

„STELLA“
CSILLAGÁSZATI
EGYESÜLET
ALMANACHJA
1926-RA.

II. ÉVFOLYAM.

SZERKESZTIK:
TASS ANTAL ÉS WODETZKY JÓZSEF
ÜGYVEZETŐ TITKÁROK.

BUDAPEST,
KIR. MAGY. EGYETEMI NYOMDA.
1926.

FIGYELMEZTETÉS. A IX. oldalon lévő „Értesítés“ értelmében kérjük az esedékes tagdíjak mielőbbi beküldését.

Tagul a mellékelt belépési nyilatkozaton lehet jelentkezni.

BEMERKUNG. In einem in deutscher Sprache verfassten Anhang (Seite 355–367) ist der Inhalt des Almanachs angegeben.



Kilián Frigyes Utóda

magyar királyi egyetemi könyvkereskedése
Budapest, IV. ker., Váci-utca 32. sz.

A legjobb bel- és külföldi műszaki, természet-
tudományi és matematikai művek állandó
nagy raktára. — Elvállalja bárhol megjelent
könyvek beszerzését és folyóiratok szállítását.
Számos tudományos intézet állandó szállítója.

Alapítási év
1832.

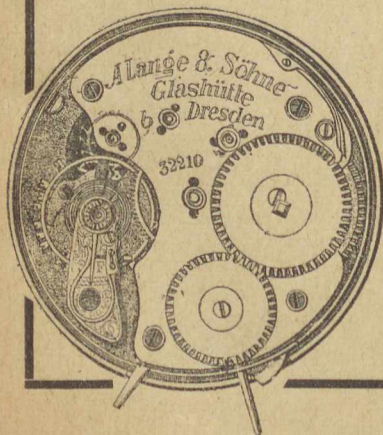


Telefon :
1-96.

A MAGYAR TUDOMÁNYOS INTÉZETEK SZÁLLÍTÓJA.

Valódi pontossági zsebórák,

csillagászati ingaórák,
~ ~ kronométerek, ~ ~
finom ingaórák, ébresztők,
valamint optikai és me-
chanikai műszerek jutá-
nyos áron szerezhetők be



Hoser Victor

óra- és kronométer-készítő műhelyé-
ben és raktárában

Budapesten, I., Tabán, Apród-
utca 1.-3. — Telefon: T.40-23.

Képes árjegyzék ingyen, bérmentve.

„STELLA“

CSILLAGÁSZATI EGYESÜLET

ALMANACHJA

1926-RA.

II. ÉVFOLYAM.

SZERKESZTIK :

TASS ANTAL ÉS WODETZKY JÓZSEF

ÜGYVEZETŐ TITKÁROK.

BUDAPEST, 1925.

KIR. MAGYAR EGYETEMI NYOMDA.

(Főigazgató : Dr. Czákó Elemér.)

Medgyesny Pál. 1938.

A „Stella“ Csillagászati Egyesület kiadványa.

A klisék az állami Térképészeti Intézetnél készültek.

ELNÖKI ELŐSZÓ.

A „Stella“ tagjai sorába csak azok léptek, akik a csillagászatot szeretik. A csillagászat barátai számára pedig kellemes újévi üzenetem van. A svábhegyi csillagvizsgálót szorgalmasan építjük, a központi épület a nyáron elkészül és a főműszert: a Heyde-féle reflektor-refraktort is nem-sokára hazahozhatjuk.

Legyen a svábhegyi csillagvizsgáló építése eljövendő idők előtt bizonyosága annak, hogy nemzeti szerencsétlenségeink közepette sem estünk kétségbe, hanem megfeszített erővel dolgoztunk kulturális integritásunkért.

Budapesten, 1925. év karácsonyán.

Dr. gróf Klebelsberg Kuno

vallás- és közoktatásügyi miniszter,
a „Stella“ Csillagászati Egyesület elnöke.

A SZERKESZTŐK ELŐSZAVA.

A „Stella“ Almanachja, mely egy évvel ezelőtt oly sokat ígérő auspiciumok között indult első útjára, immár másodszer kerül a csillagászat iránt érdeklődő magyar művelt közönség kezébe. Ha a szerkesztők feladata első alkalommal sem volt könnyű, úgy most mindenesetre nehezebb lett: Könnyebb hódítani, mint a meghódítottat biztosan meg is tartani. Hogy az első magyar csillagászati Almanach számos barátot szerzett, annak bizonyosága a „Stella“ növekvő tagszáma és a közönség érdeklődése Almanachunk és népszerű ismertető előadásaink iránt. A szerkesztők, hogy ezt az élénk érdeklődést ébren is tartsák, az Almanach tartalmát annyira bővítették, amennyire ezt a körülmények egyáltalán megengedték. Ezzel nemcsak a hozzánk juttatott óhajokat kívántuk kielégíteni, hanem ezzel úgy a magyar csillagászatnak, mint a magyar művelt nagyközönségnek is tartoztunk. A utódállamok mindegyikében alakult ugyanis már csillagászati egyesület, melyek közül a horvát 1926-ban almanachjának már 7-ik évfolyamát jelenteti meg.

Kulturális küzdelem előtt állunk tehát. Mindent elkövettünk, hogy ebben alul ne maradjunk. Száz oldalnál többet tesz ki az Almanach tartalmának külső megnövekedése.

S míg belső tartalmi gazdagságáról a tartalomjegyzék tesz tanuságot, addig a tartalom szellemi értékéről a lelkes munkatársak nevei kezeskednek. Ezért nem pusztá ismétlés, mikor a kiváló szerzőknek e helyen leghálásabb és legmelegebb köszönetet mondunk mélyenjáró írásaikért, melyeket megint büszke örömmel és most már a jövőbe vetett nagyobb bizalommal adunk olvasóink és barátaink kezébe. A népszerű ismertető előadásokat a jövőben is fenn fogjuk tartani.

Hogy ezt a kulturális küzdelmet minél sikeresebben megvívhassuk, a szerkesztők hosszas és beható megfontolás után elérkezettnek látják az időt arra, hogy külön csillagászati folyóirattal is táplálják a magyar közönség szeretetét az ég magasztos tudománya iránt. Az Almanachhoz mellékelte erre vonatkozó felhívásunkat az érdeklődők és tagtársaink figyelmébe és szeretetteljes pártfogásába ajánljuk.

Végül ismét arra kérjük a „Stella“ minden barátját, hogy az Almanachra vagy a „Stella“ egyéb kiadványaira vonatkozó kívánságaikat a szerkesztőséggel (Budapest-Svábhegy, Csillagvizsgáló-intézet) közölni sziveskedjék.

Budapest, 1925. november végén.

Tass Antal

a svábhegyi csillagvizsgáló-intézet
igazgatója,

Dr. Wodetzky József

egyetemi nyilvános rendes
tanár,

„Stella“ Csillagászati Egyesület Almanachjának szerkesztői, ügyvezető titkárok.

ÉRTESÍTÉS.

A „Stella“ Csillagászati Egyesület Almanachját a tagok tagilletményként kapják. — Az Almanach idei évfolyamának bolti ára: 60.000 korona.

Minthogy az utódállamokban is létesültek csillagászati almanachokat kiadó csillagászati egyesületek, eminens érdeke a magyar csillagászatnak, hogy csillagászati egyesületek világhálózatában hazánkat képviselő „Stella“ almanachjának következő évfolyama újból nívósabb legyen. E cél csak tagjaink hathatós erkölcsi és anyagi támogatása mellett lévén elérhető, egyésszt arra kérjük tagjainkat, hogy a csillagászat iránt érdeklő ismerőseiket az egyesületbe való belépésre buzdítsák, másrészt arra, hogy a csatolt befizetési lapon az 1926. évre esedékes tagdíjakat, valamint esetleges hátralékaikat mielőbb átutalni méltóztassanak.

A „Stella“ tagjai: Évdíjas (rendes- és pártoló) és alapítványi (alapító és örökítő) tagok. Az évdíjas tagság öt évre kötelező. A rendes tagdíj évi 3 aranykorona, a pártoló díj évi tizenöt aranykorona: az alapító tagsági díj egyszerismindenkori egyszáz és az örökítő tagsági díj egyszerismindenkori háromszáz aranykorona. — Az újonnan belépő tagok az 1925. évi Almanachot 45.000 K. ellenében kapják. — Tagsági bejelentések a „Stella“ titkárságához, Budapest-Svábhegy Csillagvizsgálóintézet intézendők.

A „Stella“ póstatakarékpénztári csekkszámlijának száma 37.343.

TARTALOMJEGYZÉK.

	Lapszám
Elnöki előszó	V
A szerkesztők előszava	VII—VIII
Értesítés	IX

I.

Csillagászati táblázatok 1926-ra.

A Nap geocentrumos egyenlítői koordinátái, csillagidő, időegyenlet; kelte, delelése és nyugvásának ideje	1—13
A Hold geocentrumos egyenlítői koordinátái, parallaxisa, félátmérője; kelte, delelése és nyugvásának ideje	14—25
Holdváltozások	26
A fő-bolygók geocentrumos egyenlítői koordinátái, távolságuk, félátmérőik; keltük, delelésük és nyugvásuk ideje	27—32
Bolygókonstellációk 1926-ban	33—34
Jupiter holdjainak állása 1926 márciustól—decemberig .	35—44
Kis bolygók jegyzéke	45—57
Nap- és holdfogyatkozások 1926-ban	58—60
A fényesebb fundamentális csillagok középhelyei 1926,0-ra	61—64
Látszó csillaghelyek 1926-ra	65—68
Fényesebb kettős csillagok jegyzéke	69
Fényesebb csillaghalmazok jegyzéke	70
Fényesebb csillagködök jegyzéke	71
Függellék a Stella-Almanach csillagászati táblázataihoz:	
I. rész. Alapfogalmak. Közli: WODETZKY JÓZSEF . . .	72—79
II. rész. A csillagászati táblák magyarázata. Közli:	
TASS ANTAL	80—87

II.

Tudományos ismertető közlemények.

	Lapszám
KÖVESLIGETHY RADÓ: A föld belsejének tömegeloszlása	91—101
KÜRSCHÁK JÓZSEF: Megemlékezés Bolyai Jánosról új világa megteremtésének századik évfordulója alkalmából	101—115
MAHLER EDE: Az asztronómia művelése az ókori egyip- tomiaknál	115—132
OLTAY KÁROLY: A drótnélküli telegrafálás jelentősége időmegállapítások (óraösszehasonlítások) szem- pontjából	132—153
ORTVAY RUDOLF: Törvényszerűségek az elemek spektru- maiban	153—200
WODETZKY JÓZSEF: Csillagrendszerek	200—217
RÓNA ZSIGMOND: Az időprognózisról	217—229
GRÓH GYULA: Az anyag belső szerkezete	229—276
HARKÁNYI BÉLA: Az új csillagokról	277—285
STEINER LAJOS: A Nap mágnessége	286—295
TASS ANTAL: A csillagtávolság-meghatározások modern módszereiről	296—317
RÉDEY ISTVÁN: A légi fotogrammetriáról	318—332
Apróbb közlemények:	
WODETZKY JÓZSEF: Hugo von Seeliger	336—337
TASS ANTAL: Camille Flammarion (1842—1925.)	338—341
TASS ANTAL: 1926-ban esedékes visszatérő üstökösök	341—343
TASS ANTAL: Az 1925. évi üstökösjárás	343—345
A potsdami csillagvizsgáló 50 éves fennállásához	345—347
Csillagászati ujdonságok	347—348

III.

Egyesületi ügyek.

Jelentés a Stella 1925. évi tevékenységéről	351—353
---	---------

Anhang.

	Lapszám
Inhalt des Stella-Almanachs für 1926	357—358
RADÓ VON KÖVESLIGETHY: Über die Massenverteilung im Innern der Erde	358—359
JOSEF KÜRSCHÁK: Erinnerung an Johann Bolyai gelegent- lich des hundersten Jahrestages der Schöpfung seiner neuen Welt	359—360
ED. MAHLER: Die Pflege der Astronomie bei den alten Aegyptern	361—362
KARL OLTAY: Bedeutung und Einzelheiten der Uhrver- gleichungen durch drahtlose Telegraphie	362—363
RUDOLF ORTVAY: Gesetzmäßigkeiten in den Spektren der Elemente	363
J. WODETZKY: Sternsysteme	363—364
S. RÓNA: Über die Wettervorhersage	364
J. GRÓH: Über die Konstitution der Materie	364—365
BÉLA VON HARKÁNYI: Über neue Sterne	365
L. STEINER: Magnetismus der Sonne	365—366
A. TASS: Über die modernen Methoden der Fixstern- parallaxen-Bestimmungen	366
ST. RÉDEY: Über Luftphotogrammetrie	366—367

I.

CSILLAGÁSZATI TÁBLÁZATOK

1926-RA.

NAP. — 1926 JANUÁR.

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	P	1	18 42 45	-23 5	6 39 33	+ 3 12	7 32	11 47	16 3
2	Sz	2	18 47 10	-23 0	6 43 30	+ 3 41	7 32	11 48	16 4
3	V	3	18 51 35	-22 55	6 47 26	+ 4 9	7 32	11 48	16 5
4	H	4	18 55 59	-22 49	6 51 23	+ 4 36	7 32	11 49	16 6
5	K	5	19 0 23	-22 43	6 55 19	+ 5 4	7 32	11 49	16 7
6	Sz	6	19 4 47	-22 37	6 59 16	+ 5 31	7 32	11 50	16 8
7	Cs	7	19 9 10	-22 30	7 3 12	+ 5 57	7 32	11 50	16 9
8	P	8	19 13 32	-22 22	7 7 9	+ 6 24	7 31	11 50	16 10
9	Sz	9	19 17 55	-22 14	7 11 5	+ 6 49	7 31	11 51	16 11
10	V	10	19 22 16	-22 6	7 15 2	+ 7 14	7 30	11 51	16 13
11	H	11	19 26 37	-21 57	7 18 58	+ 7 39	7 30	11 52	16 14
12	K	12	19 30 58	-21 48	7 22 55	+ 8 3	7 29	11 52	16 15
13	Sz	13	19 35 18	-21 38	7 26 52	+ 8 27	7 29	11 52	16 17
14	Cs	14	19 39 38	-21 28	7 30 48	+ 8 49	7 29	11 53	16 18
15	P	15	19 43 56	-21 18	7 34 45	+ 9 12	7 28	11 53	16 19
16	Sz	16	19 48 15	-21 7	7 38 41	+ 9 33	7 28	11 54	16 20
17	V	17	19 52 32	-20 56	7 42 38	+ 9 54	7 27	11 54	16 22
18	H	18	19 56 49	-20 44	7 46 34	+ 10 14	7 26	11 54	16 23
19	K	19	20 1 50	-20 32	7 50 31	+ 10 34	7 25	11 55	16 25
20	Sz	20	20 5 20	-20 20	7 54 27	+ 10 53	7 24	11 55	16 26
21	Cs	21	20 9 35	-20 7	7 58 24	+ 11 11	7 23	11 55	16 28
22	P	22	20 13 48	-19 54	8 2 21	+ 11 28	7 22	11 55	16 29
23	Sz	23	20 18 1	-19 40	8 6 17	+ 11 44	7 22	11 56	16 31
24	V	24	20 22 13	-19 26	8 10 14	+ 12 0	7 21	11 56	16 32
25	H	25	20 26 25	-19 12	8 14 10	+ 12 15	7 20	11 56	16 33
26	K	26	20 30 35	-18 57	8 18 7	+ 12 29	7 19	11 56	16 35
27	Sz	27	20 34 45	-18 42	8 22 3	+ 12 42	7 17	11 57	16 37
28	Cs	28	20 38 54	-18 27	8 26 0	+ 12 54	7 16	11 57	16 38
29	P	29	20 43 2	-18 11	8 29 56	+ 13 6	7 15	11 57	16 40
30	Sz	30	20 47 10	-17 55	8 33 53	+ 13 16	7 15	11 57	16 41
31	V	31	20 51 16	-17 39	8 37 50	+ 13 26	7 13	11 57	16 42

Nap földközélen január 2-án 5 órakor (közép-európai idő).

NAP. — 1926 FEBRUÁR.

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						
			<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	32	20 55 22	-17 22	8 41 46	+13 36	7 12	11 58	16 44
2	K	33	20 59 27	-17 5	8 45 43	+13 44	7 10	11 58	16 46
3	Sz	34	21 3 31	-16 48	8 49 39	+13 51	7 9	11 58	16 48
4	Cs	35	21 7 34	-16 31	8 53 36	+13 58	7 7	11 58	16 49
5	P	36	21 11 36	-16 12	8 57 32	+14 4	7 6	11 58	16 51
6	Sz	37	21 15 38	-15 55	9 1 29	+14 9	7 5	11 58	16 52
7	V	38	21 19 39	-15 36	9 5 25	+14 13	7 4	11 58	16 53
8	H	39	21 23 39	-15 18	9 9 22	+14 17	7 2	11 58	16 55
9	K	40	21 27 38	-14 59	9 13 19	+14 20	7 0	11 58	16 57
10	Sz	41	21 31 37	-14 40	9 17 15	+14 22	6 59	11 58	16 59
11	Cs	42	21 35 35	-14 20	9 21 12	+14 23	6 57	11 58	17 0
12	P	43	21 39 32	-14 1	9 25 8	+14 23	6 56	11 58	17 2
13	Sz	44	21 43 28	-13 41	9 29 5	+14 23	6 55	11 58	17 4
14	V	45	21 47 23	-13 21	9 33 1	+14 22	6 53	11 58	17 5
15	H	46	21 51 18	-13 0	9 36 58	+14 20	6 51	11 58	17 6
16	K	47	21 55 12	-12 40	9 40 54	+14 17	6 49	11 58	17 8
17	Sz	48	21 59 5	-12 19	9 44 51	+14 14	6 47	11 58	17 10
18	Cs	49	22 2 58	-11 58	9 48 48	+14 10	6 46	11 58	17 11
19	P	50	22 6 49	-11 37	9 52 44	+14 5	6 45	11 58	17 13
20	Sz	51	22 10 41	-11 16	9 56 41	+13 59	6 43	11 58	17 14
21	V	52	22 14 31	-10 54	10 0 37	+13 54	6 41	11 58	17 16
22	H	53	22 18 21	-10 33	10 4 34	+13 47	6 39	11 58	17 17
23	K	54	22 22 10	-10 11	10 8 30	+13 39	6 37	11 58	17 19
24	Sz	55	22 25 58	- 9 49	10 12 27	+13 31	6 35	11 58	17 21
25	Cs	56	22 29 46	- 9 27	10 16 23	+13 22	6 34	11 57	17 22
26	P	57	22 33 33	- 9 5	10 20 20	+13 13	6 32	11 57	17 24
27	Sz	58	22 37 20	- 8 42	10 24 17	+13 3	6 30	11 57	17 25
28	V	59	22 41 6	- 8 20	10 28 13	+12 53	6 28	11 57	17 26

NAP. — 1926 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	H	60	22 44 51	- 7 57	10 32 10	+ 12 41	6 26	11 57	17 28
2	K	61	22 48 36	- 7 34	10 36 6	+ 12 30	6 24	11 57	17 30
3	Sz	62	22 52 21	- 7 12	10 40 3	+ 12 18	6 23	11 56	17 31
4	Cs	63	22 56 5	- 6 49	10 43 59	+ 12 5	6 21	11 56	17 32
5	P	64	22 59 48	- 6 26	10 47 56	+ 11 52	6 19	11 56	17 34
6	Sz	65	23 3 31	- 6 2	10 51 22	+ 11 39	6 17	11 56	17 35
7	V	66	23 7 14	- 5 39	10 55 49	+ 11 25	6 15	11 55	67 37
8	H	67	23 10 56	- 5 16	10 59 46	+ 11 11	6 13	11 55	17 38
9	K	68	23 14 38	- 4 53	11 3 42	+ 10 56	6 11	11 55	17 40
10	Sz	69	23 18 20	- 4 29	11 7 39	+ 10 41	6 9	11 55	17 42
11	Cs	70	23 22 1	- 4 6	11 11 35	+ 10 26	6 7	11 54	17 43
12	P	71	23 25 42	- 3 42	11 15 32	+ 10 10	6 5	11 54	17 44
13	Sz	72	23 29 22	- 3 18	11 19 28	+ 9 54	6 3	11 54	17 45
14	V	73	23 33 3	- 2 55	11 23 25	+ 9 38	6 1	11 54	17 47
15	H	74	23 36 43	- 2 31	11 27 21	+ 9 21	5 59	11 53	17 49
16	K	75	23 40 22	- 2 8	11 31 18	+ 9 4	5 57	11 53	16 50
17	Sz	76	23 44 2	- 1 44	11 35 15	+ 8 47	5 55	11 53	17 51
18	Cs	77	23 47 41	- 1 20	11 39 11	+ 8 30	5 53	11 53	17 53
19	P	78	23 51 20	- 0 56	11 43 8	+ 8 13	5 51	11 52	17 54
20	Sz	79	23 54 59	- 0 33	11 47 4	+ 7 55	5 49	11 52	17 56
21	V	80	23 58 38	- 0 9	11 51 1	+ 7 37	5 46	11 52	17 57
22	H	81	0 2 16	+ 0 15	11 54 57	+ 7 19	5 44	11 51	17 59
23	K	82	0 5 55	+ 0 38	11 58 54	+ 7 1	5 43	11 51	18 0
24	Sz	83	0 9 33	+ 1 2	12 2 50	+ 6 43	5 41	11 51	18 1
25	Cs	84	0 13 11	+ 1 26	12 6 47	+ 6 24	5 39	11 50	18 3
26	P	85	1 16 50	+ 1 49	12 10 43	+ 6 6	5 37	11 50	18 4
27	Sz	86	0 20 28	+ 2 13	12 14 40	+ 5 48	5 34	11 50	18 6
28	V	87	0 24 6	+ 2 36	12 18 37	+ 5 29	5 32	11 49	18 7
29	H	88	0 27 44	+ 3 0	12 22 33	+ 5 11	5 31	11 49	18 9
30	K	89	0 31 22	+ 3 23	12 26 30	+ 4 53	5 29	11 49	18 10
31	Sz	90	0 35 0	+ 3 47	12 30 26	+ 4 34	5 27	11 49	18 12

Tavaszi kezdete március 21-én 10^h 2^m (középeurópai idő).

NAP. — 1926 ÁPRILIS.

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						
			h m s	° ′	h m s	m s	m s	m s	m s
1	Cs	91	0 38 39	+ 4 10	12 34 23	+ 4 16	5 25	11 48	18 13
2	P	92	0 42 17	+ 4 33	12 38 19	+ 3 58	5 22	11 48	18 14
3	Sz	93	0 45 56	+ 4 56	12 42 16	+ 3 40	5 20	11 48	18 16
4	V	94	0 49 34	+ 5 19	12 46 12	+ 3 22	5 19	11 47	18 17
5	H	95	0 53 13	+ 5 42	12 50 9	+ 3 4	5 17	11 47	18 18
6	K	96	0 56 52	+ 6 5	12 54 6	+ 2 47	5 15	11 47	18 19
7	Sz	97	1 0 31	+ 6 28	12 58 2	+ 2 29	5 13	11 46	18 21
8	Cs	98	1 4 11	+ 6 50	13 1 59	+ 2 12	5 11	11 46	18 23
9	P	99	1 7 50	+ 7 13	13 5 55	+ 1 55	5 8	11 46	18 24
10	Sz	100	1 11 30	+ 7 35	13 9 52	+ 1 39	5 7	11 46	18 25
11	V	101	1 15 11	+ 7 57	13 13 48	+ 1 22	5 5	11 45	18 26
12	H	102	1 18 51	+ 8 19	13 17 45	+ 1 6	5 3	11 45	18 28
13	K	103	1 22 32	+ 8 41	13 31 41	+ 0 50	5 1	11 45	18 29
14	Sz	104	1 26 13	+ 9 3	13 25 38	+ 0 35	4 59	11 45	18 31
15	Cs	105	1 29 54	+ 9 25	13 29 35	+ 0 20	4 57	11 44	18 32
16	P	106	1 33 36	+ 9 46	13 33 31	+ 0 5	4 55	11 44	18 34
17	Sz	107	1 37 18	+ 10 8	13 37 28	- 0 10	4 54	11 44	18 36
18	V	108	1 41 0	+ 10 29	13 41 24	- 0 24	4 52	11 44	18 37
19	H	109	1 44 43	+ 10 50	13 45 21	- 0 38	4 50	11 43	18 38
20	K	110	1 48 26	+ 11 11	13 49 17	- 0 51	4 48	11 43	18 39
21	Sz	111	1 52 10	+ 11 31	13 53 14	- 1 4	4 46	11 43	18 41
22	Cs	112	1 55 54	+ 11 52	13 57 10	- 1 17	4 44	11 43	18 42
23	P	113	1 59 38	+ 12 12	14 1 7	- 1 29	4 43	11 43	18 44
24	Sz	114	2 3 23	+ 12 32	14 5 4	- 1 41	4 41	11 42	18 45
25	V	115	2 7 8	+ 12 52	14 9 0	- 1 52	4 39	11 42	18 46
26	H	116	2 10 54	+ 13 12	14 12 57	- 2 3	4 37	11 42	18 48
27	K	117	2 14 40	+ 13 31	14 16 53	- 2 13	4 35	11 42	18 49
28	Sz	118	2 18 27	+ 13 50	14 20 50	- 2 23	4 33	11 42	18 51
29	Cs	119	2 22 14	+ 14 9	14 24 46	- 2 32	4 32	11 41	18 52
30	P	120	2 26 2	+ 14 28	14 28 43	- 2 41	4 31	11 41	18 53

NAP. — 1926 MÁJUS.

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

NAP. — 1926 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>° ′</i>	<i>h m s</i>	<i>m s</i>	<i>h m</i>	<i>h m</i>	<i>h m</i>
1	K	152	4 32 21	+21 55	16 34 53	-2 31	3 51	11 41	19 33
2	Sz	153	4 36 27	+22 4	16 38 49	-2 23	3 50	11 42	19 34
3	Cs	154	4 40 32	+22 11	16 42 46	-2 14	3 50	11 42	19 35
4	P	155	4 44 39	+22 19	16 46 42	-2 4	3 49	11 42	19 36
5	Sz	156	4 48 45	+22 26	16 50 39	-1 54	3 48	11 42	19 36
6	V	157	4 52 52	+22 33	16 54 35	-1 43	3 48	11 42	19 37
7	H	158	4 56 59	+22 39	16 58 32	-1 33	3 48	11 42	19 38
8	K	159	5 1 7	+22 45	17 2 29	-1 22	3 48	11 43	19 39
9	Sz	160	5 5 15	+22 51	17 6 25	-1 10	3 47	11 43	19 39
10	Cs	161	5 9 23	+22 56	17 10 22	-0 59	3 47	14 43	19 40
11	P	162	5 13 31	+23 1	17 14 18	-0 47	3 47	11 43	19 40
12	Sz	163	5 17 40	+23 5	17 18 15	-0 35	3 47	11 43	19 41
13	V	164	5 21 49	+23 9	17 22 11	-0 23	3 46	11 44	19 41
14	H	165	5 25 18	+23 13	17 26 8	-0 10	3 46	11 44	19 42
15	K	166	5 30 7	+23 16	17 30 4	+0 2	3 46	11 44	19 42
16	Sz	167	5 34 10	+23 19	17 34 1	+0 15	3 46	11 44	19 43
17	Cs	168	5 38 26	+23 21	17 37 58	+0 28	3 46	11 44	19 43
18	P	169	2 42 35	+23 23	17 41 54	+0 41	3 46	11 45	19 44
19	Sz	170	5 46 45	+23 25	17 45 51	+0 54	3 46	11 45	19 44
20	V	171	5 50 54	+23 26	17 49 47	+1 7	3 46	11 45	19 44
21	H	172	5 55 3	+23 27	17 53 44	+1 20	3 46	11 45	19 45
22	K	173	5 59 13	+23 27	17 57 40	+1 33	3 46	11 46	19 45
23	Sz	174	6 3 23	+23 27	18 1 36	+1 46	3 46	11 46	19 45
24	Cs	175	6 7 32	+23 26	18 5 33	+1 59	3 47	11 46	19 45
25	P	176	6 11 41	+23 25	18 9 30	+2 11	3 47	11 46	19 45
26	Sz	177	6 15 51	+23 24	18 13 27	+2 24	3 47	11 46	19 45
27	V	178	6 20 0	+23 22	18 17 23	+2 37	3 48	11 47	19 45
28	H	179	6 24 9	+23 20	18 21 20	+2 49	3 48	11 47	19 45
29	K	180	6 28 18	+23 17	18 25 16	+3 1	3 49	11 47	19 45
30	Sz	181	6 32 26	+23 14	18 29 13	+3 14	3 49	11 47	19 45

Nyár kezdete június 22-én 5^h 30^m (középeurópai idő).

NAP. — 1926 JÚLIUS.

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

Nap földtávolban július 5-én 15 órakor (közép-európai idő).

NAP. — 1926 AUGUSZTUS.

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	V	213	8 41 37	+18 17	20 35 23	+6 14	4 21	11 50	19 20
2	H	214	8 45 30	+18 2	20 39 19	+6 11	4 21	11 50	19 18
3	K	215	8 49 23	+17 46	20 43 16	+6 7	4 22	11 50	19 17
4	Sz	216	8 53 15	+17 31	20 47 12	+6 3	4 24	11 50	19 15
5	Cs	217	8 57 7	+17 15	20 51 9	+5 58	4 25	11 50	19 13
6	P	218	9 0 58	+16 59	20 55 5	+5 52	4 27	11 50	19 12
7	Sz	219	9 4 48	+16 43	20 59 2	+5 46	4 28	11 50	19 11
8	V	220	9 8 38	+16 26	21 2 59	+5 39	4 30	11 50	19 9
9	H	221	9 12 27	+16 9	21 6 55	+5 32	4 30	11 50	19 8
10	K	222	9 16 16	+15 52	21 10 52	+5 24	4 32	11 49	19 6
11	Sz	223	9 20 4	+15 34	21 14 48	+5 16	4 33	11 49	19 4
12	Cs	224	9 23 51	+15 17	21 18 45	+5 6	4 35	11 49	19 2
13	P	225	9 27 38	+14 59	21 22 41	+4 57	4 36	11 49	19 1
14	Sz	226	9 31 24	+14 41	21 26 38	+4 47	4 38	11 49	19 0
15	V	227	9 35 10	+14 22	21 30 34	+4 36	4 38	11 49	18 58
16	H	228	9 38 55	+14 4	21 34 31	+4 24	4 40	11 48	18 56
17	K	229	9 42 40	+13 45	21 38 27	+4 12	4 41	11 48	18 54
18	Sz	230	9 46 24	+13 26	21 42 24	+4 0	4 43	11 48	18 52
19	Cs	231	9 50 8	+13 6	21 46 21	+3 47	4 44	11 48	18 50
20	P	232	9 53 51	+12 47	21 50 17	+3 34	4 46	11 48	18 48
21	Sz	233	9 57 33	+12 27	21 54 14	+3 20	4 47	11 47	18 47
22	V	234	10 1 15	+12 7	21 58 10	+3 5	4 47	11 47	18 45
23	H	235	10 4 57	+11 47	22 2 7	+2 50	4 49	11 47	18 43
24	K	236	10 8 38	+11 27	22 6 3	+2 35	4 50	11 47	18 41
25	Sz	237	10 12 19	+11 7	22 10 0	+2 19	4 52	11 46	18 39
26	Cs	238	10 15 59	+10 46	22 13 56	+2 3	4 53	11 46	18 37
27	P	239	10 19 39	+10 25	22 17 53	+1 46	4 55	11 46	18 36
28	Sz	240	10 23 18	+10 4	22 21 50	+1 29	4 55	11 45	18 34
29	V	241	10 26 58	+9 43	22 25 46	+1 12	4 57	11 45	18 32
30	H	242	10 30 36	+9 22	22 29 43	+0 54	4 58	11 45	18 30
31	K	243	10 34 15	+9 0	22 33 39	+0 36	5 0	11 45	18 28

NAP. — 1926 SZEPTEMBER.

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	Sz	244	10 37 53	+8 39	22 37 36	+0 17	5 1	11 44	18 26
2	Cs	245	10 41 31	+8 17	22 41 32	-0 1	5 3	11 44	18 25
3	P	246	10 45 9	+7 55	22 45 29	-0 20	5 3	11 44	18 23
4	Sz	247	10 48 46	+7 33	22 49 25	-0 40	5 5	11 43	18 20
5	V	248	10 52 23	+7 11	22 53 22	-0 59	5 6	11 43	18 18
6	H	249	10 56 0	+6 49	22 57 19	-1 19	5 8	11 43	18 16
7	K	250	10 59 36	+6 27	23 1 15	-1 39	5 9	11 42	18 14
8	Sz	251	11 3 13	+6 4	23 5 12	-1 59	5 11	11 42	18 13
9	Cs	252	11 6 49	+5 42	23 9 8	-2 19	5 12	11 42	18 11
10	P	253	11 10 25	+5 19	23 13 5	-2 40	5 13	11 41	18 8
11	Sz	254	11 14 1	+4 56	23 17 1	-3 0	5 14	11 41	18 6
12	V	255	11 17 37	+4 34	23 20 58	-3 21	5 16	11 41	18 4
13	H	256	11 21 12	+4 11	23 24 54	-3 42	5 17	11 40	18 2
14	K	257	11 24 48	+3 48	23 28 51	-4 3	5 19	11 40	18 0
15	Sz	258	11 28 23	+3 25	23 32 48	-4 24	5 20	11 40	17 58
16	Cs	259	11 31 58	+3 2	23 36 44	-4 46	5 21	11 39	17 56
17	P	260	11 35 34	+2 39	23 40 41	-5 7	5 22	11 39	17 54
18	Sz	261	11 39 9	+2 15	23 44 37	-5 28	5 24	11 39	17 52
19	V	262	11 42 44	+1 52	23 48 34	-5 50	5 25	11 38	17 50
20	H	263	11 46 19	+1 29	23 52 30	-6 11	5 27	11 38	17 48
21	K	264	11 49 55	+1 6	23 56 27	-6 32	5 28	11 37	17 46
22	Sz	265	11 53 30	+0 42	0 0 23	-6 53	5 30	11 37	17 44
23	Cs	266	11 57 5	+0 19	0 4 20	-7 15	5 30	11 37	17 42
24	P	267	12 0 41	-0 4	0 8 17	-7 36	5 32	11 36	17 40
25	Sz	268	12 4 16	-0 28	0 12 13	-7 57	5 33	11 36	17 37
26	V	269	12 7 52	-0 51	0 16 10	-8 17	5 35	11 36	17 35
27	H	270	12 11 28	-1 15	0 20 6	-8 38	5 36	11 35	17 33
28	K	271	12 15 4	-1 38	0 24 3	-8 58	5 38	11 35	17 32
29	Sz	272	12 18 41	-2 1	0 27 59	-9 18	5 38	11 35	17 30
30	Cs	273	12 22 18	-2 25	0 31 56	-9 38	5 40	11 34	17 27

Ősz kezdete szeptember 23-án 20^h 27^m (közép-európai idő).

NAP. — 1926 OKTÓBER.

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

NAP. — 1926 NOVEMBER.

