény segítségével történik. Míg az

¹ Azaz nem-algebrai. Az y az x algebrai függvénye, ha x -től ily alakú algebrai egyenlet által függ:

$$A(x)y^n + B(x)y^{n-1} + \dots + R(x)y + S(x) = 0,$$

hol n tetszőleges pozitív egész szám, az $A(x), B(x), \dots, R(x), S(x)$ függvények az x polinomjai (egész racionális függvényei), vagyis ily alakúak $a + bx + cx^2 + \dots + px^{v-1} + qx^v$, ahol v tetszőleges pozitív egész szám, az a, b, c, \dots, p, q pedig állandók.

algebrainak a transzcendenstől való megkülönböztetése egész aritmetikánkon (beleértve az analízist is) végighúzódik és mindenütt (számok, egyenletek, függvények elméletében) rendkívüli mértékben különböző problémákat és nehézségeket választ el egymástól, addig a természetben e megkülönböztetésnek nyomát sem látjuk. És sok más példa szerint is a természetben nagy matematikai ellentétek tűnnek el, viszont sok természetbeli különbözőségnek közös a matematikai formája.

*

A függvény fogalmának DIRICHLET-féle általánosítása — eddigi ismereteink szerint — annyi, sem aritmetikai formalizmussal, sem a valóságban nem realizált lehetőséget tartalmaz, hogy könnyen fölösleges annak szemében, aki a matematikát csak mint *módszert* becsüli, kinél tehát a matematikus legmagasabb teljesítménye valaminek a kiszámítása, kire nézve nincs jelentősége az EULER-féle függvényfogalom általánosításának.

De a matematika XIX. századbeli fejlődése teljesen indokolta a DIRICHLET-féle általánosítást úgy az elméleti, mint a gyakorlati matematikában. Az aritmetikai előállításból való kiindulás legjobb esetben az így értelmezett függvény bizonyos számú tulajdonságát deríti ki, ritkán döntve abban, hogy *egyéniek-e* ezek, jellemzik-e egyértelműleg a függvényt? Mivel egy és ugyanazon függvénynek igen különböző aritmetikai értelmezése lehetséges, azért a véletlentől is függ, hogy mely tulajdonságait tudjuk megállapítani. Ha ellenben csak egy $y = f(x)$ szimbolumot korlátozunk bizonyos föltevésekkel — mint pl. függvényegyenletek² teljesülése, korlátosság, folytonosság, integrálhatóság, differenciálhatóság —, akkor sokkal messzebb és mélyebbre juthatunk. Először is kiadódhatik, hogy ama

² Pl. hogy legyen $f(a) \cdot f(b) = f(a + b)$ az értelmezési tartományhoz tartozó bármely a, b és $a + b$ esetén. Függvényegyenletek a differenciál és integrálegyenletek is.

föltevések ellentmondók, nincs valamennyinek elegettevő függvény. Ekkor kellően módosítva a föltevések rendszerét, lehetséges, hogy végesszámú vagy végtelen sok függvényből álló osztály elégíti azt ki. Ez mint összefoglaló ismeret értékes. Lehetséges végül az is, hogy a föltevések rendszerének csak egy függvény felel meg. Ennek tehát a föltételek jellemzően *egyéni* tulajdonságai, függetlenül minden aritmetikai előállítástól. Végül akár függvényosztályhoz, akár függvényegyedhez jutottunk, általában annyi jellemző tulajdonságot ismertünk föl, hogy ezek folytán mintegy melléktermék gyanánt adódnak ki az aritmetikai előállítások. A függvénytani vizsgálatok e sorrendje természettudományi nézőpontból is sokkal mélyebb belátáshoz segít, mint az, melynél egy bizonyos — sokszor a véletlen által kijelölt — aritmetikai előállítás alkotja a kiindulást. E fordított sorrend eredményei ugyanis matematikailag kimerítőbbek, tehát természettudományi alkalmazásuk átfogóbb. Azt látjuk, hogy a függvényfogalom minden melléktekintet nélkül való általánosítása szintén bizonyítja, hogy a matematikát mint módszert is voltaképp az érdeknélküli, szabad, autonóm matematika viszi előbbre.

CSILLAGÁSZATI MŰSZÓTÁR.

Összeállította: MORAVETZ KÁROLY.

A

Aberratio (évi), a fénysugár látszó eltolódása a Föld napkörüli mozgása következtében.

Aberratiós ellipszis, az állócsillagok által egy év alatt leírt látszó pálya, mely a földkeringésnek tükörképe.

Aberratiós idő, azon idő, mely alatt a fény valamely bolygóról a Földre jut.

Achromatikus l. színtelenítő lencse.

Aequator l. egyenlítő.

- Aequatoreál*, az egyenlítő rendszere szerint felállított táveső.
Aequinoctium l. tavasz és őszpont.
Akasz, échappement l. ingaakasz.
Aktinikus erély, aktinikus hatás, a. m. chemiai erély v. hatás, tehát különösen a fénynek a fotografiai lemezre való hatása.
Aktinikus spektrum l. chemiai spektrum.
Aktinometer l. pyrhelimeter.
Alap (basis), a háromszögelés (l. ezt) kiinduló háromszögének a lehető legnagyobb pontossággal tényleg lemért oldala.
Alappjegyzék l. fundamentális katalógus.
Albedo, a bolygó felszínéről visszaverődő napfény mennyiségének viszonya a ráeső napfényéhez.
Allás, a bolygónak viszonyos helyzete a Naphoz.
Allás, a helyes idő és az óra adta idő különbsége.
Allatöv, zodiakus, az ekliptika mentén húzódó keskeny öv, melyen belül a bolygók, a Nap és a Hold mozognak.
Allatövi (zodiakális) fény, gyenge, az ekliptika mentén terjedő fényjelenség.
Allatövi jegyek, az ekliptika tizenkettő részzei.
Alló tengelyű gömb l. sphaera parallela.
Almagest (*Ἡμεγαλη συνταξις*), Ptolemaeus híres csillagászati műve.
Almanach, a. m. csillagászati naptár.
Almukantarát, a horizonttal párvonalas kisebb kör.
Alsó bolygók, a földpályán belül fekvő bolygók.
Alsó együttállás, az alsó bolygók elhelyezkedése a Föld és Nap közé.
Altazimut, csillagászati műszer az égitestek magasságának és azimutjának lemérésére.
Andromedidák, a hasonló nevű csillagképből november 26-án kisugárzó Biela-féle hullócsillagok.
Angström-egység, a fény hullámhosszának mérésére szolgáló egység, mely a mm-nek tízmilliomod részével egyenlő.

Antiapex, a célponttal szembenfekvő pont; l. célpont.

Apadás (ebb), a dagálytól az apályig terjedő idő.

Apastron l. csillagtávól.

Apex l. célpont.

Aphelium l. naptávól.

Apogeum, a. m. a Hold földtávola.

Apró bolygók, a Mars és Jupiter között keringő égitestek.

Apsis-vonal, a. m. ellipszis nagy tengelye, vagy ennek az égitestig való folytatása.

Áradás (*flood*), az apálytól a dagályig terjedő idő.

Armillaris sphaera l. astrolabium.

Árnyék, mag, umbra, a napfolt belső legsötétebb része.

Árnyék (fogyatkozásoknál), a Föld és Hold mögötti tér, melybe napfény nem hatol.

Aspectus l. állás.

Astrognósis l. égleírás.

Astrolabium, az ég főbb köreit érzékítő műszer, mely kezdetleges mérésre is használható.

Aszteroidák l. apró bolygók.

Átmenet, valamely égitest áthaladása az ég egy legnagyobb körén, délkörön, vagy fonalkereszten.

Átmeneti cső vagy műszer, csillagászati táveső, mely csupán a délkör síkjában forgatható és a csillagok delelésének meghatározására szolgál; l. délkör.

Átnéző, dioptra, két finom nyílás, általában két állandó pont, a látás irányának rögzítésére.

Átvonulás (*transit*), az alsó bolygók elhaladása a napkorong előtt; holdak elhaladása a bolygókorong előtt.

Azimut, valamely csillag horizonmenti távolsága a délponttól.

Azimutális kör l. almukantarát.

B

Barázdált, kannelált színekép, egyoldalúlag elmosódott sávolyokból álló színekép.

Basis l. alap.

Bell (harangjel), a hajón divó napbeosztás szerint a félóra.
Belső bolygók, vagy földjellegű bolygók a Jupiter pályáján
 innen eső bolygók.

Bessemer-converter, Bessemer-körte, az acélgyártáshoz szükséges olvasztott vasat tartalmazó megfordítható edény.

Bielidák l. Andromedidák.

Billegő, a chronométer ingája.

Binarius csillag l. ikercsillag, kettőscsillag.

Bolométer, rendkívül gyenge sugárzó hő mérésére szolgáló készülék.

Bolygó, planeta, a Nap körül keringő égitestek.

Bolygóközi anyag, a naprendszer terét kitöltő finom eloszlású kozmikus poranyag.

Bolygórendszer l. naprendszer.

Bore l. torlódó ár.

Box chronométer l. chronométer.

Brachyteleskop, a tükkörtávesőnek egyik neme.

C

Célpont, iránypont, apex, az ég azon pontja, mely felé a Föld napkörüli útjában, vagy a Nap térbeli mozgásában pillanatnyilag tart.

Centrális fogyatkozás l. középponti fogyatkozás.

Centrális Nap l. központi Nap.

Centrifugális erő l. középpontfutó erő.

Chemiai hatás l. aktinikus erély.

Chemiai v. fotografiai spektrum, a. m. a színeknek ibolyántúli része.

Chronograf, időjelek rögzítésére szolgáló készülék.

Chronologia, történelmi időadatok szabatos megállapításának tana.

Chronométer, hordozható pontosan járó óra.

Chromoszféra, a Napot környező vékony izzó gázréteg.

Circumpoláris csillagok l. folytonosan látható csillagok.

Clepsydra, a. m. vízi óra.

Collimatio vona!, a tárgylencse és fonalkereszt középpontját összekötő egyenes.

Coma l. üstök.

Compensatio l. kiegyenlítés.

Configuratio l. csillagkép. Annyi is, mint alakzat, alakulás.

Conjunctio l. együttállás.

Constellatio l. csillagkép.

Coronium, föltételezett chemiai elem, a napkorona főbb alkotója.

Crown-üveg (korona-üveg), az összetett tárgylencse domború részének anyaga.

Csatornák, egyenes keskeny vonalak a Mars felszínén.

Csigakúp, a chronométert hajtó rúgónak felhúzás után való feszültség-változását szabályozó alkotórész.

Csillagászati évkönyvek, nagyszabású naptárak, melyek jó előre a Nap, Hold és bolygók helyzetét, keltét, nyugtát, a főbb állócsillagok helyzetét közlik az év minden napjára.

Csillagászati háromszög, az ég pólusán, a megfigyelő hely zenitjén és valamely égitesten át fektetett körök által alkotott gömbi háromszög.

Csillagászati nap, a csillagászok az 1924. évig bezárólag a napot a polgári naptól eltérően nem éjféllal, hanem déllel kezdték és a nap óráit 0-tól 24-ig számozták; 1925-től kezdve szintén éjféltől-éjfélig számítják a napot.

Csillagdrift l. csillagvonulás.

Csillagév (siderikus év), azon idő, mely alatt a Föld a Napot teljesen körüljárja.

Csillagfödés l. födés.

Csillaghalmoz, számos, sűrűn álló csillag rendszere.

Csillagkereső, egyszerű, a csillagképek megismerését könnyítő aequatoreal.

Csillaghullás, a. m. hullócsillag felvillanása.

Csillagidő, az ég forgása által közvetlenül lemért idő, közelebből a tavaszpont távolsága az észlelési hely délkörétől.

Csillagjegyzék, katalógus, az állócsillagok egyenes emelkedését és elhajlását tartalmazó táblázatok.

Csillagkatalógus l. csillagjegyzék.

Csillagkép, constellatio, configuratio, több állócsillagnak önkényes csoportba foglalása.

Csillagközel, periastron, kettőscsillag pályájának azon pontja, melyben a két csillag távolsága legkisebb.

Csillaglámpa, egyszerű segédeszköz a csillagos ég tanulmányozására.

Csillagnap, stelláris vagy siderikus nap, a Föld tengelyforgásának tartama.

Csillagnyom, trace, mozgó csillag képe fotografiai lemezen.

Csillagóra, perc, másodperc; a csillagnap 24-ed, 1440-ed és 86.400-ad része.

Csillagpár l. ikercsillag.

Csillagrend l. rend.

Csillagrendszer, a látható csillagos ég összessége.

Csillagtávol, apastron, kettőscsillag pályájának azon pontja, melyben a két csillag távolsága legnagyobb.

Csillagtávol (egységnyi), parsec, olyan csillag távolsága, melynek parallaxisa $1''$; 1 parsec = 3.26 fényév.

Csillagvonulás, csillagdrift, az égen egyenlő irányok felé mozgó csillagok összessége.

Csomók, a Hold és bolygópályák metszési pontja az ekliptikával.

Csomóvonal, a bolygópálya metszési vonala az ekliptikával.

Csóva, a. m. üstökös farka.

Culminatio l. delelés.

D

Dátumválasztó, a Föld azon délköre, melyen a hajós keltezését megváltoztatja.

Declinatio l. elhajlás.

Declinatio-tengely, az aequatoreal egyik forgási tengelye.

Declinatio-kör, aequatoreal egyik beállító és leolvasó köre.

Declinatio-kör l. délkör.

Deferens-kör, oly kör, melynek kerületét más kisebb kör középpontja egyenletesen futja be.

Delelés, culminatio, az égitestek délkörátmenete.

Déli csillagidő, a pontosan járó csillagóra középdéli adata.

Délkör, (általánosabb értelemben), meridián, órákör, vagy declinatio-kör minden, a világtengelyen átmenő legnagyobb kör.

Délkör, (szűkebb értelemben) meridián, a zenitet és az ég sarkát magában foglaló legnagyobb kör.

Délkör, meridiánkör, műszer a csillagoknak delelésükkör való megfigyelésére.

Délvonal, meridián, a délkör metszése a vízszintes síkkal.

Diafragma, fényfogó-kör, nyílással ellátott korong, mellyel valamely lencse nyílása kisebbíthető.

Diffractions kép l. fényelhajlási kép.

Diffractions rács l. fényrács.

Diffractions színekép l. normális színekép.

Dioptra l. átnéző.

Dioptrikus távcső l. refraktor.

Direct mozgás l. előretartó mozgás.

Directrix l. vezérvonal.

Dispergálás, dispersio l. színszórás.

Dogwatch l. félőrség.

Doppler elve, meghatározza a módosulást, melyet felénk mozgó fényforrás fénye szenved.

Dült tengelyű gömb l. sphaera obliqua.

E

Échappement, akasz l. ingaakasz.

Égbolt, a nappal látható, lapos égkupola.

Éggömb, a csillagos ég, melynek középpontjában látszólag a megfigyelő áll.

- Égleírás*, astrognózis, a csillagos égnek, különösen a csillagképeknek egyszerű leírása.
- Egyenes emelkedés*, reeta ascensio, az égitest egyenlítőmenti távolsága a tavaszi napéjegyenlőségi ponttól.
- Egyenlítő*, aequator, az égnek a világtengelyre merőlegesen álló legnagyobb köre.
- Egységes idő*, zónaidő, a helyi időnek megfelelő egész órák megtartásával greenwichi idő.
- Együttállás*, conjunctio, két égitestnek ugyanazon órákörben, vagy hosszúsági körben tartózkodása; az együttállás eszerint egyenlítői vagy ekliptikai.
- Éjféle Nap*, nyáron az északi sarkkörtől északra a Nap alsó delelése is látható.
- Ékfotométer*, ékalakúan csiszolt sötét üveg az égitestek fényességének meghatározására.
- Ekliptika*, Nap- vagy Föld-pálya, azon sík illetőleg legnagyobb kör, melyben a Föld a Nap körül tényleg, vagy a Nap a Föld körül látszólag kering.
- Ekliptika ferdesége*, a Nap-pálya és egyenlítő hajlásszöge.
- Ekliptikai meridián* l. hosszúsági kör.
- Ekliptikai parallelkör* l. szélességi kör.
- Ekliptikai sarktvolság*, valamely égitest gömbi távolsága az ekliptika északi sarkától.
- Elektromos hőoszlop*, gyenge sugárzó hő mérésére szolgáló készülék.
- Elemek*, a bolygópályát teljesen meghatározó hat adat.
- Élesség* l. képélesség.
- Elgörbülés*, a nagy tükrök alakváltozása súlyuk következtében.
- Elhajlás*, declinatio, az égitest gömbi távolsága az egyenlítőtől.
- Elhajlási színekép* l. normális színekép.
- Ellipszis*, zárt kúpmetszet, a bolygók, kettőscsillagok és visszatérő üstökösök pályája.
- Ellipszoid*, oly test, melynek bármely irányú sík metszete ellipszis.

Elnyelés, az átlátszó anyagok visszatartanak valamit a rajtuk áthaladó fényből.

Elongatio l. kitérés.

Előretartó (direct) mozgás, a bolygó kelet felé irányuló futása.

Első tető- vagy vertikális kör, a zeniten és a kelet-nyugat ponton átmenő legnagyobb kör.

Energia, a. m. erély, l. ezt.

Ephemeris-gyűjtemények l. csillagászati évkönyvek.

Epicyclois, közelítésben, a bolygók földkörüli látszó pályája.

Epicyklus, kör, melynek középpontja más kör kerületén egyenletesen kering.

Epocha, az az időpont, melyben valamely bolygó helyzete ismeretes, vagy amelyre a csillagjegyzék érvényes.

Equatorial coudé l. könyöktáveső.

Erély, energia, a. m. munkavégzés képessége.

Érintkezés, fogyatkozásnál vagy átvonulásnál azon pillanat, melyben a Hold, vagy alsó bolygó a Nap korongjába belép, vagy onnan kilép.

Erős tengerjárás l. szökő ár.

Évi parallaxis l. parallaxis.

Evolutio l. kialakulás.

Excentricitás l. külpontosság.

Exponálás, kinntartás, a fotografiai lemez kitétele a fény hatásának.

Extinkció, az égitestek fényének egy részét a levegő elnyeli.

Ezüst tükör, az újabb reflektorok elülső oldalának megüzüstözött üvegtükre.

F

Fáklyák, a fotoszféra fölé emelkedő fényes foltok.

Fátyolozott foltok, elmosódott napfoltok.

Fázis, a. m. fényalak, fényváltozás.

Fehérség l. albedo.

Fekete test, amely a ráeső sugarakat tekintet nélkül hőmérsékletükre és hullámhosszokra teljesen elnyeli; abszolút fekete test a természetben nincs.

Fekvő tengelyű gömb l. sphaera perpendiculararia.

Félmárnyék (fogyatkozásoknál), a Hold és Föld mögötti tér, melybe napfény csak részben hatolhat.

Félmárnyék, udvar, penumbra, a napfoltok kevésbé sötét szegélye.

Félnapi ív l. nappali ív.

Félórség, a hajón divó napbeosztás szerint a d. u. 4—6-ig és 6—8-ig terjedő időköz.

Felső bolygók, a földpályán túl fekvő bolygók.

Felső együttállás, az alsó bolygók azon elhelyezkedése, midőn a Földről nézve a Nap túlsó oldalán állanak.

Felszálló csomó, a Hold vagy bolygópálya felszálló ágának metszése az ekliptikával.

Fényalak, a Hold s a bolygók megvilágított részének alakja.

Fényegyenlet, azon idő, mely alatt a fény a Nap és Föld között való távolságot befutja, l. aberrációs idő.

Fényelhajlási (diffractiós) kép, a csillag távcsövi képe nem élesen beállított nagyítón nézve.

Fényelnyelés l. elnyelés.

Fényesség, az égitesteknek szemünkre való fényhatása, l. rend.

Fényév, azon távolság, melyet a fény egy év alatt befut.

Fényfokozat, két csillag fényesség-különbségének kifejezésére szolgáló egység, melynek nagyságrendben kifejezett értéke a különböző megfigyelőknél általában más és más.

Fényfokozatbecslő módszer, a változó csillagok fényváltásainak meghatározására szolgáló egyik módszer.

Fénygörbe, a változó csillagok nagyságrendjét az idővel való összefüggésében ábrázoló rajz.

Fénygyűjtő erő, a távcső objectívje által felfogott sugárnyaláb keresztmetszete.