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							
			h m s	° ′	h m s	m s	h m	h m	h m
1	H	305	14 21 47	-14 7	2 38 5	-16 19	6 26	11 28	16 28
2	K	306	14 25 41	-14 26	2 42 2	-16 21	6 28	11 28	16 27
3	Sz	307	14 29 37	-14 46	2 45 59	-16 22	6 30	11 28	16 25
4	Cs	308	14 33 33	-15 4	2 49 55	-16 22	6 31	11 28	16 23
5	P	309	14 37 30	-15 23	2 53 52	-16 21	6 33	11 28	16 22
6	Sz	310	14 41 28	-15 41	2 57 48	-16 20	6 35	11 28	16 21
7	V	311	14 45 27	-16 0	3 1 45	-16 18	6 36	11 28	16 19
8	H	312	14 49 27	-16 17	3 5 41	-16 15	6 37	11 28	16 18
9	K	313	14 53 27	-16 35	3 9 38	-16 11	6 39	11 28	16 16
10	Sz	314	14 57 28	-16 52	3 13 35	-16 6	6 40	11 28	16 15
11	Cs	315	15 1 31	-17 9	3 17 31	-16 0	6 42	11 28	16 14
12	P	316	15 5 34	-17 26	3 21 28	-15 54	6 44	11 28	16 13
13	Sz	317	15 9 37	-17 43	3 25 24	-15 47	6 45	11 28	16 12
14	V	318	15 13 42	-17 59	3 29 21	-15 39	6 46	11 28	16 10
15	H	319	15 17 47	-18 14	3 33 17	-15 30	6 48	11 28	16 9
16	K	320	15 21 54	-18 30	3 37 14	-15 20	6 49	11 29	16 8
17	Sz	321	15 26 1	-18 45	3 41 10	-15 10	6 51	11 29	16 7
18	Cs	322	15 30 9	-19 0	3 45 7	-14 58	6 52	11 29	16 6
19	P	323	15 34 17	-19 14	3 49 4	-14 46	6 54	11 29	16 5
20	Sz	324	15 38 27	-19 28	3 53 0	-14 33	6 56	11 29	16 4
21	V	325	15 42 37	-19 42	3 56 57	-14 19	6 57	11 30	16 3
22	H	326	15 46 49	-19 56	4 0 53	-14 5	6 58	11 30	16 2
23	K	327	15 51 1	-20 9	4 4 50	-13 49	6 59	11 30	16 1
24	Sz	328	15 55 13	-20 21	4 8 46	-13 33	7 1	11 30	16 0
25	Cs	329	15 59 27	-20 34	4 12 43	-13 16	7 2	11 31	15 59
26	P	330	16 3 41	-20 46	4 16 39	-12 58	7 4	11 31	15 58
27	Sz	331	16 7 57	-20 57	4 20 36	-12 39	7 5	11 31	15 58
28	V	332	16 12 13	-21 8	4 24 33	-12 20	7 6	11 32	15 57
29	H	333	16 16 29	-21 19	4 28 29	-12 0	7 7	11 32	15 57
30	K	334	16 20 47	-21 29	4 32 26	-11 29	7 8	11 32	15 56

NAP. — 1926 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						
			h m s	o ' "	h m s	m s	h m	h m	h m
1	Sz	335	16 25 5	-21 39	4 36 22	-11 17	7 10	11 33	15 56
2	Cs	336	16 29 24	-21 49	4 40 19	-10 55	7 11	11 33	15 55
3	P	337	16 33 43	-21 58	4 44 15	-10 32	7 12	11 33	15 55
4	Sz	338	16 38 3	-22 7	4 48 12	-10 9	7 14	11 34	15 54
5	V	339	16 42 24	-22 15	4 52 8	-9 45	7 15	11 34	15 54
6	H	340	16 46 45	-22 23	4 56 5	-9 20	7 16	11 35	15 53
7	K	341	16 51 7	-22 30	5 0 2	-8 55	7 17	11 35	15 53
8	Sz	342	16 55 29	-22 37	5 3 58	-8 29	7 18	11 36	15 53
9	Cs	343	16 59 52	-22 44	5 7 55	-8 3	7 20	11 36	15 53
10	P	344	17 4 15	-22 50	5 11 51	-7 36	7 21	11 36	15 53
11	Sz	345	17 8 39	-22 55	5 15 48	-7 9	7 21	11 37	15 53
12	V	346	17 13 3	-23 1	5 19 44	-6 42	7 22	11 37	15 53
13	H	347	17 17 27	-23 5	5 23 41	-6 14	7 23	11 38	15 53
14	K	348	17 21 52	-23 10	5 27 37	-5 45	7 24	11 38	15 53
15	Sz	349	17 26 17	-23 13	5 31 34	-5 17	7 24	11 39	15 53
16	Cs	350	17 30 42	-23 17	5 35 31	-4 48	7 25	11 39	15 54
17	P	351	17 35 8	-23 20	5 39 27	-4 19	7 26	11 40	15 54
18	Sz	352	17 39 34	-23 22	5 43 24	-3 50	7 27	11 40	15 54
19	V	353	17 44 0	-23 24	5 47 20	-3 21	7 27	11 41	15 54
20	H	354	17 48 26	-23 25	5 51 17	-2 51	7 28	11 41	15 55
21	K	355	17 52 52	-23 26	5 55 13	-2 21	7 29	11 42	15 55
22	Sz	356	17 57 18	-23 27	5 59 10	-1 52	7 29	11 42	15 56
23	Cs	357	18 1 45	-23 27	6 3 6	-1 22	7 30	11 43	15 56
24	P	358	18 6 11	-23 26	6 7 3	-0 52	7 30	11 43	15 57
25	Sz	359	18 10 38	-23 26	6 11 0	-0 22	7 31	11 44	15 57
26	V	360	18 15 4	-23 24	6 14 56	+0 8	7 31	11 44	15 58
27	H	361	18 19 30	-23 22	6 18 53	+0 38	7 31	11 45	15 59
28	K	362	18 23 57	-22 20	6 22 49	+1 8	7 31	11 45	16 0
29	Sz	363	18 28 23	-23 17	6 26 46	+1 38	7 32	11 46	16 0
30	Cs	364	18 32 49	-23 14	6 30 42	+2 6	7 32	11 46	16 1
31	P	365	18 37 14	-23 10	6 34 39	+2 36	7 32	11 47	16 2

Tél kezdete december 22-én 15^h 34^m (középeurópai idő).

HOLD. — 1926 JANUÁR.

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

HOLD. — 1926 FEBRUÁR.

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

HOLD. — 1926 MÁRCIUS.

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

HOLD. — 1926 ÁPRILIS.

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

HOLD. — 1926 MÁJUS.

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

HOLD. — 1926 JÚNIUS.

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

HOLD. — 1926 JÚLIUS.

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

HOLD. — 1926 AUGUSZTUS.

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

HOLD. — 1926 SZEPTEMBER.

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

HOLD. — 1926 OKTÓBER.

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

HOLD. — 1926 NOVEMBER.

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

HOLD. — 1926 DECEMBER.

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

HOLDVÁLTOZÁSOK 1926-BAN.

(Középeurópai idő.)

			h m				h m
Utolsó negyed . . .	Jan.	7-én	8 22	Utolsó negyed . . .	Júl.	2-án	14 2
Újhold	"	14-én	7 35	Újhold	"	10-én	0 6
Első negyed	"	20-án	23 31	Első negyed	"	18-án	3 55
Holdtölte	"	28-án	22 35	Holdtölte	"	25-én	6 13
Utolsó negyed . . .	Febr.	6-án	0 25	Utolsó negyed . . .	"	31-én	20 25
Újhold	"	12-én	18 20	Újhold	Aug.	8-án	14 49
Első negyed	"	19-én	13 36	Első negyed	"	16-án	17 39
Holdtölte	"	27-én	17 51	Holdtölte	"	23-án	13 38
Utolsó negyed . . .	Márc.	7-én	12 50	Utolsó negyed . . .	"	30-án	5 40
Újhold	"	14-én	4 20	Újhold	Szept.	7-én	6 45
Első negyed	"	21-én	6 12	Első negyed	"	15-én	5 27
Holdtölte	"	29-én	11 0	Holdtölte	"	21-én	21 19
Utolsó negyed . . .	Ápr.	5-én	21 50	Utolsó negyed . . .	"	28-án	18 48
Újhold	"	12-én	13 56	Újhold	Okt.	6-án	23 13
Első negyed	"	20-án	0 23	Első negyed	"	14-én	15 28
Holdtölte	"	28-án	1 17	Holdtölte	"	21-én	6 15
Utolsó negyed . . .	Máj.	5-én	4 13	Utolsó negyed . . .	"	28-án	11 57
Újhold	"	11-én	23 55	Újhold	Nov.	5-én	15 34
Első negyed	"	19-én	18 48	Első negyed	"	13-án	0 2
Holdtölte	"	27-én	12 49	Holdtölte	"	19-én	17 21
Utolsó negyed . . .	Jún.	3-án	9 9	Utolsó negyed . . .	"	27-én	8 15
Újhold	"	10-én	11 8	Újhold	Dec.	5-én	7 12
Első negyed	"	18-án	12 14	Első negyed	"	12-én	7 47
Holdtölte	"	25-én	22 13	Holdtölte	"	19-én	7 9
				Utolsó negyed . . .	"	27-én	5 59

MERKUR 1926.

Kelt	0 ^h világ-idő				A Merkúr			
	Rekt.	Dekl.	Távolság a Földtől ¹	Fél-átmérő	kelte	delelése	nyugta	
					Budapesten közép-európai időben			
	h m	o ′		''	h m	h m	h m	
Jan.	1.	17 6	-21 1	1.029	3.3	5 45	10 10	14 35
	13.	18 10	-23 18	1.229	2.7	6 17	10 28	14 39
	25.	19 27	-23 12	1.351	2.5	6 47	10 58	15 09
Febr.	6.	20 49	-19 55	1.402	2.4	7 1	11 32	16 3
	18.	22 12	-13 11	1.373	2.4	7 5	12 9	17 13
Márc.	2.	23 34	- 3 21	1.218	2.7	6 55	12 43	18 31
	14.	0 37	+ 6 13	0.915	3.7	6 26	12 57	19 28
	26.	0 44	+ 8 31	6.648	5.1	5 33	12 15	16 57
Ápr.	7.	0 15	+ 3 3	0.596	5.6	4 41	10 58	17 15
	19.	0 16	+ 0 0	0.709	4.7	4 10	10 13	16 16
Máj.	1.	0 53	+ 2 31	0.883	3.8	3 49	10 4	16 19
	13.	1 53	+ 8 44	1.075	3.1	3 35	10 18	17 1
	25.	3 14	+16 48	1.252	2.7	3 29	10 50	18 11
Jún.	6.	4 59	+23 38	1.320	2.5	3 54	11 52	19 50
	18.	6 49	+24 57	1.208	2.8	4 47	12 54	21 1
	30.	8 15	+21 14	1.014	3.3	5 48	13 31	21 14
Júl.	12.	9 10	+15 42	0.822	4.1	6 21	13 37	20 53
	24.	9 30	+11 19	0.663	5.0	6 14	13 8	20 2
Aug.	5.	9 9	+11 15	0.596	5.6	5 4	11 58	18 52
	17.	8 44	+15 4	0.716	4.7	3 35	10 48	18 1
	29.	9 19	+16 0	1.013	3.3	3 21	10 38	17 55
Szept.	10.	10 40	+10 19	1.286	2.6	4 23	11 13	18 03
	22.	12 3	+ 1 8	1.398	2.4	5 44	11 48	17 52
Okt.	4.	13 17	- 7 59	1.393	2.4	6 46	12 14	17 42
	16.	14 25	-15 46	1.312	2.5	7 43	12 35	17 27
	28.	15 31	-21 33	1.162	2.9	8 32	12 54	17 16
Nov.	9.	16 26	-24 28	0.940	3.6	8 56	13 0	17 4
	21.	16 29	-22 36	0.709	4.7	7 57	12 12	16 27
Dec.	3.	15 36	-16 45	0.759	4.4	5 48	10 33	15 18
	15.	15 58	-18 18	1.035	3.2	5 32	10 11	14 50
	27.	17 2	-22 10	1.251	2.7	6 10	10 28	14 46

¹ A bolygótávolság csillagászati egységben, Nap—Föld távolságban (= 149,500,000 km) vannak kifejezve.

VENUS 1926.

Kelt	0 ^h világ-idő				A Venus		
	Rekt.	Dekl.	Távo- ság a Földtől	Fel- 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.	21 33	- 14 25	0.423	19.9	8 38	14 36	20 34
13.	21 48	- 10 41	0.349	24.1	8 47	14 3	19 19
25.	21 42	- 8 9	0.295	28.6	7 40	13 8	18 36
Febr. 6.	21 16	- 7 43	0.272	31.0	6 27	11 56	17 25
18.	20 50	- 9 6	0.290	29.0	5 20	10 43	16 6
Márc. 2.	20 44	- 10 49	0.350	24.6	4 34	9 50	15 6
14.	20 59	- 11 42	0.416	20.1	4 7	9 18	14 29
26.	21 29	- 11 20	0.502	16.7	3 49	9 2	14 15
Ápr. 7.	22 9	- 9 40	0.594	14.2	3 35	8 55	14 15
19.	22 53	- 6 50	0.689	12.2	3 18	8 52	14 26
Máj. 1.	23 39	- 3 5	0.784	10.7	3 2	8 51	14 40
13.	0 28	+ 1 18	0.879	9.6	2 47	8 52	14 57
25.	1 17	+ 5 59	0.971	8.7	2 24	8 54	15 24
Jún. 6.	2 8	+ 10 39	1.061	7.9	2 7	8 58	15 49
18.	3 2	+ 14 57	1.147	7.3	1 52	9 4	16 16
30.	3 58	+ 18 35	1.229	6.8	1 43	9 13	16 43
Júl. 12.	4 57	+ 21 11	1.306	6.4	1 42	9 25	17 8
24.	5 59	+ 22 30	1.378	6.1	1 48	9 39	17 30
Aug. 5.	7 1	+ 22 20	1.443	5.8	2 4	9 54	17 44
17.	8 3	+ 20 38	1.501	5.6	2 16	10 8	18 0
29.	9 3	+ 17 32	1.552	5.4	2 57	10 22	17 45
Szept. 10.	10 2	+ 13 13	1.596	5.3	3 30	10 33	17 36
22.	10 58	+ 8 2	1.633	5.2	4 3	10 42	17 21
Okt. 4.	11 54	+ 2 16	1.663	5.1	4 37	10 50	17 3
16.	12 49	- 3 42	1.685	5.0	5 12	10 58	16 44
28.	13 44	- 9 31	1.701	4.9	5 45	11 6	16 27
Nov. 9.	14 42	- 14 50	1.710	4.9	6 20	11 17	16 14
21.	15 43	- 19 14	1.713	4.9	6 55	11 30	16 5
Dec. 3.	16 46	- 22 22	1.709	4.9	7 29	11 46	16 3
15.	17 51	- 23 55	1.700	5.0	7 56	12 4	16 12
27.	18 57	- 23 43	1.685	5.0	8 14	12 23	16 22

MARS 1926.

Kelt	0 ^h világ-idő				A Mars			
	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.	16 3	-20 32	2.239	2.1	4 40	9 7	13 34
	13.	16 38	-22 3	2.157	2.2	4 36	8 55	13 14
	25.	17 14	-23 6	2.072	2.3	4 31	8 43	12 55
Febr.	6.	17 50	-23 40	1.985	2.4	4 24	8 33	12 42
	18.	18 27	-23 42	1.895	2.5	4 13	8 22	12 31
Márc	2.	19 5	-23 13	1.805	2.6	4 1	8 12	12 23
	14.	19 42	-22 11	1.714	2.7	3 42	8 0	12 18
	26.	20 18	-20 40	1.625	2.9	3 25	7 51	12 17
Ápr.	7.	20 54	-18 42	1.537	3.1	3 3	7 40	12 17
	19.	21 29	-16 21	1.451	3.2	2 39	7 27	12 15
Máj.	1.	22 3	-13 40	1.367	3.4	2 13	7 14	12 15
	13.	22 36	-10 45	1.286	3.6	1 44	7 0	12 16
	25.	23 9	- 7 41	1.208	3.9	1 16	6 45	12 14
Jún.	6.	23 41	- 4 33	1.134	4.1	0 46	6 29	12 12
	18.	0 11	- 1 25	1.058	4.4	0 17	6 13	12 9
	30.	0 41	+ 1 37	0.987	4.7	23 46	5 56	12 6
Júl.	12.	1 10	+ 4 29	0.918	5.1	23 14	5 37	12 0
	24.	1 38	+ 7 6	0.850	5.5	22 42	5 17	11 52
Aug.	5.	2 3	+ 9 25	0.784	6.0	22 10	4 56	11 42
	17.	2 26	+11 23	0.719	6.5	21 37	4 32	11 27
	29.	2 46	+12 59	0.656	7.1	21 2	4 4	11 6
Szept.	10.	3 1	+14 10	0.597	7.8	20 23	3 32	10 41
	22.	3 9	+14 57	0.543	8.6	19 41	2 53	10 5
Okt.	4.	3 10	+15 19	0.499	9.4	18 52	2 6	9 20
	16.	3 2	+15 15	0.469	10.0	17 57	1 11	8 25
	28.	2 47	+14 50	0.459	10.2	16 58	0 9	7 20
Nov.	9.	2 30	+14 13	0.473	9.9	15 50	22 59	6 8
	21.	2 16	+13 45	0.513	9.1	14 42	21 58	5 4
Dec.	3.	2 9	+13 43	0.575	8.1	13 58	21 4	4 10
	15.	2 9	+14 11	0.656	7.1	13 11	20 19	3 27
	27.	2 17	+15 6	0.750	6.2	12 26	19 39	2 52

JUPITER 1926.

Kelt	0 ^h világ-idő				A Jupiter			
	Rekt.	Dekl.	Távo- ság a Földtől	Fel- átmérő	kelte	delelése	nyugta	
					Budapesten középeurópai időben			
	h m	o ' "			h m	h m	h m	
Jan.	1.	20 5	-20 49	6.034	15.2	8 41	13 7	17 33
	13.	20 16	-20 14	6.077	15.1	8 3	12 32	17 1
	25.	20 28	-19 36	6.090	15.1	7 14	11 56	16 28
Febr.	6.	20 39	-18 55	6.073	15.1	6 44	11 20	15 56
	18.	20 51	-18 12	6.026	15.3	6 16	10 55	15 34
Márc.	2.	21 2	-17 28	5.949	15.5	5 25	10 8	14 51
	14.	21 12	-16 45	5.846	15.7	4 45	9 32	14 17
	26.	21 22	-16 2	5.718	16.1	4 3	8 54	13 45
Ápr.	7.	21 31	-15 21	5.569	16.5	3 22	8 16	13 10
	19.	21 39	-14 44	5.403	17.0	2 40	7 37	12 34
Máj.	1.	21 46	-14 12	5.224	17.6	1 57	6 56	11 55
	13.	21 51	-13 46	5.037	18.3	1 14	6 15	11 16
	25.	21 56	-13 28	4.848	19.0	0 28	5 31	10 34
Jún.	6.	21 58	-13 18	4.664	19.7	23 44	4 47	9 50
	18.	21 59	-13 18	4.490	20.5	22 57	4 0	9 3
	30.	21 58	-13 27	4.335	21.2	22 9	3 12	8 15
Júl.	12.	21 55	-13 45	4.205	21.9	21 21	2 22	7 23
	24.	21 51	-14 10	4.107	22.4	20 32	1 31	6 30
Aug.	5.	21 45	-14 40	4.048	22.7	19 45	0 38	5 31
	17.	21 39	-15 13	4.029	22.8	18 46	23 40	4 34
	29.	21 33	-15 43	4.053	22.7	17 55	22 47	3 39
Szept.	10.	21 28	-16 9	4.119	22.3	17 5	21 55	2 45
	22.	21 24	-16 28	4.222	21.8	16 15	21 4	1 53
Okt.	4.	21 21	-16 39	4.356	21.1	15 26	20 14	1 2
	16.	21 20	-16 41	4.515	20.4	14 39	19 26	0 13
	28.	21 22	-16 34	4.691	19.6	13 52	18 40	23 28
Nov.	9.	21 25	-16 18	4.875	18.9	13 7	17 56	22 45
	21.	21 29	-15 54	5.062	18.2	12 23	17 14	22 5
Dec.	3.	21 36	-15 23	5.244	17.5	11 39	16 33	21 27
	15.	21 43	-14 44	5.414	17.0	10 56	15 53	20 50
	27.	21 52	-13 59	5.569	16.5	10 15	15 15	20 15

SATURNUS 1926.

Kelt	0 ^h világ-idő				A Saturnus			
	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.	15 24	-16 26	10.544	7.1	3 38	8 27	13 16
	13.	15 28	-16 41	10.385	7.2	2 57	7 44	12 31
	25.	15 32	-16 51	10.206	7.3	2 12	7 0	11 46
Febr.	6.	15 34	-16 59	10.012	7.5	1 30	6 16	11 2
	18.	15 36	-17 3	9.813	7.6	0 45	5 31	10 17
Márc.	2.	15 37	-17 4	9.616	7.8	23 27	4 44	9 31
	14.	15 37	-17 1	9.429	7.9	23 11	3 57	8 43
	26.	15 36	-16 55	9.261	8.1	22 23	3 9	7 55
Ápr.	7.	15 34	-16 47	9.120	8.2	21 33	2 20	7 7
	19.	15 31	-16 36	9.012	8.3	20 42	1 30	6 18
Máj.	1.	15 28	-16 23	8.943	8.3	19 50	0 39	5 28
	13.	15 24	-16 10	8.916	8.4	18 59	23 49	4 39
	25.	15 21	-15 57	8.932	8.4	17 53	22 44	3 35
Jún.	6.	15 17	-15 46	8.991	8.3	17 11	22 3	2 55
	18.	15 15	-15 37	9.088	8.2	16 20	21 13	2 6
	30.	15 12	-15 30	9.220	8.1	15 31	20 24	1 17
Júl.	12.	15 11	-15 28	9.380	8.0	14 41	19 35	0 29
	24.	15 10	-15 28	9.560	7.8	13 53	18 47	23 41
Aug.	5.	15 11	-15 33	9.754	7.6	13 8	18 1	22 54
	17.	15 12	-15 42	9.952	7.5	12 23	17 15	22 7
	29.	15 14	-15 53	10.148	7.4	11 39	16 30	21 21
Szept.	10.	15 17	-16 8	10.335	7.2	10 56	15 46	20 36
	22.	15 21	-16 25	10.506	7.1	10 13	15 2	19 51
Okt.	4.	15 25	-16 43	10.655	7.0	9 33	14 20	19 7
	16.	15 30	-17 3	10.777	6.9	8 51	13 37	18 23
	28.	15 36	-17 23	10.868	6.9	8 11	12 55	17 39
Nov.	9.	15 41	-17 44	10.925	6.8	7 32	12 14	16 56
	21.	15 47	-18 3	10.945	6.8	6 51	11 32	16 13
Dec.	3.	15 53	-18 22	10.929	6.8	6 12	10 51	15 30
	15.	15 59	-18 39	10.875	6.9	5 32	10 10	14 48
	27.	16 4	-18 54	10.786	6.9	4 52	9 28	14 4

Kelt	0 ^h világ-idő				A		
	Rekt.	Dekl.	Távol- ság a Földtől	Fél- átmérő	felkelés	delelés	nyugta
					Budapesten középeurópai időben		

URANUS 1926.

		h m	o ' "			h m	h m	h m
Jan.	1.	23 31	- 3 53	20.376	1.7	10 48	16 33	22 18
	31.	23 36	- 3 26	20.809	1.7	8 51	14 39	20 27
Márc.	2.	23 41	- 2 49	21.056	1.6	6 56	12 47	18 38
Ápr.	1.	23 48	- 2 8	21.062	1.6	5 2	10 55	16 48
Máj.	1.	23 53	- 1 32	20.832	1.7	3 7	9 3	14 59
	31.	23 57	- 1 6	20.452	1.7	1 11	7 9	13 7
Jún.	30.	23 59	- 0 55	19.926	1.7	23 14	5 13	11 12
Júl.	30.	23 58	- 1 2	19.467	1.8	21 3	3 2	9 1
Aug.	29.	23 55	- 1 23	19.162	1.8	19 6	1 3	7 0
Szept.	28.	23 51	- 1 51	19.097	1.8	17 12	23 7	5 2
Okt.	28.	23 47	- 2 16	19.296	1.8	15 12	21 5	2 58
Nov.	27.	23 44	- 2 28	19.707	1.7	13 21	19 13	1 5
Dec.	27.	23 45	- 2 23	20.216	1.7	11 16	17 8	23 0

NEPTUNUS 1926.

		h m	o ' "			h m	h m	h m
Jan.	1.	9 48	+ 13 43	29.396	1.2	19 48	2 52	9 58
	31.	9 45	+ 13 58	29.145	1.3	17 44	0 50	7 58
Márc.	2.	9 42	+ 14 15	29.159	1.3	15 27	22 46	6 5
Ápr.	1.	9 39	+ 14 28	29.431	1.2	13 36	20 45	3 54
Máj.	1.	9 38	+ 14 34	29.879	1.2	11 36	18 46	1 56
	31.	9 39	+ 14 30	30.346	1.2	9 40	16 49	23 58
Jún.	30.	9 41	+ 14 17	30.813	1.2	7 44	14 54	22 4
Júl.	30.	9 45	+ 13 58	31.074	1.2	5 53	13 0	20 7
Aug.	29.	9 49	+ 13 36	31.109	1.2	4 2	11 7	18 12
Szept.	28.	9 53	+ 13 16	30.892	1.2	2 8	9 12	16 16
Okt.	28.	9 56	+ 13 1	30.483	1.2	0 15	7 17	14 19
Nov.	27.	9 57	+ 12 56	29.976	1.2	22 18	5 20	12 22
Dec.	27.	9 56	+ 13 1	29.529	1.2	20 19	3 21	10 23

BOLYGÓ-KONSTELLÁCIÓK 1926-BAN.

Január

2-n 21 ^h	Venus legnagyobb fényében
10 3	Saturnus együttállásban a Holddal
11 7	Mars együttállásban a Holddal
12 21	Merkur „ „ „
14 20	Jupiter „ „ „
16 7	Venus „ „ „
24 4	Merkur áfeliumában
25 5	Jupiter együttállásban a Nappal.

Február

2 23	Venus periheliumában
4 10	Merkur együttállásban Saturnussal; előbbi 1° 32'-cel délre marad
6 15	Saturnus együttállásban a Holddal
7 15	Venus alsó együttállásban a Nappal
9 4	Merkur együttállásban a Holddal
11 18	Jupiter „ „ „
12 0	Venus „ „ „
12 13	Merkur „ „ „
16 1	Merkur felső együttállásban a Nappal

Március

5 23	Saturnus együttállásban a Holddal
9 4	Merkur periheliumában
9 23	Mars együttállásban a Holddal
11 8	Venus „ „ „
11 14	Jupiter „ „ „
14 5	Merkur legnagyobb keleti kitérésében; szögtávola a Naptól 18° 23'
14 6	Venus legnagyobb fényében
15 5	Merkur együttállásban a Holddal
31 6	Merkur alsó együttállásban a Nappal.

Április

2 3	Saturnus együttállásban a Holddal
7 17	Mars együttállásban a Holddal

8-n 7 ^h	Jupiter együttállásban a Holddal
9 1	Venus „ „ „
11 2	Merkur „ „ „
18 19	Venus legnagyobb nyugati kitérésében; szögtávola a Naptól 46° 16'
22 4	Merkur áfeliumában
23 11	Mars együttállásban Jupiterrel; előbbi 0° 51'-cel délre marad
28 6	Merkur legnagyobb nyugati kitérésében; szögtávola a Naptól 27° 4'
29 6	Saturnus együttállása a Holddal.

Május

5 20	Jupiter együttállásban a Holddal
6 9	Mars „ „ „
8 9	Venus „ „ „
10 1	Merkur „ „ „
14 8	Saturnus szembenállásban a Nappal
26 3	Venus áfeliumában
26 11	Saturnus együttállásban a Holddal.

Június

2 5	Jupiter együttállásban a Holddal
4 0	Mars „ „ „
4 16	Merkur felső együttállásban a Nappal.
5 4	Merkur periheliumában
7 1	Venus együttállásban a Holddal
11 2	Merkur „ „ „
22 17	Saturnus „ „ „
29 12	Jupiter „ „ „

Július

2 14	Mars együttállásban a Holddal
6 23	Venus „ „ „
10 17	Merkur legnagyobb keleti kitérésében; szögtávola a Naptól 26° 22'
12 6	Merkur együttállásban a Holddal
18 16	Mars periheliumában
19 3	Merkur áfeliumában

20-n 1^h Saturnus együttállásban a Holddal

26 17 Jupiter együttállásban a Holddal

31 3 Mars „ „ „

Augusztus

6 2 Venus együttállásban a Holddal

7 14 Merkur alsó együttállásban a Nappal

8 7 Merkur együttállásban a Holddal

15 20 Jupiter szembenállásban a Nappal

16 9 Saturnus együttállásban a Holddal

22 23 Jupiter együttállásban a Holddal

25 9 Merkur legnagyobb nyugati kitérésében; szögtávola a Naptól 18° 20'

28 10 Mars együttállásban a Holddal.

Szeptember

1 4 Merkur periheliumában

5 8 Venus együttállásban a Holddal

6 1 Merkur „ „ „

12 19 Saturnus „ „ „

15 12 Venus periheliumában

19 5 Jupiter együttállásban a Holddal

19 14 Merkur felső együttállásban a Nappal

25 7 Mars együttállásban a Holddal.

Október

5 17 Venus együttállásban a Holddal

7 22 Merkur „ „ „

10 5 Saturnus „ „ „

15 2 Merkur áfeliumában

16 11 Jupiter együttállásban a Holddal

22 10 Mars „ „ „

November

4-n 9^h Mars szembenállásban a Nappal

5 4 Venus együttállásban a Holddal

5 4 Merkur legnagyobb keleti kitérésében; szögtávola a Naptól 23° 22'

6 17 Saturnus együttállásban a Holddal

7 12 Merkur együttállásban a Holddal

12 20 Jupiter „ „ „

18 5 Mars „ „ „

21 12 Venus felső együttállásban a Nappal

21 18 Jupiter együttállásban a Nappal

21 23 Venus együttállásban Saturnussal; előbbi 1° 28'-cel délre marad

25 14 Merkur együttállásban Venussal; előbbi 0° 27' északra marad

26 0 Merkur alsó együttállásban a Nappal

28 2 Merkur periheliumában

28 14 Merkur együttállásban Saturnussal; előbbi 0° 12'-cel délre marad.

December

3 23 Merkur együttállásban a Holddal

4 7 Saturnus „ „ „

5 12 Venus „ „ „

10 7 Jupiter „ „ „

14 0 Merkur legnagyobb nyugati kitérésében; szögtávola a Naptól 21° 13'

15 4 Merkur együttállásban Saturnussal; előbbi 0° 18' északra marad

15 8 Mars együttállásban a Holddal

31 22 Saturnus „ „ „

A Jupiter-holdak állása 1926 március havában

6 ó. 46 p. budapesti középidegkor.

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

A Jupiter-holdak állása 1926 április havában

5 ó. 46 p. budapesti középideőkör.

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

A Jupiter-holdak állása 1926 május havában

4 ó. 31 p. budapesti középидőkor.

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

A Jupiter-holdak állása 1926 június havában.

3 ó. 16 p. budapesti középidőkor.

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

A Jupiter-holdak állása 1926 július havában

2 ó. 16 p. budapesti középideőkor.

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

A Jupiter-holdak állása 1926 augusztus havában

1 ó. 1 p. budapesti középidőkor.

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

A Jupiter-holdak állása 1926 szeptember havában

23 ó. 16 p. budapesti középideőkor.

<i>Nap</i>	<i>Nyugat</i>	<i>Kelet</i>
1		○ ·1 ·2 4 ⁷ ● ·3
2		·1 2 · ○ 4 [·] ·3 [·]
3		·2 4 [·] ○ 1 [·] 3 [·]
4	4 [·]	·1 ○ 3 [·] _{·2}
5	4 [·]	3 [·] ○ 2 [·] 1 ○ ·
6	4 [·] 3 [·] 2	○ ·1
7	4	3 1 [·] ·2 ○
8	4	· ○ 3 [·] ·1 ·2
9	2 [·] ○	4 ·1 ○ 3
10		· ₄ ○ 1 [·] 3 [·]
11		1 ○ ·4 ·2 3 [·]
12		3 [·] 1 ○ ·2 [·] ·4
13		3 [·] 2 [·] ○ ·4 ● ·1
14		·3 1 [·] ·2 ○ ·4
15		·3 ○ ·1 ·2 ·4
16		1 [·] 2 ○ ·3 4 [·]
17		·2 ○ 1 [·] ·3 4 [·]
18		·1 ○ ·2 3 [·] 4 [·]
19		3 [·] ·4 [·] ·1 [·] 2 [·]
20	● 1	3 [·] 4 [·] ·2 [·] ○
21		4 [·] ·3 [·] ·2 1 [·] ○
22	4 [·]	·3 ○ ·1 ·2
23	4	1 [·] ○ 2 [·] ·3
24	·4	2 [·] ○ ·1 ·3
25	·4	·1 ○ 3 [·] ● ·2
26	3 [·] ○	·4 ○ 1 [·] 2 [·]
27		3 [·] ·2 [·] ·4 [·] ·1 ○
28	1 [·] ○	·3 ·2 ○ ·4
29		·3 ○ ·1 ·2 ·4
30		1 [·] ○ 2 [·] ·3 ·4

A Joviter-holdak állása 1926 október havában

21 ó. 16 p. budapesti középidőkor.

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

A Jupiter-holdak állása 1926 november havában

20 ó. 16 p. budapesti középidőkor.

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

A Jupiter-holdak állása 1926 december havában

19 ó. 16 p. budapesti középidejkor.

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

Kis bolygók jegyzéke.

Szám és név	Fel- fedezés ideje	Fel- fedező	Szám és név	Fel- fedezés ideje	Fel- fedező
	1800+			1800+	
1 Ceres	1 I. 1	Piazzi	41 Daphne	56 V. 22	Goldschmidt
2 Pallas	2 III. 28	Olbers	42 Isis	56 V. 23	Pogson
3 Juno	4 IX. 1	Harding	43 Ariadne	57 IV. 15	Pogson
4 Vesta	7 III. 29	Olbers	44 Nysa	57 V. 27	Goldschmidt
5 Astraea	45 IX. 8	Hencke	45 Eugenia	57 VI. 26	Goldschmidt
6 Hæbe	47 VII. 1	Hencke	46 Hestia	57 VIII. 16	Pogson
7 Iris	47 VIII. 13	Hind	47 Aglaja	57 IX. 15	Luther
8 Flora	47 X. 18	Hind	48 Doris	57 IX. 19	Goldschmidt
9 Metis	48 IV. 26	Graham	49 Pales	57 IX. 19	Goldschmidt
10 Hygiea	49 IV. 12	Gasparis	50 Virginia	57 X. 4	Ferguson
11 Parthenope	50 V. 11	Gasparis	51 Nemausa	58 I. 22	Laurent
12 Victoria	50 IX. 13	Hind	52 Europa	58 II. 4	Goldschmidt
13 Egeria	50 XI. 2	Gasparis	53 Kalypso	58 IV. 4	Luther
14 Irene	51 V. 19	Hind	54 Alexandra	58 IX. 10	Goldschmidt
15 Eunomia	51 VII. 29	Gasparis	55 Pandora	58 IX. 10	Searle
16 Psyche	52 III. 17	Gasparis	56 Melete	57 IX. —	Goldschmidt
17 Thetis	52 IV. 17	Luther	57 Mnemosyne	59 IX. 22	Luther
18 Melpomene	52 VI. 24	Hind	58 Concordia	60 III. 24	Luther
19 Fortuna	52 VIII. 22	Hind	59 Elpis	60 IX. 12	Chacornac
20 Massalia	52 IX. 19	Gasparis	60 Echo	60 IX. 15	Ferguson
21 Lutetia	52 XI. 15	Goldschmidt	61 Danaë	60 IX. 9	Goldschmidt
22 Kalliope	52 XI. 16	Hind	62 Erato	60 IX. 14	Förster
23 Thalia	52 XII. 15	Hind	63 Ausonia	61 II. 11	Gasparis
24 Themis	53 IV. 5	Gasparis	64 Angelina	61 III. 5	Tempel
25 Phocæa	53 IV. 7	Chacornac	65 Cybele	61 III. 9	Tempel
26 Proserpina	53 V. 7	Luther	66 Maja	61 IV. 10	Tuttle
27 Euterpe	53 XI. 8	Hind	67 Asia	61 IV. 17	Pogson
28 Bellona	54 III. 1	Luther	68 Leto	61 IV. 29	Luther
29 Amphitrite	54 III. 1	Marth	69 Hesperia	61 IV. 29	Schiapperelli
30 Urania	54 VII. 22	Hind	70 Panopæa	61 V. 5	Goldschmidt
31 Euphrosyne	54 IX. 2	Ferguson	71 Niobe	61 VIII. 13	Luther
32 Pomona	54 X. 26	Goldschmidt	72 Feronia	61 V. 29	Peters
33 Polyhymnia	54 X. 28	Chacornac	73 Klythia	62 IV. 7	Tuttle
34 Circe	55 IV. 16	Chacornac	74 Galatea	62 VIII. 29	Tempel
35 Leuhothea	55 IV. 19	Luther	75 Eudydië	62 IX. 22	Peters
36 Atalante	55 X. 5	Goldschmidt	76 Freia	62 X. 21	d'Arrest
37 Fides	55 X. 5	Luther	77 Frigga	62 XI. 12	Peters
38 Lea	56 I. 12	Chacornac	78 Diane	63 III. 15	Luther
39 Lactitia	56 II. 8	Chacornac	79 Eurynome	63 IX. 14	Watson
40 Harmonia	56 III. 31	Goldschmidt	80 Sappho	64 V. 2	Pogson

Kis bolygók jegyzéke.

Szám és név	Fel- fedezés ideje	Fel- fedező	Szám és név	Fel- fedezés ideje	Fel- fedező
	1800 +			1800 +	
81 Terpsichore . . .	64 IX. 30	Tempel	121 Hermione . . .	72 V. 12	Watson
82 Alkmene . . .	64 XI. 27	Luther	122 Gerda	72 VII. 31	Peters
83 Beatrix	65 IV. 26	Gasparis	123 Brunh ld	72 VII. 31	Peters
84 Klio	65 VIII. 25	Luther	124 Alkeste	72 VIII. 23	Peters
85 Io	65 IX. 19	Peters	125 Liberatrix	72 IX. 11	Pr. Henry
86 Semele	66 I. 4	Tietjen	126 Velleda	72 XI. 5	Paul Henry
87 Sylvia	66 V. 16	Pogson	127 Johanna	72 XI. 5	Pr. Henry
88 Thisbe	66 VI. 15	Peters	128 Nemesis	72 XI. 25	Watson
89 Julia	66 VIII. 6	Stephan	129 Antygone	73 II. 5	Peters
90 Antiope	66 X. 1	Luther	130 Elektra	73 II. 17	Peters
91 Aegina	66 XI. 4	Borelly	131 Vala	73 V. 24	Peters
92 Undina	67 VII. 7	Peters	132 Aethra	73 VI. 13	Watson
93 Minerva	67 VIII. 24	Watson	133 Cyrene	73 VIII. 16	Watson
94 Aurora	67 IX. 6	Watson	134 Sophrosyne	73 IX. 27	Luther
95 Arethusa	67 XI. 23	Luther	135 Hertha	74 II. 18	Peters
96 Aegle	68 II. 17	Coggia	136 Austria	74 III. 18	Palisa
97 Klotho	68 II. 17	Tempel	137 Meliboea	74 IV. 21	Palisa
98 Ianthe	68 IV. 18	Peters	138 Tolosa	74 V. 19	Perrotin
99 Dike	68 V. 28	Borelly	139 Juewa	74 X. 10	Watson
100 Hekate	68 VII. 11	Watson	140 Siwa	74 X. 13	Palisa
101 Helena	68 VIII. 15	Watson	141 Lumen	75 1. 13	Paul Henry
102 Miriam	68 VIII. 22	Peters	142 Polana	75 1. 28	Palisa
103 Hera	68 IX. 7	Watson	143 Adria	75 II. 23	Palisa
104 Klymene	68 IX. 13	Watson	144 Vibilia	75 VI. 3	Peters
105 Artemis	68 IX. 16	Watson	145 Adeona	75 VI. 3	Peters
106 Dione	68 X. 10	Watson	146 Lucina	75 VI. 3	Borelly
107 Camilla	68 XI. 17	Pogson	147 Protogeneia	75 VII. 11	Schulhof
108 Hecuba	69 IV. 2	Luther	148 Gallia	75 VIII. 17	Pr. Henry
109 Felicitas	69 X. 9	Peters	149 Medusa	75 IX. 31	Perrotin
110 Lydia	70 IV. 19	Borelly	150 Nuwa	75 X. 18	Watson
111 Ate	70 VIII. 14	Peters	151 Abundantia	75 XI. 1	Palisa
112 Iphigenia	70 IX. 19	Peters	152 Atala	75 XI. 2	Paul Henry
113 Amalthea	71 III. 13	Luther	153 Hilda	75 XI. 2	Palisa
114 Cassandra	71 VII. 23	Peters	154 Bertha	75 XI. 4	Pr. Henry
115 Thyra	71 VIII. 6	Watson	155 Scylla	75 XI. 8	Palisa
116 Sirona	71 IX. 8	Peters	156 Xanthippe	75 XI. 22	Palisa
117 Lomia	71 IX. 12	Borelly	157 Dejanira	75 XII. 1	Borelly
118 Peitho	72 III. 15	Luther	158 Koronis	76 I. 4	Knorre
119 Althaea	72 IV. 3	Watson	159 Aemilia	76 I. 26	Paul Henry
120 Lachesis	72 IV. 10	Borelly	160 Una	76 II. 20	Peters

Kis-bolygók jegyzéke.

Szám és név	Fel-fedezés ideje	Fel-fedező	Szám és név	Fel-fedezés ideje	Fel-fedező
	1800 +			1800 +	
161 Athor	76 IV. 19	Watson	201 Penelope . .	79 VIII. 7	Palisa
162 Laurentia . .	76 IV. 22	Paul Henry	202 Chryseis . . .	79 IX. 11	Peters
163 Erigone . . .	76 IV. 26	Perrotin	203 Pompeja . . .	79 IX. 25	Peters
164 Eva	76 VII. 12	Paul Henry	204 Kallisto . . .	79 X. 8	Palisa
165 Loreley . . .	76 VIII. 10	Peters	205 Martha	79 X. 13	Palisa
166 Rhodope . . .	76 VIII. 17	Peters	206 Hersilia	79 X. 13	Peters
167 Urda	76 VIII. 29	Peters	207 Hedda	79 X. 17	Palisa
168 Sibylla	76 IX. 28	Watson	208 Lacrimosa . . .	79 X. 21	Palisa
169 Zelia	76 IX. 29	Paul Henry	209 Dido	79 X. 22	Peters
170 Maria	77 I. 10	Perrotin	210 Isabella	79 XI. 12	Palisa
171 Ophelia	77 I. 13	Borelly	211 Isolda	79 XII. 10	Palisa
172 Baucis	77 II. 5	Borelly	212 Medea	80 II. 6	Palisa
173 Ino	77 VIII. 1	Borelly	213 Lilaea	80 II. 16	Peters
174 Phaedra	77 IX. 2	Watson	214 Aschera	80 II. 29	Palisa
175 Andromache . .	77 X. 1	Watson	215 Oenone	80 IV. 7	Knorre
176 Idunna	77 X. 14	Peters	216 Kleopatra . . .	80 IV. 9	Palisa
177 Irma	77 XI. 5	Paul Henry	217 Eudora	80 VIII. 30	Coggia
178 Belisana	77 XI. 6	Palisa	218 Bianca	80 IX. 4	Palisa
179 Klytaemnestra .	77 XI. 11	Watson	219 Thusnelda . . .	80 IX. 30	Palisa
180 Garumna . . .	78 I. 29	Perrotin	220 Stephania	81 V. 19	Palisa
181 Eucharis	78 II. 2	Cottenot	221 Eos	82 I. 18	Palisa
182 Elsa	78 II. 7	Palisa	222 Lucia	82 II. 9	Palisa
183 Istria	78 II. 8	Palisa	223 Rosa	82 III. 9	Palisa
184 Dejopeja	78 II. 28	Palisa	224 Oceana	82 III. 30	Palisa
185 Eunike	78 III. 1	Peters	225 Henrietta	82 IV. 19	Palisa
186 Celuta	78 IV. 6	Pr. Henry	226 Weringia	82 VII. 19	Palisa
187 Lamberta	78 IV. 11	Coggia	227 Philosophia . . .	82 VIII. 12	Paul Henry
188 Menippe	78 VI. 18	Peters	228 Agathe	82 VIII. 19	Palisa
189 Phthia	78 IX. 9	Peters	229 Adelinda	82 VIII. 22	Palisa
190 Ismene	78 IX. 22	Peters	230 Athamentis . . .	82 IX. 3	de Ball
191 Kolga	78 IX. 30	Peters	231 Vindobona	82 IX. 10	Palisa
192 Nausikaa	79 II. 17	Palisa	232 Russia	83 I. 31	Palisa
193 Ambrosia	79 II. 28	Coggia	233 Asterope	83 V. 11	Borelly
194 Prokne	79 III. 21	Peters	234 Barbara	83 VIII. 12	Peters
195 Eurykleia	79 IV. 22	Palisa	235 Carolina	83 XI. 28	Palisa
196 Philomela	79 V. 14	Peters	236 Honoria	84 IV. 26	Palisa
197 Arete	79 V. 21	Palisa	237 Coelestina	84 VI. 27	Palisa
198 Ampella	79 VI. 13	Borelly	238 Hypatia	84 VII. 1	Knorre
199 Byblis	79 VII. 9	Peters	239 Adrastea	84 VIII. 18	Palisa
200 Dynamene	79 VII. 27	Peters	240 Vanadis	84 VIII. 27	Borelly

Kis bolygók jegyzéke.

Szám és név	Fel- fedezés ideje	Fel- fedező	Szám és név	Fel- fedezés ideje	Fel- fedező
	1800 +			1800 +	
241 Germania . . .	84 IX. 12	Luther	281 Lucretia . . .	88 X. 31	Palisa
242 Krimhilda . . .	84 IX. 22	Palisa	282 Clorinde . . .	89 I. 28	Charlois
243 Ida	84 IX. 29	Palisa	283 Emma	89 II. 8	Charlois
244 Sita	84 X. 14	Palisa	284 Amalia	89 V. 29	Charlois
245 Vera	85 II. 6	Pogson	285 Regina	89 VIII. 3	Charlois
246 Asporina . . .	85 III. 6	Borelly	286 Iclea	89 VIII. 3	Palisa
247 Eukrate	85 III. 14	Luther	287 Nephthys . . .	89 VIII. 25	Peters
248 Lameia	85 VI. 5	Palisa	288 Glauke	90 II. 20	Luther
249 Ilse	85 VIII. 16	Peters	289 Nenetta	90 III. 10	Charlois
250 Bettina	85 IX. 3	Palisa	290 Bruna	90 III. 20	Palisa
251 Sophia	85 X. 4	Palisa	291 Alice	90 IV. 25	Palisa
252 Clementina . .	85 X. 11	Perrotin	292 Ludovica . . .	90 IV. 25	Palisa
253 Mathilda . . .	85 XI. 12	Palisa	293 Brasilia	90 V. 20	Charlois
254 Augusta	86 III. 31	Palisa	294 Felicia	90 VII. 15	Charlois
255 Oppavia	86 III. 31	Palisa	295 Therezia	90 VIII. 17	Palisa
256 Walpurga . . .	86 IV. 3	Palisa	296 Phaëtusa	90 VIII. 20	Charlois
257 Silezia	86 IV. 5	Palisa	297 Caecilia	90 IX. 9	Charlois
258 Tyche	86 V. 4	Luther	298 Baptistina . . .	90 IX. 9	Charlois
259 Aletheia	86 VI. 28	Peters	299 Thora	90 X. 6	Palisa
260 Huberta	86 X. 3	Palisa	300 Geraldina . . .	90 X. 3	Charlois
261 Prymno	86 X. 31	Peters	301 Bavaria	90 XI. 16	Palisa
262 Valda	86 XI. 3	Palisa	302 Clarissa	90 XI. 14	Charlois
263 Dresda	86 XI. 3	Palisa	303 Josephina . . .	91 II. 12	Millosevich
264 Libussa	86 XII. 17	Peters	304 Olga	91 II. 14	Palisa
265 Anna	87 II. 25	Palisa	305 Gordonia . . .	91 II. 16	Charlois
266 Aline	87 V. 17	Palisa	306 Unitas	91 III. 1	Millosevich
267 Tirza	87 V. 27	Charlois	307 Nike	91 III. 5	Charlois
268 Adorea	87 VI. 9	Borelly	308 Polyxo	91 III. 31	Borelly
269 Justita	87 IX. 31	Palisa	309 Fratemitas . .	91 IV. 6	Palisa
270 Anahita	87 X. 8	Peters	310 Margarita . . .	91 V. 16	Charlois
271 Penthesilea . .	87 X. 13	Knorre	311 Claudia	91 VI. 11	Charlois
272 Antonia	88 II. 4	Charlois	312 Pierretta	91 VIII. 28	Charlois
273 Atropos	88 III. 8	Palisa	313 Chaldaea	91 VIII. 30	Palisa
274 Philagoria . . .	88 IV. 3	Palisa	314 Rosalia	91 IX. 1	Charlois
275 Sapientia . . .	88 IV. 15	Palisa	315 Constantia . . .	91 IX. 4	Palisa
276 Adelheid	88 IV. 17	Palisa	316 Goberta	91 IX. 8	Charlois
277 Elvira	88 V. 3	Charlois	317 Roxane	91 IX. 11	Charlois
278 Paulina	88 V. 16	Palisa	318 Magdalena . . .	91 IX. 24	Charlois
279 Thule	88 X. 25	Palisa	319 Leona	91 X. 8	Charlois
280 Philia	88 X. 29	Palisa	320 Katharina . . .	91 X. 11	Palisa

Kis bolygók jegyzéke.

Szám és név	Fel- fedezés ideje	Fel- fedező	Szám és név	Fel- fedezés ideje	Fel- fedező
	1800 +			1800 +	
321 Florentina . . .	91 X. 15	Palisa	361 Bononia . . .	93 III. 11	Charlois
322 Phaeo	91 XI. 27	Borrelly	362 Havnia	93 III. 12	Charlois
323 Brucia	91 XII. 20	Wolf	363 Padua	93 III. 17	Charlois
324 Bambergga . . .	92 II. 25	Palisa	364 Isara	93 III. 19	Charlois
325 Heidelbergga . .	92 III. 4	Wolf	365 Corduba	93 III. 21	Charlois
326 Tamara	92 III. 19	Palisa	366 Vincentina . . .	93 III. 21	Charlois
327 Columbia	92 III. 22	Charlois	367 Amicitia	93 V. 19	Charlois
328 Gudrun	92 III. 18	Wolf	368 Haidea	93 V. 19	Charlois
329 Svea	92 III. 21	Wolf	369 Aëria	93 VII. 4	Borrelly
330 Adalberta	92 III. 19	Wolf	370 Modestia	93 VII. 14	Charlois
331 Etheridgea . . .	92 IV. 1	Charlois	371 Bohemia	93 VII. 16	Charlois
332 Siri	92 III. 19	Wolf	372 Palma	93 VIII. 19	Charlois
333 Badenia	92 VIII. 22	Wolf	373 Melusina	93 IX. 15	Charlois
334 Chicago	92 VIII. 23	Wolf	374 Burgundia . . .	93 IX. 18	Charlois
335 Roberta	92 IX. 1	Staus	375 Ursula	93 IX. 18	Charlois
336 Lacadiera	92 IX. 19	Charlois	376 Geometria . . .	93 IX. 18	Charlois
337 Devosa	92 IX. 22	Charlois	377 Campania	93 IX. 20	Charlois
338 Budrosa	92 IX. 25	Charlois	378 Holmia	93 IX. 6	Charlois
339 Dorothea	92 IX. 25	Wolf	379 Huenna	94 I. 8	Charlois
340 Eduarda	92 IX. 25	Wolf	380 Fiducia	94 I. 8	Charlois
341 California	92 IX. 25	Wolf	381 Myrrha	94 I. 10	Charlois
342 Endymion	92 X. 17	Wolf	382 Dodona	94 I. 29	Charlois
343 Ostara	92 XI. 15	Wolf	383 Janina	94 I. 29	Charlois
344 Desiderata	92 XI. 15	Charlois	384 Burdigala	94 II. 11	Courty
345 Tercidina	92 XI. 23	Charlois	385 Ilmatar	94 III. 1	Wolf
346 Hermentaria . . .	92 XI. 25	Charlois	386 Siegena	94 III. 1	Wolf
347 Pariana	92 XI. 28	Charlois	387 Aquitania	94 III. 5	Courty
348 May	92 XI. 28	Charlois	388 Charybdis	94 III. 7	Charlois
349 Dembowska	92 XII. 9	Charlois	389 Industria	94 III. 8	Charlois
350 Ornamenta	92 XII. 14	Charlois	390 Alma	94 III. 24	Bigourdan
351 Yrsa	92 XII. 16	Wolf	391 Ingeborg	94 XI. 1	Wolf
352 Gisela	93 I. 12	Wolf	392 Wilhelmina . . .	94 XI. 4	Wolf
353 Rup.-Carola	93 I. 16	Wolf	393 Lampetia	94 XI. 4	Wolf
354 Eleonora	93 I. 17	Charlois	394 Arduina	94 XI. 19	Borrelly
355 Gabriella	93 I. 20	Charlois	395 Delia	94 XI. 30	Charlois
356 Liguria	93 I. 21	Charlois	396 Aeolia	94 XII. 1	Charlois
357 Ninina	93 II. 11	Charlois	397 Vienna	94 XII. 19	Charlois
358 Apollonia	93 III. 8	Charlois	398 Admete	94 XII. 28	Charlois
359 Georgia	93 III. 10	Charlois	399 Persephone . . .	95 II. 23	Wolf
360 Carlova	93 III. 11	Charlois	400 Ducrosa	95 III. 15	Charlois

Kis bolygók jegyzéke.

Szám és név	Fel-fedezés ideje	Fel-fedező	Szám és név	Fel-fedezés ideje	Fel-fedező
	1800 +			1800 +	
401 Ottilia	95 III. 16	Wolf	441 Pathilde	98 XII. 8	Charlois
402 Chloë	95 III. 21	Charlois	442 Eichsfeldia	99 II. 15	Wolf
403 Cyane	95 V. 18	Charlois	443 Photographica	99 II. 17	Wolf
404 Arsinoë	95 VI. 20	Charlois	444 Gypsis	99 III. 31	Coggia
405 Thia	95 VII. 23	Charlois	445 Edna	99 X. 4	Coddington
406 Erna	95 VIII. 22	Charlois	446 Aeternitas	99 X. 27	Wolf
407 Arachne	95 X. 13	Wolf	447 Valentine	99 X. 27	Wolf
408 Fama	95 X. 13	Wolf	448 Natalia	99 X. 27	Wolf
409 Aspasia	95 XII. 9	Charlois	449 Hamburga	99 X. 31	Wolf
410 Chloris	96 I. 7	Charlois	450 Brigitta	99 X. 31	Wolf
411 Xanthe	96 I. 7	Charlois	451 Patientia	99 XII. 4	Charlois
412 Elisabetha	96 I. 7	Wolf	452 Hamiltonia	99 XII. 6	Keeler
413 Edburga	96 I. 7	Wolf		1900 +	
414 Liriope	96 I. 16	Charlois	453 Tea	0 II. 22	Charlois
415 Palatia	96 II. 7	Wolf	454 Mathesis	0 III. 28	Schwassm.
416 Vaticana	96 V. 4	Charlois	455 Bruchsalia	0 V. 22	Wolf
417 Suevia	96 V. 6	Wolf	456 Abnoba	0 VI. 4	Wolf
418 Alemannia	96 IX. 7	Wolf	457 Alleghenia	0 IX. 15	Wolf és
419 Aurelia	96 IX. 7	Wolf	458 Hercynia	0 IX. 21	Schwassm.
420 Bertholda	96 IX. 7	Wolf	459 Signe	0 X. 22	Wolf
421 Zähringia	96 IX. 7	Wolf	460 Scania	0 X. 22	Wolf
422 Berolina	96 X. 8	Witt	461 Saskia	0 X. 22	Wolf
423 Diotima	96 XII. 7	Charlois	462 Eriphyla	0 X. 22	Wolf
424 Gratia	96 XII. 31	Charlois	463 Lola	0 X. 31	Wolf
425 Cornelia	96 XII. 28	Charlois	464 Megaira	1 I. 9	Wolf
426 Hippo	97 VIII. 25	Charlois	465 Alekto	1 I. 13	Wolf
427 Galene	97 VIII. 27	Charlois	466 Tisiphone	1 I. 17	Wolf-Carn.
428 Monachia	97 XI. 18	Villiger	467 Laura	1 I. 9	Wolf
429 Lotis	97 XI. 23	Charlois	468 Lina	1 I. 13	Wolf-Carn.
430 Hybris	97 XII. 18	Charlois	469 Argentina	1 II. 13	Carnera
431 Nephele	97 XII. 18	Charlois	470 Kilia	1 IV. 21	Carnera
432 Pythia	97 XII. 18	Charlois	471 Papagena	1 VI. 7	Wolf
433 Eros	98 VIII. 13	Witt	472 Roma	1 VII. 11	Carnera
434 Hungaria	98 IX. 11	Wolf	473 Nollh	1 II. 13	Wolf
435 Ella	98 IX. 11	Wolf	474 Prudentia	1 II. 13	Wolf
436 Patricia	98 IX. 13	Wolf	475 Ocllo	1 VIII. 14	Stewart
437 Rhodia	98 VII. 16	Charlois	476 Hedwig	1 VIII. 17	Carnera
438 Zeuxo	98 XI. 8	Charlois	477 Italia	1 VIII. 24	Carnera
439 Ohio	98 X. 13	Coddington	478 Tergeste	1 IX. 21	Carnera
440 Theodora	98 X. 13	Coddington	479 Caprera	1 XI. 12	Carnera
			480 Hansa	1 V. 21	Wolf-Carn.

Kis bolygók jegyzéke.

Szám és név	Fel- fedezés ideje	Fel- fedező	Szám és név	Fel- fedezés ideje	Fel- fedező
	1900 +			1900 +	
481 Emita	2 II. 12	Carnera	521 Brixia	4 I. 10	Dugan
482 Petrina	2 III. 3	Wolf	522 Helga	4 I. 10	Wolf
483 Seppina	2 III. 4	Wolf	523 Ada	4 I. 27	Dugan
484 Pittsburghia	2 IV. 29	Wolf	524 Fidelio	4 III. 14	Wolf
485 Genua	2 V. 7	Carnera	525 Adelaide	4 III. 14	Wolf
486 Cremona	2 V. 11	Carnera	526 Jena	4 III. 14	Wolf
487 Venetia	2 VII. 9	Carnera	527 Euryanthe	4 III. 20	Wolf
488 Kreusa	2 VI. 26	Wolf	528 Rezia	4 III. 20	Wolf
489 Comancina	2 IX. 3	Wolf	529 Preziosa	4 III. 20	Wolf
490 Veritas	2 IX. 3	Wolf	530 Turandot	4 IV. 11	Wolf
491 Carina	2 IX. 3	Wolf	531 Zerlina	4 IV. 12	Wolf
492 Gismonda	2 IX. 3	Wolf	532 Herculina	4 IV. 20	Wolf
493 Griseldis	2 IX. 3	Wolf	533 Sara	4 IV. 19	Dugan
494 Virtus	2 X. 7	Wolf	534 Nassovia	4 IV. 19	Dugan
495 Eulalia	2 X. 25	Wolf	535 Montague	4 V. 7	Dugan
496 Gryphia	2 X. 25	Wolf	536 Merapi	4 V. 11	G. H Peters
497 Iva	2 XI. 4	Dugan	537 Pauly	4 VII. 7	Charlois
498 Tokio	2 XII. 2	Charlois	538 Friederike	4 VII. 18	Götz
499 Venusia	2 XII. 24	Wolf	539 Pamina	4 VIII. 2	Wolf
500 Selinur	3 I. 16	Wolf	540 Rosamunde	4 VIII. 3	Wolf
501 Urhixidur	3 I. 18	Wolf	541 Deborah	4 VIII. 4	Wolf
502 Sigune	3 I. 19	Wolf	542 Susanna	4 VIII. 15	Götz-Kopff
503 Evelyn	3 I. 19	Dugan	543 Charlotte	4 IX. 11	Götz
504 Cora	2 VI. 30	Bailey	544 Jetta	4 IX. 11	Götz
505 Cava	2 VIII. 21	Frost	545 Messalina	4 X. 3	Götz
506 Marion	3 II. 17	Dugan	546 Herodias	4 X. 10	Götz
507 Laodicea	3 II. 19	Dugan	547 Praxedis	4 X. 14	Götz
508 Princescentonia	3 IV. 20	Dugan	548 Kressida	4 X. 14	Götz
509 Jolanda	3 IV. 22	Wolf	549 Jessonda	4 XI. 15	Wolf
510 Mabella	3 V. 20	Dugan	550 Senta	4 XI. 16	Wolf
511 Davida	3 V. 50	Dugan	551 Ortrud	4 XI. 16	Wolf
512 Taurinensis	3 VI. 23	Wolf	552 Sigelinde	4 XII. 14	Wolf
513 Centesima	3 VIII. 24	Wolf	553 Kundry	4 XII. 27	Wolf
514 Armida	3 VIII. 24	Wolf	554 Peraga	5 I. 8	Götz
515 Athalia	3 IX. 20	Wolf	555 Norma	5 I. 14	Wolf
516 Amherstia	3 IX. 20	Dugan	556 Phyllis	5 I. 8	Götz
517 Edith	3 IX. 22	Dugan	557 Violetta	5 I. 26	Wolf
518 Halawe	3 X. 20	Dugan	558 Carmen	5 II. 9	Wolf
519 Sylvania	3 X. 20	Dugan	559 Nanon	5 III. 8	Wolf
520 Franciska	3 X. 27	Wolf-Götz	560 Delila	5 III. 13	Wolf

Kis bolygók jegyzéke.

Szám és név	Fel- fedezés ideje	Fel- fedező	Szám és név	Fel- fedezés ideje	Fel- fedező
	1900 +			1900 +	
561 Ingwelve . . .	5 III. 26	Wolf	601 Nerthus . . .	6 VI. 21	Wolf
562 Salome . . .	5 IV. 3	Wolf	602 Marianna . . .	6 II. 16	Metcalf
563 Suleika . . .	5 IV. 6	Götz	603 Timandra . . .	6 II. 16	Metcalf
564 Dudu	5 V. 9	Götz	604 Tekmessa . . .	6 II. 16	Metcalf
565 Marbachia . . .	5 V. 9	Wolf	605 Juvisia	6 VIII. 27	Wolf
566 Stereokopia . .	5 V. 23	Götz	606 Brangäne . . .	6 IX. 18	Kopff
567 Eleutheria . . .	5 V. 28	Götz	607 Jenny	6 IX. 18	Kopff
568 Cheruskia . . .	5 VII. 26	Götz	608 Adolfine	6 IX. 18	Kopff
569 Misa	5 VII. 27	Palisa	609 Fulvia	6 IX. 24	Wolf
570 Kythera	5 VII. 30	Wolf	610 Valeska	6 IX. 26	Wolf
571 Dulcinea . . .	5 IX. 4	Götz	611 Valeria	6 IX. 24	Metcalf
572 Rebekka	5 IX. 19	Götz	612 Veronika	6 X. 8	Kopff
573 Recha	5 IX. 19	Wolf	613 Ginevra	6 X. 11	Kopff
574 Reginhild . . .	5 IX. 19	Wolf	614 Pia	6 X. 11	Kopff
575 Renate	5 IX. 19	Wolf	615 Roswitha	6 X. 11	Kopff
576 Emanuela . . .	5 IX. 22	Götz	616 Elly	6 X. 17	Kopff
577 Rhea	5 X. 20	Wolf	617 Patroklos	6 X. 17	Kopff
578 Happelia	5 XI. 1	Wolf	618 Elfriede	6 X. 17	Lohnert
579 Sidonia	5 XI. 3	Kopff	619 Trieberga	6 X. 22	Kopff
580 Selene	5 XII. 17	Wolf	620 Drakonia	6 X. 26	Metcalf
581 Tauntonia . . .	5 XII. 5	Metcalf	621 Werdandi	6 XI. 11	Kopff
582 Olympia	6 I. 23	Kopff	622 Esther	6 XI. 13	Metcalf
583 Klotilde	5 XII. 31	Palisa	623 Chimaera	7 I. 22	Lohnert
584 Semiramis . . .	6 I. 15	Kopff	624 Hektor	7 II. 10	Kopff
585 Bilkis	6 II. 16	Kopff	625 Xenia	7 II. 11	Kopff
586 Thekla	6 II. 21	Wolf	626 Notburga	7 II. 11	Kopff
287 Hypsipyle . . .	6 II. 22	Wolf	627 Charis	7 III. 4	Kopff
588 Achilles	6 II. 22	Wolf	628 Christine	7 III. 7	Kopff
589 Croatia	6 III. 3	Wolf	629 Bernardina	7 III. 7	Kopff
590 Tonyris	6 III. 4	Wolf	630 Euphemia	7 III. 7	Kopff
591 Irmgard	6 III. 14	Kopff	631 Philippina	7 III. 21	Kopff
592 Batseba	6 III. 18	Wolf	632 Pyrrha	7 IV. 5	Kopff
593 Titania	6 III. 20	Kopff	633 Zelima	7 V. 12	Kopff
594 Mireille	6 III. 27	Wolf	634 Ute	7 V. 12	Kopff
595 Polyxena	6 III. 27	Kopff	635 Vundtia	7 VI. 9	Lohnert
596 Scheila	6 II. 21	Kopff	636 Erika	7 II. 8	Metcalf
597 Bandusia	6 IV. 16	Wolf	637 Chrisothemis . . .	7 III. 11	Metcalf
598 Octavia	6 IV. 13	Wolf	638 Moira	7 V. 5	Metcalf
599 Luisa	6 IV. 25	Metcalf	639 Latona	7 VII. 19	Lohnert
600 Musa	6 VI. 14	Metcalf	640 Brambilla	7 VIII. 29	Kopff

Kis bolygók jegyzéke.

Szám és név	Fel-fedezés ideje	Fel-fedező	Szám és név	Fel-fedezés ideje	Fel-fedező
	1900+			1900+	
641 Agnes	7 IX. 8	Wolf	681 Gorgo	9 V. 13	Kopff
642 Clara	7 IX. 8	Wolf	682 Hagar	9 VI. 17	Kopff
643 Schehererade	7 IX. 8	Kopff	683 Lancia	9 VII. 23	Wolf
644 Cosima	7 IX. 7	Kopff	684 Hildburg	9 VIII. 8	Kopff
645 Agrippina . .	7 IX. 13	Metcalf	685 Hermia	9 VIII. 12	Lorenz
646 Kastalia . . .	7 IX. 11	Kopff	686 Gersuind . . .	9 VIII. 15	Kopff
647 Adelgunde . .	7 IX. 11	Kopff	687 Tinette	9 VIII. 16	Palisa
648 Pippa	7 IX. 11	Kopff	688 Melanie	9 VIII. 25	Palisa
649 Josepha	7 IX. 11	Kopff	689 Zita	9 IX. 12	Palisa
650 Amalasantha	7 X. 4	Kopff	690 Wratislavia . .	9 X. 16	Metcalf
651 Antikleia . . .	7 X. 4	Kopff	691 Lehigh	9 XII. 11	Metcalf
652 Jubilatrix . . .	7 XI. 4	Palisa	692 Hippodamia . .	10 XI. 5	Wolf-Kopff
653 Berenike	7 XI. 27	Metcalf	693 Zerbinetta . . .	9 IX. 21	Kopff
654 Zelinda	8 I. 4	Kopff	694 Ekard	9 XI. 9	Lorenz
655 Briseis	7 XI. 4	Metcalf	695 Bella	9 XI. 7	Metcalf
656 Beagle	8 I. 22	Kopff	696 Leonora	10 I. 10	Metcalf
657 Gunlöd	8 I. 23	Kopff	697 Galilea	10 II. 14	Helfrich
658 Asteria	8 I. 23	Kopff	698 Ernestina	10 III. 5	Helfrich
659 Nestor	8 III. 23	Wolf	699 Hela	10 VI. 5	Helfrich
660 Crescentia . . .	8 I. 8	Metcalf	700 Auravictoria . .	10 VI. 5	Helfrich
661 Cloelia	8 II. 22	Metcalf	701 [1910 KN]	10 VII. 12	Helfrich
662 Newtonia	8 III. 30	Metcalf	702 [1910 KQ]	10 VII. 16	Helfrich
663 Gerlinde	8 VI. 24	Kopff	703 Noemi	10 X. 3	Palisa
664 Judith	8 VI. 24	Kopff	704 Interramnia . . .	10 X. 2	Cerulli
665 Sabine	8 VII. 22	Lorenz	705 [1910 KV]	10 X. 6	Ernst
666 Desdemona . . .	8 VII. 23	Kopff	706 [1910 KX]	10 X. 9	Helfrich
667 Denise	8 VII. 27	Kopff	707 Steina	10 XII. 22	Wolf
668 Dora	8 VII. 27	Kopff	708 Raphaela	11 II. 3	Helfrich
669 Kypria	8 VIII. 20	Kopff	709 [1911 LK]	11 II. 3	Helfrich
670 Ottegebe	8 VIII. 20	Kopff	710 Gertrud	11 II. 28	Palisa
671 Carnegia	8 IX. 21	Palisa	711 Marmula	11 III. 1	Palisa
672 Astarte	8 IX. 21	Kopff	712 Boliviana	11 III. 19	Wolf
673 Edda	8 IX. 21	Kopff	713 [1911 LS]	11 IV. 18	Helfrich
674 Rachel	8 X. 28	Lorenz	714 [1911 LW]	11 V. 18	Helfrich
675 Ludmilla	8 VIII. 30	Metcalf	715 Transvaalia . . .	11 IV. 22	Wood
676 Melitta	9 I. 16	Melotte	716 Berkeley	11 VII. 30	Palisa
677 Aaltje	9 I. 18	Kopff	717 [1911 MI]	11 VIII. 26	Kaiser
678 Fredegundis . .	9 I. 22	Lorenz	718 Erida	11 IX. 29	Palisa
679 Pax	9 I. 28	Kopff	719 Albert	11 X. 3	Palisa
680 Geneveva	9 VI. 22	Kopff	720 Bohlinia	11 X. 18	Kaiser

Kis bolygók jegyzéke.

Szám és név	Fel- fedezés ideje	Fel- fedező	Szám és név	Fel- fedezés ideje	Fel- fedező
	1900+			1900+	
721 Tabora . . .	11 X. 18	Kaiser	761 Brendelia . .	13 IX. 8	Kaiser
722 Frieda . . .	11 X. 18	Palisa	762 Pulcova . . .	13 IX. 3	Neujmin
723 Hammonia . .	11 X. 21	Palisa	763 [1913 ST] . .	13 IX. 25	Kaiser
724 Hapag . . .	11 X. 21	Palisa	764 [1913 SU] . .	13 IX. 26	Kaiser
725 Amanda . . .	11 X. 21	Palisa	765 [1913 SV] . .	13 IX. 26	Kaiser
726 [1911 NM] . .	11 XI. 22	Metcalf	766 [1913 SW] . .	13 IX. 29	Kaiser
727 Nipponia . .	12 II. 11	Massinger	767 [1913 SX] . .	13 IX. 23	Metcalf
728 Leonists . .	12 II. 16	Palisa	768 Struveana . .	13 X. 4	Neujmin
729 [1912 OD] . .	12 II. 9	Metcalf	769 Tatiana . . .	13 X. 6	Neujmin
730 Athanasia . .	12 IV. 10	Palisa	770 [1913 TE] . .	13 X. 31	Massinger
731 [1912 OQ] . .	12 IV. 15	Massinger	771 Libera	13 XI. 21	Rheden
732 [1912 OR] . .	12 IV. 15	Massinger	772 [1913 TR] . .	13 XII. 19	Massinger
733 Mocia	12 IX. 16	Wolf	773 [1913 TV] . .	13 XII. 22	Kaiser
734 Benda	12 X. 11	Palisa	774 [1913 TW] . .	13 XII. 19	Le Morvan
735 [1912 PY] . .	12 XII. 9	Vogt	775 [1914 TX] . .	14 I. 6	Lagrula
736 [1912 PZ] . .	12 XI. 16	Metcalf	776 Berbericia . .	14 I. 24	Massinger
737 [1912 QB] . .	12 XII. 7	Metcalf	777 [1914 TZ] . .	14 I. 24	Kaiser
738 [1913 QO] . .	13 I. 7	Kaiser	778 [1914 UA] . .	14 I. 25	Kaiser
739 [1913 QR] . .	13 II. 7	Metcalf	779 Nina	14 I. 25	Neujmin
740 [1913 QS] . .	13 II. 10	Metcalf	780 Armenia . . .	14 I. 25	Neujmin
741 [1913 QT] . .	13 II. 10	Metcalf	781 Kartvelia . .	14 I. 25	Neujmin
742 [1913 QU] . .	13 II. 23	Kaiser	782 Montefiore . .	14 III. 18	Palisa
743 [1913 QV] . .	13 II. 25	Kaiser	783 Nora	14 III. 18	Palisa
744 Aguntina . .	13 II. 26	Rheden	784 [1914 UM] . .	14 III. 20	Metcalf
745 [1913 QX] . .	13 III. 1	Kaiser	785 [1914 UN] . .	14 III. 30	Massinger
746 [1913 QY] . .	13 III. 1	Kaiser	786 [1914 UO] . .	14 IV. 20	Kaiser
747 [1913 QZ] . .	13 III. 7	Metcalf	787 Moskva	14 IV. 20	Neujmin
748 Simeïsa . . .	13 III. 14	Neujmin	788 [1914 UR] . .	14 IV. 28	Kaiser
749 Malzovia . .	13 IV. 5	Neujmin	789 Lena	14 VI. 24	Neujmin
750 Oskar	13 IV. 28	Palisa	790 [1912 NW] . .	12 I. 16	Wood
751 Faïna	13 IV. 28	Neujmin	791 Ani	14 VI. 29	Neujmin
752 Sulamitis . .	13 IV. 30	Neujmin	792 [1907 ZO] . .	7 III. 20	Metcalf
753 Tiflis	13 IV. 30	Neujmin	793 [1907 ZD] . .	7 IV. 9	Lowell
754 Malabar . . .	6 VIII. 22	Kopff	794 Irenaea	14 VIII. 27	Palisa
755 [1908 CZ] . .	8 IV. 8	Metcalf	795 Fini	14 IX. 26	Palisa
756 [1908 DC] . .	8 IV. 26	Metcalf	796 Sarita	14 X. 15	Reinmuth
757 [1908 EI] . .	8 IX. 30	Metcalf	797 Montana	14 XI. 17	Thiele
758 Mancunia . .	12 V. 18	H. E. Wood	798 [1914 VT] . .	14 XI. 21	Wolf
759 [1913 SI] . .	13 VIII. 26	Kaiser	799 [1915 WO] . .	15 III. 9	Reinmuth
760 Massinga . .	13 VIII. 28	Kaiser- Neujmin	800 Kressmannia	15 III. 20	Wolf

Kis bolgyók jegyzéke.