- Fényhatár*, terminator, a Hold és a bolygók korongján a nap-éj választó vonala.
- Fényrács*, igen sűrű szabályos karcolatú felszín, mely a fényt elhajlítás útján színekre bontja.
- Fényváltozás* l. holdváltozás.
- Finom mozgató*, a távcső végleges beirányítására szolgáló, lassan működő csavarok.
- Flint-üveg*, az összetett tárgylencse homorú részének anyaga.
- Focus* l. gyújtópont.
- Focus síkja* l. gyújtósík.
- Fogyatkozási év*, a Nap látszó keringése a holdcsomóhoz viszonyítva.
- Fogyatkozási határ*, azon időköz újhold és telthold körül, melyen belül fogyatkozás lehetséges.
- Fogyatkozási szakok*, az év azon része, melyre a fogyatkozási határ esik.
- Foltok*, sötét helyek a fotoszférában, vagy a bolygók felszínén.
- Folytonos színekép*, fényes vagy sötét vonalakat nem tartalmazó színszalag.
- Folytonosan látható csillagok*, az északi sark körül a földrajzi szélességgel, mint sugárral leírt körön belül levő égitestek. A déli sark körül hasonlóan elhelyezett csillagok folytonosan láthatatlanok.
- Fonálháromszög*, madzagból álló készülék a csillagok delelésének megfigyelésére.
- Fonálkereszt* l. pókhálószál.
- Foszforeszcencia*, a Venus éjjeli félgömbjének gyenge fényjelensége.
- Fotochronograf*, csillagátmenetek automatás jelzésére szolgáló műszer.
- Fotografiai gyújtópont*, a fotografiai határos sugarak találkozó helye.
- Fotografiai megfigyelés*, észlelés fotografiai úton.
- Fotografiai spektrum* l. kémiai spektrum.

- Fotométer*, a. m. fénymérő, az égitestek fényének mérésére szolgáló műszer.
- Fotométer, fotoelektromos*, az égitestek fényerősségének mérésére szolgáló, rendkívül érzékeny készülék.
- Fotoszféra*, a Napnak fény sugárzó felszíni burkolata.
- Főcsillag*, az iker csillagok fényesebb alkotója.
- Födés*, occultatio, állócsillagnak vagy bolygónak eltakarása a Hold által (csillagf., bolygóf.); ritkábban: álló csillagnak elfödése bolygó által.
- Földjellegű bolygók* l. belső bolygó.
- Földfény* l. hamuszürke fény.
- Földi*, v. egyenesítő távcső egyenesen álló képeket ad.
- Földközeli* l. perigaeum.
- Földpálya* l. ekliptika.
- Földtávol* l. apogaeum.
- Földtengely* l. világtengely.
- Fraunhofer-féle vonalak*, a színeképet átszelő sötét vonalak, melyek a fényforrás, helyesebben az őt környező gáz anyagát jellemzik.
- Fundamentális katalógus*, a lehető legpontosabb helymeghatározásokat tartalmazó csillagjegyzék.
- Függő eltérése a föld sugártól*, azon szög, mellyel a függő a földgömb sugarától dél felé tér el.
- Függőleges kör*, vertikális kör, a zeniten átmenő legnagyobb kör, mely tehát a horizonra merőlegesen áll.
- Függő* (függőleges, függő ón, piom), zsinóron függő súly a függőleges vonal kijelölésére.

G

- Gázbezárkózás*, oclusio, a csillagászatban a meteoritek anyagának gáz elnyelése.
- Gázelmélet* l. kinetikai gázelmélet.
- Gegenschein* l. visszafénylés.
- Globus*, az ég vagy földgömb másolata.
- Geodézia*, a Földnek, mint világtestnek tudományos felmérése.

Gnomon, (a. m. mutató), legegyszerűbb csillagászati műszer, függőleges pálca, melynek árnyékát figyeljük.

Gödrök, a holdfelszín legapróbb krátermélyedései.

Gömbi csillagászat, az éggömb három koordináta-rendszerének kölesönös vonatkozásáról szóló tan.

Görbületi középpont, a tükör v. lencse gömbfelületének középpontja.

Gravitatio l. tömegvonzás.

Gyroskop, a. m. pörgettyűszerkezet.

Gyújtópont, a *kúpszeletekben*, mint égitestek pályájában azon pont, melyben a Nap, vagy a főttest van.

Gyújtópont (focus), optikai rendszer számára azon pont, melyben végtelen távoli tárgy sugarai egyesülnek.

Gyújtósík, a gyújtópontban az optikai tengelyre merőlegesen fektetett sík.

Gyűrűs fogyatkozás, mikor a Hold a napkorongnak csak a belső részét sötétíti el.

Gyűrűshegy, a Holdon óriási fallal szegélyezett köralakú fennsíkok.

H

Híborgás, *perturbatio*, a bolygók eltérése az egyszerű elliptikus mozgástól egy második bolygó vonzóhatása következtében.

Hajlás, a Hold vagy bolygópálya szöge az ekliptikával.

Hajó chronométer l. *chronométer*.

Hajójárat, *kurzus*, *útvonal*.

Hajójárat utasítások (*sailing directions*), a meteorológiai és oceánográfiai tényezők tekintetbevételével kijelölt leg-rövidebb hajójáratok.

Hajszábrúgó, a billegő lengéseit szabályozó *chronométer*rész.

Háromszögelés, *triangulatio*, geodéziai művelet hosszabb meridián- vagy *parallel-körív*nek darabonként való felmérésére.

Harvest moon l. *őszi holdtölte*.

- Hasáb*, prizma, ében csiszolt üvegtest a fehér fény szét-
szórására.
- Hasábszínkép*, a. m. hasáb által előállított színkép.
- Hatályosság*, az objectiv fénygyűjtő és képrészletező hatása.
- Hátrálás*, hátranyomulás, l. praecessio.
- Hátráló (retrograd) mozgás*, a bolygónak keletről nyugat
felé tartó látszó mozgása.
- Heliométer*, apró szögek igen pontos mérésére szolgáló
táveső.
- Helioszkóp*, fényt tompító készülék a Napnak megfigyelé-
sére természetes színében.
- Heliosztat*, órával mozgatott tükör a napfénynek állandó
irányba való terelésére.
- Hesperus*, a Venusnak, mint alkonycsillagnak a neve.
- Holdnegyed (quadratura)*, a Holdnak fényalakja, midőn 90° -ra
van jobbra vagy balra a Naptól.
- Hold*, satelles, trabans, a bolygók kísérője, mely a főtest
körül kering, mint emez a Nap körül.
- Holdváltozás*, lunatio, fényváltozás, a Hold összes fény-
alakjait felölelő időköz, a. m. fényváltozati, vagy
synodikus hónap.
- Horizon* (tulajdonképeni), a megfigyelő szemén áthaladó,
az édig folytatott vízszintes sík, mindig a szemhatár
fölött van, l. szemhatár. Ha a Föld középpontján
megy át az előbbivel párvonalosan, valódi horizon
a neve.
- Horologia*, a. m. óratan.
- Hosszúság (égi)*, valamely égitest ekliptikamenti gömbi
távolsága a tavaszponttól.
- Hosszúság (földrajzi)*, valamely hely egyenlítőmenti gömbi
távolsága bizonyos kezdő délkörtől.
- Hosszúság (galaktikus)*, valamely égitestnek tejútmenti
gömbi távolsága a tejútnak az egyenlítőn levő fel-
szálló csomójától számítva.
- Hosszúsági kör*, ekliptikai meridián, az ekliptikára merő-
legesen álló legnagyobb kör.

Hosszúsági libegés l. libegés.

Hőmérséklet, effectiv, a csillag azon hőmérséklete, melyet akkor kapunk, ha a csillagról feltételezzük, hogy fekete test.

Hőszlop l. elektromos hőszlop.

Hőspektrum, a. m. a színeknek a vörösön innen való része.

Hullámhossz, a hullám két egymás után következő ugyanolyan fázisának (pl. két egymás után következő maximumának) egymástól való távolsága.

Hullámhossz, effectiv, azon hullámhossz a csillag színeképében, mely egy bizonyos ideig tartó exponálásnál a legerősebb nyomot hagyja a lemezen.

Hullámhossz, minimális, azon legkisebb hullámhossz a csillag színeképében, mely fotografikus felvételnél még hatást képes előidézni a lemezen.

Hullócsillag, apró a levegőben teljesen eléggő tűzgömb.

Hullócsillagraj, a Nap körül keringő, együvé tartozó hullócsillagok összessége.

Hunter's moon l. őszi holdtölte.

Hurok, a bolygó földkörüli látszó pályájának azon része, melyet hátráló mozgása idejében ír le.

Húsvéti holdtölte, a húsvétvasárnapját meghatározó ciklikus számításal kapott holdtölte.

I

Idő l. csillagidő, középido, valódi idő, egységes idő.

Időegyenlítés, a közép és valódi idő különbsége.

Időjelző (timeball), a pontos idő látható jelzésére szolgáló készülék.

Időszakos üstökös, a. m. szabályos időközökben visszatérő üstökös.

Ikercsillag, két egymás mellett igen közel látszó csillag, mely vagy véletlenül egymás mellé vetül, vagy pedig fizikailag összetartozik.

Inga-akasz, échappement, az órainga mozgását fenntartó szerkezet.

Ingafelmérés, a Föld alakjának a meghatározása ingával.

Interplanetaris anyag l. bolygóközi anyag.

Irányozni, beirányozni, a távcsőnek oly beállítása, hogy az égitest képe a fonálkereszt középpontjára essék.

Iránypont l. célpont.

Isorachiák (cotidal lines), egyenidejű dagály görbéi, azon helyek összessége, melyekben egyidőben van dagály.

J

Járás, az óra állásváltozása egy középnap alatt.

Javító lencse, a közönséges távcsövet fotografiai felvételekre átalakító lencse.

K

Kamara, a fotografiai lemez tartója.

Kannelált l. barázdált színekép.

Katalógus l. csillagjegyzék.

Katoptrikus távcső l. reflektor.

Kedvező alakú háromszög, oly háromszög, melynek oldalai közel egyenlő hosszúak.

Kéneső inga l. kiegyenlítés.

Képelesség, a távcső képrészletező hatása.

Keringés (revolutio), a bolygóknak a Nap, a Holdnak a főbolygó, a kettőscsillagoknak egymás körül való mozgása.