Szám és név	Fel- fedezés ideje	Fel- fedező	Szám és név	Fel- fedezés ideje	Fel- fedező
	1900+			1900+	
801 [1915 WQ] . . .	15 III. 20	Wolf	841 [1916 AL] . . .	16 X. 1	Wolf
802 Epyaxa . . .	15 III. 20	Wolf	842 [1916 AM] . . .	16 X. 1	Wolf
803 Picka	15 III. 21	Palisa	843 [1916 AN] . . .	16 IX. 30	Thiele
804 Hispania . . .	15 III. 20	Comas Solá	844 Leontina . . .	16 X. 1	Rheden
805 [1915 WW] . . .	15 IV. 17	Wolf	845 [1916 AS] . . .	16 XI. 16	Wolf
806 [1915 WX] . . .	15 IV. 18	Wolf	846 Lipperta . . .	16 XI. 26	Gyllenberg
807 [1915 WY] . . .	15 IV. 18	Wolf	847 Agnia	15 IX. 2	Neujmin
808 [1901 GY] . . .	1 X. 11	Carn.-Kopff	848 Inna	15 IX. 5	Neujmin
809 [1915 XP] . . .	15 VIII. 11	Wolf	849 Ara	12 II. 9	Beljowsky
810 Atossa	15 IX. 8	Wolf	850 Altona	16 III. 27	Beljowsky
811 [1915 XR] . . .	15 IX. 8	Wolf	851 [Σ 26]	16 IV. 2	Beljowsky
812 [1915 XV] . . .	15 IX. 8	Beljowsky	852 Wladilena . . .	16 IV. 2	Beljowsky
813 Baumeia	15 XI. 28	Wolf	853 [Σ 28]	16 IV. 2	Beljowsky
814 Tauris	16 I. 2	Neujmin	854 [Σ 29]	16 IV. 3	Beljowsky
815 [1916 YU] . . .	16 II. 2	Wolf	855 [1916 ZP] . . .	16 IV. 3	Beljowsky
816 [1916 YV] . . .	16 II. 8	Wolf	856 [Σ 30]	16 IV. 3	Beljowsky
817 [1916 YW] . . .	16 II. 6	Wolf	857 [Σ 33]	16 IV. 6	Beljowsky
818 [1916 YZ] . . .	16 II. 21	Wolf	858 1916a	16 V. 26	Sy
819 Barnardiana . .	16 III. 3	Wolf	859 1916c	16 IX. 20	Gonnessiat
820 [1916 ZB] . . .	16 III. 30	Wolf	860 [1917 BD] . . .	17 I. 22	Wolf
821 [1916 ZC] . . .	16 III. 31	Wolf	861 [1917 BE] . . .	17 I. 22	Wolf
822 Lalage	16 III. 31	Wolf	862 [1917 BF] . . .	17 I. 28	Wolf
823 Sisigambis . . .	16 III. 31	Wolf	863 [1917 BH] . . .	17 II. 9	Wolf
824 Anastasia . . .	16 III. 25	Neujmin	864 [1917 BK] . . .	17 II. 13	Wolf
825 Tanina	16 III. 27	Neujmin	865 [1917 BO] . . .	17 II. 15	Wolf
826 [1916 ZO] . . .	16 IV. 28	Wolf	866 [1917 BQ] . . .	17 II. 25	Wolf
827 Wolfiana	16 VIII. 29	Palisa	867 Kovacia	17 II. 25	Palisa
828 Lindemannia . .	16 VIII. 29	Palisa	868 [1917 BU] . . .	17 IV. 26	Wolf
829 [1916 ZY] . . .	16 VIII. 25	Neujmin	869 Mellena	17 V. 9	Schorr
830 [1916 ZZ] . . .	16 VIII. 25	Neujmin	870 Manto	17 V. 12	Wolf
831 Stateira	16 IX. 20	Wolf	871 [1917 BY] . . .	17 V. 14	Wolf
832 [1916 AB] . . .	16 IX. 20	Wolf	872 [1917 BZ] . . .	17 V. 21	Wolf
833 [1916 AC] . . .	16 IX. 20	Wolf	873 [1917 CA] . . .	17 V. 21	Wolf
834 Burnhamia . . .	16 IX. 20	Wolf	874 [1917 CC] . . .	17 V. 25	Wolf
835 [1916 AE] . . .	16 IX. 23	Wolf	875 [1917 CF] . . .	17 V. 19	Wolf
836 Jole	16 IX. 23	Wolf	876 Scott	17 VI. 20	Palisa
837 [1916 AG] . . .	16 IX. 23	Wolf	877 Walküre	15 IX. 13	Neujmin
838 [1916 AH] . . .	16 IX. 24	Wolf	878 [1916f]	16 IX. 6	Shapley
839 [1916 AI] . . .	16 IX. 24	Wolf	879 [1917 CI] . . .	17 VII. 22	Wolf
840 [1916 AK] . . .	16 IX. 25	Wolf	880 Herba	17 VII. 22	Wolf

Kis bolygók jegyzéke.

Szám és név	Fel- fedezés ideje	Fel- fedező	Szám és név	Fel- fedezés ideje	Fel- fedező
	1900+			1900+	
881 [1917 CL] . . .	17 VII. 22	Wolf	921 [1919 FV] . . .	19 IX. 4	Reinmuth
882 [1917 CM] . . .	17 VIII. 18	Wolf	922 Schlutia . . .	06 X. 17	Kopff
883 Matteredania . . .	17 IX. 14	Wolf	923 [1919 GB] . . .	19 IX. 30	Reinmuth
884 Priamus . . .	17 IX. 22	Wolf	924 [1919 GC] . . .	14 X. 16	Neujmin
885 [1917 CX] . . .	17 IX. 26	Woll	925 Alphonsina . . .	20 1. 13	Comas Solá
886 Washingtonia . . .	17 XI. 16	Peters	926 [1920 GN] . . .	20 II. 15	Reinmuth
887 Alinda	18 I. 3	Wolf	927 [1920 GO] . . .	20 II. 15	Wolf
888 Parysatis . . .	18 II. 2	Wolf	928 [1920 GP] . . .	20 II. 23	Reinmuth
889 [1918 DG] . . .	18 III. 5	Wolf	929 [1920 GR] . . .	20 III. 10	Reinmuth
890 [1918 DK] . . .	18 III. 11	Wolf	930 Westphalia . . .	20 III. 10	Baade
891 [1918 DQ] . . .	18 V. 17	Wolf	931 [1920 GU] . . .	20 III. 19	Gon. és Jekh
892 [1918 DR] . . .	18 V. 31	Wolf	932 Hooveria . . .	20 III. 23	Palisa
893 [1918 DS] . . .	18 V. 31	Wolf	933 [1920 GZ] . . .	20 IV. 23	Reinmuth
894 [1918 DT] . . .	18 VI. 4	Wolf	934 Susi	20 VIII. 15	Baade
895 Helio	18 VII. 11	Wolf	935 [1920 HM] . . .	20 IX. 7	Reinmuth
896 [1918 DV] . . .	18 VIII. 1	Wolf	936 [1920 HN] . . .	20 IX. 3	Reinmuth
897 [1918 DZ] . . .	18 VIII. 3	Wolf	937 Bethgea . . .	20 IX. 12	Reinmuth
898 [1918 EA] . . .	18 VIII. 3	Wolf	938 [1920 HQ] . . .	20 IX. 9	Reinmuth
899 [1918 EB] . . .	18 VIII. 3	Wolf	939 [1920 HR] . . .	20 X. 4	Reinmuth
900 [1918 EC] . . .	18 VIII. 10	Palisa	940 [1920 HT] . . .	20 X. 10	Reinmuth
901 Brunsia	18 VIII. 30	Wolf	941 Murray	20 X. 10	Palisa
902 [1918 EI]	18 IX. 3	Palisa	942 [1920 HW] . . .	20 X. 11	Reinmuth
903 Nealley	18 IX. 13	Palisa	943 [1920 HX] . . .	20 X. 12	Schwassm.
904 [1918 EO]	18 X. 29	Wolf	944 Hidalgo	20 X. 31	Baade
905 Universitas . . .	18 X. 30	Schwassm.	945 Barcelona . . .	21 II. 3	Comas Solá
906 Repsolda	18 X. 30	Schwassm.	946 [1921 IC]	21 II. 11	Wolf
907 Rhoda	18 XI. 12	Wolf	947 [1921 ID]	21 II. 8	Schwassm.
908 [1918 EX]	18 XI. 30	Wolf	948 [1921 IE]	21 III. 3	Reinmuth
909 Ulla	19 II. 7	Reinmuth	949 [1921 IK]	21 III. 11	Wolf
910 Anneliese	19 III. 1	Reinmuth	950 Ahrensa	21 IV. 1	Reinmuth
911 Agamemnon . . .	19 III. 19	Reinmuth	951 [Σ45]	16 VII. 30	Neujmin
912 [1919 FI]	19 IV. 27	Schwassm.	952 [Σ61]	16 X. 27	Neujmin
913 [1919 FL]	19 V. 19	Reinmuth	953 [1921 IT]	21 IV. 29	Jekhowsky
914 Palisana	19 VII. 4	Wolf	954 [1921 IÚ]	21 VIII. 4	Reinmuth
915 [1918b.]	18 XII. 14	Gonnessiat	955 [1921 IV]	21 VIII. 5	Reinmuth
916 America	15 VIII. 7	Neujmin	956 [1921 IW]	21 VIII. 8	Reinmuth
917 [1915 ΣW]	15 IX. 5	Neujmin	957 [1921 IX]	21 IX. 7	Reinmuth
918 [1919 FR]	19 VIII. 22	Reinmuth	958 [1921 KC]	21 IX. 28	Reinmuth
919 [191 EQ]	18 X. 30	Wolf	959 [1921 KF]	21 IX. 30	Reinmuth
920 [1919FT]	19 IX. 1	Reinmuth	960 [1921 KH]	21 X. 1	Reinmuth

Kis bolygók jegyzéke.

Szám és név	Fel- fedezés ideje	Fel- fedező	Szám és név	Fel- fedezés ideje	Fel- fedező
	1900+			1900+	
961 [1921 KM] . . .	21 X. 10	Reinmuth	996 [1923 NM] . . .	23 III. 21	Palisa
962 [1921 KP] . . .	21 IX. 25	Reinmuth	997 [1923 NR] . . .	23 VII. 12	Reinmuth
963 [1921 KR] . . .	21 X. 26	Reinmuth	998 [1923 NU] . . .	23 VIII. 6	Reinmuth
964 Subamara . . .	21 X. 27	Palisa	999 [1923 NW] . . .	23 VIII. 9	Reinmuth
965 Angelica . . .	21 XI. 4	Hartmann	1000 [1923 NZ] . . .	23 VIII. 12	Reinmuth
966 Muschi . . .	21 XI. 9	Baade	1001 [1923 OA] . . .	23 VIII. 8	Beljowsky
967 Helionape . . .	21 XI. 9	Baade	1002 [1923 OB] . . .	23 VIII. 15	Albitzky
968 [1921 KW] . . .	21 X. 25	Reinmuth	1003 [1923 OK] . . .	23 IX. 13	Reinmuth
969 [1921 KZ] . . .	21 XI. 5	Beljowsky	1004 [1923 OS] . . .	23 IX. 5	Beljowsky
970 [1921 LB] . . .	21 XI. 29	Reinmuth	1005 [1923 OT] . . .	23 IX. 5	Beljowsky
971 Alsatia . . .	21 XI. 23	Schaumasse	1006 [1923 OU] . . .	23 IX. 12	Beljowsky
972 Cohnia . . .	22 I. 18	Wolf	1007 [1923 OX] . . .	23 X. 5	Albitzky
973 [1922 LR] . . .	22 III. 18	Reinmuth	1008 [1923 PD] . . .	23 X. 31	Wolf
974 [1922 LS] . . .	22 III. 18	Reinmuth	1009 [1923 PE] . . .	23 X. 31	Reinmuth
975 [1922 LT] . . .	22 III. 27	Palisa	1010 [1923 PF] . . .	23 XI. 12	Reinmuth
976 [1922 LU] . . .	22 III. 27	Jekhowsky	1011 [1924 PK] . . .	24 I. 5	Reinmuth
977 [1922 LV] . . .	22 IV. 6	Jekhowsky	1012 [1924 PM] . . .	24 I. 12	Reinmuth
978 [1922 LY] . . .	22 V. 18	Beljowsky	1013 [1924 PQ] . . .	24 I. 17	Jekhowsky
979 Isewa . . .	22 VI. 29	Reinmuth	1014 [1924 PW] . . .	24 I. 29	Reinmuth
980 Anacostia . . .	22 XI. 21	G. H. Peters	1015 [1924 QF] . . .	24 I. 31	Reinmuth
981 Martina . . .	17 IX. 23	Beljowsky	1016 [1924 QG] . . .	24 I. 31	Reinmuth
982 Franklina . . .	22 V. 21	Wood	1017 [1924 QL=QS] . . .	24 II. 4	Jekhowsky
983 [1922 ME] . . .	22 VII. 30	Reinmuth	1018 [1924 QM] . . .	24 III. 3	Reinmuth
984 [1922 MH] . . .	22 VIII. 27	Reinmuth	1019 [1924 QN] . . .	24 III. 3	Reinmuth
985 [1922 MO] . . .	22 X. 14	Reinmuth	1020 [1924 QV] . . .	24 III. 7	Reinmuth
986 Amelia . . .	22 X. 19	Comas Solá	1021 [1924 RG] . . .	24 III. 11	Wolf
987 [1922 MR] . . .	22 X. 23	Reinmuth	1022 [1924 RT] . . .	24 VI. 23	Albitzky
988 [1922 MT] . . .	22 XI. 10	Jekhowsky	1023 Thomana . . .	24 VI. 25	Reinmuth
989 [1922 MW] . . .	22 XI. 18	Schwassm.	1024 YO 13 . . .	23 XII. 2	v. Bisbroeck
990 [1922 MZ] . . .	22 XI. 23	v. Bisbroeck			
991 [1922 NB] . . .	22 X. 24	Struve			
992 [1922 ND] . . .	22 XI. 14	Struve			
993 [1922 NJ] . . .	23 I. 12	v. Bisbroeck			
994 [1923 NL] . . .	23 III. 18	Reinmuth			
995 [1923 NP] . . .	23 VI. 8	Beljowsky			

NAP- ÉS HOLDFOGYATKOZÁSOK 1926-BAN.

1926-ban két napfogyatkozás áll be, holdfogyatkozás ellenben nem lesz.

I. Teljes napfogyatkozás 1926 január 14-én.

1926 január 14-én 6 ó. 37 p. 56.7 mp. világidőkor (= greenwichi idővel) a Nap, a Hold és a Föld centrumai közel egyenesben lesznek. E pillanatban

a Nap és a Hold egyenes emelkedése	= 19 ó. 40 p. 49.20 mp.
a Nap elhajlása	-21° 25' 36.4"
a Hold "	-21° 13' 31.6"
A Nap óránkénti mozgása egyenes emelkedésben	10.79 mp.
A Hold óránkénti mozgása egyenes emelkedésben	2 p. 42.45 "
a Nap óránkénti mozgása elhajlásban	+0' 25.9"
a Hold " " " "	+2' 57.1"
a Nap látszó átmérője	16' 15.6"
a Hold " " " "	16' 39.9"

és ezért teljes napfogyatkozásnak kell beállania.

Kezdeté általában	jan. 14-én	3 ó. 58.6 p.
a középponti fogyatkozás kezdete	" "	4 " 55.1 "
a " " a valódi délben	" "	6 " 37.9 "
a " " vége	" "	8 " 17.8 "
vége általában	" "	9 " 14.3 "

világidőkor.

Ezen időadatokkor a Hold árnyéka a Greenwich-től nyugatra

326° 13'-nyire lévő és + 3° 7'
338° 51'-nyire " " +6° 52'
227° 15'-nyire " " -10° 5'
218° 2'-nyire " " +14° 28'
230° 36'-nyire " " +10° 44' földrajzi széles-

séggel bíró földfelületi pontokat érinti.

A fogyatkozás Afrika középső és keleti részében, Arábiában, Indiában, Kína délkeleti és Japán déli részében, az Indiai Óceánon, a Sunda szigeteken és Ausztrália északnyugati részén lesz látható. A középponti fogyatkozás zónája azon helyeken halad át, melyeknek

Gr.-tól nyugatra számított földrajzi hosszkülönbsége:	földrajzi széles- sége:	ezek a totálitás tartama:
338.9°	+ 6.8°	—
306.9°	- 5.8°	2 p. 49.5 mp.
297.2°	- 8.6°	3 „ 25.8 „
289.6°	- 10.0°	3 „ 51.8 „
276.6°	- 9.9°	4 „ 10.4 „
263.7°	- 6.4°	3 „ 42.9 „
255.9°	- 3.1°	3 „ 13.9 „
245.4°	+ 1.9°	2 „ 34.5 „
217.7°	- 14.5°	—

A teljes fogyatkozás legnagyobb tartama 4 p. 10.7 mp.

II. Gyűrűs napfogyatkozás 1926 július 9—10. .

1926 július 9-én 23 ó. 5 p. 23.9 mp. világidőkor

a Nap és a Hold egyenes emelkedése = 7 ó. 13 p. 29.69 mp.

a Nap elhajlása + 22° 22' 23.7"

a Hold „ + 22° 25' 20.0"

a Nap félátmérője 15' 43.9"

a Hold „ 14' 59.1"

lesz, úgy hogy gyűrűs fogyatkozásnak kell bekövetkeznie.

Kezdeté általában július 9-én 20 ó. 4.9 p.

a középponti fogyatkozás kezdete . . „ „ 21 „ 9.8 „

a „ „ valódi délben „ „ 23 „ 5.4 „

a „ „ vége „ 10-én 1 „ 1.3 „

a fogyatkozás vége általában . . . „ „ 2 „ 6.3 „

világidőkor áll be.

Ezen pillanatokban a Hold árnyéka azon földfelületi pontokat érinti, melyeknek

Gr.-tól számított nyugati hossza	földrajzi széles- sége
211° 17'	+ 3° 9'
227° 56'	+ 4° 12'
165° 6'	+ 25° 36'
103° 29'	+ 1° 27'
120° 9'	+ 0° 25'

A fogyatkozás Kína keleti részében, Japánban, a Philippi szigeteken, Ausztrália északi részében, a Csendes Oceánon, Észak-amerika középső és déli részében, valamint Középamerikában lesz látható. A gyűrűs fogyatkozás zónája azon helyeken halad át, melyeknek:

Gr.-tól számított nyugati hossza:	földrajzi szélessége:	ezeken a gyűrűs fogyatkozás tartama:
227.9°	+ 4.2°	—
200.3°	+ 16.4°	3 p. 18.1 mp.
182.6°	+ 23.2°	3 " 37.9 "
169.7°	+ 25.4°	3 " 49.7 "
157.8°	+ 24.6°	3 " 49.1 "
144.7°	+ 20.6°	3 " 37.1 "
124.5°	+ 11.0°	3 " 17.3 "
103.5°	+ 1.4°	—

Jegyzet. A nap- és holdfogyatkozások tüneményéről bővebbet l. 1925. évi Almanach 76—78. oldalán.

A fényesebb fundamentális csillagok középhelyei 1926.0-ra.

Sorszám	A csillag neve	Fényrendje	Spektruma	Rekt. 1926.0	Dekl. 1926.0
				<i>h m s</i>	<i>o ' "</i>
1	α Andromedae (Sirrah) .	2.2	A0p	0 4 34	+28 40 55
2	β Cassiopeiae	2.4	F5	0 5 13	+58 44 30
3	γ Pegasi	2.9	B2	0 9 25	+14 46 20
4	α Cassiopeiae (Schedir) .	változó	K0	0 36 18	+57 7 54
5	β Ceti	2.2	K0	0 39 53	-18 23 33
6	γ Cassiopeiae	2.2	B0p	0 52 14	+60 18 59
7	β Andromedae (Mirah) .	2.4	Ma	1 5 35	+35 13 43
8	δ Cassiopeiae	2.8	A5	1 20 57	+59 51 5
9	α Ursae minoris (Polaris)	2.1	F8	1 34 45	+88 54 29
10	β Arietis	2.7	A5	1 50 33	+20 26 49
11	γ Andromedae pr (Almah)	2.3	K0	1 59 21	+41 58 31
12	α Arietis (Hamal)	2.2	K2	2 3 0	+23 6 48
13	α Ceti (Menhar)	2.8	Ma	2 58 25	+ 3 48 1
14	β Persei (Algol)	változó	B8	3 3 21	+40 40 18
15	α Persei (Algenib)	1.9	F5	3 19 2	+49 35 57
16	λ Tauri	változó	B3	3 56 35	+12 16 57
17	α Tauri (Aldeberan) . . .	1.1	K5	4 31 40	+16 21 43
18	ϵ Aurigae	2.9	K2	4 52 10	+33 3 2
19	β Eridani	2.9	A2	5 4 13	- 5 10 51
20	β Orionis (Rigel)	0.3	B8p	5 10 59	- 8 17 10
21	α Aurigae (Capella)	0.2	G0	5 11 13	+45 55 28
22	γ Orionis (Bellatrix) . . .	1.7	B2	5 21 10	+ 6 17 2
23	β Tauri (Nath)	1.8	B8	5 21 37	+28 32 47
24	δ Orionis	2.5	B0	5 28 14	+ 0 21 10
25	α Leporis	2.7	F0	5 29 28	-17 52 27
26	ϵ Orionis	1.8	B0	5 32 27	- 1 14 52
27	κ Orionis	2.2	B0	5 44 15	- 9 41 41
28	α Orionis (Betelgeuze) . .	változó	Ma	5 51 10	+ 7 23 41
29	β Aurigae	2.1	A0p	5 54 6	+44 56 30
30	δ Aurigae	2.7	A0p	5 54 41	+37 12 32

A fényesebb fundamentális csillagok középhelyei 1926.0-ra.

Sorszám	A csillag neve	Fény- rendje	Spek- truma	Rekt.	Dekl.
				1926.0	1926.0
				h m s	o ' "
31	β Canis majoris	2.0	B 1	6 19 26	-17 55 5
32	γ Geminorum	1.9	A 0	6 33 26	+16 27 50
33	α Canis maioris (Sirius) .	1.6	A 0	6 41 53	-16 36 49
34	ε Canis maioris	1.6	B 1	6 55 43	-28 52 13
35	δ Canis maioris	2.0	F8p	7 5 23	-26 16 29
36	η Canis maioris	2.4	Bp5	7 21 10	-29 9 28
37	β Canis minoris	3.1	B 8	7 23 8	+ 8 26 23
38	α Geminorum (Castor) .	2.0	A 0	7 29 53	+32 3 10
39	α Canis minoris (Procyon)	0.5	F 5	7 35 26	+ 5 24 57
40	β Geminorum (Pollux) .	1.2	K 0	7 40 47	+28 12 23
41	ι Navis	2.9	F 5	8 4 24	-24 5 24
42	ε Hydrae	3.5	F 8	8 42 52	+ 6 41 29
43	α Hydrae (Alphard) . .	2.2	K 2	9 23 57	- 8 20 13
44	ε Leonis	3.1	G0p	9 41 39	+24 6 57
45	α Leonis (Regulus) . . .	1.3	B 8	10 4 26	+12 19 46
46	β Ursae maioris (Merah)	2.4	A 0	10 57 23	+56 46 46
47	α Ursae maioris (Dubhe)	2.0	K 0	10 59 11	+62 9 3
48	δ Leonis	2.6	A 3	11 10 11	+20 55 46
49	β Leonis (Denebola) . .	2.2	A 2	11 45 17	+14 59 9
50	γ Ursae maioris (Plekda)	2.5	A 0	11 49 57	+54 6 22
51	γ Corvi	2.8	B 8	12 12 0	-17 7 52
52	β Corvi	2.8	G 5	12 30 30	-22 59 16
53	ε Ursae maioris (Alioth)	1.7	A0p	12 50 47	+56 21 40
54	ε Virginis	3.0	K 0	12 58 30	+11 21 24
55	ζ Ursae maioris (Mizar) .	2.4	A2p	13 20 57	+55 18 41
56	α Virginis	1.2	B 2	13 21 18	-10 46 32
57	η Ursae maioris (Benetnash)	1.3	B 3	13 44 38	+49 40 55
58	η Bootis	2.8	G 0	13 51 10	+18 46 5
59	α Bootis (Arcturus) . .	0.2	K 0	14 12 17	+19 34 1
60	γ Bootis	3.0	F 0	14 29 6	+38 37 52

A fényesebb fundamentális csillagok középhelyei 1926.0-ra.

Sorszám	A csillag neve	Fényrendje	Spektruma	Rekt. 1926.0	Dekl. 1926.0
				<i>h m s</i>	<i>o ' "</i>
61	ε Bootis	2.7	K0p	14 41 45	+ 27 23 7
62	α Librae	2.7	A 2	14 46 47	- 15 44 7
63	β Ursae minoris (Kohab)	2.2	K 5	14 50 54	+ 74 27 28
64	β Librae (Kiffa)	2.7	B 8	15 13 1	- 9 6 39
65	α Coronae borealis (Gemma)	2.3	A 0	15 31 33	+ 26 57 46
66	α Serpentis	2.8	K 0	15 40 37	+ 6 39 27
67	δ Scorpii	2.5	B1p	15 55 57	- 22 24 45
68	β Scorpii	2.9	B 1	16 1 7	- 19 36 15
69	δ Ophiuchi	3.0	Ma	16 10 28	- 3 30 18
70	η Draconis	2.9	G 5	16 22 59	+ 61 40 53
71	α Scorpii (Antares)	1.2	Ma p	16 24 52	- 26 16 9
72	β Herculis (Ruticulus)	2.8	K 0	16 27 2	+ 21 38 59
73	τ Scorpii	2.9	B 0	16 31 16	- 28 3 50
74	ξ Ophiuchi	2.7	B 0	16 33 5	- 10 25 6
75	ξ Herculis	3.0	G 0	16 38 30	+ 31 44 9
76	η Ophiuchi	2.6	A 0	17 6 8	- 11 38 5
77	α Herculis (Ras Algethi)	változó	M b	17 11 16	+ 14 28 25
78	β Draconis	3.0	G 0	17 28 46	+ 52 21 20
79	α Ophiuchi (Ras Alhaque)	2.1	A 5	17 31 30	+ 12 36 45
80	β Ophiuchi	2.9	K 0	17 39 49	+ 4 35 49
81	γ Draconis	2.4	K 5	17 54 53	+ 51 29 49
82	δ Sagittarii	2.8	K 0	18 16 15	- 29 51 40
83	α Lyrae (Wega)	0.1	A 0	18 34 26	+ 38 42 50
84	β Lyrae	változó	B2p	18 47 21	+ 33 16 33
85	σ Sagittarii	2.1	B 3	18 50 41	- 26 23 25
86	ζ Aquilae	3.0	A 0	19 2 0	+ 13 45 8
87	π Sagittarii	3.0	F 2	19 5 22	- 21 8 33
88	β Cygni	3.2	K0p	19 27 44	+ 27 48 12
89	δ Cygni	3.0	A 0	19 42 40	+ 44 56 58
90	γ Aquilae	2.8	K 2	19 42 44	+ 10 25 55

A fényesebb fundamentális csillagok középhelyei 1926.0-ra.

Sorszám	A csillag neve	Fény- rendje	Spek- truma	Rekt. 1926.0	Dekl. 1926.0
				<i>h m s</i>	<i>o ' "</i>
91	α Aquilae (Athair)	0.9	A 5	19 47 10	+ 8 40 18
92	γ Cygni	2.3	F 8 p	20 19 34	+ 40 1 9
93	α Cygni (Deneb)	1.3	A 2 p	20 38 54	+ 45 0 55
94	ε Cygni	2.6	K 0	20 43 13	+ 33 41 32
95	α Cephei (Alderanim)	2.6	A 5	21 16 49	+ 62 16 18
96	β Aquarii	3.1	G 0	21 27 40	- 5 53 2
97	ε Pegasi (Enif)	2.5	K 0	21 40 33	+ 9 32 6
98	δ Capricorni	3.0	A 5	21 42 58	- 16 27 50
99	α Aquarii	3.2	G 0	22 1 59	- 0 40 48
100	α Piscis australis (Fomalhaut)	1.3	A 3	22 53 34	- 30 0 53
101	β Pegasi	változó	Ma	23 0 18	+ 27 40 52
102	α Pegasi (Markab)	2.6	A 0	23 1 4	+ 14 48 24
103	γ Cephei	3.4	K 0	23 36 18	+ 77 13 10
<i>Északi sarkcsillagok.</i>					
1	43 H. Cephei	4.5	K 0	0 58 18.9	+ 85 51 39.9
2	α Ursae minoris	2.1	F 8	1 34 44.8	+ 88 54 20.4
3	51 H. Cephei	5.3	Ma	7 6 25.8	+ 87 10 4.2
4	1 H. Draconis	4.6	K 2	9 26 40.0	+ 81 09 20.2
5	30 H. Camelopardalis	5.3	F 2	10 22 12.5	+ 82 56 11.0
6	ε Ursae minoris	4.4	G 5	16 53 29.4	+ 82 9 41.8
7	δ Ursae minoris	4.4	A 0	17 56 5.9	+ 86 36 50.0
8	λ Ursae minoris	6.6	M 6	18 51 43.0	+ 89 1 47.0
9	76 Draconis	5.7	A 0	20 48 2.9	+ 82 15 31.1

Látzó csillaghelyek 1926-ra.

1926	α Andromedae	43 H. Cephei	β Andromedae	α Ursae minoris	α Arietis	α Persei	α Tauri
	0h 4m	0h 58m	1h 5m	1h	2h	3h	4h 31m
	s	s	s	m s	m s	m s	s
Jan. 0.	32.5	22.49	34.4	35 8.36	2 59.5	19 2.1	40.5
15.	32.4	17.99	34.1	34 51.46	59.2	1.8	40.4
30.	32.1	13.57	33.8	34.05	59.0	1.5	40.3
Febr. 14.	32.0	9.60	33.6	17.60	58.8	1.1	40.1
Márc. 1.	31.9	6.40	33.4	3.52	58.6	0.7	39.9
Márc. 16.	31.8	4.28	33.3	33 53.01	58.4	0.3	39.6
31.	31.9	3.38	33.3	46.92	58.3	0.1	39.3
Ápr. 15.	32.1	3.77	33.4	45.62	58.3	18 59.9	39.1
30.	32.4	5.38	33.6	49.08	58.4	59.9	39.1
Máj. 15.	32.8	8.10	33.9	56.88	58.6	19 0.1	39.1
Máj. 30.	33.3	11.63	34.3	34 8.33	59.0	0.3	39.2
Jún. 14.	33.5	15.77	34.8	22.57	59.3	0.5	39.4
29.	34.3	20.20	35.3	38.62	59.8	1.2	39.7
Júl. 14.	34.6	24.70	35.9	55.53	3 0.3	1.8	40.0
29.	35.2	28.98	36.4	35 12.34	0.8	2.4	40.5
Aug. 13.	35.5	32.83	36.8	28.23	1.2	3.1	40.9
28.	35.6	36.08	37.3	42.42	1.7	3.7	41.4
Szept. 12.	36.0	38.54	37.6	54.22	2.0	4.3	41.9
27.	36.2	40.14	37.8	36 3.05	2.4	4.9	42.2
Okt. 12.	36.2	40.78	37.9	8.42	2.6	5.3	42.6
Okt. 27.	36.2	40.31	38.0	9.89	2.8	5.7	43.0
Nov. 11.	36.0	38.80	38.0	7.01	2.8	6.0	43.3
26.	35.9	36.30	37.9	0.00	2.9	6.1	43.6
Dec. 11.	35.7	32.95	37.7	35 49.13	2.8	6.2	43.7
26.	35.5	28.92	37.6	34.99	2.7	6.1	43.8
δ 1926.0	+ 28°	+ 85°	+ 35°	+ 85°	+ 23°	+ 49°	+ 16°
	40' 54."9	51' 40."0	13' 43."2	54' 29."4	6' 47."8	35' 56."9	21' 42."5

Látzó csillaghelyek 1926-ra.

1926	α Aurigae	α Canis majoris	51 H. Cephei	α Canis minoris	α Hydrae	1 H. Draconis	α Leonis
	5h 11m	6h 41m	7h	7h 35m	9h 23m	9h 26m	10h 4m
	s	s	m s	s	s	s	s
Jan. 0.	13.7	53.8	6 42.49	26.1	57.8	42.97	25.8
15.	13.6	53.8	43.96	26.3	57.5	44.80	26.2
30.	13.5	53.8	43.24	26.4	57.8	46.04	26.5
Febr. 14.	13.2	53.6	40.61	26.3	57.9	46.63	26.6
Márc. 1.	12.9	53.4	36.36	26.2	57.9	46.47	26.8
Márc. 16.	12.5	53.2	30.87	26.0	57.9	45.66	26.8
31.	12.1	52.9	24.76	25.8	57.7	44.44	26.7
Ápr. 15.	11.8	52.5	18.54	25.5	57.5	42.62	26.5
30.	11.6	52.3	12.81	25.3	57.3	40.70	26.3
Máj. 15.	11.5	52.2	8.01	25.1	57.0	38.75	26.1
Máj. 30.	11.6	52.1	4.53	25.0	56.8	36.92	26.0
Jún. 14.	11.7	52.1	2.59	24.9	56.7	35.36	25.8
29.	12.1	52.2	2.32	25.0	56.6	34.18	25.7
Júl. 14.	12.5	52.3	3.73	25.1	56.6	33.44	25.6
29.	13.0	52.6	7.00	25.3	56.6	33.17	25.6
Aug. 13.	13.6	52.8	11.21	25.5	56.7	33.41	25.6
28.	14.2	53.2	16.92	25.8	56.8	34.15	25.8
Szept. 12.	14.8	53.6	23.64	26.2	57.0	35.37	25.9
27.	15.4	54.0	31.06	26.6	57.3	37.04	26.1
Okt. 12.	16.0	54.4	38.88	27.0	57.6	39.08	26.4
Okt. 27.	16.6	54.9	46.74	27.5	58.1	41.42	26.9
Nov. 11.	17.0	55.3	54.27	27.9	58.5	44.02	27.2
26.	17.4	55.7	7 1.02	28.4	59.0	46.70	27.8
Dec. 11.	17.7	56.0	6.61	28.7	59.5	49.33	28.2
26.	17.9	56.2	10.65	29.1	59.9	51.73	28.8
§ 1926.0	+ 45°	- 16°	+ 87°	+ 5°	- 8°	+ 81°	+ 12°
	55° 28.'1	36° 48.'9	10° 4.'2	24° 57.'1	20° 13.'5	39° 20.'2	19° 46.'0

Látszó csillaghelyek 1926-ra.