Kettőscsillag, fizikailag kapcsolt és egymás körül keringő ikeresillag.

Kettőscsillag, spektroszkópiái, az ikeresillagok egymástól való látszólagos távolsága oly kicsi, hogy az egyes csillagok távcsővel közvetlenül szét nem választhatók. **Kettőscsillag** mivoltukat elárulja színeképük alapján meghatározható radiális sebességüknek szakos váltakozása.

- Kettőscsillag*, vizuális, melynél az egyes csillagok távcsőben közvetlenül szétválaszthatók.
- Kiegyenlítés*, az inga mentesítése, hőmérsékleti változásokkal szemben.
- Kialakulás*, evolutio, kozmogónia, a bolygó vagy csillagrendszer, vagy egyes testeinek természeti törvények szerint való fejlődése.
- Kiegészítő színek*, azok a színek, melyek együttesen fehérnek látszanak.
- Kifejlődés* l. kialakulás.
- Kikötő-idő* (establishment), a hold delelésétől a dagály beálltaig eltelő idő.
- Külengés* l. kitérés.
- Kinetikai gázelmélet*, az az elmélet, mely a gázok összes tulajdonságait azon feltevéssel magyarázza, hogy legkisebb részecskéik egymástól függetlenül, minden irányú haladó mozgásban vannak.
- Kísérő csillag*, az ikeresillagok fénytelenebb tagja.
- Kisugárzási pont*, radiatio-pont, az égnék azon pontja, melyből a hullócsillagok kiindulni látszanak.
- Kitérés*, elongatio, a bolygók, különösen a belső bolygók szögtávolsága a Naptól. Más értelemben az inga kihajlása egyensúlyi helyzetéből.
- Kollimator*, a spektroszkóp fényfógó csöve.
- Kolurok*, a napéjegyenlőségi és napfordulati pontokon átmenő órákörök.
- Kompász*, a hajós irányjelző mágnesűje.
- Kompenzáció* l. kiegyenlítés.
- Kompenzált billegő*, hőmérsékleti változások ellen mentesített chronométer-inga.
- Koordináták*, a helymeghatározó két adat (pl. egyenes emelkedés és elhajlás) összefoglaló neve.
- Koordináta-rendszer*, a gömbi körök azon rendszere, melyre az égitestek helyét vonatkoztatjuk.
- Korona*, a Nap legkülsőbb gyöngyfényű szabálytalan alakú környezete.

Kospont, ariespont, a. m. tavaszpont.

Kozmogónia, a világrendszer kialakulásának tana, l. kialakulás.

Ködelmélet, vagy Kant-Laplace féle elmélet, a bolygórendszer kialakulását magyarázza eredeti ködfoltból.

Ködfolt, nebula, gázállományú ritkás világtestek.

Köd-örvény, a ködfoltokon látható örvénylő mozgásra valló alakzatok.

Könyöktávcső, tört távcső, melyben a sark tengely alkotja a csövet.

Közép dél, a közép (képzelt) Nap középpontjának delelése.

Középhely, az állócsillagok helyzete, ha az aberratio és anutatio hatását tekinteten kívül hagynók.

Középidő, a (képzelt) közép Nap és kerek óráink által meghatározott egyenletes idő.

Közép Nap, a polgári időmérést szabályozó (képzelt) égitest.

Közép Nap, az évközi (változó hosszúságú) napórai napoknak állandó középértéke; időegységünk.

Középóra, — *perc*, — *másodperc*, a közép Nap 24-ed, 1440-ed, 86.400-ad része.

Középpontfutó erő, a Föld tengelyforgása következtében jelentkező, a vonzást kisebbitő erő.

Középponti fogyatkozás, azon sötétülés, midőn a Nap, a Hold és a Föld pontosan egy egyenesben van.

Középtávolság, elliptikus bolygópályában a. m. a Naptól való összes lehetséges távolságok középértéke; a. m. a fél nagytengely.

Központi Nap, azon hypothetikus állócsillag, mely körül a Napunk kering.

Kráter, a holdhegyek tipusos alakja.

Kritikus sebesség-gel elhajtott test elhagyhatja a bolygó vonzási körét.

Kupola, a távcsőnek kinyitható és forgatható védőteteteje.

Kúpszeletek, a kör, ellipszis, parabola és hiperbola összefoglaló neve.

Kurzus, hajójárat, útvonal.

Külpontosság, excentricitás, a kúpmetzsetekben (pályákban) a gyújtópont és középpont távolsága, a fél nagytengely egységeiben mérve.

Külső nagy nagy bolygók, a Mars pályáján túl levő bolygók.

L

Lapultság, a Föld vagy bolygók egyenlítői és sarki átmérőjének különbsége az egyenlítői átmérő egységeiben mérve.

Látómező, az ég azon része, mely a távcsövel egyszerre áttekinthető.

Látószög, a valamely tárgy két szélső pontjáról szemünkbe jövő fénysugarak által bezárt szög.

Látó vonal (radius visionis), az égitestet a megfigyelő szemével összekötő egyenes vonal.

Látszó átmérő, vagy látszó sugár, l. látószög.

Látszó hely, az állócsillagnak ténylegesen megfigyelhető helyzete.

Légköri vonalak, az égitestek színekében azon vonalak, melyek saját légkörünk fényelnyelése következtében keletkeznek.

Lengési középpont, segédfogalom, mellyel az összetett inga mozgása eszményi egyszerű ingáéra visszavezethető.

Leonidák, az Oroszlán csillagképéből nov. 13-án kisugárzó hullócsillagok neve.

Leszálló csomó, a Hold vagy bolygópálya leszálló ágának metszése az ekliptikával.

Libegés, libratio, a bolygók és a Hold korongjának látszó, ingaszerű fordulása, melynek következtében minden oldalon félgömbjénél valamivel többet láthatunk belőle.

Libella l. szintező.

Libratio l. libegés.

Lunatio l. holdváltozás.

M

- Mag*, nucleus, apró félárnyéknélküli napfolt, továbbá az üstökös fejének csillagfényű alkatrésze, ködfoltnak központi sűrűsödése.
- Magasság*, valamely égitest (szögben kifejezett) emelkedése a horizon fölé.
- Magasságot venni*, valamely égitest magasságmérése hajón.
- Magnitudo* l. rend.
- Mascaret* l. torlódó ár.
- Másodlagos színekép*, a színtelenítő távcső képeit szegélyező színes sávoly.
- Megállapodás* (stationálás), a bolygók látszó mozgásában azon pillanat, melyben az előretartó és a hátráló mozgás felváltja egymást.
- Megfordító réteg*, a Napnak egy igen vékony gázburkolata, melyben a Fraunhofer-féle vonalak alakulnak.
- Mellékbolygó*, a. m. hold, kísérő.
- Meridián* l. délkör, délvonal.
- Meridiánfotométer*, csillagászati műszer a delelő csillagok fényességének meghatározására, l. fotométer.
- Meridiánkör* l. délkör.
- Messzelátó*, a. m. távcső.
- Meteorfelhő*, a. m. hullócsillagraj.
- Meteorit* (aerolit), oly tüzgömb, mely elhamvadása előtt földet ér.
- Meteorikó*, ásványi alkotású meteorit, l. ezt.
- Meteorvas*, vastartalmú meteorit, l. ezt.
- Mikrométer*, igen kis szögek mérésére szolgáló segédműszer.
- Mozgási törvények*, Newton három sarkigazsága a mozgások leírására.
- Mozgás változása*, a. m. mozgó test sebességének nagyság vagy irány szerint való változása.

N

- Nadir* (talppont), a függőleges vonalnak lábunk alatt való metszése az égbolttal.

Nadír-beállítás, a délkörműszer nullapontjának meghatározására szolgáló megfigyelés.

Nadír-hullám, a Holdtól elfordított tengerrész dagálya.

Nagyítás, a táveső közelítő hatásának mértéke.

Nagyító, okulár, a csillagászati távesőknek szemlencséje.

Nagyság I. rend.

Nagyságrend I. rend.

Napállandó (solaris állandó), a Nap földre sugárzott hőjének mértéke.

Napégyenlőség I. tavasz- és őszi pont.

Napforduló, a nyár és tél kezdetét jellemző napállás, melyben a Nap az egyenlítőtől leginkább északra, illetőleg leginkább délre van.

Napi libegés I. libegés.

Napközel, perihelium, a bolygópályának a Naphoz legközelebb eső pontja.

Napóra, készülék a valódi idő meghatározására.

Napórai nap (valódi), solaris nap, a Napnak két felső delelése között eltelt idő; a közép naptári nap ugyanígy a képzelt Napra vonatkozik.

Nappali ív, az égitest parallel körének a horizon fölé eső része; ennek fele, a félnapi ív, a horizon és meridián között terjed.

Nappálya I. ekliptika.

Naprendszer, a Napot állandóan körülkeringő égitestek összessége.

Naptári, trópusi év, azon idő, mely alatt a Föld a tavasz-pontból kiindulva, oda ismét visszatér.

Naptávol, *aphelium*, a bolygópályának a Naptól legtávolabb eső pontja.

Nebuláris örvény I. ködörvény.

Negatív (Huygens-féle) okulár, a nagyító egyik neme.

Negyedfény, negyedállás, quadratura, a bolygók vagy a Hold azon helyzete, midőn a Naptól 90° -ra keletre vagy nyugatra állanak; I. holdnegyed.

Nehézség, a testeknek a légüres térben való esését előidéző erő.

Nehézségi felmérés l. inga-felmérés.

Normális színekép, fényrács által létesített színekép.

Nova l. új csillag.

Nucleus l. mag.

Nutatio, a földtengely apró ingadozásai a Hold vonzása következtében.

Nyári napforduló l. napforduló.

Nyújtott sphaeroid, a gömbtől kevésbé eltérő földalak a tengerjárás behatása miatt.

O

Oázis, apró kerek foltok a Mars felszínén.

Objectiv (lencse) l. tárgylencse.

Objectivhasáb, a tárgylencse előtt alkalmazott színekép-elemző hasáb.

Observatorium, a. m. megfigyelő intézet.

Occlusio l. gázbezárkózás.

Occultatio l. födés.

Okulár (lencse) l. nagyító.

Oppositio l. szembenállás.

Optikai kettőscsillag, tényleg egymás mögött álló, de az éggömbön egymás mellé vetülő csillagpár.

Optikai tengely, a tárgylencse és nagyító középpontjait összekötő egyenes.

Optikai üveg, a távcső lencséinek hibátlan anyaga.

Orakör l. délkör, egyszersmind az aequatoreal egyik beállító és leolvásó köre.

Óramű, a távcsövet a csillagok napi sebességével mozgató hajtószerkezet.

Óriás csillag, nagy térfogatú csillag, melynek sűrűsége aránylag kicsi, abszolút nagyságrendje aránylag magas.

Ö

Őrség, a hajón divó napbeosztás szerint 4 órai időköz.

Összehasonlító csillagok, a változó csillagok fényváltozásainak meghatározásainál kiválasztott állandó fényességű csillagok; a megfigyelésnél a változó és összehasonlító csillag fényessége különbségét állapítjuk meg.

Összehúzódás (contractio), a Nap testének lassú zsugorodása, sugárzó hőjének forrása és fenntartója.

Őszi holdtöltekor (harvest moon, hunter's moon), két egymásra következő holdkelte időköze lehetőleg rövid.

Őszpont, őszi aequinoctium, v. napéjegyenlőség, az egyenlítő és ekliptika leszálló ágának metszési pontja. Ha a Nap ősz kezdetén e pontban van, a nappal és éjjel az egész Földön egyenlő tartamú.

P

Pályaelemek l. elemek.

Parabolás sebesség, üstökös sebessége a Föld távolságában, a. m. 42 km másodpercenként.

Parallaktikus ellipszis, az állócsillagok által egy év lefolyása alatt leírt látszó pálya, mely a földkeringésnek tükörképe; l. látszóhely.

Parallaktikus felállítású távcső, a. m. aequatoreal.

Parallaktikus libegés l. libegés.

Parallaxis (évi), azon szög, mely alatt valamely, az ekliptika fölött levő állócsillagról a földpálya sugarát (Nap-Föld távolságát) látnók.

Parallaxis (napi), azon szög, mely alatt valamely bolygóról vagy a Napról a Föld egyenlítői sugara látszik; ha az égitestet a világtengelyben képzeljük, akkor horizontális egyenlítői parallaxisról szólunk.

Parallelkör, az egyenlítővel párvonalas kisebb kör.

Parsec l. csillagtávolság, egységnyi.

Partialis fogyatkozás l. részleges fogyatkozás.

Passage-műszer l. átmeneti műszer, délkör.

Pekuliáris mozgás, a csillagok saját mozgásának egy része a Napnak a térben való mozgásából származik. Az utóbbit a saját mozgásból levonva nyerjük a pekuliáris mozgást.

Penumbra l. félárnyék.

Periastron l. csillagközel.

Perigaeum, a. m. a Hold földközelsége.

Perihélium l. napközel.

Periodikus üstökös l. időszakos üstökös.

Periodus, általában a. m. ismétlődő jelenségesoport két egymemű fázisának időköze, keringési idő, napfoltgyakoriság, változó csillag változástartama.

Perseidák, a hasonló nevű csillagképből aug. 10-én kisugárzó hullócsillagok.

Perturbatio l. háborgás.

Phosphorus, a Venusnak, mint hajnalesillagnak neve.

Pislogás, scintillatio, a csillag fényének gyors, meteorológiai körülményektől függő ingadozása.

Planéta l. bolygó.

Planetoidok l. apró bolygók.

Pókhálósál, fonálkereszt, a táveső gyújtósíkjában levő jel az égi csillag képének pontos beirányítására.

Polgári nap, az éjféltől kétszer 12 óráig, vagy egyszer 24 óráig számított középnap.

Pororoča l. torlódó ár.

Positiv (Ramsden-féle) okulár, a nagyító egyik neme.

Præcessio, az állócsillagok látszó közös előrenyomulása kelet felé az ekliptika mentén; a napéjgyenlőségi pontok hátrálását is jelenti.

Praeciziós műszer, a. m. pontosság dolgában a legnagyobb kívánalmaknak is megfelelő műszer.

Prizma l. hasáb.

Prizmás színekép l. hasábszínekép.

Protuberantia, a Nap szélén kitoró, jobbára hidrogénből álló lángnyelvek.

Purkinje-féle hatás, a szemnek különböző színű fényforrások iránti érzékenysége a fényforrás erősségével változik. Ha pl. egy vörös és egy kék közepes erősségű fényforrás szemünkben az egyenlő fényesség érzetét kelti, akkor a fényforrások erősségének egyenletes növelésekor a vörös, egyenletes csökkenésekor a kék fényforrást fogjuk nagyobb fényességűnek látni.

Pyrheliométer, a Nap sugárzó hőjének lemérésére való műszer.

Q

Quadrans, a. m. körnegyed; régibb csillagászati műszer.
Quadratura l. negyed állás, holdnegyed.

R

Rács l. fényrács.

Radiális mozgás, valamely csillag mozgásának a látóvonalba eső összetevője.

Radiális sebesség, a radiális mozgásnál egy másodperc alatt megtett út.

Radián, az egységsugarú körnek azon íve, melynek hossza a sugárral (eggyel) egyenlő.

Radiáns l. kisugárzási pont.

Radiatio pont l. kisugárzási pont.

Radiométer, gyenge sugárzó hő mérésére szolgáló készülék.

Radius vector l. vezérsugár.

Rastern l. torlódó ár.

Rectascensio l. egyenes emelkedés.

Reductio, a. m. a megfigyelés útján kapott számadatok átszámolása.

Reflektor, a. m. tükrös objectivü táveső.

Refraktio l. sugártörés.

Refraktor, a. m. lencses objectivü táveső.

Rend, csillagrend, magnitudo, nagyság, fokozatok a csillagoknak fényességük szerint való osztályozásában.

Rend, abszolút (abszolút nagyságrend, abszolút fényesség) a csillagok azon fényessége, amelyben 10 parsec távolságból látszanának.

Repedés l. rianás.

Rés, azon keskeny nyílás, melyen át a fény a spektroszkópba jut.

Részleges fogyatkozás, a hold vagy napkorong csak egy részének elsötétülése.

Retrograd mozgás l. hátráló mozgás.

Rianás, rill, hosszannyújtott árkok a Hold felszínén.

Rostélyinga l. kiegyenlítés.

Russel-féle diagramm, a csillagoknak abszolút nagyságrend- és színképszerinti eloszlásának derékszögű koordináta-rendszerben való ábrázolása; a koordináta-rendszer vízszintes tengelye a színképosztályokat, a függőleges tengelye az abszolút nagyságrendet adja.

S

Saját mozgás, valamely csillag mozgásának a látóvonalra merőleges összetevője.

Sark (ég sarka), a világtengely végpontja az égen; az északi sark közelében van a fényes Sarkcsillag.

Sarkfoltok, Mars forgási sarkjait borító fehér térségek.

Sarki fény, összefoglaló neve az északi és déli fénynek.

Sarkmagasság, a világtengelynek a horizornal alkotott szöge, mely egyenlő a földrajzi szélességgel.

Sarkmagasság ingadozás l. szélességi változások.

Sarktávolság, az égitestnek az északi sarktól mért szög-távolsága.

Sarktengely, a. m. világtengely (l. ezt); egyszersmind az aequatoreal egyik forgási tengelye.

Saros, időszak, mely után a fogyatkozások rendben ismétlődnek.

Satelles, a. m. Hold.

Sávoly, a színekben széles, egyoldalúan elmosódott vonal.

Sávoly, szalagszerű folt a bolygók felszínén.

Scintillatio l. pislogás.

Selected areas (kiválasztott területek), a csillagok eloszlásának tanulmányozására az égboltozaton egyenletes elosztásban felvett területek.

Sextáns (körhatod), szabad kézből használható csillagászati műszer legnagyobb körívek mérésére.

Solaris nap l. napórai nap.

Solstitium l. napforduló.

Spektrálanalýsis l. színeképelemzés.

Spektrobolométer, a. m. spektroszkóp és bolométer egyesítése.

Spektroheliográf, készülék a Nap környezetének fogyasztáson kívül való fotografálására.

Spektrokomparátor, készülék, melynek segítségével a csillagok színeképe alapján a radiális sebességek különbsége megmérhető.

Spektroszkóp, a. m. fényelemző műszer.

Spektroszkópi kettőscsillag, a. m. csupán színeképi elemzés útján felfedezett és felismerhető fizikailag összetartozó kettőscsillag.

Spektrum l. színekép.

Sphaera, a. m. gömb. A csillagászatban a. m. az ég vagy földgömb képelt köreivel.

Sphaera obliqua, dült tengelyű gömb, az ég állása közepes szélességek alatt.

Sphaera parallela, álló tengelyű gömb, az ég állása a sarkokról tekintve.

Sphaera perpendicularia, fekvő tengelyű gömb, az ég állása az egyenlítőről nézve.

Sphaeroid, oly felület, mely ellipszisnek kisebb tengelye körül való forgásából keletkezik; a Föld a gömbtől nagyon kevésbé eltérő sphaeroid.

Star-gauges, elfogadott műkifejezés, a. m. csillagszámlálás, a távcső látómezejében levő csillagok számának megolvasása.

Stationálás l. megállapodás.

Stereokomparátor, az égboltról készített fényképfelvételek kimérésére szolgáló készülék.

Sugártörés, *refractio*, a fénysugár eltérítése a légkör hatása folytán.

Sugárzás-egyensúly, az Eddington által a csillagok belső szerkezetére felállított elmélet alapját képező azon felfogás, hogy az energiaátvitel a gázgömb egyik részéből egy másik részébe úgy megy végbe, hogy az elemi tömeg a rajta áthaladó energiából annyit nyel el, amennyit minden irányban együttvéve kisugároz.

Sugárzás-nyomás, a fény vagy hősugarak (általában energia-sugárzás) által a testekre gyakorolt nyomás.

Súlyakasz l. ingaakasz.

Súly, azon erő, melynek következtében a testek valamely közegben — rendszeren levegőben — esnek.

Sűrűség, helyesebben középsűrűség, az anyageloszlás mértéke, a térfogategységben foglalt anyag tömege.

Synodikus hó, a Hold két egyenlő fényváltozása közt eltelt idő; l. holdváltozás.

Synodikus keringés, azon idő, melynek multán valamely bolygó, vagy a Hold a Naphoz képest ugyanazon állást foglalja "el.