1926	α Ursae maioris	γ Ursae maioris	α Virginis	α Bootes	α Coronae borealis	ϵ Ursae minoris	α Hercu- lis
	10 ^h 59 ^m	11 ^h 49 ^m	13 ^h 21 ^m	14 ^h 12 ^m	15 ^h 31 ^m	16 ^h 53 ^m	17 ^h 11 ^m
	s	s	s	s	s	s	s
Jan. 0.	10.1	55.9	16.6	15.6	31.3	21.69	14.2
15.	10.9	56.6	16.9	16.1	31.8	22.76	14.5
30.	11.5	57.2	17.3	16.6	32.3	24.47	14.9
Febr. 14.	12.1	57.8	17.7	17.0	32.8	26.63	15.3
Márc. 1.	12.3	58.1	18.1	17.5	33.2	29.01	15.8
Márc. 16.	12.4	58.3	18.3	17.7	33.7	31.46	16.2
31.	12.3	58.4	18.5	18.0	34.0	33.76	16.6
Apr. 15.	12.0	58.2	18.6	18.2	34.3	35.72	17.0
30.	11.6	58.0	18.7	18.4	34.6	37.21	17.3
Máj. 15.	11.0	57.7	18.7	18.4	34.7	38.14	17.6
Máj. 30.	10.6	57.4	18.6	18.4	34.8	38.44	17.9
Jún. 14.	10.2	57.0	18.5	18.2	34.8	38.07	18.0
29.	9.7	56.7	18.4	18.1	34.7	37.11	18.1
Júl. 14.	9.3	56.3	18.2	18.0	34.6	35.60	18.1
29.	9.1	56.1	18.0	17.8	34.4	33.65	17.9
Aug. 13.	9.0	55.9	17.9	17.6	34.1	31.35	17.8
28.	8.9	55.7	17.7	17.3	33.8	28.80	17.6
Szept. 12.	9.0	55.7	17.6	17.1	33.5	26.14	17.3
27.	9.3	55.8	17.5	17.0	33.3	23.52	17.0
Okt. 12.	9.7	56.0	17.6	16.9	33.1	21.05	16.8
Okt. 27.	10.3	56.4	17.7	17.0	33.0	18.91	16.6
Nov. 11.	11.1	56.9	17.9	17.1	33.0	17.21	16.5
26.	11.9	57.5	18.3	17.3	33.1	16.07	16.4
Dec. 11.	12.8	58.2	18.7	17.7	33.3	15.58	16.5
26.	13.7	58.9	19.2	18.1	33.7	15.79	16.7
δ 1926.0	+ 62° 9' 2.''9	+ 54° 6' 22.''1	- 10° 46' 32.''1	+ 19° 34' 1.''2	+ 26° 57' 46.''0	+ 82° 9' 41.''8	+ 14° 28' 24.''5

Látszó csillaghelyek 1926-ra.

1926	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.	55 48.94	23.6	50 48.83	8.1	52.4	46.6	3.0
15.	49.84	23.8	47.10	8.3	52.4	46.4	2.9
30.	52.29	24.1	50.84	8.5	52.4	46.2	2.7
Febr. 14.	56.11	24.5	59.97	8.7	52.6	46.2	2.7
Márc. 1.	56 0.90	24.9	51 13.56	9.0	52.8	46.4	2.7
Márc. 16.	56 6.25	25.3	51 30.28	9.4	53.1	46.8	2.8
31.	11.68	25.8	48.60	9.7	53.6	47.3	3.0
Ápr. 15.	16.75	26.3	52 6.88	10.2	54.1	48.0	3.3
30.	21.02	26.8	23.62	10.7	54.6	48.8	3.6
Máj. 15.	24.20	27.3	37.48	11.1	55.2	49.6	4.0
Máj. 30.	56 26.06	27.7	52 47.45	11.5	55.7	50.3	4.5
Jún. 14.	26.50	27.9	52.86	11.8	56.2	51.0	5.1
29.	25.36	28.1	53.39	12.2	56.5	51.6	5.5
Júl. 14.	22.65	28.1	48.48	12.3	56.8	51.9	5.9
29.	18.85	28.0	39.03	12.5	57.0	52.2	6.2
Aug. 13.	56 14.36	27.9	52 25.32	12.5	57.0	52.3	6.5
28.	8.76	27.6	8.02	12.4	56.9	52.2	6.7
Szept. 12.	2.60	27.3	51 47.92	12.2	56.7	51.8	6.8
27.	55 56.19	26.9	25.93	12.0	56.4	51.5	6.8
Okt. 12.	49.84	26.5	3.08	11.7	56.0	50.9	6.7
Okt. 27.	55 43.87	26.2	50 40.59	11.5	55.6	50.3	6.6
Nov. 11.	38.62	25.8	19.37	11.3	55.2	49.6	6.4
26.	34.40	25.6	0.96	11.1	54.9	49.0	6.3
Dec. 11.	31.54	25.5	49 46.52	11.0	54.5	48.4	6.1
26.	30.19	25.5	36.76	11.0	54.3	47.9	5.9
δ 1926.0	+ 86° 36' 50.''0	+ 38° 42' 50.''0	+ 89° 1' 46.''9	+ 8' 40' 18.''4	+ 45° 0' 54.''6	+ 62° 16' 17.''8	+ 14° 48' 24.''3

A fényesebb kettős csillagok jegyzéke.

N é v	Hely (1900)		Komponensek fényrendje	Komponensek ívtávolsága	Pozíció-szög	Epocha
	Rekt.	Dekl.				
	<i>h m</i>	<i>° ′</i>	<i>M M</i>	<i>"</i>	<i>°</i>	
Σ 36 51 Piscium	0 27	+ 6 24	5 9	27.2	82	1914.9
Σ 46 55 Piscium	0 35	+20 54	5 8	6.5	193	1915.7
Σ 60 η Cassiopeiae AB	0 43	+57 17	4 7	7.1	254	1917.8
Σ 99 φ Piscium	1 8	+24 3	4.5 10	7.9	227	1916.9
Σ 100 ζ Piscium	1 9	+ 7 3	4 5.5	23.8	63	1914.9
Σ 93 Polaris	1 23	+88 46	2 9	18.2	216	1914.7
Σ 180 γ Arietis	1 48	+18 48	5 5	8.2	0	1916.0
Σ 205 γ Androm. AB . .	1 58	+41 51	3 5	10.4	64	1915.1
Σ 470 32 Eridani	3 49	- 3 14	4 6	6.9	348	1915.5
Σ 471 ε Persei	3 51	+39 43	3 8	8.9	10	1916.1
Σ 654 ρ Orionis	5 8	+ 2 45	5 8	6.8	62	1915.0
Σ 668 β Orionis AB . . .	5 10	- 8 19	1 8	9.7	202	1916.1
Σ 696 23 Orionis	5 18	+ 3 27	5 7	32.0	28	1915.0
Σ 748 θ' Orionis AB . . .	5 30	- 5 27	7 8	8.6	34	1914.9
CD			5 6	13.2	62	
Sirius	6 41	-16 35	1 10	11.0	71	1918.1
Σ 1110 Castor	7 28	+32 6	2 3	5.1	218	1918.2
Σ 1196 ζ Caneri AC	8 7	+17 57	5 5.5	5.2	112	1918.3
Σ 1466 35 Sextantis	10 38	+ 5 16	6 7	6.8	240	1915.0
Σ 1657 24 Comae beren.	12 30	+18 56	4.5 6	20.3	271	1915.3
Σ 1670 γ Virginis	12 37	0 54	3.5 3.5	5.9	143	1919.4
Σ 1744 ζ Ursae maioris . .	13 20	+55 27	2 4	14.4	150	1919.4
Σ 2140 α Herculis	17 10	+14 30	3.5 5.5	4.7	112	1919.5
Σ 2272 70 p. Ophiuchi . .	18 0	+ 2 31	4 6	5.4	135	1919.4
Σ App. I. 39 ζ Lyrae AD	18 41	+37 30	4 6	43.7	149	1914.7
Σ App. I. 39 β Lyrae AB	18 46	+33 15	3 7	45.3	148	1914.7
Σ App. I. 43 β Cygni . . .	19 27	+27 45	3 5	34.5	55	1916.5
Σ 2637 θ Sagittae AB . . .	20 5	+20 37	6 8	11.6	328	1902.0
Σ 2758 61 Cygni	21 2	+38 15	5.5 6	23.7	131	1917.8
Σ 2806 β Cephei	21 27	+70 7	3 8	13.5	251	1914.8
Σ 2824 × Pegasi AC	21 40	+25 11	4 10	12.5	298	1911.7

A fényesebb gömbalakú, nyílt és szétszórt csillaghalmazok jegyzéke.

NGC szám	N é v	Helyzete (1900)		Át- mérője	Össz- fénye	Megjegyzés		
		Rekt.	Dekl.					
869	h Persei	2 ^h 12 ^m	+ 56° 41'	30'	4.6 ^M	Nyílt,	400 csillag	7—12 ^M
884	γ Persei	2 15	+ 56 39	30	4.9	Nyílt,	300	7—12
—	Plejádok	3 42	+ 23 48	120	1.5	Nyílt.	200	3—12
—	Hyadok	4 14	+ 15 23	200	—	Nyílt,	—	—
1960	M 36	5 30	+ 34 4	15	6.6	Szétszórt,	50	8—12
2099	M 37	5 46	+ 32 31	25	6.7	Nyílt,	200	10—12
2168	M 35	6 3	+ 24 21	30	5.6	Nyílt,	200	10—14
2422	—	7 32	- 14 6	40	4.8	Szétszórt,	50	6—10
2632	Praesepe	8 34	+ 20 20	60	3.8	Nyílt,	50	7—12
2682	M 67	8 46	+ 12 11	15	6.4	Szétszórt,	50	9—12
5024	M 53 Comae	13 8	+ 18 42	5	7.8	Gömbalak,	350	13—14
5272	M 3 Canum ven.	13 38	+ 28 53	12	6.6	Gömbalak,	1000	13—17
5904	M 5 Librae	15 14	+ 3 27	12	6.7	Gömbalak,	1000	13—15
6205	M 13 Herculis	16 38	+ 36 39	15	5.8	Gömbalak,	3000	13—15
6218	M 12 Ophiuchi	16 42	- 1 46	10	6.8	Gömbalak,	400	13—15
6254	M 10 Ophiuchi	16 52	- 3 57	12	6.9	Gömbalak,	700	13—15
6494	M 23	17 51	- 19 0	30	7.0	Szétszórt,	100	10—14
6656	M 22 Sagittarii	18 30	- 24 0	12	6.2	Gömbalak,	1500	13—15
7078	M 15 Pegasi	21 25	+ 11 44	10	6.2	Gömbalak,	1000	13—15
7089	M 2 Aquarii	21 28	- 1 16	8	6.7	Gömbalak,	800	13—15
7092	M 39	21 29	+ 48 0	30	5.0	Szétszórt,	20	7—11
7789	Car. Her.	23 52	+ 56 10	10	—	Nyílt,	200	10—13

Fényesebb csillagködök jegyzéke.

NGC szám	N é v	Helyzet (1900)		Méret	Fényesség	Megjegyzés
		Rekt.	Dekl.			
224	M 31 Andromedae	0 ^h 37 ^m	+40° 43'	—	5.0	Spirális; elliptikus 1:3; igen fényes.
598	M 33 Triang. . . .	1 28	+30 9	55' × 40'	7.0	Spirális, fényes.
1068	—	2 37	- 0 26	—	8.7	Spirális, gázszerű maggal.
1535	—	4 10	-13 0	20" × 17"	8.5	Bolygószerű, középponti csillaggal (10 ^m)
1976	M 42 Orionis . . .	5 30	- 5 28	—	—	Gázköd, igen fényes.
2440	—	7 38	-17 58	54" × 20"	9.0	Bolygószerű, középponti magnélkül.
3031	M 81 Urs. maj. . .	9 47	+69 32	16' × 10'	8.0	Spirális, fényes.
3034	M 82 Urs. maj. . .	9 48	+70 10	7' × 1.5'	8.8	Orsóalakú, igen fényes.
3627	M 66 Leonis	11 15	+13 32	8' × 2.5'	8.6	Spirális, igen fényes.
4254	M 99 Comae	12 14	+14 59	4.5' × 4.5'	9.5	Spirális, igen fényes.
4565	—	12 31	+26 32	15' × 1.1'	9.4	Orsóalak, meghasadva.
4594	—	12 35	-11 4	7' × 1.5'	8.7	Orsóalak, élesen határolt hasadással.
4631	—	12 37	+33 6	12' × 1.2'	9.1	Szabálytalan orsóalak.
4736	M 94 Can. ven. . .	12 46	+41 40	5' × 3.5'	7.7	Spirális, igen fényes maggal.
5194/95	M 51 Can. ven. . .	13 26	+47 43	12' × 6'	8.4	Teljes spirális.
5866	—	15 4	+56 9	3' × 1'	10.3	Lencsealakú spir., sötét harántszávvval.
6523	M 8 Sagittarii . .	17 58	-24 23	50' × 36'	—	Szabálytalan alakú gázköd, igen fényes.
6618	M 17	18 15	-16 13	26' × 20'	—	Omegaköd, gázköd, igen fényes.
6720	M 57 Lyrae	18 50	+32 54	83' × 59'	9.0	Gyűrűsköd a Lyrában.
6853	—	19 55	+22 27	8" × 4"	7.5	Bolygószerű a Róka képében.
7069	—	20 59	-11 46	30" × 26"	7.5	Bolygószerű, centrális maggal.
7479	—	23 0	+11 47	3' × 2.5'	10.8	S alakú spirális.

FÜGGELÉK

A STELLA-ALMANACH CSILLAGÁSZATI TÁBLÁZATAIHOZ.

A Függelék I. részében adjuk az 1925. évi Almanach csillagászati naptárrészét követő és ezt kiegészítő magyarázatok folytatását (alapfogalmak), II. részében a csillagászati táblázatokhoz szükséges használati útmutatást. Ismétlések elkerülésére több helyütt a mult évi Almanach Függelékére történik utalás.

I. RÉSZ.

Alapfogalmak.

1. §. **Precesszió, nutáció, saját mozgás.** Előző Almanachunk 55. és következő lapjain néhány fontos és nélkülözhetetlen csillagászati alapfogalommal ismerkedtünk meg, köztük különösen néhány úgynevezett koordináta-rendszerrel, melynek például a földrajzi koordináták, továbbá a csillagászatban használatos horizontális és a kétféle egyenlítői koordináták. Ezeknek az a rendeltetésük, hogy segítségükkel megadjuk valamely pontnak helyét a Föld felületén, illetve az égen.

A figyelmes olvasónak nem kerülhette el a figyelmét, hogy földi és égi koordináták között lényeges különbség van. Így például az előző Almanach 49—53. lapjain néhány fontosabb helynek földrajzi koordinátáit találjuk. Ezekről mindenki tudja, hogy azok az idén is ugyanazok, mint tavaly s hogy mindig is ugyanazok voltak és maradnak. Ha azonban a Napnak, Holdnak, a bolygóknak égi koordinátáit nézzük, úgy azt látjuk, hogy azok napról-napra változnak. Ennek oka az, hogy ezek az égitestek folyton változtatják helyüket az égen, míg a földi helyek a Föld felszínén nem változtatják helyzetüket.

Másik körülmény is fel kellett, hogy tűnjék. A 43—45. lapon néhány fényesebb állócsillagnak középhelyét találjuk 1925·0-ra, a 46—48. lapon pedig néhány állócsillagnak látszó helyét, mely keveset ugyan, de időről-időre mégis annyit változik, hogy a leg-

nagyobb pontossággal dolgozni kényszerülő csillagásznak ezzel számolnia kell. A bolygóknál is, meg az állócsillagoknál is az egyenlítői koordináták közül a rektaszcenzió és a deklináció vannak adva. De míg a bolygóknál ezeknek változása legnagyobbbrészt onnét ered, hogy a bolygó térbeli saját mozgása hozzánk való nagy közelsége következtében igen nagynak látszik, addig az állócsillagok koordináta-változása csak legkisebb mértékben ered az ő saját térbeli mozgásuktól.

Valójában a Föld felületén levő helyek úgynevezett földrajzi koordinátái sem absolute állandóak. Minthogy a földrajzi szélesség a Föld egyenlítőjének síkjától számítódik, azért ennek a szélességnek értéke számszerint meg kell hogy változzék, ha az egyenlítő síkja megváltoztatja helyzetét. Minthogy pedig az egyenlítő az a sík, mely a Föld forgástengelyére merőlegesen a Föld középpontján megy át, azért ez a sík változik, ha a forgástengely változik. A Föld forgástengelye azonban csakugyan változtatja helyzetét a Föld testén belül, tehát az egyenlítő helyzete is és vele együtt valamely hely földrajzi koordinátái is változást kell hogy szenvedjen. Igaz, hogy ez a változás oly csekély, hogy csak a legfinomabb csillagászati megfigyelések számára észrevehető. Számunkra itt a lényeges az, hogyha a koordináta-rendszer alapsíkja vagy az erre merőleges tengely változik, akkor a reá vonatkoztatott koordináták is változnak. Minthogy a Föld egyenlítői síkjának a végtelenbe való kiterjesztése szolgáltatja az égi ekvátort és ezzel az égi egyenlítői koordináta-rendszer alapsíkját, úgy következik, hogy ennek változásával a csillagok koordinátái is megváltoznak.

A földrajzi hosszúságokat tudvalevőleg a greenwichi meridiántól kezdve számítjuk. Tegyük fel, hogy a *Wegener*-féle feltevés értelmében Anglia a Föld felszínén nagyobbarányú elmozdulást szenvedne. Akkor vele elmozdulna Greenwich is s következőleg az összes helyek földrajzi hosszúsága egyformán megváltoznék, nevezetesen az a pont is, amelyben a greenwichi meridián a földi egyenlítőt metszi s mely kijelöli azt az alapisínyt, melytől kezdve az ekvátor síkjában a földrajzi hosszúságokat számítjuk.

Ilyenféle alapisínyt a csillagászati egyenlítői koordináta rendszerben is van, nevezetesen a tavaszpont, (1. előző Almanach 65. l.) melytől kezdve a rektaszcenziókat számítjuk. Ha ez a tavaszpont az ekvátor síkjában helyet változtat, akkor az összes állócsillagok rektaszcenziójának is változniuk kell, ha maguk a csillagok nem is mozognak.

Az a kérdés, hogy léteznek-e nagyobbarányú ilyen változások a koordináta rendszerek alapsíkjainak és alapisínyainak helyzetében? Ilyen változások csakugyan léteznek, s köztük a legszembetűnőbb az égi alapisínynek, a tavaszpontnak elmozdulása,

melyet már az ókor legkiválóbb csillagásza *Hipparchosz* vett észre és mért meg.

Az idézett 65. l. meghatározása szerint a tavaszpont az ekliptika és az ekvátor metszésvonalának irányában fekszik. Az ekliptika a Föld valóságos pályasíkja a Nap körül, vagy pedig a Földről szemlélve a Nap látszó pályasíkja, mely mindig átmegy a Nap középpontján. Mondhatjuk, tehát azt is, hogy a tavaszpont ott van, hol a Nap középpontja (márciusban) látszik, mikor ez a középpont éppen átmegy az egyenlítőn. Ebből következik, hogyha vagy az ekliptika, vagy a földi egyenlítő, vagy pedig mindkettő együtt elmozdul, akkor metszésvonaluknak és ennél fogva a tavaszpontnak (és a tőle 180° -nyira levő őszi napéj-egyenpöntnek) is változtatnia kell helyét.

A Földpálya síkja nagyon lassan ugyan, de folyton változtatja térbeli helyzetét. Ennek oka főleg a többi bolygók *Newton*-féle tömegvonzásában keresendő. Azonkívül a Föld egyenlítője is végez egy forgásszerű mozgást, melyet főleg a Hold és a Nap *Newton*-féle hatása idéz elő a Föld ellipszoidos alakja következtében. Ha a Föld tökéletes gömb volna, akkor ez a hatás nem jöhetne létre. Képzeljünk az ekliptika síkjára merőleges tengelyt, mely vele szilárdan legyen összekötve. Az égi egyenlítő tengelyét (a Föld forgástengelyével párhuzamos egyenest) is képzeljük szilárdan összekötve az egyenlítő síkjával. Minthogy a két sík nem esik össze, a két tengely sem esik össze, hanem szöget alkot egymással (körülbelül $23\frac{1}{2}^\circ$ -ot). Ha most az egyenlítői tengelyt az ekliptika tengelye körül forgatjuk, akkor vele együtt az egyenlítő síkja is és a közös metszövonal is (a napéjegyven pontok, a tavaszpont is) forgást végez. Ezen forgás közben a két tengely alkotta szög közel mindig ugyanaz. Úgy is mondhatjuk: az egyenlítő sarka az ekliptika sarka körül forog. Ennek a forgásnak a tartama mintegy 26.000 év. A tavaszpont tehát 26.000 év alatt tesz egy teljes körfordulást, azaz 360° -ot az égen. Pontos megfigyelés és számítás alapján a tavaszpont évi elmozdítása vagy precesszió $50\cdot2564''$ (ívmásodperc); ez az ú. n. precesszió állandója (1900-ra), ha a tropikus évet vesszük alapul, mely tavaszponttól tavaszpontig tart.

A precessziós mozgás azonban nem teljesen egyenletes, vagyis az egyenlítő pólusának útja az ekliptika pólusa körül nem pontosan kör, hanem ettől hullámszerűen többé-kevésbé eltér. Ez az eltérés az ú. n. nutáció, melynek oka a Hold mozgásában van. Hatása az, hogy az ekvátor pólusát tényleg egy kicsi körön látjuk mozogni 18⁶ év alatt, mely körnek sugara 9', és ennek a kicsi körnek a középpontja írja le a $23\frac{1}{2}$ -nyi sugarú kört az ekliptika pólusa körül 26.000 év alatt. De valójában a nutációs mozgás is sokkal bonyolultabb.

Ha az ekliptika pólusát szilárdnak vesszük és az ekvátor pólusával körülötte egyszerű körmozgást képzelünk végeztetni, úgy a *közepes precessziót* kapjuk. A precessziónak az a része, mely a Föld pólusának (=ekvátor pólusa) mozgásából származik, az ú. n. *luni-szoláris precesszió*, mert, amint említettük, a Hold és a Nap hatásából származik. A precessziónak az a része, mely az ekliptika pólusának mozgásából származik, az ú. n. *planetáris precesszió*, mert a többi bolygók hatásából keletkezik. A kettő együttes eredménye az ú. n. *általános precesszió*.

A precesszió következménye, hogy az ég pólusa — a Föld forgástengelyének az éggömbbel való átdőfés pontja — az égen vándorolni látszik. Az ehhez a ponthoz legközelebb levő feltünőbb csillagot sarkcsillagnak nevezzük. Ez jelenleg a Kis Göncöl Szekerének α -ja (α Ursae Minoris), mely a valódi sarktól több mint egy foknyira van. A precesszió folytán a következő évszázadokban a valódi sark közeledik feléje, hogy azután távolodjék tőle, és egymásután a Cepheus, Cygnus, Lyra, Hercules, Draco csillagképen megy át, és 26.000 év múlva ismét az Ursa Minorba kerül.

A precesszió és nutáció tehát a kordináta rendszer alap-síkjának és alapirányának folytonos változását jelenti. Ennek következtében a csillagok látszó helyei, azaz égi koordinátáik akkor is folyton változnak, ha a térben absolute mozdulatlanul állának. Helyzetváltozásuknak a térbeli mozgásból származó részét az álló csillagok saját mozgásának nevezzük.

Említettük, hogy sem az ekliptika síkja, sem az ekvatori sík nem mozdulatlan a térben. Ennélfogva egymáshoz való hajlásszögük, az ú. n. *ekliptika ferdesége* sem változatlan. Az ekliptika ferdesége, amint azt Laplace kimutatta, nem emelkedhet nagyobbra mint $24^{\circ}47'$, és nem süllyedhet $22^{\circ}7'$ alá. Jelenleg csökkenőben van; értékeit 1750-től 2100-ig a következő összeállítás adja:

Év	Ekliptika	ferdesége
1750	23° 28'	18''-51
1800	23 27	55-10
1850	23 27	31-68
1900	23 27	8-26
1950	23 26	44-84
2000	23 26	21-41
2050	23 25	57-99
2100	23 25	34-56

Úgy az ekliptikának, mint az egyenlítőnek és pólusainak tehát minden időpillanatban tulajdonképen más és más a helyzete, ezeket *momentán ekliptikának* és *momentán ekvátornak* nevezzük. A tavaszpont mind a két pólustól pontosan 90° -nyira van. Van tehát momentán tavaszpont is, mely a momentán pólusoktól 90° -nyira

van. Ha a momentán változásoktól eltekintünk, akkor az ú. n. *közepes helyzeteket* kapjuk. Van tehát közepes ekliptika ferdesége stb.

2. §. **Parallaxis, aberráció.** Az álló csillagoknak az égen való helyváltozásait az eddigiek szerint három idézi elő: saját mozgásuk, a precessió és a nutáció. Van azonban ezeken kívül még két másik körülmény, mely a csillagok helyét az ég-gömbön befolyásolja: a parallaxis és az aberráció. Koordináta-rendszereknél az alapsíkon és alapirányon kívül még egy kezdő-pontnak is adva kell lennie az alapsíkban. Az összes koordináták erre a kezdőpontra vonatkoznak. Minthogy a Föld felületén különböző helyeken végzik a csillagászok az ő megfigyeléseiket, közelebb levő égitestet az égen más-más irányban kell hogy lássanak, s következőleg más-más koordinátát is kell, hogy tulajdonítsanak annak az égitestnek. A különbség a parallaxis folytán keletkezik, melyről előző Almanachunkban bővebben volt szó.

Hogy a különféle helyeken végzett észleléseket egymással össze lehessen hasonlítani, *egy* közös kezdőpontra kell azokat visszavezetni, redukálni, ahogy a csillagászok mondani szokták. Ez a közös kezdőpont a Föld középpontja, s a különbség a megfigyelés helyétől és a Föld középpontjától az illető égitesthez vont két irány között az u. n. napi parallaxis.

A Föld a térben nem mozdulatlan, hanem a Nap körül ellipszis alakú pályán kering. Ha a Nap középpontjában képzelünk egy észlelőt elhelyezve, úgy ez a csillagokat más irányban fogja látni, mint a Föld középpontjában képzelte megfigyelő. A két irány közti különbség az évi parallaxis, melyet csak nagyon kevés álló csillagnál ismerünk kellő biztonsággal és általában olyannyira csekély, hogy a csillagok helyére való befolyása teljesen elhanyagolható.

Az aberráció onnét keletkezik, hogy a Földnek a Nap-körüli útjában való sebessége oly nagy, hogy a fény sebessége mellett nem hanyagolható el teljesen. A csillagoktól a fény hozzánk másodpercenként 300.000 kilométernyi sebességgel jön, a Föld napkörüli sebessége pedig közel 30 kilométer. Ezért a távcsövet a Föld mozgása irányában valamivel előre kell irányítani, ha azt akarjuk, hogy a csillagoktól érkező fény a távcső optikai tengelye mentén haladjon s hogy e csillagot a távcsőben láthassuk. Sokszor ismételt analógia szerint olyanforma ez, mint mikor a függőlegesen hulló esőcseppet egy csövön keresztül akarjuk esni engedni. Ha egy helyben állunk, úgy a csövet függőlegesen kell tartanunk, de ha járunk, akkor a csövet a járás irányában kissé előre kell hajlítanunk, és pedig annál jobban, minél gyorsabb a mi mozgásunk.

Az aberráció következtében az ég összes csillagai egy év alatt a Föld mozgását az égen mintegy visszatükrözik. Az ekliptika síkjában levő csillagok egy egyenes mentén látszanak kicsiny imbolygó mozgást végezni, s minél jobban távolodunk az ekliptika

síkjától, annál inkább veszi föl ez a látszólagos helyváltozás egy piciny ellipszis alakját, mely ekliptika sarkához közel levő csillagoknál a Föld-pálya ellipsziséhez hasonlít. A parallaxisnak ez az alakja az ú. n. évi parallaxis.

A Föld tengelykörüli forgása is idéz elő aberrációt, mely természetesen sokkal kisebb, mint az évi aberráció, hiszen az ekvátor valamely pontjának forgássebessége csak 464 méter. Az ennek folytán keletkező aberrációt napi aberrációnak szokás nevezni. A Föld sarkain ez a napi aberráció természetesen semmi.

Összefoglalva az eddig mondottakat, látjuk, hogy a csillag saját mozgása, az aberráció és a parallaxis megváltoztatják a csillag tényleges látás-irányát, a precesszió és nutáció ellenben csak a koordináta-rendszer térbeli orientációját befolyásolja.

A Nap középpontjában képzelt észlelőnk természetesen precessziótól, nutációtól, aberrációtól és parallaxistól mentesen látja a csillagokat. Ha a Nap középpontjába egy koordináta-rendszert képzelünk elhelyezve, mely párhuzamos a valamely év kezdetén a Földön érvényes közepes pólusra és közepes napéj-egyenre vonatkoztatott koordináta rendszerrel, úgy a Nap középpontjából észlelt koordináták adják annak a csillagnak *középhehelyét* vagy *közepes koordinátáit*. A *látszó csillaghely* pedig az, melyet a Föld középpontjában képzelt észlelő figyelne meg.

3. §. Csillagkatalógusok. A megfigyelő csillagászat egyik legfontosabb feladata, hogy a csillagok helyét az égen minél pontosabban meghatározza. Minthogy a csillagok helye folyton változik, a különféle időpontokban végzett észlelések összehasonlítása céljából szükséges a megfigyeléseket közös kezdőpontra redukálni úgy időben mint térben. A térbeli közös kezdőpont a Nap középpontja, mint azt már említettük, az időpont vagy epocha pedig valamely év kezdőpillanata. A csillagkatalógusokban található helyek tehát a csillagok középhelei.

Csillagkatalógust már *Hipparchosz* készített, sőt előtte már *Arisztylosz* és *Timochárisz* készítettek ilyent, és épen az ezzel való összehasonlítás alapján tudta ő a precesszió nagyszerű tüneményét megállapítani. Azóta mindig fokozódó tökéletességgel számos csillagkatalógus készült, melyek végső eredményben a csillagok mozgásának mintegy határjelzőit gyűjtik egybe, s belőlük lehet majd egykoron a mi csillagrendszerünk mechanikáját kibogozni.

Modern értelemben vett csillagkatalógust először *Bradley* készített 1750—1762. Ezen alapszik az első teljes redukció, melyet *Bessel* készített 1818-ban, s mely *Fundamenta Astronomiae* címen jelent meg. Újabb redukció *Auwers*-től származik 1882—1903. Fontosabb egyéb katalógusok: a *Piazzi*-féle, 1814; a *Groombridge*-katalógus, melyet *Airy* adott ki 1838; az *Argelander*-féle, 1835; a *Pond*-féle, 1833; a *Cambridgei*, *Pulkovai*, *Greenwichi* stb.

A katalógusban található középheylből kiszámíthatjuk bármely más időpontra úgy a középheylt, mint a látszóhelyt. Ezek a számítások sokkal bonyolultabbak, semhogy ez alkalommal részletezhetnők. Az eljárás az, hogy az adott középheylből a precesszió és a saját mozgás számbavételével kiszámítjuk a kívánt epochára az új középheylt, ebből pedig a nutáció, aberráció és parallaxis alkalmazásával a látszóhelyt. Ez az utóbbi számítás az, amelyet a csillagász a látszó helyre való redukálásnak nevez.

A lehető legnagyobb pontossággal meghatározott csillagokat *fundamentális* vagy *alapszillagoknak* nevezik. Ilyenek helyeit találjuk úgy az előző, mint a jelen Almanachban.

4. §. **A bolygópályák elemei.** Említettük, hogy a bolygók és az üstökösök is — igen gyorsan változtatják helyüket az égen az állócsillagokhoz képest. Ez azért van, mert úgy mint a Föld, nincsenek nagyon messze a Naptól s aránylag rövid idő alatt keringenek körülötte. *Kepler* törvényei szerint minden bolygó és minden időszakosan visszatérő üstökös ellipszisben kering a Nap körül. A Nap az ellipszis gyújtópontjában foglal helyet. Minthogy az ellipszis sík idom, azért minden bolygó pályája síkban fekszik, melyet a pálya síkjának nevezünk. A Föld pályájának síkját ekliptikának nevezzük, amint azt említettük.

Minden bolygónak megvan a maga pályasíkja; ezek nem esnek együvé, hanem metszik egymást s szög alatt hajlanak egymáshoz. Ha meg tudjuk adni az ekliptikával való metszésvonal irányát és a pályasík hajlásszögét az ekliptikához, akkor ennek az utóbbi síknak a térbeli helyzete teljesen meg van határozva. Két pályasík metszésvonalát a csillagászatban *csomó*-nak szokás nevezni. A csomó és a hajlásszög ennél fogva két oly adat, melynek segítségével valamely más bolygó pálya helyzetét az ekliptikához viszonyítva megadhatom. De ezzel a két adattal még nincsen megadva magának a bolygónak ebben a síkban való helye. Minthogy minden bolygó ellipszisben mozog, ennek az ellipszisnek a pályasíkban elfoglalt helyzetét kell tehát megadnom. Minthogy a Nap az ellipszis gyújtópontjában foglal helyet, a bolygó egyszer legközelebb, egyszer meg legtávolabb lesz a Naptól. Az a pont, mikor legközelebb van, a perihélium; amikor legtávolabb van, az afélium; a kettőt összekötő egyenes az ellipszis nagytengelye. Ha megadom azt a szöget, melyet a perihélium iránya a felszálló csomóval bezár, akkor nyilvánvalóan az ellipszis helyzete a pályasíkban meg van rögzítve. Felszálló csomó az, melyben a bolygó az ekliptika déli oldaláról az északi oldalra lép. A perihéliumnak a felszálló csomóval bezárt szöge tehát egy harmadik pályameghatározó elem.

Kérdés már most, hogy mekkora az az ellipszis, melyet a bolygó nap-körüli útjában leír. Az ellipszis nagyságát két adat

határozza meg. Az egyik a fél nagytengely hossza pl. kilométerekben kifejezve; a másik az u . n. excentricitás, vagyis az egyik gyújtópontnak az ellipszis középpontjától való távolsága a fél nagy eotengellyel mint hosszegységgel kifejezve. Ellipsziseknél ez az excentricitás mindig valódi törtszám, azaz nagyobb mint zérus (zérus excentricitású ellipszis = kör), de kisebb mint egy. (Ha az excentricitás = 1, akkor parabolát kapunk, mely nem zárt vonal, hanem kétfelé a végtelenbe nyúlik; ilyenén mozog valószínűleg néhány nem-visszatérő üstökös. Ha az excentricitás nagyobb az egynél, akkor hiperbolát kapunk.) A fél nagytengely helyett a perihélium távolságát is megadhatjuk. Így két újabb pályaelemet kaptunk, a fél nagytengelyt (nagy a perihéliumtávolságot) és az excentricitást, melyek a pálya nagyságát határozzák meg. Velük az elemek száma ötre emelkedett.

Már most valamely adott időpillanatban a bolygó az ellipszis bármely pontjában lehet. De ha tudom, hogy valamely időpillanatban az ellipszis melyik pontjában volt, akkor a *Kepler-féle* törvények segítségével bármely más előző vagy későbbi időpontra is kiszámíthatom, hogy az ellipszis melyik pontjában kell lennie. Ezért elég ha pl. azt tudom, hogy mikor volt perihéliumban. Ez a hatodik adat, a perihéliumátmenet ideje, az utolsó elem melyre szükségem van, hogy a bolygó ((vagy üstökös) helyét az ekliptikára vonatkoztatva bármely mult vagy jövő időpillanatra kiszámíthassam.

Ekliptikális koordináták. Ha az ekliptikát alapsíknak és a tavaszpont irányát alapiránynak veszem, új koordinátarendszert, az ekliptikális rendszert kapom. A kezdőponttól az égitesthez húzott egyenes vonalnak az alapsíkkal bezárt szöge az u . n. szélesség. Ha ezt az egyenest az alapsíkra vetítem, úgy ennek a vetületnek a tavaszpont irányával bezárt szöge a hosszúság nevet viseli.

Tudjuk, hogy az ekvátor is átmege a tavaszponton s hogy az ekliptikával bizonyos szöget zár be. Ez lehetővé teszi, hogy, ha ismerjük valamely bolygó ekliptikális koordinátáit, akkor ezekből az egyenlítői koordinátákat, nevezetesen a rektaszencziót és a deklinációt kiszámíthassuk. Az Almanachunkban és egyéb csillagászati évkönyvekben közölt koordináták ilyen módon számítottak ki. Meg kell jegyeznünk, hogy a pályaelemek segítségével a bolygónak csak a Napra vonatkoztatott u . n. heliocentrumos ekliptikai koordinátákat számíthatjuk ki közvetlenül. Ha most ismerjük a Föld heliocentrumos koordinátáit s mindkettőnek a Naptól való távolságát, akkor a Föld középpontjára vonatkoztatott, geocentrumos ekliptikai és ekvatori koordinátáit is kiszámíthatjuk. A tényleges számítás a gömbi háromszögtanban (szférikus trigonometriában) való alapos jártasságot kíván s jelen soraink keretén kívül esik.

II. RÉSZ.

A csillagászati táblák.

1. **Napefemerisek.** Az Almanach 2–13. oldalain 0 óra világidő (= greenwichi középjéjjel) találjuk a Nap geocentrumos egyenlítői koordinátáinak, a csillagidőnek s az időegyenletnek értékét az év minden napjára. *Ezen adatok értelmezését az 1925. évi Almanach I. Rése Függelékének I. részében, gyakorlati alkalmazásuk módját e Függelék II. részének 1. pontjában leljük.* — A napefemerisek adják végül az év minden napjára a Nap keltének, delelésének és lenyugvásának középeurópai időben kifejezett időpontját Budapestre vonatkoztatva.

2. **Holdfemerisek.** Az Almanach 14–25 oldalai 0 óra világidőre (= greenwichi éjjellel) adják az év minden napjára a Hold geocentrumos egyenlítői koordinátáinak, egyenlítői horizontális parallaxisának és geocentrumos félátmérőjének értékét, továbbá Budapestre vonatkozólag a Hold keltének, delelésének és lenyugvásának középeurópai időben kifejezett idejét. *(L. még 1925. évi Almanach 74–75 oldalát).*

3. **Bolygófemerisek.** Az Almanach 27–32 oldalán a nagy bolygóknak geocentrumos koordinátáinak, földtöli távoluk és látszó félátmérőjük értékeit 0 óra világidőre, végül középeurópai időben kifejezett és Budapestre vonatkoztatott keltük, delelésük és lenyugvásuk idejét találjuk.

Az egyes bolygóknak folyton változó földtöli távolsága csillagászati egységben, azaz Nap-Föld távolában van adva. Ha tehát ezen adatot kilométerekben akarjuk kifejezni, az Almanach kérdéses távolsági adatát még 149,500.000-el kell szoroznunk. Így pl. 1926 március 17-én Jupiternek földtöli távolsága 5.846 csillagászati egység lévén, e napon Jupiternek földtöli távolsága $5.846 \times 149,500.000 \text{ km} = 87,397.700 \text{ km}$.

A nagy bolygóknak *naptöli* középtávolainak értékeit megtaláljuk az 1925. évi Almanach 34. oldalán levő felső táblázat első rovatában. *Középtávolság* alatt értjük valamely bolygó összes lehetséges távolainak számtani közepét. A nagy bolygók naptöli középtávolainak közelítő értékeit a Bode-féle szabály szerint könnyen megjegyezhetjük. Naptól való távoluk szerint Merkúr, Venus, Föld, Mars, Jupiter, Saturnus, Uranus és Neptunus sorrendben következnek egymásra. Bode idejében még azt hitték, hogy a nagy bolygók középtávolságai a Bode által 1772-ben közzétett szabálynak hódolnak. Bode ugyanis azt találta, hogyha a 0, 3, 6, 12, 24, 48, 96 számok mindegyikéhez hozzáadunk 4-et, úgy a 4, 7, 10, 16, 28, 52, 100 számsor adja a nagy bolygóknak naptöli középtávolságait a Földét tetszőleges egységben 10-nek véve. Ha tehát a

számsor minden tagját 10-zel osztjuk, a hányadosok a nagy bolygóknak csillagászati egységben kifejezett középtávolságai lesznek. A számítás menetét a következő séma mutatja:

A bolygó neve	Naptóli középtávolság Bode szabálya szerint, ha a Földé =		A bolygók valódi középtávolsága, ha a Földé = 1	Eltérés csillagászati egységben
	10	1		
Merkur . .	$0 + 4 = 4$	0.4	0.387	+ 0.013
Venus . .	$3 + 4 = 7$	0.7	0.723	- 0.023
Föld . . .	$6 + 4 = 10$	1.0	1.000	—
Mars . . .	$12 + 4 = 16$	1.6	1.524	+ 0.076
—	$24 + 4 = 28$	2.8	.	.
Jupiter . .	$48 + 4 = 52$	5.2	5.203	- 0.003
Saturnus .	$96 + 4 = 100$	10.0	9.555	+ 0.445
Uranus . .	$192 + 4 = 196$	19.6	19.218	+ 0.382
Neptunus .	$384 + 4 = 388$	38.8	30.110	+ 8.690

Bode idejében e szabálynak még kozmogóniai jelentőséget tulajdonítottak, mert a bolygóknak a szabályból adódó és valódi középtávolságai közötti eltérések kicsinyek. Bode törvényének jelentőségét növelte akkoriban az a tény is, hogy az 1781-ben felfedezett Uranus bolygóra nyert tényleges középtávolság a Bode-féle szabállyal számítottal jól vág. Mars és Jupiter között mutatkozó nagy űr pedig azt a meggyőződést keltette, hogy a Naptól 2,8 csillagászati egységnyi távolságban is bolygónak kell keringenie a Nap körül. Piazzini által 1801 január 1-én felfedezett bolygónak, Ceresnek középtávolsága megfelelően a szabállyal adódó értéknek, a naprendszerben mutatkozó űrt kitöltöttnek vették. Ezt a feltevést Pallas, majd Junó és Vesta felfedezése döntötte meg (l. kis bolygókat 45-57 lapon). Bode törvényébe vetett hitet csak Neptunusnak 1846-ban történt felfedezése ingatta meg végleg, mert e bolygónak valószínű középtávolsága 8,7 csillagászati egységgel kisebb a szabályból adódó értéknél, mint ezt táblázatunk utolsó adata mutatja.¹

¹ Könnyen belátható, hogy Bode szabálya

$$\text{bolygótávolság: } d = 0.4 + 0.3 \times 2^n$$

alakba írható. Ha rendre $n = 0, 1, 2, 3, 4, \dots$ úgy $d = 0.7, 1.0, 1.6, 2.8, 5.2, \dots$; ha $n = -\infty$, úgy $d = 0.4$. Mivel $-\infty$ és 0 között van a negatív számok végtelen sokasága, Bode törvényének csak úgy lehetne kozmogóniai jelentősége, ha az $n = -1, -2-3, \dots$ értékeknek megfelelő $d = 0.554, 0.475, 0.438, \dots$ középtávolságban is keringenének bolygók, azaz ha a merkurpálya és a vénuspálya között bolygókból álló gyűrű volna.

4. Bolygó-konstellációk 1926-ban. Az egyes bolygók különböző naptóli távolaiknak megfelelően különböző sebességgel keringvén a Nap körül, a Naphoz és Holdhoz, valamint egymáshoz viszonyított helyzetük folyton változik.

Mikor valamely bolygó a Nappal vagy a Holddal, vagy egy másik bolygóval egyazon irányban látszik, előáll a két égi test együttállásának, konjunkciójának nevezett konstelláció. A földpályán belül mozgó Merkúr és Venus — az alsó bolygók — a Nappal való együttállásukkor a Nap és a Föld között állnak; együttállásuk tüneményét alsó együttállásnak mondjuk. A földpályán kívül mozgó többi bolygó — a felső bolygók — a Nappal való együttállásukkor a Nap mögé kerülnek; az együttállást felsőnek hívjuk. A Nappal való együttállásukkor a bolygók elvesznek a Nap sugaraiiban, a Nappal egyidőben kelnek és nyugszanak, tehát láthatatlanok. — Mikor Földünk jut a Nap és valamely bolygó közé, a bolygó szemben (oppozíció-ban) áll a Nappal. Nyilvánvaló, hogy oppozícióba a Nappal csak a felső bolygók juthatnak. Ezen konstellációjuk alkalmával a bolygók napnyugtakor kelnek s napkeltkor nyugszanak s így egész éjjel láthatók. — Mikor pedig valamely bolygó negyedkörnyi távolban áll a Naptól, azaz midőn bolygó-Föld és Föld-Nap irányok egymásra merőlegesek, a konstellációt negyedfénynek (quadratura-nak) mondjuk. Quadraturába is csak a felső bolygók juthatnak a Nappal. A földpályán belül mozgó alsó bolygók, Merkúr és Venus napkörüli keringésük folyamán ide-oda lengeni látszanak: legjobban akkor láthatók, mikor kilengésük legnagyobb keleti vagy legnagyobb nyugati irányú. Az első esetben napnyugta után, a másodikban napkelte előtt észlelhetők. Merkúr és Venus este tehát sohasem állhat keleten és reggel pedig nem állhat nyugaton.

A Nappal való alsó együttállásukkor az alsó bolygók sötét, meg nem világított oldalukat fordítják felénk. Ha e konstellációban egyenes emelkedésük és elhajlásuk a Napéval közel egyenlő, elvonulnak a Nap korongja előtt, melynek tányérján sötét foltként haladnak végig. Evezredenként átlag 24 Merkúr- és 16 Venus-átvonulás áll be. A legközelebbi merkurátvonulás 1837-ben, Venus legközelebbi átvonulása 2004 június 8-án következik be.

A bolygópályák ama pontját, melyben a bolygó a Naphoz legközelebb áll, *perihel*-nek, azon pontját pedig, melyben a Naptól legtávolabbra jut, *afelium*-nak mondjuk. A megfelelő bolygótávolságok a perihel- és afeliumtávolságok.

Almanachunk 33—34. oldalán adjuk a bolygó-konstellációkat 1926-ra.¹

¹ A bolygók mozgása látszólag igen szabálytalan, mert magunk is a Nap körül keringő és saját tengelye körül forgó Földről figyeljük mozgásukat és ezért Földünk e kétféle mozgása visszatükröződik a bolygók látszó mozgásában. A bolygók ezért majd keleti, majd nyugati

5. **Jupiter holdjainak helyzetei 1926-ban.** Jupiter régi négy, még Galilei által felfedezett holdja már kis távcsőben látható. Gyors keringésük miatt helyzetük változása rövid időn belül megfigyelhető. Hogy távcsővel bíró tagtársaink ezen érdekfeszítő égi jelenségben gyönyörködhessenek és megfigyeléseiket ellenőrizhessék, az Almanach 35—44. oldalán felrajzolva találjuk a négy hold helyzetét 1925 márciusától az év végéig napról-napra az egyes rajzok fölé írt időpontokra.

Az ábrákban a középső kör jelenti Jupitert, az 1, 2, 3, 4 számmal jelölt pontok pedig Jupiter I-ső, II-dik, III-ik és IV-ik holdját jelentik. A holdakat megjelölő számok úgy vannak a holdakat jelentő pontok mellé elhelyezve, hogy a szám és a pont sorrendjéből a hold mozgási irányát is megtudhatjuk. A holdat jelentő ponttól balra levő szám ugyanis azt jelenti, hogy az illető hold közelebb van hozzánk Jupiternél, a távcsőben tehát balra látszik mozogni; a holdat jelentő ponttól jobbra lévő szám pedig az ellenkező esetet, tehát azt jelenti, hogy a kérdéses hold az adott időben távolabb van Jupiternél és ezért a távcsőben jobbra látszik mozogni. Megtörténhetik természetesen azon eset is, hogy valamelyik hold a táblázat fején megadott időpillanatban vagy Jupiter előtt, vagy mögötte van. Az első esetet az ábrán üres körrel, a másikat pedig fekete koronggal jelöltük meg. Így a 35. oldalon levő rajz 1926 március hó minden napjára reggel 6 óra 46 percre adja a Jupiter holdjainak helyzetét. Március 10-én a 3-as hold mozgása látszólag balfelé, a többi háromé pedig látszólag jobbra irányult. Március 11-én reggel 6 óra 46 perckor az 1-ső hold Jupiter előtt áll és mozgása balfelé irányult, 19-én pedig a rajz fölé írt időadatkor ez a hold Jupiter mögött áll és mozgása jobbfelé irányult.

Az 1925. évi Almanach 35. oldalán lévő táblázat szerint a Jupiter

	távola Jupitertől	keringési ideje	átmérője	fényessége
1. holdjának	427.000 km	1,769 nap	3950 km	5.6 csillagrend.
2. "	679.000	" 3,551 "	3290 "	5.7 "
3. "	1,804.000	" 7,155 "	5730 "	5.0 "
4. "	1,906.000	" 16,689 "	5880 "	6.3 "

A többi öt holdja csak igen nagy távcsőben látszik.

Jupiter első holdjának gyors keringése lehetővé teszi két hely földrajzi hosszkülönbségének meghatározását. Régebben ennek a módszernek igen nagy jelentősége volt.

irányban látszanak mozogni, majd megállapodni látszanak a csillagok között. Keletirányú mozgásukat előretartó-nak vagy direkt-nek, a nyugatirányút hátráló-nak vagy retrograd-nak nevezzük; a kettő közé esik mozgásuk megállapodó, stacioner helyzete.

6. Kis bolygók. Naprendszerünk tagjainak fontosabb adatai az 1925. évi Almanach 33—37. oldalán felsorolva a kis bolygóké kivételével. Jelen Almanachunk 45—57. lapján az 1924 június 30-áig felfedezett kis bolygók felfedezési adatait, azaz végleges sorszámukat, nevüket, felfedezésük idejét és a felfedező nevét találjuk.

A kis bolygók (aszteroidák, planetoidák) felfedezésének időrendi eloszlását a következő kis táblázat tünteti fel:

Időszak	Felfedezett aszteroidák száma	Időszak	Felfedezett aszteroidák száma
1801—1807	4	1881—1890	83
1845—1850	9	1891—1900	161
1851—1860	49	1901—1910	251
1861—1870	50	1911—1920	230
1871—1880	107	1921—1924 VI/30	80

Ezen adatok szerint a múlt század első felében mindössze 13, második felében 450 planetoidát, a múlt században tehát összesen 463 planetoidát fedeztek fel; ezzel szemben a jelen század első negyedére 561 felfedezés esik. A felfedezések száma 1891 óta emelkedik, amióta a fényképezést hasznosítják e téren. Az első háromszázhuszonkét aszteroidát kizárólag vizuális úton fedezték fel.

Régebben minden biztosítottnak tekinthető volt kis bolygót külön névvel jelöltek. A felfedezések számának rohamos emelkedése miatt azonban nehézséggel járván minden újonnan felfedezett kis bolygó részére nevet találni, újabban végleges sorszámuk mellé írt s zárójelbe foglalt ideiglenes jelölésükkel jelölik. Felfedezésük ideiglenesen a felfedezés éve mögé írt két betűvel (pl. 1924 BA, 1924 BB, ...) jelöltetnek és mikor kellő számú pozíció megfigyeléssel pályájuk biztosan kiszámítható és megállapítható, hogy a talált pálya nem azonos egy már régebbi kis bolygóéval, láttatnak el végleges sorszámmal. Így az 1924-ben felfedezett 1924 RG-vel és 1924 RT-vel ideiglenesen jelölt kisbolygót az 1021, 1022. sorszámot kapta 1021 [1924 RG], 1022 [1924 RT] végleges megjelöléssel¹; innen van, hogy az újabban felfedezett planetoidák végleges sorszámai már nem következnek a felfedezés időrendje szerint egymásra. Táblázatunkban felsorolt 1024 aszteroidán kívül még vagy 150 ideiglenesen megjelölt is van.

A kis bolygók zöme Mars és Jupiter közötti széles űrben kering a Nap körül. Dimenzióiknak közvetlen lemérése nagy nehézségekkel jár, mert a legnagyobb távcsőben is csak pontszerűek. Barnard a Lick-obszervatórium 36 hüvelykes refraktorával Ceres(1), Pallas(2), Vesta(4) félmétereit 390, 245 illetve 195 km.-nyinek találta. Fotometriai alapon Bauschinger az 1—458. számú

¹ Egyes észlelők ettől eltérő jelölést is használnak.

kis bolygó, Stracke a 459—1024. számúak sugarát határozta meg. Ezen eredmények szerint csak 14 kis bolygónak sugara nagyobb 120 kilométernél, mindössze 131 aszteroidának sugara változik 60 és 120 km. között, a többié 60 kilométernél kisebb. Utóbbiak között van olyan 263, melyeknek sugara 20 kilométernél kisebb; így a 719-es és 1009-es számúé 3 km.-nél kisebb. Jellemző egyébként a kis bolygókra, hogy 1910 óta 100 km.-nél nagyobb átmérőjűt nem fedeztek fel.

Az 1024 kis bolygónak összes térfogata egy 669 km.-nyi sugárral bíró gömbével azonos. Ezen adattal, ha a kis bolygók átlagos sűrűségét Földünkével egyenlőnek vesszük, tömegük felső határául $\frac{1}{864}$ földtömeg adódik.

A kis bolygók keringési ideje átlagban 3—4 év, de vannak köztük 2 évnél rövidebb és 12 évnél hosszabb keringési idővel bírók is.

Úgy gyakorlati, mint elméleti csillagászati szempontból sok érdekeset nyújtanak a kis bolygók. Így pl. azon körülmény, hogy a 433. Eros nevű középtávola 1.46 csillagászati egység, azaz kisebb Marsénál, azt eredményezi, hogy a Földet 0.15 csillagászati egységnyire (= 22,425.000 km.) közelítheti meg. Ilyen eset 1894-ben volt és 1930/31-ben fog ismétlődni, mi kiváló alkalom lesz a Nap—Föld távolság újbóli meghatározására. Az előkészítő munkák folyamatban vannak.

7. Nap- és holdfogyatkozások 1926-ban. Almanachunk 58—60. oldalán adjuk az 1926. évben beálló napfogyatkozások fontosabb elemeit. Holdfogyatkozás a folyó évben nem lesz. A nap és holdfogyatkozások tüneményének általános lefolyásáról szükséges tudnivalókat az 1925. évi Almanach 71—78 oldalán találjuk.

8. Néhány állócsillag középhelye és látszóhelye. Az Almanach 61—64. oldalain adjuk 103 fényesebb fundamentális csillagnak, valamint az északi sarkkörüli csillagok közül 9-nek 1926.0 középekvinciumra vonatkozó egyenlítői kondniátáit, továbbá 65—68. oldalán 15—15 napos intervallumokban 29 csillagnak látszó egyenes emelkedését. Utóbbi adatokból e 29 csillagnak az év bármely napjára szóló látszó egyenes emelkedését egyszerű interpolációval határozhatjuk meg. *A középhelyek és látszóhelyek részletes értelmezését a Függelék I. részében találjuk.*

9. Csillagszínképek. Az Almanach 61—64. oldalain közölt csillagrendek vizuálisan meghatározott csillagrendek a „Harvard Annals“ 50 kötete alapján. A csillagok színképadatai a Harvard-obszervatorium „Henry Draper Catalogue“-jából vették.

Ezen, mindinkább tértfoglaló skála szerint az összes csillagszínképek az *O, B, A, F, G, K, M, N, R* betűkkel jelölt típusokba

sorozhatók. Az egyes típusok közötti átmeneteket a típust jelentő nagybetű után írt számmal vagy kisbetűvel jelöljük. (A csillagszíneképek részletes ismertetését az 1927. évi Almanach fogja hozni).

10. Fényesebb kettőscsillagok. Almanachunk 69. oldalán adjuk 30 fényesebb kettős csillag helyzetét, komponenseiknek fényrendjét és ívtávolát, végül pozíciószögüket az epocha kitüntetésével. Így Almanachunk kettőscsillagjegyzéke nemcsak csillagkedvelő tagtársaink, hanem a szakkörök igényeit is kielégíti.

A felsorolt kettőscsillagok kisebb távcsővel is megfigyelhetők, mintán csak olyanokat vettünk fel, melyeknek komponensei egymástól 4"-nél nagyobb távolban vannak. Annak megítélésére, mekkora a különböző nyílású távcsövek felbontó ereje, ideiktatjuk a következő tájékoztató adatokat:

3 cm. nyílású objektív	75-szörös nagyítás mellett	3".0
5 " " "	125-szörös " "	2".0
10 " " "	250-szeres " "	1".0-nyi

távokat bont fel. A távcső felbontó ereje azonban változik a levegő átlátszósága, az éj sötétségi foka és a szem pihent volta szerint; végül befolyással van az összetevők fényrendje is a kettőscsillagok szétbontásánál.

1906-ig az északi pólustól —31 fok deklinációig terjedő égövben a 9-ed csillagrendig mintegy 14.000 kettőscsillagot ismertünk. Azóta az ég e területén újabb 4500-at fedeztek fel, mi annak jele, hogy a csillagászok a kettőscsillagok kutatására mindig kíváló gondot fordítottak.

Megfigyelésükre a távcső okulárvégére erősített, szilárd és mozgó fonalakkal ellátott mérőműszer, úgynevezett pozíciómikrometerek szolgálnak. Ha a szilárd fonalak közül az úgynevezett deklinációs fonalat a mikrometer pozíciókörének forgatásával a kettős rendszert alkotó két csillagra visszük, akkor a pozíciókör adata adja a kettőscsillag pozíciószögét, feltéve, hogy a pozíciókör kezdőpontjának helyzetét ismerjük. Ez pedig egyszerűen meghatározható oly módon, hogy a távcsövet az egyenlítő közelében levő valamely fényesebb csillagra irányítjuk és a deklinációfonalat a pozíciókör forgatásával a napi mozgás irányába állítjuk, azaz mindaddig forgatjuk, míg a beállított csillag pontosan végig szalad a fonalon (tehát ha óragéppel van felszerelve a távcső, ezt elállítjuk). A pozíciókörön leolvasott adathoz 90°-ot adva, kapjuk a mikrometer deklinációfonalának kezdőhelyzetét. Ettől való eltérés a deklinációfonal pozíciószöge, amely a kettőscsillag pályaszámításánál nagyon fontos adat. A deklinációfonalra merőlegesen álló mozgó mérőfonállal pedig történik a két komponens ívtávolának kimérése.

A pozíciósög és a távolság változásának követéséből határozható meg, hogy a kettőscsillag fizikai-e? Így 61 Cygnire a különböző időszakokban, epochákban a következő értékek adódtak:¹

epocha	pozíciósög	távolság
1833.26	92°.16	15''.77
1847.56	101.26	16.96
1858.76	107.96	17.91
1880.60	118.04	20.08
1890.06	121.76	21.03
1902.33	126.46	22.28
1909.58	128.82	23.04

A kettős csillagok pályaszámítására az Almanach egy későbbi évfolyamában térünk majd ki.

11. **Fényesebb csillaghalmazok és ködfoltok jegyzéke.** Az almanach 70. oldalán 22 fényesebb csillaghalmaz, 71. oldalán pedig ugyanannyi fényesebb ködfolt jegyzékét közöljük. A jegyzékekben az első rovat a Dreyer-féle „A New General Catalogue of Nebulee and Clusters of Stars“ című csillagkatalógus (röviden *NGC*) sorszámát adja; a második az objektumok Messier-féle sorszámát (*M31*, *M57*, ...) és a csillagkép nevét. Helyzetét meghatározó adatokkal (Rekt. és Dekl.) jó csillagtérképeken² kikereshetjük helyét és így könnyen megtalálhatjuk a beállítani szándékolt objektumot az égen is.

A csillaghalmazoknál az objektumok átmérőit és összfényét, a ködöknél a felületi kiterjedés adatait közöltük. Felkeresésük távcsövel rendelkező tagtársainknak sok élvezetet fognak nyújtani.

* * *

A közölt csillagászati táblázatok közül a Napra, a Holdra s a bolygókra vonatkozókat (1—34. oldal) dr. Lassovszky Károly állította össze, a többieket (35—94 oldal) a Függelék II. részének írója.

¹ A közölt sorozat helykiméles végett nem teljes.

² Ismertette az 1925. évi Almanachban.

II.

TUDOMÁNYOS ISMERTETŐ
KÖZLEMÉNYEK.

A FÖLD BELSEJÉNEK TÖMEGELOSZLÁSA.

Irta: KÖVESLIGETHY RADÓ.

Az általános tömegvonzás Newton-féle törvénye Kepler harmadik szabályából kiolvasható, ha segítségül vesszük Huygensnek a centrális mozgásra talált törvényét és a hatás és ellenhatás egyenlőségét kimondó elvet. De a forma, amelyben a gravitáció matematikai kifejezése adódik, azt követeli, hogy a Nap is, a bolygók is anyagi *pontoknak* legyenek tekinthetők.

Homogén gömb, vagy koncentrikus, egyenként homogén gömbhéjakból szerkesztett golyó, amelyben azonban a sűrűség rétegről-rétegre tetszés szerint változhatik, vonzását illetőleg csakugyan úgy viselkedik, mint ha egész tömege középpontjában volna egyesítve, s ezért anyagi pont gyanánt tekinthető. Ilyen alakúnak és szerkezetűnek kellene tehát gondolnunk a bolygókat és a Napot.

A Nap csakugyan alig tér el a gömb-alaktól: látszó átmérőjének számtalan gondos mérése arról tanuskodik, hogy lapultsága, azaz egyenlítői és forgási tengelyének különbsége az egyenlítő sugarával mérve nem lehet nagyobb 1:50.000-nél. De már a bolygók között többen vannak, melyeknek lapultsága számba veendő. Földünk lapultsága 1:297, Jupiteré 1:17, Saturnusé 1:10, úgy hogy e nagy bolygók távcsövi képe már első szempillantásra határozottan elliptikusnak látszik.

A második tényezőről, a sűrűségnek befelé való változásáról mitsem tudunk. Még Földünk esetében is a legmélyebb fúróluk csak nagyon felszínes tűszúráshoz hason-

lítható, mely a kérdést a legkisebb lépéssel sem viheti előbbre. Számos, már nem a geológia, hanem a tömegvonzás köréből választott, különféle módszerekkel megejtett és egymásközt teljesen egyező eredményt adó észlelésekből mégis annyit tudunk, hogy a Föld közepes sűrűsége 5,53, azaz hogy ennyiszer nehezebb, mint ugyanakkora 4° C-u tiszta vízből álló gömb, míg a felszínét tevő kőzetek sűrűsége körülbelül fél akkora. Ebből mindenesetre annyi következik, hogy egészen véve a Föld sűrűségének befelé növekednie kell.

Mindezek mellett az égi testeknek anyagi pontokkal való helyettesítése nagyon hasznos és megengedhető első közelítés, ha számba vesszük azokat az óriási távolságokat, melyek a bolygókat a Naptól elválasztják, melyekhez képest mindezen testek méretei csak kicsiny mennyiségek.

Tüzetesebb vizsgálat után mégis találunk a bolygók és a holdak mozgásában egyes apróbb eltéréseket amelyeket az égi testek alakjának és belső tömegeloszlásának a fent vázoltaktól való eltérése okoz.

Pörgettyű, amely az asztallapra függőlegesen állítva forog, képviselhetné a tengelye körül forgó Földet, ha ennek tengelye is az asztallappal ábrázolt föld- vagy nappályára, ekliptikára, merőlegesen állana. Amde Földünk tengelye körülbelül $66\frac{1}{2}^{\circ}$ -kal hajlik az ekliptika felé, — amivel egyebek között az évszakok változása jár — és ilyen helyzetben a pörgettyű, mint tapasztalatból is tudjuk, nem maradhat meg, hanem hajlásszögét megtartva, tengelye körkúpot ír le. Ha pörgettyünk acéltengelyéhez mágnest közelítünk, a tengely meghajlik és eredeti függélyes helyzete körül körkúp palástja mentén kering.

Ha a pörgettyű körül kört írunk le, amely a Napnak (látszó) pályáját ábrázolja, akkor a ferdén álló pörgettyű mozgását más szavakkal is írhatjuk le. Aequatora, azaz a súlypontján át a tengelyre merőlegesen gondolt sík kellőképen meghosszabbítva a Nap pályáját, az ekliptikát egy pontban metszi és ezen metszéspont a forgás folytán az

ekliptikán továbbá fordul. E pont nem más, mint az égi egyenlőség pontja, az aequatornak az ekliptikával való metszéspontjának a képe, a tavaszi nap-éjegyenlőség pontja, azon pont, amelytől kelet felé a csillagászok az aequator mentén a csillagok recta ascensióját, vagy az ekliptika mentén az égi hosszúságot olvassák.

A Föld pörgettyúmozgása azonban nagyon lassú, a nap-éjegyenlőség pontja, az aequinoctium, évente csak $50\frac{1}{4}$ ívmásodperccel mozdul el, még pedig nyugat felé. Az egész kört tehát, vagyis egy teljes fordulatot körülbelül 26.000 év alatt teszi meg. Világos továbbá az is, hogy valamely csillag hossza épen annyival nő, amennyivel az olvasás kezdőpontja nyugot felé haladt. Ezért a jelenséget az álló csillagok praecessiójának, vagy a nap-éjegyenlőségi pont hátrálásának nevezzük.

E jelenséget már Hipparchos fedezte fel a Kr.-előtti II. században, midőn Aristyllos és Timocharis 150 éves csillaghelyeit újból észlelte. Valamennyi csillag ennyi idő alatt az ekliptika mentén látszólag körülbelül 2° -kal keletre vándorolt.

Csak egészen mellékesen jegyzem meg, hogy a praecessiónak gyakorlatilag fontos következményei vannak. Egyik, hogy a naptár céljának megfelelőleg szükségessé teszi a trópusi év bevezetését, amely a Napnak nem valamely állócsillaghoz való helyzetét, hanem az aequatorhoz való állását veszi számba — az évszakok kérdésében csak ez dönt — a másik, hogy a praecessio periodusa alatt adott helyen az ég látható képe gyökeresen változik.

Bennünket itt csak a jelenség oka foglalkoztat s ezt könnyen megtalálhatjuk. Gondoljuk egyelőre, hogy a Föld lapult ugyan, de homogén. Akkor kihatathatunk belőle egy a Földet a sarkokban érintő belső gömböt, és marad egy héj, vagy mint a geometrák mondják, egy tórus, melynek vastagsága az aequatorban legnagyobb, a pólusban zérus, és amely mint maga az egyenlítő, az ekliptika felé $23\frac{1}{2}^\circ$ -kal hajlik. A Nap hatása a Földből kimetszett homogén gömbre

olyan, mintha csak a középpontja volna meg, tehát semmi-féle forgató törekvése nincs. Másképp áll a dolog az aequatori tórussal. A Nap a hozzá közelebb fekvő, innenső részét vonzza és igyekszik ezt az ekliptika síkjába billenteni. A távolabbi, tulsó részre gyakorolt hatása pedig ellenkezőleg az ekliptika ferdeségét növelni igyekszik. De a vonzás a közelebbi tórusrészre nagyobb lévén, az első sorban említett hatás győz. Tehát ugyanaz történik, mint mikor a pörgettyűnket függőleges helyzetéből kimozdítottuk: a Föld tengelye kúpot ír le, melynek teljes nyílásszöge 47° , az ekliptika ferdeségének kétszerese.

A valóságban a dolgok bonyolultabbak. A Nap föld-körüli évi (látszó) útjában nyár és tél kezdetén legtávolabb áll az aequatortól, tavasz és ősz kezdetén pedig vele össze-esik. Amakkor billentő hatása a legnagyobb és zérus, ha az egyenlítőben áll, a praecessiót előidéző ok tehát periodikusan változó.

Amit a Nap egy év alatt mível, azt teszi a Hold egy hó alatt, de újabb komplikációt hoz be, hogy nem az ekliptikában mozog, hanem egy ehhez körülbelül 5° -kal hajló síkban. Tömege ugyan a Napéhoz képest igen csekély, de viszont közel van hozzánk, úgy hogy hatása nagyjában a Nap hatásának felére tehető.

A könnyebb áttekinthetőség kedvéért az aequinoctium imigyen eléggé bonyolulttá vált mozgását két részre bontjuk szét: egy állandó részre és egy ehhez hozzájáruló tetemesen kisebb periodikus részre. Amazt luni-solaris praecessiónak, emezt nutatióknak nevezzük. És összefoglalva mondhatjuk, hogy okuk a Földnek a homogén gömbtől való eltérése és az aequatornak az ekliptikához való hajlása.

Most már könnyen megfogjuk érteni, hogy e két mozgás a Newton-féle törvény alapján elméletileg is kiszámolható. Természetesen ismerni kell az összes fellépő erőket, tehát a Nap és Hold tömegén és távolságán kívül pályájukat, amely megszabja az égi testeknek aequatorunkhoz való mindenkori helyzetét, a Föld alakját s benne a korábban

feltételezett homogeneitás elejtésével a sűrűség eloszlását. Az utolsó tényező kivételével mindezen adatokat jól ismerjük. A követendő gondolatmenet már most a következő:

Felvezünk egy plauzibilis sűrűségi törvényt, azaz egy matematikai kifejezést, amely a Föld anyagának sűrűségét bármilyen, helyzetét illetőleg adott pont számára megadja. Most már a praecessio és nutatio számértéke levezethető. Ha az eredmény a megfigyelés adataival ellenkezik, akkor az alapul szolgáló hipotézis rossz és elvetendő. Ha vele egyezik, akkor legalább annyit mondhatunk, hogy a feltételezett törvényszerűség lehetséges.

Egy előre nem látható volt nehézség azonban az, hogy e módszer nagyon érzékeny, azaz, hogy szélsőséges feltevések mellett is még mindig tűrhető eredményt ad.

Szerencsére van azonban e két bővebben tárgyalt jelenségen kívül még egynéhány más is, amely oly szervesen függ a sűrűség-eloszlás törvényétől, hogy egyet sem bolygathatunk meg anélkül, hogy a másikon is változás ne essék. E tények a Föld közép sűrűsége, lapultsága, a nehézség-erőnek a Föld felszínén való eloszlása és a Hold mozgásának egy egyenlőtlensége, megfigyelésekből mindmegannyi jól ismert számadat, amely azonban a sűrűség-törvény ismerete alapján, mint a praecessio és nutatio esetében láttuk, elméletileg is le volna vezethető.

Az egységes megoldáshoz azonban mindez nem elég, még két dolog kellene. Az egyik az, hogy a Föld belsejére a hidrosztatika elve álljon, a másik, hogy ismerjük az anyag összenyomhatóságát, azaz a sűrűség további megnöveléséhez szükséges nyomást, annak a törvénynek analogonját, amelyet ideális gázokra Boyle és Mariotte talált.

Az első kellék legalább az amúgy is vékony kérgen belül, bizonynyal megvan. Mert összes, bármely eljárások szerint végzett nehézségméréseink mutatják, hogy a Föld kérgének nagy kiemelkedései, kontinensek és hegységek, Archimedes elvére vallólag úsznak. Báró Eötvös is azt tapasztalta erdélyi megfigyelései alapján, hogy a hegység

egy-estagjai nem mozdulnának el egymáshoz képest, ha gyökeréig is szétfűrészelnők.

A második adattal a fizika még adósunk; nem ismerjük az anyag sűrűségét a reá gyakorolt nyomástól való függésében. Ne feledjük el, hogy a Föld középpontja körül a nyomás közel három millió atmoszféra!

Tehát megint feltevéshez kell fordulnunk. Legendre és Laplace felveszi, hogy egy további sűrítésre szükséges nyomás a már elért sűrűséggel arányos. Roche francia matematikus pedig emellett a sűrűség négyzetének is enged még befolyást. Mindkét feltevés minőségileg helyes, de persze nem valószínű, hogy akár az egyik, akár a másik quantitative is helyes eredményeket ad.

Egyszerűségük kedvéért e két feltevésből levezetett sűrűségtörvényt nagyon gyakran alkalmazzák; ez indokolja talán, hogy ide igtatjuk. Ha S a sűrűség, amely a gömbi Föld egy a középponttól q távolságra fekvő rétegre érvényes, S_0 a gömb középpontjának sűrűsége és q valamely állandó, akkor Roche szerint $S = S_0 (1 - q^2)$, és Legendre—Laplace szerint: $S = S_0 \frac{\sin q}{q}$. Mindkét kifejezésben a q távolság a sugár egységeiben van adva, a felszínnek tehát $q = 1$ felel meg. Ha most a Föld felszíni és átlagos sűrűsége számára — mindkettő megfigyelésekből ismert — 2,60 és 5,56-ot fogadunk el, akkor az első kifejezésben $q = 0,740$ és $S_0 = 10,00$, a másodikban $q = 2,522$ (vagy szögben kifejezve, azaz a fél körkerületet a Ludolph-féle számmal mérve, $q = 144^\circ 28',9$) és $S_0 = 11,28$. Ezen számértékekkel az alábbi kis táblázat számítható, amely a sűrűség befelé való növekedését szemléltetően elénk állítja.

A kpponttól mért távolság	A Föld anyagának sűrűsége		
	Legendre-Laplace	Roche	Stieltjes szerint
0,0	11,28	10,00	7,61—12,16
0,1	11,17	9,93	7,61—11,28
0,2	10,81	9,70	7,61—10,43
0,3	10,24	9,33	7,61— 9,63
0,4	9,47	8,82	7,61— 8,93
0,5	8,52	8,15	7,51— 8,33
0,6	7,45	7,34	6,87— 7,84
0,7	5,85	6,37	6,00— 7,05
0,8	5,04	5,26	5,12— 5,81
0,9	3,81	4,01	4,05— 4,58
1,0	2,60	2,60	2,60— 2,60

Az utolsó rovatban álló számok különös figyelmet érdemelnek. Stieltjes ugyanis kerüli az anyag kompreszibilitására vonatkozó plauzibilis, de mégis teljesen önkényes feltevést, amely Legendre—Laplace és Roche elméletében szerepel. Ennek visszahatásául azután már nem nyer határozott számértéket, hanem csak két határértéket, amelyek között e sűrűségnek lennie kell. Stieltjes is támaszkodik természetesen a fentemlített csillagászati és geodéziai jelenségekre, de a Föld belsejére vonatkozólag, csak a következő három feltevést teszi: a sűrűség folytonosan, azaz ugrásszerű változások nélkül változik, befelé való növekedése a Föld középpontja felé lassul és a belsőben a hidrosztatika archimedesi elve áll. A közepes és a felszíni sűrűsége a fentemlített értékeket fogadta el s az összehasonlíthatóság kedvéért nekem is a ma pontosabban ismert 5,53 helyett a Stieltjes-féle értéket kellett választanom.