Szygium, az újhold s a holdtölte összefoglaló neve.

Sz

Szaggatott színekép, fényes vagy sötét vonalakkal áttört színszalag.

Szálkereszt l. pókhalószál.

Százados változások, *variatio saecularis*, a bolygópályák alakjának és fekvésének rendkívül lassú megváltozásai. A csillagos égnek lassú alakváltozása is.

Szelénfotométer, az égitestek fényerősségének mérésére szolgáló igen érzékeny készülék.

Szélesség (égi), valamely égitestnek az ekliptikától való gömbi távolsága.

Szélesség (földrajzi), valamely helynek gömbi távolsága a földi egyenlítőtől, helyesebben a függő hajlása az egyenlítő síkjához.

Szélesség (galaktikus), valamely égitestnek a tejút síkjától való gömbi távolsága.

Szélesség (geocentrikus), a földfelületi helyhez húzott vezérsugár hajlása az egyenlítőhöz.

Szélességi kör, az ekliptikával párvonalos kisebb kör.

Szélességi libegés l. libegés.

Szélességi változások, a földtengely igen kicsiny periodikus ingadozásai.

Szembenállás, oppositio, két égitestnek 180° -kal különböző óra vagy hosszúsági körben tartózkodása; a szembenállás eszerint egyenlítői vagy ekliptikai.

Szemcsés szerkezet, a fotoszféra pettyes felszínét jellemzi.

Személyi hiba, a. m. jelenségek felfogásában elkövetett állandó jellegű tévedések.

Személyi hibamérő, a személyi hiba meghatározására való műszer.

Szemhatár (látóhatár, ég alja, látszó horizon), a Föld és az ég látható érintkezési vonala (mindig a horizon alatt van); l. horizon.

Szemhatár süppedése, a. m. ég-föld határvonalának mélysége a horizon alatt.

Szerelés, a csillagászati távcső mechanikai részei és felállításai.

Sziderikus év l. csillagév.

Sziderikus hó, a Hold teljes keringésének ideje a Föld körül.

Sziderikus keringés, azon idő, mely alatt valamely bolygó a Nap körül pontosan teljes kört ír le.

Színindex, a fotografiai és vizuális nagyságrend különbsége m_f — m_{vis} értelemben.

Színkép, spektrum, a fehér fény színes alkotórészeinek térbeli egymásutánja.

Színképelemzés, az elbontott fény vizsgálati módszerei.

Színkép-osztályok, a csillagokat színképük szerint különböző osztályokba sorozzák; a leggyakrabban használt Cannon-féle osztályozásnál az egyes osztályok jelölésére az O, B, A, F, G, K, M, N, R betűket használják.

Színlő, sziklás parton a tenger szintjét jelző bevájt vonal.

Színszórás, dispersio, a hasáb és a lencse színes alkotórészeire bontja a fehér fényt.

Szintelenítő (achromatikus) lencse, lencseszerkezet, mely a fehér fényt szénszórás nélkül töri.

Szintező, libella, készülék valamely vonal, vagy tengely vízszintes beállítására.

Szökő ár (Springtide, Springflut), újhold és holdtöltekor beálló dagály.

Szürkület, összefoglaló neve a hajnalnak és alkonyatnak.

T

Tárgylencse, objectiv, a csillagászati távcsőnek a tárgy felé néző lencséje.

Tavaszpont, tavaszi napéjegyenlőség, aequinoctium, az egyenlítő és ekliptika felszálló ágának metszéspontja. Ha a Nap tavasz kezdetén e pontban áll, az éjjel és a nappal az egész földön egyenlő tartamú.

Távolság egysége, a csillagászatban a Nap és Föld közepes távolsága.

Teleszkópszekció, a spektroszkóp és távcső egyesítése.

Teleszkóp, a. m. távcső.

Teleszkópi csillag, csak távcsővel látható csillag.

Téli napforduló l. napforduló.

Teljes fogyatkozás, a hold vagy naptányér egész elsötétülése.

Tellurikus vonalak l. légköri vonalak.

Temporaer csillag l. új csillag.

Tengely, az ellipszis legnagyobb és legkisebb átmérője.

Tengelyforgás, rotatio, az égitesteknek egy átmérőjük körül való egyenletes mozgása.

Tengelyhajlás, a bolygó forgási tengelyének és pályasíkjának szöge.

Tenger, sötét lapályos térségek a Holdon, víztakaró nélkül.

Tengeri mérföld, a délkör egy közepes perce = 1852 m.

Tengerjárás (tide), az apály és dagály összefoglaló neve.

Térítők, trópus, trópusok parallela, az ekliptikát érintő két parallelkör.

Terminator l. fényhatár.

Térzíni (topografiai) felmérés, a Föld kisebb területeinek alak- és nagyságmeghatározása.

Tetőkör l. függőleges kör.

Thermoelem, igen gyenge sugárzó hő mérésére szolgáló készülék.

Típus, a csillagászatban, a. m. az állócsillagok színeképeinek egyes osztálya.

Tompító üveg, a Nap megfigyelésénél használt sötét színes üvegek.

Torlódó ár (tidal bore), mascaret, pororoca, Rastern, a dagály behatolása folyamtokolatba.

Többszörös csillagok, a. m. több igen közel álló csillag rendszere.

Tömeg, a. m. a testek anyagmennyisége.

Tömeg-középpont, a. m. testekből álló rendszer súlypontja.

Tömegvonzás (gravitatio), neve ama mozgató oknak, mellyel anyag az anyagra tömegénél fogva hat.

Törpecsillag, kis térfogatú csillag, melynek sűrűsége aránylag nagy, abszolút nagyságrendje aránylag alacsony.

Tört távcső, derékszög alatt hajlott csövű messzelátó.

Trabans, a. m. hold.

Triangulatio l. háromszögelés.

Trópusi év l. naptári év.

Trópusi szélességek, a térítőkön belül fekvő földöv.

Trópus, trópusok parallela, l. térítő.

Tükörfém, a régibb reflektorok tükrének ötvénye.

Tűzgömb, meteor, parányi égitest, mely a légkörön át estében láthatóvá válik.

U

Udvar l. félárnyék.

Új csillag, nova, temporaer csillag, hirtelenül felvillanó rövid életű állócsillag.

Umbra l. árnyék.

Ü

Üstök, az üstökös fejét körülvevő fényes ködanyag.

Üstökös-családok, valamely bolygó vonzaskörében tartott üstökösök összessége.

Üstökös-csoportok, közös pályán haladó üstökösök összessége.

V

Vájt tükör, a. m. homorú tükör.

Vak-ár (neaptide, nippfluth), a holdnegyedekkor bekövetkező dagály.

Valódi dél, a Nap középpontjának delelése.

Valódi idő, a Nap (és napórák) szolgáltatta nem egyenletesen haladó idő.

Változó, variabilis csillag, a. m. fényerősségét változtató égitest.

Variabilis csillag l. változó csillag.

Variatio saecularis l. százados változások.

Venus-átvonulás l. átvonulás.

Vertikális kör l. függőleges kör.

Vetítés, eljárás a Nap kényelmes megfigyelésére.

Vezérsugár, radius vector, a bolygó és Nap középpontját összekötő egyenes.

Vezérvonal, directrix, a parabola egyik fontos segédvonala

Világrendszer l. csillagrendszer.

- Világtengely*, azon egyenes, mely körül az éggömb naponként forog, különben a földtengely folytatása az égi.
Vizuális megfigyelés, a. m. szemmel való észlelés.
Visszafénylés, Gegenschein, rendkívül gyenge fény az égboltnak a Nappal szemben levő részén.
Vörös folt, elliptikus nagy térség Jupiter déli féltekéjén.

Z

- Zenit* (tetőpont), a függőleges vonalnak fejünk fölött való metszése az égbolttal.
Zenithullám, a Hold felé fordított tengerrész dagálya.
Zenittávcső, csillagászati műszer a zenithez közel delelő csillagok megfigyelésére.
Zenittávolság, valamely égitestnek szögtávolsága a zenittől.
Zodiakus l. állatöv.
Zónaidő l. egységes idő.
Zónatörvény, a napfoltok gyakoriságának változásában jelentkező szabályszerűség.
Zöllner-féle fotométer, csillagászati műszer, mellyel az égitestek fényét mesterséges fényforrásával hasonlítjuk össze.

(Ezen műszótár törzse, melyet dr. Kövesligethy Radó állított össze, Dávid P. Todd: „A New Astronomy“ című művének magyar fordításából csaknem változatlanul vétetett át.)

IV.

ANHANG.

INHALT DES STELLA-ALMANACHS FÜR 1929.

V. JAHRGANG.

HERAUSGEGEBEN VOM UNGARISCHEN ASTRONOMISCHEN
VEREIN „STELLA“.

REDIGIERT VON

A. TASS,

Direktor der Sternwarte
in Budapest-Schwabenberg.

J. WODETZKY,

o. ö. Professor an der Universität
in Debrecen.

Der I. Teil des fünften Jahrganges des *Stella-Almanachs* besteht aus einem kurzen bürgerlichen Kalender für 1929. Die Ephemeridensammlungen des II. Teiles sind dem Berliner Astronomischen Jahrbuch entlehnt.

Die Sonnenephemeriden (S. 18—29) enthalten die geozentrischen äquatorialen Koordinaten des scheinbaren Orts und zwar Rekt. auf Sekunden, Dekl. auf Minuten abgerundet, die Sternzeit und die Zeitgleichung für 0^h Weltzeit; ferner die mitteleuropäische Zeit des Aufganges, der Kulmination und des Unterganges der Sonne bezogen auf die Schwabenberger Sternwarte. Mit großer Annäherung sind diese Angaben für Restungarn gültig.

Die Mondephemeriden (S. 30—41) geben scheinbare Rekt. und Dekl. des Mondmittelpunktes auf Minuten abgerundet, ferner die Äquatorial-Horizontalparallaxe und die geozentrische Mondhalbmesser; schließlich die mitteleuropäische Zeit des Auf- und Unterganges und der Kulmination des Mondes für Budapest. S. 42 enthält die Phasen des Mondes in mitteleuropäischer Zeit.

Die Ephemeriden der großen Planeten (S. 43—48) geben Rekt., Dekl., Erdentfernung und Halbmesser, Auf- und Untergangszeiten und Zeit der Kulmination. Auf S. 49—50 sind die Planetenkonstellationen und auf S. 51—60 die Stellungen, auf S. 61 die Verfinsterungszeiten der Jupitersmonde gegeben.