A táblázatból azt látjuk, hogy az első két rovat a Föld középpontja számára meglehetősen egyező sűrűséget ad, mely az ezüst és ólom sűrűsége között állván a Stieltjes-féle sűrűséghatárok (vas—ruthenium) között marad. A további menetben előfordulnak ugyan egyes kisebb „határátlépések“, de nagyjában a számolt sűrűségek eléggé közel állanak a Stieltjes-féle sűrűség felső határához.

A bemutatott két sűrűségi törvényből még néhány következtetés vonható, amelyek közül az egyik némileg ellenőrizhető. Ha a Föld középpontja felé haladunk, akkor homogén gömbben a nehézségerő gyorsulása, amely nem egyéb, mint a szabad esés első másodperci útjának kétszerese, folyton kisebbedik, sűrűsödő gömbben pedig eleinte még nő, majd a középpontig zérusra fogy. A maximális gyorsulás a Roche-féle törvény szerint 0,866-ra, a Legendre—Laplace-féle törvény szerint 0,825-nyire van a Föld középpontjától, azaz mintegy 850 illetőleg 1110 km-rel a felszín alatt, s értéke 3,9, a második esetben 5,3%-kal nagyobb mint a felszínen. A Föld középpontjában uralkodó nyomás ellenben az első, illetőleg második törvény szerint 2,96 millió és 3,25 millió atmoszféra.

A tudomány igen sokféle ágában tett észlelésekből tudjuk, hogy a Föld rugalmas test; a legközelebb fekvő bizonyítéka az, hogy benne földrengési hullámok tovaterjedhetnek. Laboratóriumi kísérletekben a testeknek csak inhaerens rugalmassága szerepel, mert rendes méretök mellett a nehézség erőmezeje állandónak tekinthető. De az égitestek esetén a nehézség változásával járó befolyás már nem hanyagolható el, és porrá zúzott Föld is, a molekuláris erők kikapcsolása után, pusztán tömegvonzásánál fogva némileg „rugalmasnak” mutatkoznék. A sűrűsödés törvénye segítségével a rugalmasság ezen részét ki tudjuk számolni, s az eredmény, hogy a Föld színén valamely rengés-hullám terjedése sebessége Legendre-Laplace szerint 3,7 Roche szerint 3,3 km. másodpercenként. Nem lehetetlen, hogy a felszín mentén terjedő úgynevezett Rayleigh- vagy semi-elasztikus hullámok ilyen természetűek. Megfigyelés szerint ezek sebessége 3,3 km/sec.

A probléma Stieltjes-féle tárgyalásában felmerült egy körülmény, amelyre eddig nem gondoltunk, az a lehetőség, hogy a Föld belsejében a sűrűség helyenként ugrásszerűen változhatik. A „natura non facit saltus” elve nem csupán nagyon tetszetős, de az esetek többségében érvényes is. Kivételek mindazonáltal lehetségesek és vannak is.

Wiechert a rengés-lökés menetgörbájéből azt olvassa ki, hogy a Föld lényegben egy belső magból áll, melyet kőpalást vesz körül. A csillagászati és geodéziai tapasztalatok alapján meghatározza amannak közepes sűrűségét, emennek vastagságát. Az eredmény, hogy a felszíni palást vastagsága 1400 km (szélső határok 1200 és 1600 km) s hogy a belső mag közepes sűrűsége 8,2, de minden körülmények között 7,8-nél valamivel nagyobb. Szerinte tehát nem valószínűtlen, hogy Földünknek mintegy 4970 km sugarú magva lényegben két kiválóan mágneses fémből, vasból (ferrum) és nikkeltől áll. Ezek sűrűsége 7,9 és 8,9 és ez a híres „nife“ genezise, amelyről újabban annyit olvashattunk.

Ha a sűrűség menetében volnának is ugrásos változások, egy folytonos törvényszerűség keresése nem haszon nélküli, mert azt a simított menetet adja, amely a ténylegeshez lehetően közel simul. A matematikusnak módjában van, hogy bármilyen folytonos függvény matematikai kifejezését végtelen sor alakjában a priori felírja. Ha ezen sor eléggé konvergens, azaz egymásra következő tagjai oly gyorsan kisebbednek, hogy a tekintetbe már nem vett tagok összege elhanyagolható, akkor gyakorlati céloknak gyakran igen jól megfelelő kifejezéshez juthatunk. Matematikai problémákban a sor állandói a priori kiszámíthatók, az alkalmazott matematikában észlelésekből utólag meghatározandók. Egy pálca hőokozta kiterjedésének jól ismert képlete ilyen erősen konvergáló végtelen sor első tagjait adja.

Praecessio és nutatio, holdmozgás, a Föld közép- és felszíni sűrűsége, lapultság- és nehézség-változás egymástól nem teljesen független jelenségek s ezért csak három állandó meghatározását engedik meg. Az előbb tárgyalt két törvényben szereplő sűrűségi állandó felhasználásával találunk Helmer nyomán:

$$S = 11,18 (1 - 1,013 \rho^2 + 0,245 \rho^4)$$

tehát a középponti sűrűség számára $S_0 = 11,18$ oly értéket, mely szépen illeszkedik a korábban talált eredményekbe.

Az itt kijelölt úton tovább ma nem jutunk. De a föld-rengés tan hatalmas fejlődése reményt nyújt, hogy tisztán geofizikai módszerekkel is célt érünk.

A rengés-lökés a korábban említett felszíni hullámokat mellőzve két rezgésfajt vált ki: longitudinális és transversális rezgést, amelyek egyenként a műszer írta seizmogrammban felismerhetők. És minthogy erősebb rengés egészen a fészkek antipóduspontjáig is eljut, módunkban van a két hullám fajterjedéssebességét bármely mélységben, egészen a Föld középpontjáig meghatározni. De a fizika tanítása szerint a hossz- és keresztrezgés terjedéssebessége csak az anyag elaszticitási modulusának és sűrűségének viszonyától függ, meg egy szűk határok között változó mennyiségtől, melyet a harántos összehúzódás állandójának szokás nevezni. Ez azt fejezi ki, hogy például egy fonál megterhelés alatt nemcsak nyúlik, hanem vékonyodik is. Átlátszatlan gummifonál megnyújtva áttetszővé válik.

Ha a Föld rugalmas modulusát rétegről-rétegre ismerjük, akkor a két hullám ismert terjedéssebességéből a sűrűség s az utóbb említett második rugalmassági állandó szintén rétegről rétegre meghatározható.

Ezt az utat megjártam, de Földünk rugalmas magaviseletét egy sugár minden pontja mentén megállapítani, nem sikerül veszedelmes hipotézisek nélkül. A Földnek mint egésznek, rugalmasságát ellenben ma már eléggé jól ismerjük, amint azt korábban már megemlítettem. Ebből persze annak sugármenti menetére következtetni épen úgy nem lehet, mint ahogy nem lehetett pusztán a Föld középsűrűségéből lévezetni belső sűrűségeloszlásának törvényét. Alapos reményem van, hogy ügyes fordulattal e szirtet még kikerülhetem.

A tisztán geofizikai módszerekkel majdan talált sűrűségi törvénynek természetesen meg kell felelnie azon csillagászati tényeknek is, amelyekről itt már többször szó esett. Mily érdekes, hogy geofizika és asztronómia itt is találkozik, hogy földrengési tanulmányokhoz a Föld pörgettyűmozgásának,

a Hold-mozgás egyik nem jelentéktelen háborgatásának és az állócsillagok saját mozgásai tanulmányozásának is köze van! Mert világos, hogy e saját mozgások *csak* a praecessiónak az idővel arányos részével együttesen észlelhetők. Külön választásuk ez idő szerint csak statisztikai, tehát valószínűségen alapuló okoskodással történhetik, de szigorúan lehetséges, mihelyt a praecessio megfigyelés helyett a jelzett módon, apriorisztikusan megadható.

MEGEMLÉKEZÉS BOLYAI JÁNOSRÓL

ÚJ VILÁGA MEGTEREMTÉSÉNEK SZÁZADIK ÉVFORDULÓJA
ALKALMÁBÓL.

Írta: KÜRSCHÁK JÓZSEF.

(Felolvasta a Br. Eötvös Loránd Matematikai és Fizikai Társulatban 1923 nov. 8-án.)

Még a Matematikai és Fizikai Társulat megalakulása előtt, a budapesti matematikusok magánjellegű társaságának egyik összejövetelén a Bolyaiak emlékének fáradhatatlan őre, Schmidt Ferenc építész, megilletődve mint ereklyét adott kézről-kézre egy sárgult levelet. Ebben az 1823 november 3-án Temesvárt kelt levelében írta Bolyai János a maga geometriai vizsgálatairól ezt a sokszor idézett mondatot: „Semmiből egy ujj, más világot teremtettem.“

Csak kötelességünket teljesítjük, ha e nevezetes levél keltének századik évfordulójának alkalmából kegyelettel emlékszünk meg róla, a benne említett új, más világról és ennek, mint a költő mondja „Istennel osztozó“ alkotójáról. (Babits Mihály: *Bolyai*, szonett.)

A levél így kezdődik: „Annyi teménytelen megírni valóm van az ujj találmányaimról, hogy éppen most nem tudok másként segíteni magamon, mint ha semmibe sem ereszkedem belé.“ Valóban Bolyai e sorok után geometriai vizsgálatai helyett rögtön merőben más tárgyra tér át, (a binomiális sor levezetésére pozitív tört kitevő esetében).

Csak legvégül, mikor papirosa már majdnem megtelt, tör ki belőle elfojthatatlan erővel az a túlradó öröm és önbizalom, mellyel geometriai kutatásainak eddigi meglepő eredményei és jövő kilátásai lelkét eltöltik.

„A fel-tételem már áll, — írja — hogy mihelyt rendbe szedem, el-készítem, 's mód leszsz, a' parallelákról egy munkát adok ki; ebbe a' pillanatban *nincs* ki-találva, de az az út, mellyen mentem, tsaknem bizonyosan ígérte a' tziel el-érését, ha az egyébaránt lehetséges; nincs meg, de olyan fölséges dolgokat hoztam ki, hogy magam el-bámultam, 's örökös kár volna elveszni; ha meg-látja Édes Apám, meg-esmeri; most többet nem szollhatok, tsak annyit: *hogy semmiből egy ujj, más világot teremtettem*; mindaz, valamit eddig küldöttem, tsak kártyaház a toronyhoz képpest. Meg vagyok győződve, hogy nem fog sokkal kevesebb betsületemre szolgálni, mintha feltaláltam volna.“

Bolyai János tervezett munkáját valóban elkészítette és atyja nagy latin művének¹ első kötetében, mint annak Appendixét² (függelékét) adta ki. De már e kötet megjelenése előtt, 1831-ben voltak belőle kinyomtatott példányok.

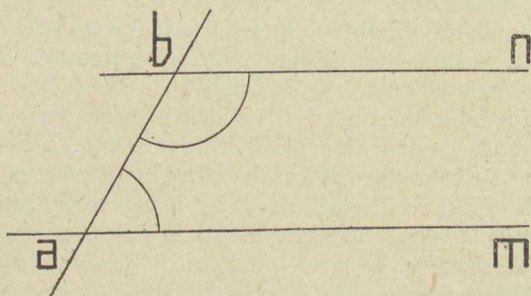
Több mint két évezredes fejlődésnek zárköve ez az Appendix. A fejlődés Euklidesszel kezdődik, Gauss-szal, Bolyai Jánossal és Lobatschewskij-jal végződik, hogy a tudomány az általuk elért magaslatról újabb, valóban szé-
dületes útakra indulhasson.

Euklides *Elemi* az alapfogalmak definitióin és néhány a mennyiségekre vonatkozó igen általános axiomán kívül öt postulatumból indulnak ki, mint a geometriának tovább nem elemezhető alapjaiból. Utolsó postulatuma, mely számos kéziratban mint 11. axioma szerepel, lényegében a következő tantételnek megfordítása: (1. ábra) ha a sík két egyenesét egy harmadik úgy metszi, hogy az ugyanazon oldalon levő

¹ Tentamen inventutem studiosam in elementa matheseos... introducendi. Az első kötet az 1832-es évszámmal, a második kötet az 1833-as évszámmal van jelölve.

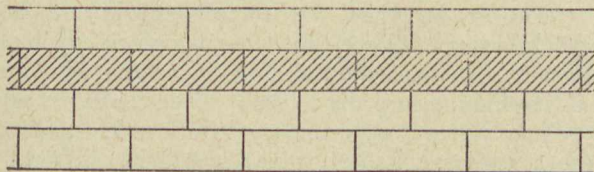
² Appendix. Scientiam spatii *absolute veram* exhibens.

belső szögek összege két derékszöggel egyenlő, akkor ama két egyenesnek *nem lehet* közös pontja. Az 5. postulatum, a *parallelák postulátuma*, ugyanis azt mondja, hogy egy síkban fekvő két egyenesnek *csak ebben az esetben nincs* metszéspontja, más szóval csak ekkor parallel.



1. ábra.

E postulatum szorosan összefügg egész térszemléletünkkel. Hogy köznapi példával kezdjem: téglafalaink szemlélete (2. ábra) hozzászoktatott ahhoz a felfogáshoz, hogy a síkot hézagtalanul egymáshoz illeszkedő derékszögű négyszögekből összerakhatónak képzeljük. Ha azonban a paral-



2. ábra.

lélák postulátuma nincs kielégítve, akkor ez a felfogás a valóságnak csak megközelítése lehet, teljes pontossággal nem állhat helyt. Ugyanis akkor egyáltalában nincsenek derékszögű négyszögek, hanem minden négyszögben a szögek összege kisebb négy derékszögnél. A fal minden téglasora

azt látszik mutatni, hogy a síkban egy egyenes vonalon emelt egyenlő hosszúságú merőlegeseknek végpontjai egy egyenesen vannak. Ha a parallelák postulatuma nincs kielégítve, akkor ez a felfogás is a valóságnak pusztán megközelítése. Az 5. postulatum elejtése után sok más megszokott dolgról is le kellene mondani. Megszünnék az idomok arányos kicsinyítésének és nagyításának lehetősége, mert két idom már csak úgy lehetne egymáshoz hasonló, ha egyszermind egybevágók. Többé nem írhatnánk bármely háromszög köré kört: mert az oldalak felezőpontjaiban emelt merőlegesek esetleg nem metszik egymást. S. í. t.

A görög matematikusok, bár koránt sem gondolták mindezt végig, mégis tudták, hogy a geometria fölépítésénél milyen gyakran történik hivatkozás az 5. postulatumra, legalább közvetve. Egyszermind azt is érezték, hogy ez a postulatum egészen más természetű, mint Euklides egyéb postulatumai. Nem eléggé egyszerű és épenséggel nem keresetlen. Nagyon világosan meglátszott, hogy milyen célra volt a rendszer egyik hézagának kitöltésére mesterségesen beillesztve. Azért már a görögök arra törekedtek, hogy a parallelák postulatumának tartalmát a geometria egyéb elfogadott alapjaiból következtetés útján levezessék.

Azóta huszonnégy század számos fényes elméje fáradozott ebben az irányban. De mindinkább kitűnt, hogy a parallelák bevezetéséhez Euklides rendszerének egyéb alapjai elégtelenek. A bebizonyítást mindig valami új föltevésre kellett alapítani, még pedig feltűnő módon többnyire olyanra, melynek helyességét *egyetlen egy* kísérletnek, *egyetlen egy* mérésnek pontosan kellett volna eldöntenie. Kitűnt, hogy ha egyetlen egy pontosan derékszögű négyszöget tudunk felmutatni, vagy ha egyetlen egy háromszöghöz egy pontosan hasonló, de nem vele egybevágó háromszög található, akkor ebből az egyetlen egy tapasztalati tényből a postulatum helyessége következne. Ehhez a tapasztalathoz azonban mérés kell, mérni pedig csak korlátolt pontossággal tudunk. Amibe valamely napon mérés alapján belenyugszunk,

mert a várt eredménytől való eltérést a mérési hibáknak tulajdoníthatjuk, azt a jövőben pontosabb mérés megdöntheti. De még ha gyakorlati szempontból el is fogadjuk a mérést, a kutató ész világosan látni óhajtja, hogy miként kerül a tér jellemzésébe egy méréssel meghatározandó elem.

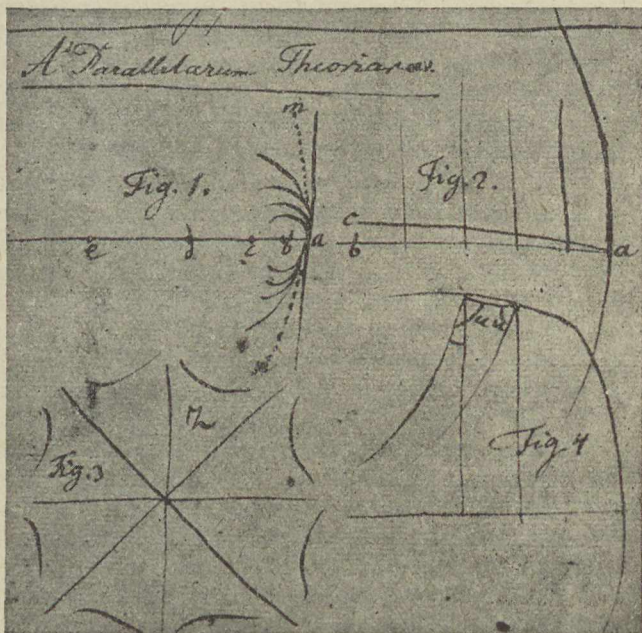
Azok között, kik a parallelák postulatumának bebizonyításán fáradoztak, senki sem csüngött a problémán nagyobb szenvedéllyel, mint Bolyai Jánosnak atyja, Farkas. Mint fiának írja, kész lett volna mártir lenni, csakhogy a geometriát megtisztítva ezen mocsoktól adhassa az emberi nemnek; e pokoli holt tenger minden szirtje mellett elhajózott és mindenhonnan szétzúzott árboccal és elfozlott vitorlakkal tért vissza.

Hogy Bolyai Farkast, aki németországi tartózkodása elején Jenában, a Saale partjain kezdett a matematikának (még pedig nemcsak a geometriának) alapjain tépelődni, ki és mi indította arra, hogy a matematika alapfogalmai közül épen a parallelákra fordítsa leginkább figyelmét, azt nem tudjuk. Bárhonnan jött az impulzus, Farkas egész életére kihatott és Jánosra is átment, bizonyos mértékben Farkas szándéka ellen. Farkas ugyan fiát, mint ezt Gaussnak is megírta, matematikusnak szánta, de nem akarta, hogy a parallelákkal foglalkozzék. Féltette gyermekét ama feneketlen éjszakától, melyben saját életének minden öröme kialudt. De azért nem állhatta meg, hogy ne figyelmeztesse a feladatnak különös kiválóságára és fontosságára. Nem csoda, hogy a parallelák elmélete már Bécsben a mérnök-akadémián Jánosnak kedvenc foglalkozásává lett.

Elmélkedéseiben társa volt Szász Károly, akkoriban a gróf Teleki családnál nevelő, később a jognak, majd a matematikának tanára, az 1831-iki országgyűlés egyik vezető politikusa, atyja a költőnek, műfordítónak és református püspöknek.

Hogy mi foglalkoztatta őket egyebek közt, abba beletekintést ad az a négy rajz (3. ábra), mely Bolyainak tanulóéveiből egyik mechanikai jegyzetében reánk maradt evvel a felírással: A Pallalelarum Theoriara. Ez a négy

rajz legrégebb reánk maradt bizonyítéka annak a munkáságnak, melyet Bolyai János az abszolút geometria terén kifejtett. Kezdetleges rajzok ezek, de nem értéktelenek annak, aki avval a szeretettel néz reájuk, mellyel a szülő évek mulva gyermekének eltett első cipőit szemléli.



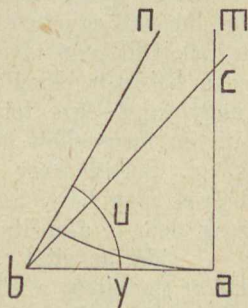
3. ábra.

Fig. 1-ben a határcörrel találkozunk. Négy kör egy függőleges egyenest ugyanabban az a pontban érint; a köröknek a -tól egyre távolabb eső b, c, d, e középpontjai szándékosan a -tól túlságosan messze vannak rajzolva. A legnagyobb kör és az a -ban vont érintő között még egy pontozott mm görbe nyilván azt a határgörbét jelzi, melybe

a körök a sugárnak minden határon túl való növekedtével átmennek. Ha erről a határgörbéről, mondjuk határkörről, sikerülne kimutatni, hogy egyenes, akkor abból az euklidesi postulatumnak következnek.

Fig. 2-ben ac olyan szabályos vagyis egyenlő oldalakból egyenlő törési szögekkel összerótt törött vonalat képvisel, melynek szögpontjai az ab egyenestől egyenlő távolságra vannak. Valamint Bolyai Farkas és előtte már sok más, úgy János is akként próbálta bebizonyítani az Euklidesi postulatumnak, hogy az ilyen törött vonal feltevésében keresett ellenmondást. A várt ellenmondás abból állott volna, hogy az ilyen törött vonal ab -t metszené. Az út járhatatlannak bizonyult, mert metszés csak az Euklidesi postulatumnak segítségével bizonyítható. Az ábrában még egy vonalat látunk. Stäckel határkörnek nézte, de talán épen olyan vonalat jelent mint ac , csak hogy ab -től távolabb levőt.

Fig. 3. görbe vonalai egyeneseket jelképeznek, még pedig igen figyelemre méltó egyeneseket. Mint János följegyzéseiből tudjuk, a parallelákról folytatott beszélgetések közben egyszer Szásznek volt a következő, az Euklidesi postulatumnak független geometriának kiinduló pontjául szolgáló eszméje. Legyen adva valamely síkban egy am egyenes és egy b pont (4. ábra). Ha b -n keresztül egy am -t metsző bc egyenest húzunk és azt az ábra síkjában b körül forgatjuk, akkor az bizonyos bn helyzetben am -ről lepattan, azaz am -t megszűnik metszeni. Az euklidesi geometriában ez a bn épen az am egyenesnek egyetlen b -n keresztül húzható parallelája. Ha azonban az Euklidesi postulatumnak helyessége még kétséges, akkor esetleg b -n keresztül még több parallelá lehetséges. Ezekről való megkülönböz-



4. ábra.

tetésül Szász Károly ezt a bn egyenest a legközelebbi parallelának nevezte. Bolyai János később az aszimptota elnevezést használta. Ha Euklides postulatuma nem érvényes, akkor am -hez a bn keresztül természetesen két ilyen legközelebbi parallela, vagy aszimptota tartozik, aszerint hogy milyen értelmű forgásnál pattan le bc az am -ről.

Fig. 3. görbéi egy szög két szárának közös aszimptótáját jelképezik. Hogy ilyen közös aszimptóta van-e vagy sem, szintén egyike azoknak a kérdéseknek, melyek szorosan összefüggenek az Euklidesi postulatum helyességének kérdésével.

Fig. 4. egy határkört és három átmérőt ábrázol. Az átmérők egymással aszimptotikus egyenesek; a rajzban közülük kettőt görbe vonalak jelképeznek.

Mint e rajzokból látjuk, különösen három fogalom kristályosodott ki Bolyai és Szász eszmecseréjéből: a lepattanó egyenes, az egyenestől adott állandó távolságra levő pontok geometriai helye és a határkör. Ezeknek a fogalmaknak az elemzésétől várták a sikert abban a reményben, hogy a lepattanó egyenes azonosnak bizonyul az adott ponton keresztül húzható egyetlen parallelával, továbbá hogy az egyenestől adott állandó távolságban levő pontok geometriai helye és a határkör okvetlenül egyenes. Mint Bolyai János írja, nagy ügyességre tettek szert annak felismerésében, hogy milyen megszokott geometriai tételekre nem szabad hivatkozni. Bolyai nagy alkotásáról az Euklidesi postulatum helyes vagy helytelen voltától független geometriáról még csak nem is álmodtak.

Oda az útát Polyai János csak akkor találta meg, mikor figyelmét a síkról a térre fordította. Itt mindennek előtt feltűnt, hogy az Euklidesi postulatum nélkül is szerkeszthetünk olyan felületet, mely rendkívül emlékeztet az Euklidesi síkra, csak hogy rajta az egyenes szerepe más vonalnak jut. Ez a felület az a határgömb, melybe a gömb akkor megy át, ha sugara minden határon túl növekedik. Rajta az egyeneseket a határkörök pótolják. E felület

két pontján keresztül egy és csak egy határkör húzható. Ezen a felületen, úgy mint Euklidesnél a síkon, vannak *hasonló háromszögek*, csak hogy nem egyenesekből, hanem határkörökből vannak alkotva. E felületen a közönséges síktrigonometria minden részletében érvényes, csak hogy egyenesvonalú háromszögek helyett határkörökből alkotott háromszögekre vonatkozik.

Egy másik fontos eredmény az volt, hogy a szférikus trigonometria független az Euklidesi postulatumtól.

A határgömb geometriája és ez a második eredmény többé nem volt bizonytalan tapogatódzás a sötétségben. Ezekkel a chaos már az Euklidesi axioma nélkül is metrikus törvényeket követő kosmoszá alakult.

További részleteiben milyennek fog ez a kosmos kialakulni? Azonosnak fog-e bizonyulni az Euklidesi geometriával? Talán más egyértelműen meghatározott, de az Euklidesitől különböző térré fog kialakulni? Vagy lesz benne valami határozatlan elem, úgy hogy a térre különböző eshetőségek maradnak, melyek között a mérésnek kell döntenie, már amennyire mérés dönthet? Mikor Bolyai *új más világról* írt, már sejtette a feleletet. Aligha értette szavait úgy, hogy geometriája csak megalapozásában új, más, mint az eddigi. Sugalatszerűen sejtette, hogy az Euklidesi geometriához képest valóban *újat*, általánosabbat alkotott, továbbá, hogy rendszere nem csak egy teret enged meg, s hogy a lehetséges terek közt mint legegyszerűbb eset ott lesz az Euklidesi tér is.

Célját, mint maga írja, akkor még nem érte el. Épen azért érdekes volna pontosan tudni, hogy mennyire volt túl a határgömb geometriáján és a szférikus geometria új megalapozásán.

Különösen érdekes volna minden kétséget kizáró módon tudni, tudta-e már akkor Bolyai azt az alapfontosságú képletet, melynek bebizonyításával az Appendix legnevezetebb szakasza, t. i. a 29. foglalkozik. Arról a kapcsolatról van szó (4. ábra), mely a sík tetszőleges b pontjából

az am egyenesre bocsátott y merőleges s azon u határszög között fennáll, melyet am -nek b -n keresztül húzott aszimptótája az y -nal bezár. A kapcsolat ez:

$$\frac{y}{i} = \log. \cotg. \frac{u}{2},$$

hol $\frac{1}{i}$ egy arányossági tényező. Ha $i = \infty$, akkor u mindig derékszög; ez az Euklidesi geometria esete. Minden más

esetben i azt az ab távolságot jelenti, melyre $\cotg. \frac{u}{2} = e$.

Ha — mint a következőkben tesszük — ezt a távolságot választjuk hosszegységnek és a *természetes* hosszegységnek nevezzük, akkor egyszerűen

$$y = \log. \cotg. \frac{u}{2}.$$

Ami most már ennek a képletnek fölfedezését illeti, róla Bolyai egyik följegyzésében ezt írja: „A tér tudományára vonatkozó munkám leglényegesebb részének már az 1823. év végén voltam birtokában, mikor télen épen éjfélkor hatoltam át az Appendix 29. §-ának lényegén.“ Stäckel úgy vélte, hogy ez volt az a fényes siker, melyre a november 3-i levél vonatkozik. Meglehet; én azonban nem merem eldönteni, hogy Bolyai a telet az első hótól számította-e, vagy hogy ezek a kijelentései „év végén“ és „télen“ szűkebb értelműek-e? Nem jelenti-e ez a nyomatékosan kiemelt „épen éjfélkor“ pontosan Szilveszter éjjelének utolsó perceit? De bármiként legyen, két dologhoz nem fér kétség: egyik az, hogy Bolyainak a határszögre vonatkozó tétel nélkül is már bőséges oka volt öröme, a kihozott fölséges dolgokon való elragadtatásra és biztató reményekre; a másik az, hogy akkor, amikor az óra 1823 utolsó perceit ütötte, akkor Bolyainak már megvolt ez a tétele is.

Innen már könnyen volt levezethető a sík trigonometriája arra az esetre is, midőn i véges távolságot jelent.

A sík trigonometria képletei ebben az esetben más alakúak, mint az Euklidesi geometriában, ellenben teljesen hasonlóak a szférikus trigonometriának képleteihez, csak hogy az a , b , c oldalak helyébe

$$a\sqrt{-1}, b\sqrt{-1}, c\sqrt{-1}$$

lép, hol a , b , c az oldalaknak a természetes egységgel mért mérőszámai, $\sqrt{-1}$ a képzetes egység. Más szóval a sík úgy fogható fel, mint egy bizonyos képzetes sugárnak megfelelő gömb.

Ha Bolyai terében ellenmondás volna, akkor ennek — Bolyai felfogása szerint — a trigonometriai képletekben kellene mutatkozni, de ezek annyira megegyeznek a szférikus trigonometria képleteivel, hogy ellenmondásról szó sem lehet. Ehhez a megokoláshoz természetesen még szó fér, mint ezt maga Bolyai is tudta és fájdalommal érezte. Az ellenmondás lehetetlenségét teljesen meggyőző erővel csak Klein Félix bizonyította be, aki megmutatta, hogy a Bolyai-féle tér leképezhető az Euklidesi tér egy részére, tehát az ellemondásnak már az Euklidesi térben kellene mutatkozni.

Bolyai-féle tér végtelenül sok képzelhető aszerint, hogy kisebb vagy nagyobb az az ab távolság, melyre nézve $\cotg. \frac{u}{2} = e$. Hogy a valóságos tér az $i = \infty$ határesetnek felel-e meg, vagy pedig Bolyai-féle tér, s hogy az utóbbi esetben mekkora a természetes egység, azt csak mérés döntheti el.

Az Appendix Bolyai rendszerének nemcsak itt ecsetelt alapjait tárgyalja, hanem a fontosabb számításokra is kiterjed és igen figyelemre méltó szerkesztéseket is tartalmaz, melyekkel Bolyai előszeretettel és ügyességgel foglalkozott. Stílusa, mintaképe a lakónikus tömörségnek; merőben ellentéte Farkas sokszor fellengző és áradozó előadásának. A tömörséget keresve, az új fogalmakra nem használ műszavakat, hanem betűket vagy jeleket. A határkör és a

határgömb nála L vonal és F felület; az aszimptota szó még az Appendixben nem fordul elő, két egyenes aszimptotikus közeledése mindig csak három függőleges vonással van jelölve. Ma ez talán nem volna meglepő. Akkoriban egyedül az írhatott úgy, aki pusztán a legkiválóbbak kezéből óhajtott babért.

Valóban János meglegedett volna két férfiúnak elismerésével. Nem kívánt egyebet, mint megértést és egy szerető ölelést atyjától és mesterétől Farkastól, továbbá dícséretet és bámulatot a koloszsus Gauss részéről. De Farkasnak az új világ még túlságos meglepetés volt, Gaussnak pedig már egyáltalában nem volt az, mert önállóan, Bolyaitól függetlenül, maga is felfedezte a nem-euklidesi geometriát. Farkas gáncoskodott ott, ahol nem értette meg az új gondolatokat; Gauss nem a munka eredetiségén és nagyszerűségén, hanem csak a saját munkájával való meg-egyezésén csodálkozott. Gaussnak az a kijelentése, hogy nem dícsérheti a munkát, mert akkor saját magát kellene dícsérnie, olyan csalódást keltett Jánosban, amilyen csak Lear királyt érte, mikor legkedvesebb leánya nem talált megfelelő szót ragaszkodásának kifejezésére. Gauss is elmondhatná Cordéliával, hogy nem volt szívtelen, csak őszinte: de mindegyiknek őszintesége olyan volt, hogy felborította egy büszke léleknek egyensúlyát.

Bolyai János, aki 1823-ban semmiből egy új világot teremtett, Gauss nyilatkozata óta már csak sebeiben vergődő megtört lélek. Ugyan nincsen teljesen elveszve a tudomány számára, mellette sokat elmélkedik egy új erkölcsi világrendre vonatkozó eszméin, de mindennél sokkal inkább foglalkoztatja gyötrelmes csalódásán való elkeseredése.

* * *

Bolyai János 1802 dec. 15-én született Kolozsvárt anyja szüleinek házában, hol Farkas és neje, kik különben Domáldon gazdálkodtak, a telet töltötték. A boldog apa két hónap mulva Gaussnak is megírta az apró bolygónak meg-

jelenését. „Nagyon szép gyermek, finom vonásokkal, fekete hajjal s szemöldökkel és égő sötétkék szemekkel“.

Farkas, ki 1804 óta Marosvásárhelyt tanárkodott, nagy gondot fordított a gyermek testi fejlődésére. Örült, mikor János öt éves korában kis kapájával művelgette a földet, majd később a madárfészekhez is fölmászott. De a fiúnak szellemi erejét is hamar fejleszteni iparkodott, nem rendszeres tanítással, hanem játszva. Különösen szemléletét iparkodott kiművelni, geometriai alakokat vágatott ki vele papirosból, geometriai testeket burgonyából. Öt éves korában János már sok csillagot ismert. A számolásban elmaradt. Még kilenc éves korában is csak ujjain vagy babszemekkel számolgatott. Olvasni hat éves korában tanult, kevés segítséggel. Hegedülni hét éves korában kezdett. Kilenc éves korában elég jól olvassa a hangjegyeket, tíz éves korában prímet játszik quartettben.

A rendszeres tanulást 9 éves korában kezdte. Kiváló deákoktól otthon kapott leckét. A matematikai órákat apja tartotta. János még nem töltötte be a 14-ik évét, mikor nemcsak Euklidest ismerte, hanem a differenciál- és integrálszámítással is foglalkozott. A kollegiumnak körülbelül 12 éves korától kezdve volt rendes tanulója.

Szüleinek sok örömet szerzett rendkívüli tehetségével, de nem kevesebb aggodalmat szeszélyesen váltakozó, hol indulatos, majd ellágyuló, hol túlerőlködésre, majd teljes ellankadásra hajló természetével.

Atyjának az volt a vágya, hogy Jánost majd Gauss fogadja házához és nevelje ki tudósnak. Levelében, melyben kérését Gaussnak előadta, nagyon eltévesztette a hangot s túlbizalmas naivitásában olyan kérdéseket is vetett fel, melyekre lehetetlen volt felelni.

Miután ez a terv nem sikerült, János több erdélyi főúrnak anyagi támogatásával a bécsi hadmérnöki akadémiát végezte. 1818-ban lépett be az intézet IV. osztályába és 1822-ben szeptember elején végezte be az utolsó osztályt. Kitűnő távozási bizonyítványában a sorozati száma: 2. Öt

növendék és két tanár szavazata állapította meg a rendszámot. A tanárok az első helyre ajánlották Jánost; de a növendékek szavazata győzött. Talán a tanárok az éles elmét, a tanulótársak az emberi gyöngeséget ismerték jobban.

János az akadémiának, melyben még egy évet töltött mint mérnökkari tisztjelölt, sokat köszönt. Másutt aligha találta volna meg azt a rendet és nyugalmat, melyre fogékony és érzékeny lelkének annyira szüksége volt. Másutt már akkor olyan csábítások és rázkodtatások érték volna, melyeknek nehezen tudott volna ellenállni. Egyet azonban az iskola nem ért el, igazi katonát nem tudott belőle nevelni.