Auf S. 62 befinden sich die wichtigsten Daten der Sonnenfinsternisse für 1929.

S. 63—66 enthält die mittleren Örter für 1929.0 von 104 Zeit- und 9 nördliche Polarsternen, S. 67—70

die scheinbaren Orter für 1929 von 28 helleren Sternen. Auf S. 71—79 befinden sich astronomische und andere Konstanten.

Der III. Teil des Almanachs enthält folgende belehrende Artikel:

Prof. E. MAHLER: Die Astronomie im Dienste der Geschichtswissenschaft. (S. 83—98.)

Prof. R. v. KÖVESLIGETHY: Über Kalenderreform. (S. 99—128.)

Prof. R. v. ORTVAY: Korpuskullen und Wellen. (S. 128—144.)

Prof. J. WODETZKY: Über die kosmische Perihel-Verschiebung. (S. 145—153.)

Dr. L. STEINER: Direktor des ung. Meteorologischen und Erdmagnetischen Instituts: Über die Korrelationsrechnung. (S. 153—180.)

Dr. A. TASS, Direktor der Schwabenberger Sternwarte: Die Thomassche Dimensionstafel. (S. 180—189.)

Prof. C. NEUBAUER: Über die durchdringende Strahlung. (S. 189—255.)

Prof. L. v. DÁVID: Über die Funktion. (S. 256—274.)

Prof. v. KÖVESLIGETHY — K. MORAVETZ: Astronomisches Wörterbuch. (S. 274—306.)

Auf Seiten 306—317. findet man kurze Auszüge dieser Artikeln.

Budapest, Ende Dezember 1928.

Die Schriftleiter.

DIE ASTRONOMIE IM DIENSTE DER GESCHICHTS- WISSENSCHAFT.

Von Prof. ED. MAHLER.

Es ist selbstverständlich, daß die Schilderung irgend einer Begebenheit nur dann den Charakter des geschichtlichen erhält, wenn wir in der Lage sind, auf die Fragen

wo? und *wann?* jenes Ereignis statthaft Antwort geben zu können. Erst dadurch, daß wir den Zeitpunkt eines uns überlieferten Ereignisses zu bestimmen in der Lage sind, wir also mit Bestimmtheit sagen können, welchen Platz dieses Ereignis in der Zeitfolge der sich abspielenden Tatsachen einnimmt, es also datieren können, wird es zu einem wirklich historischen, sonst ist sein Platz im Sagenkreise.

Und da zeigt es sich, welch einen enormen Dienst die Astronomie der Geschichtswissenschaft zu leisten vermag, indem wir ohne Zuhilfenahme der astronomischen Wissenschaft so manches wichtige historische Ereignis als zeitlich unbestimmbar und sonach als unhistorisch hätten erklären müssen.

Außerordentliche Dienste leisteten in dieser Beziehung die aus dem Altertum auf uns gekommenen Berichte über stattgehabte *Mond-* oder *Sonnenfinsternisse*. Hierdurch hat nicht nur die Astronomie gewonnen, indem die versuchte Rekonstruierung dieser Finsternisse wesentlich zur Verbesserung der Mondtheorie beitrug, auch die Chronologie vieler historischen Ereignisse hat durch sie gewonnen, indem die Rekonstruierung der mit historischen Ereignissen verknüpften Sonnen- oder Mondfinsternisse es ermöglichten, den Zeitpunkt jener Ereignisse genau fixieren zu können und sonach das in dem betreffenden Berichte geschilderte Ereignis zu einem historischen zu machen. Jeder Assyriologe, jeder Aegyptologe und jeder, der sich mit Geschichte oder Philologie des Altertums befaßt, hat Gelegenheit sich von der Wahrheit dieser These zu überzeugen. Es ist eine gar nicht seltene Erscheinung, daß in der lang-n Kette der aufeinander folgenden Ereignisse ein Glied zu fehlen scheint, daß nur dadurch wieder harmonisch eingereiht werden kann, indem jene Berichte nähere Berücksichtigung finden, die eine stattgehabte Sonnen- oder Mondfinsternis mit einzelnen historischen Ereignissen in Verbindung bringen. Die rechnerische Re-

konstruierung jener Finsternis ermöglicht es uns dann oft, das mit ihr in Verbindung stehende historische Ereignis chronologisch einzureihen.

Aber nicht nur Finsternisse, auch andere astronomische Erscheinungen können mitunter der Geschichtswissenschaft förderlich sein, namentlich wenn es sich um die chronologische Festsetzung ganzer Zeitepochen handelt. Da haben sich die anlässlich gewisser Ereignisse vermerkten Sothisdaten (d. i. die nach Monat und Tag datierten heliakischen Aufgänge des Sirius—Sothissternes) vorzüglich bewährt, insbesondere in solchen Fällen, wo zugleich auch das Alter des Mondes (entsprechende Mondphase) verzeichnet ist. Dieses Hilfsmittel hat sich namentlich in letzter Zeit bei der Rekonstruierung der Chronologie der alten Ägypter sehr gut bewährt, wo es zu ganz überraschenden Resultaten geführt hat. So wird uns z. B. bezüglich *Thutmosis III.* eine zur Zeit seiner Regierung am 28. Tage des Monates Epiphi stattgehabte Feier des Siriusaufganges berichtet; dann wissen wir, daß Th. III. am 4. Pachon den Thron bestieg und daß der 21. Pachon seines 23. Regierungsjahres sowie der 30. Mechir seines 24. Regierungsjahres ein Tag der wahren Konjunktion des Mondes war. Und so fanden wir, daß Th. III. am 4. Pachon des Jahres 1503 v. Chr. zur Regierung kam. Auf analogen Prinzipien beruhen die Bestimmungen der Regierungszeiten der Könige *Ramses II.* und *Ramses III.*, die Festsetzung der Regierungszeit Königs *Amenophis I.*, sowie die der Könige der XII. Dynastien.

Damit ist aber auch ein Anknüpfungspunkt gewonnen worden, um jene babylon. und assyr. Könige chronologisch festsetzen zu können, deren Synchronismus mit den ägyptischen Königen zufolge der zu El-Amarna gefundenen keilinschriftlichen Tafeln gesichert erscheint; und aus gleichen Gründen sind auch die Regierungen so mancher Könige des alten *Mitanni-Reiches* sowie mehrerer Könige des *Chati-Reiches* chronologisch festgesetzt.

ÜBER KALENDERREFORM.

R. VON KÖVESLIGETHY.

Neben einer kurzen Geschichte des römischen Kalenders und seiner zwei bedeutenden Reformen, der Aufzählung seiner konventionellen und von der Natur gegebenen Elemente und deren mit primitiven Mitteln ausgeführten Bestimmungen, berichtet die Abhandlung durchaus sachlich und ohne jeden Anspruch auf Selbständigkeit über die Arbeiten der Kalenderkommission des Völkerbundes. Die der öffentlichen Meinung als annehmbar zu unterbreitenden drei Projekte: Vereinheitlichung der vier Trimester ohne und mit einem aus dem Rahmen der Woche gestellten blanken Tag und das 13 Monat-Jahr mit unbenanntem Tage, werden mit ihren Vor- und Nachteilen gemäß der Veröffentlichungen des Völkerbundes aufgezählt. Es folgt dann ein kurzer Auszug aus der anglo-amerikanischen Kalender-Propaganda-Literatur, die besonders den letztgenannten Plan bevorzugt und die in dem Hefte: „Moses, the greatest of Calendar reformers“ von M. B. COTSWORTH und CH. F. MARVIN die überraschende Neuigkeit bringt, daß schon der ursprüngliche nach dem Exodus den Egyptern entlehnte solare Kalender des Moses einen zweimal gezählten Sabbath enthalten haben soll. Ähnliches enthält ja nach der Meinung des Verfassers auch der altrömsiche Kalender, wenn er in Schaltjahren, ohne die sonst übliche Zählung der Tage abzuändern, den Schalttag als bissexto calendas anspricht.

KORPUSKELN UND WELLEN.

VON R. ORTVAY.

Es werden im Abschnitt I die Tatsachen aufgeführt, die auf die korpuskulare Natur des Lichtes hinzudeuten scheinen, im Abschnitt II diejenige, die auf die Wellennatur

der Elektronen hinweisen. Endlich bringt Abschnitt III die allgemeine Zuordnung der Wellen und Korpuskeln, sowie die Deutung der Wellen als die die Wahrscheinlichkeit bestimmenden Funktionen.

ÜBER DIE KOSMISCHE PERIHELVERSCHIEBUNG.

Von Dr. J. WODETZKY.

In den Astr. Nachrichten (1922, 217, Seite 397) habe ich auf die Notwendigkeit einer Perihelverschiebung hingewiesen, welche durch die Gesamtmasse des Sternsystems hervorgerufen wird. Herr G. v. Gleich hat daraufhin (A. N. 1927, 230, Seite 97) die Richtung des galaktischen Massenzentrums zu bestimmen versucht, wenn z. B. die gesamte Merkur-Perihelverschiebung als von dem Sternsysteme verursacht angenommen wird. Man kann auch fragen, wie groß überhaupt diese kosmische Perihelverschiebung sein kann. Vorliegende Arbeit versucht an diese Frage heranzutreten. Es ergibt sich eine Perihelverschiebung, die proportional der Umlaufzeit eines Planeten ist. Eine ebensolche Verschiebung ergibt sich auch aus der allgemeinen Relativitätstheorie, wenn das sogenannte korrigierte Einsteinsche Gesetz auf einen endlichen Riemannschen Raum angewendet wird. Auch hier ergibt sich eine der Umlaufzeit proportionale Perihelverschiebung, welche ihren Ursprung in der Raumstruktur findet und viel größer ist, als jene von mir aus der Newtonschen Massenwirkung berechnete kosmische Verschiebung.

ÜBER DIE KORRELATIONSRECHNUNG.

Dr. L. STEINER.

Die Grundlagen der Korrelationsrechnung werden vorgetragen und durch Beispiele erläutert. Einige Anwen-

dungen der Methode in meteorologischen und erdmagnetischen Fragestellungen werden besprochen.

DIE THOMAS'SCHE DIMENSIONSTAFEL.

Referiert von A. Tass.

Beschreibung der Einrichtung und des Zweckes der THOMASSCHEN Dimensionstafel und Würdigung ihres pädagogischen Wertes.

DIE DURCHDRINGENDE STRAHLUNG DER ATMOSPHAERE.

VON CONSTANTIN NEUBAUER.

Einleitend wird der Ionisations-Zustand und darn die Ionisatoren der Atmosphäre besprochen, wobei auch auf die Ionisation in geschlossenen Gefäßen eingegangen wird. In dem geschichtlichem Teile ist die Entdeckung der durchdringenden Strahlung klargelegt. Die Verdienste von PACINI, GOCKEL, HESS und KOLHÖRSTER werden hervorgehoben, dagegen die Prioritätsansprüche MILLIKANS, als unbegründet, abgelehnt. Darauf folgend werden besprochen: Messmethoden und Apparatur, Bodenwert, Aenderung mit der Höhe, Absorption und Streuung, Wellenlänge und Energie der Strahlung, Richtung, zeitliche Schwankungen, usw. Zuletzt werden die modernen Hypothesen über die Entstehung der durchdringenden Strahlung besprochen. Die einschlägige Literatur wird bis Oktober 1928 berücksichtigt.

ÜBER DIE FUNKTION.

Von LUDWIG v. DÁVID.

Allgemeine Charakterisierung der Bedeutung der mathematischen Funktion als Kodifikator des quantitativen Teiles der Naturwissenschaften. EULER-sche und DIRICHLET-sche Funktionsbegriff. Ausführliche Besprechung des letzteren. Praktische Gruppierung der Zuordnungen bei Definitionen von Funktionen: kausalische, empirisch-tabellarische, geometrische, verbale, mathematisch-tabellarische und arithmetische. Besprechung der Fragen ob jede Funktion arithmetisch darstellbar oder kausal ew. geometrisch zu deuten ist? Wichtigkeit der modernen Tendenz: die Funktionen begrifflich zu determinieren. Viele mathematische und naturwissenschaftliche Beispiele.

ASTRONOMISCHES WÖRTERBUCH.

Zusammengestellt von K. MORAVETZ.

Von der ungarischen Naturwissenschaftlichen Gesellschaft¹ wurde im Jahre 1900 eine Übersetzung der TODDSCHEN „A New Astronomy“ herausgegeben. Vom Revisor der Übertragung, Professor v. KÖVESLIGETHY wurde dem Buche ein astronomisches Wörterbuch als Anhang beigefügt. Da das längst veraltete TODDSCHES Buch seit zwei Jahrzehnten vergriffen ist und da ein Bedürfnis nach einem astro-

¹ Die kön. Ungarische Naturwissenschaftliche Gesellschaft besteht seit 1841 und zählt gegenwärtig über 17.800 Mitglieder. Im Jahre 1925 war die Mitgliederzahl der Gesellschaft 27.914. Da aber mit den in den abgetrennten Teilen Ungarns wohnenden Mitgliedern keine Fühlung möglich war, wurden im Oktober 1925 über 12.000 Mitglieder gestrichen. Dadurch reduzierte sich die Mitgliederzahl der Gesellschaft auf 15.379, die bis Ende Novembers 1928 über 17.800 gestiegen ist.

nomischen Wörterbuch sich zeigte, wurde auf Wunsch der Schriftleiter der Stella das KÖVESLIGETHYSCHÉ astronomische Wörterbuch von seinem Assistenten, Herrn K. MORAVETZ, dem gegenwärtigen Stand der Wissenschaft angepaßt.

Die Schriftleiter.

A STELLA-EGYESÜLET HIRDETÉSE.

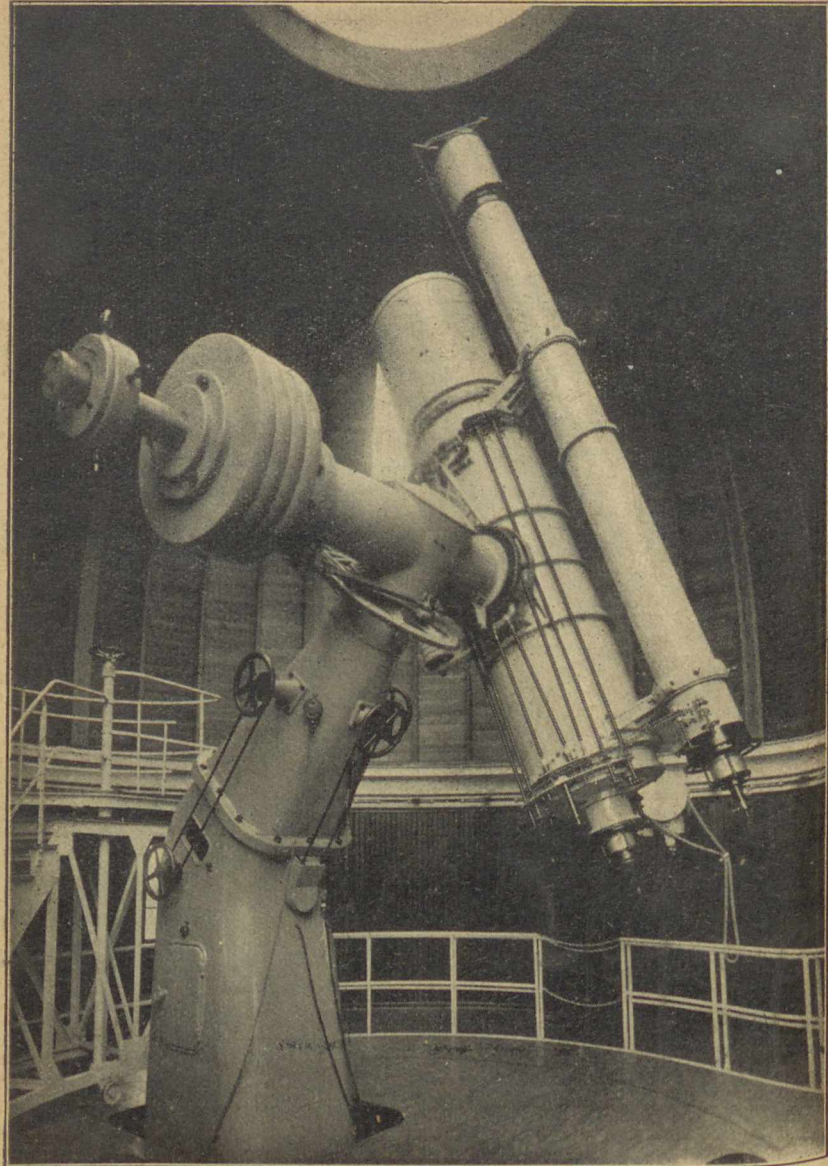
STELLA negyedévenként megjelenő folyóirat csillagászati ismeretek terjesztésére. III. évfolyam, 1928. Szerkesztették *Tass Antal* és *Wodetzky József*. Előfizetési ára 10 P. A Stella-Egyesület tagjainak 8 P.

TARTALOMJEGYZÉK: *P. Angehrn Tivadar*: Fényi Gyula. Nekrológ. 1. — *Lassovszky Károly*: Újabb Mars-kutatások. 26. — Új üstökösök. 51, 144. — Újabb adatok a múlt évben felfedezett üstökösökről. 51. — *M. Wolf*. 55. — *R. Gauthier* 55. — A Venus atmoszférájának összetételéről. 60. — A Venus-bolygó árnyékban lévő felének villogása. 61. — A csillagos ég. 62, 152. — *Posztoczky Károly*: A napfoltok megfigyelése. 43. — Csillagvizsgálás kézi látcsővel. 128. — A hullócsillagok megfigyelése. 136. — *F. Schlesinger*: A csillagászati precíziós fotográfia néhány irányáról. Fordította: *Wodetzky József*. 8. — *Steiner Lajos*: Napfénytartammérés a svábhegyi csillagvizsgálón. 34. — *Tass Antal*: Nagytömegű csillag. 48. — Egy különös csillaghalmaz. 49. — Új magáncsillagvizsgáló Németországban. 50. — Csillagászkongresszusok. 53. — *H. Boegehold*: Geometrische Optik. (Könyvismertetés.) 55. — *F. R. Moulton*: Einführung in die Himmelsmechanik. (Könyvismertetés.) 56. — *A. Kopff*: Physik des Kosmos. (Könyvismertetés.) 56. — Naprendszerünk holdjainak eredete. 57. — Az ívmásodperc érzékítése. 61. — A magyar csillagászat története. 73. — Az 1928. évi csillagászkongresszusok. 130. — Ködhalmazok a Nagy Medvében. 140. A Nova Pictoris körüli gázburokról. 141. — Pusztító meteorhullás. 141. — A csillagos ég új fotográfiai átkutatása. 143. — Alumíniumoxid a Mira Cetiben. 144. — Az osztrák csillagászat veszteségei. 144. — *Hayn Frigyes*. 145. — A bécsi csillagvizsgáló új igazgatója. 145. — *H. I. Gramatzki*: Leitfaden der astronomischen Beobachtung. (Könyvismertetés.) 146. — *K. Graff*: Grundriss der Astrophysik. (Könyvismertetés.) 146. — *O. Thomas*: Himmel und Welt. (Könyvismertetés.) 148. — A Miraváltozók. 149. — *Wodetzky József*: *F. Schlesinger*: A csillagászati precíziós fotográfia néhány irányáról. (Fordította: *W. J.*) 8. — A fénysebesség újabb kísérleti megállapítása. 47. — Érdekes spektroszkópiai kettős csillag. 50.



A SVÁBHEGYI CSILLAGVIZSGÁLÓ FŐVÁROSI KUPOLÁJA.

A kép mutatja, miként emeltettek 1928 április havában a 12.000 kg súlyú műszer egyes részei a kupolába. A műszer szerelési munkálatai két hónapig tartottak.



A SVÁBHEGYI CSILLAGVIZSGÁLÓ REFLEKTORA.

Ez kettős távcső. Reflektorból és refraktorból áll. A reflektor tükrenek átmérője 60 cm, fókusz-távolsága 360 cm; a refraktor lencséjének átmérője 30 cm, fókusz-távolsága 450 cm. A műszerpillér magassága 4 m. A kupola lebegő padlóval bír, mely automatikusan emelhető és süllyeszthető.



KIRALYI MAGYAR
EGYETEMI NYOMDA
BUDAPEST