Az a kép, melyet Dávid Lajos könyvéből Bolyairól, mint katonatisztról kapunk, meghatóan mutatja, hogy ez a lángelme mennyire rászorult volna arra, hogy egész életén át bölcs kezek tapintata mérsékelje lelkének zabolátlan csapongásait. Másrészt szép példáját látjuk annak, hogy a katonai vezetőség milyen kímélettel és jóakarattal tudott viselkedni olyan iránt, akiről tudta, hogy katonának alkalmatlan ugyan, de más téren az emberiség nagyjai közé tartozik. Ingerlékenysége, számtalan párbaja, hivatalos kötelességeinek szinte képzelhetetlen mértékben való elmulasztása sok panaszra adott okot; mégis egy emberbaráti érzelmű és megértő alezredese kijárta, hogy 1833-ban mintegy tízévi szolgálat után mellőzés nélkül a századosi rangban végezhesse katonai pályáját és századosi nyugdíjából szerényen, de súlyosabb gondoktól menten megélhessen.

Marosvásárhelyre vonult és 12 év kivételével ott töltötte életét 1860 jan. 27-én bekövetkezett haláláig.

1837-ben részt vett a lipcsei Jablonowski-társaság pályázatán a képzetes mennyiségekről írt értekezésével. Ez a munka már nincsen az Appendix klasszikus rövidségével megírva Sorsa azonban hasonló volt. Miképen az Appendix nem találkozott a várt megértéssel Farkasnál, úgy most a pályabírák nem értették meg János értekezését; s valamint az 5. postulatumtól független geometria feltalálásának dicsőségét János másokkal kénytelen megosztani, úgy evvel az

alkotásával sem áll egyedül, mert ugyanabban az időben jelentek meg Hamiltonnak ugyanezre a tárgyra vonatkozó hasonló vizsgálatai.

Számos följegyzése maradt az abszolút geometriával kapcsolatos kérdésekről, egy nagy munka eleje a geometria első alapjainak egy új rendszer szerinti részletes kifejtéséről és kísérletek az analysis situs terén. 1848-ban tudta meg, hogy az abszolút geometria megalapításának dicsőségét Lobatschefskijjal is meg kell osztania. Nem bírta elhinni. Lobatschefskijtől nem ismerkedett meg mással, mint kis német munkájával; erről pedig azt hitte, hogy legalább lényegében Gaussból való.

Sokat vetett papírra *üdvotanából*, melyben egy új világrenddel akart az emberiségnek békét és megelegedést szerezni.

Remekművének, az Appendix-nek, értékét csak Bolyai János halála után ismerték fel. Egyszer fölfedezve, a munka hamar terjedt el. Minden művelt népnek nyelvére lefordítva, széles e világon bámult tanújele egy magyar lángelme képzetének és éleslátásának.

AZ ASZTRONÓMIA MŰVELÉSE AZ ÓKORI EGYIPTOMIAKNÁL.

Irta: MAHLER EDE.

A „Stella“ csillagászati egyesület múlt évi almanachjában iparkodtunk képet vázolni az asztronómia műveléséről Babyloniában, s így alkalmunk volt arra a meggyőződésre jutni, hogy e tudományágban a babyloniaiak nagy mesterek voltak, hiszen már a Kr. e. III. évezredben az asztronómia náluk oly magas fokot ért el, mely páratlanul áll a népek történetében.

Ezuttal figyelmünket arra a népre akarjuk irányítani, amelynek nyelvével és kulturájával szintén csak a múlt század kezdete óta foglalkozhatunk és amelynek a történetébe csak az utolsó évtizedekben végzett tudományos kutatások által hatolha-

tunk be mélyebben: *ez a nép az egyiptomi*. A Nilus völgyében terv- és szakszerűen végzett ásatások tudományos feldolgozása által ismereteinket e nép szellemi életéről annyira kibővíthettük, hogy ma már nemcsak állami berendezéseivel és szociális viszonyaival, filozófiai gondolkodásmódjával valamint vallásával és halotti kultuszával ismerkedhettünk meg, de fogalmat alkothattunk magunknak e nép művészetének és tudományának a fejlődéséről is. És itt jogosan el kell ismernünk, hogy az egyiptomiak is a szellemi élet utóbbi területén figyelemre méltó eredményeket értek el, amennyiben történetüknek már korábbi korszakaiban ők is széles matematikai és asztronómiai tudásról adnak hírt.

És ezt nem is kell szerfölött csodálnunk. Olyan nép, amelynek anyagi jóléte tisztán csak a föld termékenységtől függött, már korán juthatott arra a meggyőződésre, hogy reá nézve semmi esetre sem közömbös, hogy mely időszakban történjék a vetés és az aratás; és minthogy Egyiptomban korán ismerték fel, hogy a Nilusnak periodikusan visszatérő áradása az, amelytől az országnak a jóléte függ, mert csak a Nilus áradása hozhatta magával a föld termékenységéhez szükséges nedvességet, így szükségszerűen arra kellett törekedniök, hogy a természettünemény beálltának az idejét pontosan meghatározhassák. Egyiptom felhőtlen, tiszta ege alatt épen nem volt nehéz észrevenni, hogy az áradás bekövetkezésének idejében bizonyos csillagok tűnnek fel az ég keleti részén és ugyanakkor más csillagok ismét letűnnek. Ily körülmények között az egyiptomiak lassanként hozzászoktak az égboltozat pontos megfigyeléséhez, így összegyűjtették ama törvényeket, amelyek szerint a nagyobb égitestek mozognak s az égen helyüket változtatják, és így megszerezték az asztronómiai tudomány alapját képező ismereteket. És tényleg találkozunk már a legrégebb időből fennmaradt emlékeken (igaz ugyan, hogy csak allegorikus ábrázolás céljából) csillagászati vonatkozásokkal. De menjünk csak tovább! Az egyiptomiak egész halotti kultusza és erős hite a lélek halhatatlanságában szintén az ég szorgalmas megfigyelésében gyökerezik. A halál az egyiptomiak felfogása szerint nem volt teljes elmulás, hanem egy új életnek a kezdete, egy másik életé, mely a földinek a mása, mely csak más formákban nyilvánul.

Bizonyos asztrális elemek voltak azok, melyek alapul szolgáltak a vallási felfogásnak. Látták ugyanis, hogy a Nap, amely reggel az ég peremén megjelenik, azután magasabbra emelkedik és mindig több meleget bocsájt a földre, a delelőn eléri legmagasabb állását, hogy onnan ismét a láthatár felé ereszkedjék, hogy nyugvásra térjen. Még szembetűnőbb azon természeti jelenség, hogy a Hold eleinte mint vékony sarló jelenik meg az égboltozaton, azután félholddá nő, hogy végül mint teli Hold pompázzék teljes világitó erejében; majd megint félholddá lesz, hogy majdan a konjunkció idején teljesen láthatatlanná váljék az emberi szem számára. Hasonlót vett észre az ember saját magán: először gyermek, azután ifjú, majd életének delén levő férfi, azután agg és végül a halál martaléka. Az ember tehát bizonyos mértékben egyesíti magában a Nap és Hold jellegét. Valamint a Nap minden este elhagyja a földi élet érezhető körét és a sötétség birodalmába vonul, a Hold pedig a valódi konjunkció idején eltűnik a szemünk elől; úgy az ember is elhagyja valamikor a földet. De mint a Nap, amely ma lenyugszik, másnap reggel pedig új fényben ragyog az égboltozaton és valamint a Hold, amely a valódi konjunkció idején nekünk láthatatlanná válik, egy-két nap múlva pedig mint újhold újra feltűnik; úgy az ember is valamikor új életre fog ébredni. A halhatatlanság eszméje így jelképezve van a Nap és a Hold képével.

A földi élet tehát — nézetük szerint — az ég tükre, mely kicsiben mindazokat az eszményeket fel tudja mutatni, amelyek az égi szférában lejátszódnak. Ha az ember távozik a világból, tevékenységének nem szakad vége, folytatja életét az égi birodalomban.

És minthogy az egyiptomiak az elvont fogalmak megismerését fölülte szerették és azokat konkrét tárgyakkal igyekeztek ábrázolni, a Nap is, a különböző napi szakokban az égboltozaton elfoglalt állásához mérten, sajátos szimbólumokat és ennek megfelelőleg elnevezéseket nyert. Így a hajnali Napot „gyermek“-nek nevezték, délben „férfi“-nak, este pedig „vén“-nek. És ezeket az elnevezéseket a Nap évi pályafutására is alkalmazták: a téli solstitium idején a Napot „gyermek“-nek, a tavaszi

aequinoctiumkor „ifjú“-nak, a nyári solstitium idején „nagy Nap“-nak, az őszi aequinoctiumkor pedig „vén“-nek nevezték.

Már a legrégebbi piramisszövegek különbséget tesznek az ég keleti és nyugati, épúgy északi és déli része között. A Nap mozgását megjelölték a „*deben*“ (= keringeni), a Holdét a „*khonsz*“ (= befutni) szóval; innen származik aztán a Holdnak „*khonszu*“ (= a futó) elnevezése is. A Napnak, valamint a csillagoknak a fölkelését a „*mosz-t*“ (= születés) szóval jelölték meg; emellett használták erre a célra a „*per*“ (= fellépni, megjelenni) kitélt is. Amellett megkülönböztették az ég ama táját, ahol a Nap nappal tartózkodik attól, ahol éjjel időzik; az előbbit „*Chészt*“-nek (= felső égboltozatnak) nevezték, az utóbbit pedig „*duát*“-nak, ami annyit jelent, mint: a mélység, a láthatatlan világ. Az összes csillagokat az égboltozaton elfoglalt helyükhöz mérten két nagy csoportba osztották: az „*ikhmu szek*“ az ég északi részének csillagait foglalta magában, az „*ikhmu urc*“ az ég déli részének csillagait. És egy külön papi testület létezett, amelynek feladata volt az asztronómiával való foglalkozás és az időszámítás megállapítása. Tagjai a „*rekh szesem en pét*“ azaz az „égi rendszer ismerői“ voltak és főnökük „a Nap főpapja“ név alatt szerepelt. Híres kollégiumok voltak a *heliopoliszi*, amelynek tanítványai *Plato* és *Eudoxos* is voltak, a *hermonthiszi* és a *tel-el-amarnai*.

Azon feliratok közt, amelyek az ókori egyiptomiak kulturális tevékenységébe beavatnak bennünket, a Szothiszra és a Holdra vonatkozó följegyzések fontos szerepet játszanak. Miután az egyiptomiak észrevették, hogy földjük termékenysége és ezzel kapcsolatban egész anyagi jólétük az évenként periodikusan visszatérő áradásoktól függ, egészen természetesen arra törekedtek, hogy ennek az eseménynek az időpontját pontosan meghatározzák és ezt félre nem érthető jellel megjelöljék. És minthogy már régóta hozzá voltak szokva az ég pontos megfigyeléséhez, észrevették, hogy éppen abban az időben, amidőn rájuk nézve fontos esemény játszódott le a földön, ugyanakkor feltűnő csillagkonstelláció állott be az égen is: a *Szothisz-csillag* (az egyiptomiak által „*szibu en Szopdet*“-nek nevezve) *vagyis a Sziriusz heliakus felkelése*. Ez rájuk nézve olyan nagyjelentőségű esemény volt, hogy

ők ebben a csillagban annak az isteni hatalomnak a képviselőjét látták, amely a Nilust forrásaiból kicsalja, és a csillag heliakus felkelésének a napját mint egy új év megnyitóját, tehát mint újévnapot ünnepelték. Az az idő, amely a Szíriusz egyik heliakus felkelésétől a következőig terjed, természetesen „év“-nek kínálkozott; ez volt a Szíriusz-év, amely ettől fogva az egyiptomi naptár alapjául szolgált. Ez mindenesetre a történet már ősrégi korszakában történhetett, mert már a VI. dinasztiaiból (Kr. e. III. évezred kezdetétől) való *Merenra* királynak „Khanófer“ nevű piramisán oly csillagászati vonatkozások fordulnak elő, melyek e tekintetben fényt derítenek ez őskornak ismereteire. Itt ezt olvassuk:

„Őrizve van, ki kilép az Orionból; őrizve Osiris, ki kilép az Orionból, a szüret urából, a szép Uág-ünnepen. Megszólalt anyja és örökös támadt; megszólalt atyja, megfogant az ég és megszületett a hajnalcsillag. Oh! Hórusz Merenra, téged és az Oriont viselte az ég; megszületett a hajnalcsillag az Oviommal. Itt felkel az egyik, ott felkel a másik, az istenek parancsa szerint. Felkeltél és megjelentél az Oriommal az égnék keleti oldalán, nyugvásod úgy mint az Orioné, nyugati oldalán az égnék. Ti hárman vagytok itt, ahol a Szóthisz-csillag van, melynek helyei szentek és mely benneteket elkísér jó úton az égen, Aáru mezejére.“

Bárhogyan magyarázzák is az idézett szöveget, minden kétséget kizáró világossággal kitűnik belőle, hogy az egyiptomiak történetének már legrégebb idejében is bizonyos csillagesoportokat, legkivált pedig a *Szóthisz* csillagzatot nagyon megfigyelték és leginkább *e csillag heliakus kelte és lenyuvása volt az, amit különös figyelemben részesítettek*. De a csillagoknak egy bizonyos konstellációjáról is tudósítanak itt bennünket, amely az Uág-ünnepen (azaz az egyiptomi naptár Thoth hónapjának 18-án) állt be. Ezen a napon ugyanis az Orion és a hajnalcsillag (vagyis a Venus) egyidejűleg keltek fel keleten és tűntek le nyugaton; de egy időben a Hórusz is, amelynek nevével Merenra király szerepel és az egyiptomiak csillagászatában a Mars bolygó képviselőjeként lépett fel, láthatóvá lett a keleti égboltozaton. Így tehát az Uág-ünnepen (vagyis Thoth-hó 18-án) e három csillag: Orion, Venus és Mars a

keleti égboltozaton voltak láthatók, és mind a hárman ott, ahol a Szóthisz-csillagzat felkel. Minthogy azonban a Szóthisz-korszak kezdete, amelyet itt figyelembe kell vennünk, a Krisztus e. 2776-ik esztendőbe esik, úgy a Kr. e. 2776-ik év az, amelyben a Szóthisz heliakus felkelése Thoth havának 1. napjára esett; a fent említett Thoth hó 18-ik napjára vonatkozó konstelláció tehát az, mely a Kr. e. 2704. évben történt.

Mindenesetre nincs kizárva, hogy az alapokat a Szóthisz-év (v. Sziriusz-év) hosszának a felismeréséhez már az ázsiai őshazájukból hozták magukkal; hiszen történetileg indokolható tény, hogy az egyiptomiak bölcsőjét nem Afrikában, hanem Ázsiában kell keresnünk. Sőt olyan támpontjaink is vannak, melyek lehetővé teszik azt, hogy az ókori egyiptomiakat az őskori babyloniaiaktól elszakadottaknak tekinthetjük. Nagyon sok benső érintkezési pont Babylonia és Egyiptom kulturájának elemei közt; az egyiptomiak egész kulturája Babyloniára utal, az egyiptomi kultúra tehát babylon eredetű. A tudósok — élükön *Hommel*¹ — ebből a tényből azt következtették, hogy az egyiptomiak Babylonia határától vándoroltak be a Nilus völgyébe. És minthogy a babyloniaiak előtt sem volt ismeretlen a Sziriusz-év (hiszen a Sziriusz heliakus felkelése fontos elemként szolgált nekik *asztronómiai évük* kezdetének meghatározására és *asztronómiai naptáruk* szabályozására,² úgy nem is olyan merész volna az a feltevés, hogy a Sziriuszévnek az ismeretét Babyloniából vitték át Egyiptomba, ahol már azon körülmény következtében, hogy a Sziriusz megjelenésével a Nilus áradásának a kezdetét kapcsolták össze, emelkedett nagy jelentőségre.

És tényleg az egyiptomiak történetük már legrégebb korszakában naptárukat a Sziriusz heliakus felkelése által meghatározott évformához alkalmazták.

¹ Lásd: Transactions of the 9th international congress of orientologists, London 1892; épúgy: Hommel, Grundriss der Geographie u. Geschichte des alten Orients. 1904.

² V. ö. Mahler: Zur Astronomie u. Chronologie der Babylonier. Zeitschrift für Assyriologie XXXIV. 54—78.

A Szíriusz-év hosszára nézve a következő számok adnak felvilágosítást:

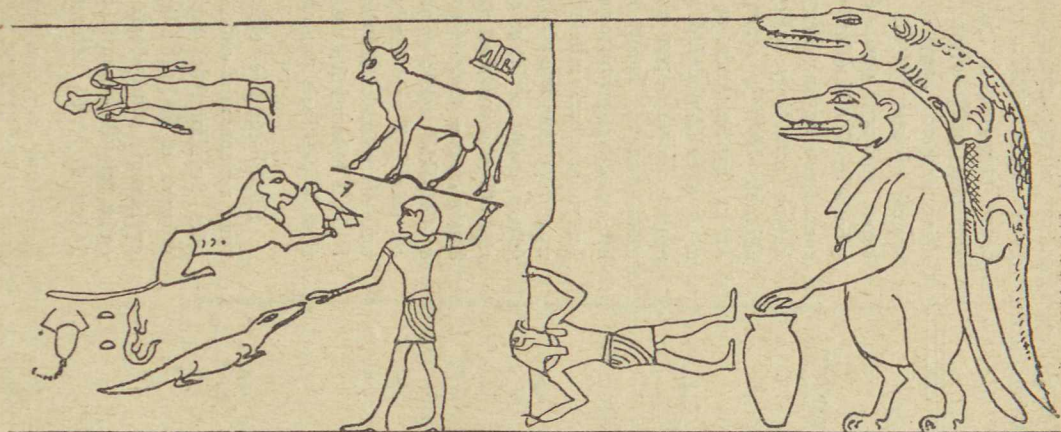
Kr. e. évek	A Szíriusz-év hossza	A Szíriusz-év és a Július- féle év közti különbség	
	nap	nap	perc
4000	365·2498677	- 0·0001323	= - 0·19
3000	365·2500471	+ 0·0000471	= + 0·07
2000	365·2502908	+ 0·0002908	= + 0·42
1000	365·2505990	+ 0·0005990	= + 0·86
0	365·2509715	+ 0·0009715	= + 1·40

Ezek a számok arra tanítanak bennünket, hogy a Szíriusz-év hossza Egyiptom történetének egész tartama alatt csaknem teljesen egyenlő volt a Július-féle évvel. E két évforma közti különbség még időszámításunk kezdetén is csak egy percnél valamivel többet tett ki, ami az év hosszához képest egyáltalában észre sem vehető különbség; és ez is oka lehet annak, hogy miért vették tévesen a kronológusok az egyiptomi naptár alapjául a napévet, holott tényleg az a Szíriusz-éven alapult. Ez az egyiptomiak történetének egész ideje alatt kereken $365\frac{1}{4}$ napot tett ki, és minthogy a naptárban csak *egész* napokkal lehet számolni, kénytelenek voltak oly módszert teremteni, ami által a Szíriusz-évet, amely egyszersmind az egyiptomiak normaléve volt, az éggel azaz a Szíriusz-csillag heliakus felkelésével összhangba hozhassák. Erre pedig csak *egy* eszköz kínálkozott: egy *quadriennium*-nak a megteremtése, amelyben 3 év egyenként 365 napot (t. i. tizenkét 30-napos hónapot + 5 toldaléknapot) számlált, egy év pedig 366 napból (t. i. tizenkét 30-napos hónaptól + 6 toldaléknaptól) állott, mert $3 \times 365 + 366 = 1461 = 365\frac{1}{4} \times 4$. Ez az időkör, mely a szövegekben mint „kis cyklus“ van megjelölve. És nem tévedünk, ha azt állítjuk, hogy *ez a quadriennium, tehát az egyiptomi Szíriusz-év volt az, amely Julius Caesar-nak a naptárreformálásánál mintául és alapul szolgált.*

De nemcsak az előbb említett csillagok vonták magukra az egyiptomiak figyelmét. Amennyiben ők különösen a reggelt és

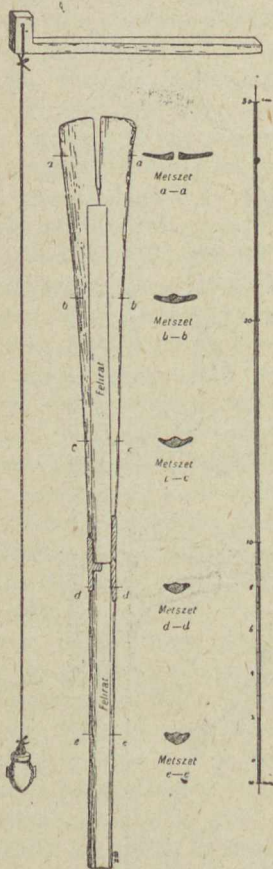
az estét használták fel az ég megfigyelésére, korán észrevehették, hogy mindig más és más csillagcsoportok kelnek fel heliakusan reggel és nyugosznak le este. Ez alkalommal figyelmüket különösen arra a 12 csillagcsoportra fordították, amelyet mi „zodiakus“ vagy „állatöv“ névvel szoktunk megjelölni; ez pedig náluk már a VI. dinasztia idejében, tehát a Kr. e. III. évezred első felében így történt. Igaz ugyan, hogy a tudósok általában azon a nézeten voltak, hogy az egyiptomiak az állatöv képeit meglehetősen későn a görögök közvetítésével a babiloniaiaktól vették át; de már az az egyszerű tény, hogy ezek a csillagcsoportok állatneveket viselnek, amellett szól, hogy ennek az *eklíptikai csillagövrnek a hazáját Egyiptomban kell keresnünk*. Itt az állatkultusz általános volt, amennyiben az egyes állatokat, mint valamely istenség bizonyos tulajdonságának vagy magának az istenségnek inkarnációját tekintették. Így tisztelték a bikát mint a memfisi Ptah inkarnációját és ennek képviselőjét a földön, Chnum és Ámon isteneket mint kost, Chepera-t mint bogarat, Szechmet-et mint Oroszlánt, Keb-et mint libát stb. Minthogy pedig ezeket az állatokat mint az istenek inkarnációit tisztelték, azért az a hely illetve meg őket az ég térképén, ahol Rá-ban, Egyiptom legfőbb istenében, tisztelt Nap és Oziriszban istenített Hold keringenek, azaz az eklíptika közelében. Így magyarázható meg, hogy miért viselnek az eklíptikai csillagcsoportok, mint bizonyos istenek inkarnációi gyanánt tisztelt állatok megtestesítői túlnyomólag állatneveket. És mindenestre feltűnő, hogy az egyiptomiak az eklíptikát és a „zodiakus“ néven nevezett csillagcsoportokat legalább már a VI. dinasztia idején, tehát a Kr. e. III. évezred első felében ismerték. Emblémáik világosan felismerhetők azokon az asztronómiai ábrázolásokon, amelyek a XIX. és XX. dinasztia idejéből (azaz a Kr. e. 14. és 13. évszázadból) való thébai királysírokat díszítik. (1. l. ábra) Némelyek közülük, mint a bika, oroszlán, szűz, skorpió, nyilas, mérleg oly tisztán és félre nem magyarázható módon vannak feltüntetve, hogy semmi magyarázatra nem szorulnak; a többiek is kapcsolatban állanak az ókori Egyiptomban uralkodó viszonyokkal és vallási valamint mythologiai képzetekkel.

Mindenestre látjuk, hogy már a XIX. és XX. dinasztia



ábra. A zodiakus ábrázolása.
(XX. dinasztia korabeli thébai király-sírban.)

(a Kr. e. 14. és 13. században) az állatöv csillagzatait a ráánk maradt emlékeken jórészt olyan képek jelölik, melyek rájuk



2. ábra.

nézve még ma is jellemzők; az ábrázolás pedig olyan markáns és olyan érthető, hogy e tekintetben semmi kívánni valónk nincs, és a képek konturjai olyan élesek, mint sehol a babilonai állatöv-ábrázolásokon. Igaz ugyan, hogy kifogásolhatjuk azt, hogy az egyiptomiak, akiknek őshazája semmiesetre sem Afrika, hanem Ázsia, az állatöv elemeit a babilonaiaktól vették át és azokat idővel, épen úgy, mint a többi Ázsiából hozott kulturelemeket, az új viszonyokhoz alkalmazták. Annyi azonban mindenesetre bizonyos, hogy téves ama sűrűn hangoztatott feltevés, amely szerint az egyiptomiak a régi időben a zodiakust nem ismerték, hanem csak a görög-római korszakban a görögöktől vették volna át. Már a 14. századból való királysírok feliratain oly elemek fordulnak elő, melyekből bátran következtethetünk az állatöv képeinek pontos ismerésére.

*

Körülbelül 25 év előtt egy óegyiptomi asztronómiai eszköz vonta magára figyelmünket. Ezt az érdekes műszert a berlini állami muzeum egyiptomi osztályában őrzik.¹ Az egész tulajdonképen (l. 2. ábra) két, 14.084. és 14.085. leltárszámmal meg-

1 V. ö. L. Borchardt, Ein altägypt. astronom. Instrument. Zeitschr. für ägypt. Sprache u. Altertumskunde. XXXVII. 10 kk.

jelölt, de összetartozó darabból áll és a Kr. e. VI. századból való. A 14.085. sz. a. leltározott darabnak van egy sokkal régebbi időből való analógja; ez a berlini gyűjteménynek 14.573. sz. a. őrzött darab és III. Amenhotep király idejéből (Kr. e. 1439—1403) való.

Az egyik (a 14.085. sz.) csontból készült négyzetkeresztmetszetű vonalzó, melynek egyik vége derékszögű fejjel van ellátva, amely függélyzsinór felvételére szolgáló keresztfúrással bír s ennek oldalnyílásairól egy-egy hornyolat fut le függélyes irányban. A vonalzó alsó részén a következő felirat olvasható: „Ismerem a Nap, a Hold és a csillagok járását, és mindegyikének a helyét is. Készült Hor nevű horoskopus számára.“ Az egész tehát nem egyéb, mint vízszintes fogantyúval ellátott függély, mely csillagászati célnak szolgált, de a templomtengely irányának valamint a sarkoknak pontos meghatározásánál is fontos szerepet játszott, és amelynek használatánál tekintetbe vették a csillagok szerinti irányokat, miért ezt „merket“ (= mutató) szóval is jelölték.

A másik (a 14.084. sz.) darab datolyapálmalevél sötétbarna gerince, amelynek szélesebb vége ékalakban van bevágva, úgy hogy ez, függélyesen szemünk elé tartva, szabad kilátást nyújt. Az itt bevéselt felirat így szól: „Szolgál az ünnepek kezdetének és az emberi sorsnak a megjelölésére. Készült Hor nevű horoskopus számára.“

Mindkét darab tehát Hor nevű horoskopusnak volt szánva. Alkalmazásuk igen egyszerű:

Ha valaki ezt a pálmapálcát egyik (bal) kézzel függélyesen közvetlenül egyik (bal) szem előtt tartotta, mialatt a másik (jobb) szemét behunta, és ennek a pálcának ékalakú bevágásán keresztül figyelte a függélyt, amely a magasan kinyújtott másik (jobb) kézben lévő vonalzóról lelóg, akkor ezen egyszerű eszközzel bármilyen irányt határozhatott meg a földön. Ha pl. ezt a két eszközt úgy tartotta az észlelő, hogy az ékalakú bevágáson keresztül nézve, a lelógó függély irányába esett a poláriscsillag is, így megkapta az északi irányt; ha aztán bizonyos távolságban rudat állított fel függélyesen, úgy hogy a bejátszott függély irányába nemcsak a polaris csillag, hanem a felállított rúd is beleesett, akkor az észlelő és a

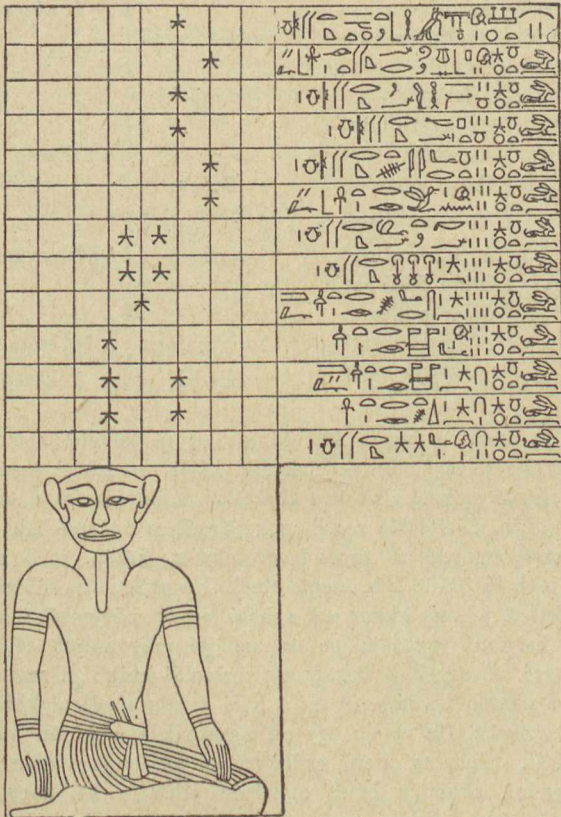
rúd közötti vonal iránya jelezte a földre vetített északi vonalat, azaz az illető helynek a meridianját.

A rúd helyett képzelhető emberi alak is, álló vagy guggoló helyzetben, úgy hogy az észlelő bejátszott függélye a poláris-csillagon és a vele szemben levő emberfej tetején ment át. És ha ez a második személy is fel van szerelve hasonló eszközökkel, akkor ez, a vele szemben lévő felé fordulva tehát dél felé nézve, pontosan meghatározhatja, hogy mikor megy át valamely csillag a délkörön, azaz mikor kulminál; a két eszköz segítségével csak arra kell figyelemmel lennie, hogy az illető csillag a vele szemben állónak, tehát az észak felé fordul észlelőnek fejteteje fölött álljon. És miként manapság a kulminációk megfigyelésénél a csillagok átvonulását nemcsak a távcső középső fonálán figyelik meg, hanem a középfonaltól jobbra és balra levő oldalfonalakon való áthaladását is, úgy az egyiptomi a csillagnak ama posíciót is tekintetbe vette, amelyek a kulmináció előtt és után bekövetkeztek, amennyiben megállapította, hogy az illető csillag a kulmináció előtt mikor áll a vele szemben lévő egyénnek jobb válla, jobb füle v. jobb szeme fölött és mikor van a kulmináció után a bal szeme, bal füle és bal válla fölött.

Hogy ez tényleg így volt, arra tanítanak bennünket az úgynevezett *óratáblácskák*, amelyek a *Théba* mellett elterülő *Biban-el-moluk*-ban feltárt IV. és IX. Ramszesz királyok sírjainak menyezetein előforduló feliratokban láthatók.

Itt az éj egyes óráinak megfelelő csillagok vannak feltüntetve, m. p. olyképen, hogy az egyiptomi év minden hónapjának első és tizenhatodik napjára nézve nemcsak az est beálltával kulmináló csillagzatok vannak megnevezve, hanem azok is, melyek a 12 éjszakai óra mindegyikének a kezdetén áthaladnak a délkörön. Emellett megjegyzendő, hogy nagyobb csillagsoporknál, amelyeket közös név alatt külön csillagképpé egyesítettek, nemcsak az egészet mint ilyet figyelték meg, hanem kiterjesztették figyelmüket annak egyes részeire is. Így pl. az „óriás” csillagképénél a következő részek vannak feljegyezve: az óriás tollkoronája, feje, nyaka, torkója nyakszalagja, melle, térde, láb-szára, lába és talpa.

Például szolgáljon a *Paophi* hó elsejének megfelelő táblácska, melyet itt bemutatunk (l. 3. ábra). Minthogy az egyiptomi szöveg ezen a képen elég tisztán van visszaadva, helyén valónak



Észlelés ideje	Észlelt csillag	Ennek valószínű identifikációja	A csillag állása
Az éj kezdete }	Az óriás nyaka	?	A középén
1. óra	Nyakszalagja	α vagy β Pegasi	" "
2. "	Combja	?	" "
3. "	Állványa	β Cassiopeiae	" "
4. "	Az Aryt-csillag	?	" "
5. "	A madár feje	?	A bal szem fölött
6. "	Hátsó része	ε Persei	A középén
7. "	Az ezercsillag	{ Hyádok és Aldebaran }	" "
8. "	A Szár-csillag	β Aurigae	A jobb szem fölött
9. "	Orion felső karja	α Orionis	" " " "
10. "	Orion-csillag	?	" " " "
11. "	A Szopdet-csillag	a Canis maioris	A bal szem fölött
12. "	{ Mindkét csillag előfutárja }	α Hydri	A középén

És amint e képen látható, az egyes felkelések helyének megfigyelésére egy négyzetekből álló hálót terveztek; ezen hálóban guggoló emberi alak van ábrázolva, amely arcát a szemlélő felé fordítja. És fölötte a csillagok függélyes oszlopokban vannak berajzolva, amelyek az egyes helyzeteknek: közép, jobb és bal szem, jobb és balfül stb. megfelelnek. Ha valamely csillag állását meg kellett jelölni, akkor ezt a háló egyik négyzetébe a megfelelő helyére jegyezték be és melléje magyarázat céljából a következő szöveggel egybekapcsolt formulát írták: „X nevű csillag ezen v. amazon testrészen.“ Ez a háló a berajzolt alakjával más célt is szolgált. Ha valaki egy csillagzatnak a délkörön való átvonulását, tehát az illető csillagot kulminációja idején akarta megfigyelni, akkor a hálót olyképen állította be, hogy középvonala a délkör síkjába esett, és miként ma a csillagnak a távcső különböző fonalain való áthaladását figyeljük, úgy az egyiptomiak a berajzolt emberalaknak ama testrészét jelölték meg, amelyekbe az illető csillagot belépni látták. És érdekes az, hogy az itt fel-meg-írt csillagnevek között találunk olyanokat is, amelyek még

a mai csillagterképünkben foglalnak helyet; pl.: *Szibui* = a kettős csillag (Gemini), *Szibu nu mu* = a vízi csillag (Hydra): *Maá* = oroszlán (Leo), *Szibu ásu* = a csillagsokaság (Plajádok) stb.

*

Az egyiptomiak asztronómiájában különösen feltűnő jelenséget nyújtanak az úgynevezett *dékáncsillagok*. Amint ők az évet országuk fiziognómiai viszonyainak megfelelően felosztották három évszakra: az áradás, a vetés és az aratás idejére, úgy a hónapot is már a legrégebb idők óta 3 egyenlő részre, úgynevezett dekádokra vagy 10-napos időközökre osztották be. Minden dekád első napján heliakusan felkelő csillagokat különös figyelemmel részeltettek; ezeket az egyes dekádok uralkodóinak tekintették és különféle név alatt szerepeltek. A Ramesszeum (II. Ramszesz temploma) felirataiban mint „*szibu sepészu*“ = „díszcillagok“ fordulnak elő, más szövegekben mint „védő csillagok“, de mint „isteni csillagok“ is. E csillagzatok vezetőjeként szerepelt a Szóthisz (= Sziriusz)-csillag, amelynek heliakus felkelése az úgynevezett normalév (tulajdonképeni sziriuszév) újévnapijára esett, és vele kezdődött a dékáncsillagok sora. Amennyiben az egyiptomiak régebbi évformája 12 harmincnapos hónapból állott, ennek megfelelően a dékáncsillagok száma $12 \times 3 = 36$ volt. Amikor azonban észrevették, hogy ez a 360-napos év egy földművelő nép viszonyainak époly kevéssé felelt meg, mint a legrégebbi 12 holdhónapból, tehát csak 354 nappal álló év, ezt a 360-napos évet még 5 toldaléknappal egészítették ki, aminek természetes következménye az volt, hogy azok a dékáncsillagok, amelyek egyik évben a hó 1., 11. és 21. napján voltak láthatók, a következő évben csak a hó 6., 16., és 26. napjának reggelén tűntek fel, a harmadik évben azonban ismét a hó 1., 11. és 21. napján jelentek meg az égen, s így épen az 5 toldaléknappal történő folytatás folytán a dékáncsillagok egyik évben minden dekád elején voltak láthatók, a rákövetkező évben azonban csak a dekádok közepén. A legfeltűnőbbnek vannak a csillagok ábrázolva IV. Ramszesz (uralkodott 1208—1202) sírkamrájának egyik mennyezetképén. Itt látjuk *Nüt* égi istennőt, szimbolizálva az égboltozatot, melyet a közepén isteni szakállal díszített emberalak támaszt meg. A kép

keleti oldalán, az égboltozat szélén van a Napkorong és e fölött a szárnyas szkarabéus, a multhatatlanságnak és a természet újjáébredésének a szimboluma. Ez egyúttal célzás a tegnapi letűnt, tehát az alsó szférába költözött, a ma pedig újból felébredt, a felső szférába emelkedett Napra. A kép nyugati oldalán a lenyugvó Nap tűnik fel. Az égi istennő teste a dékánscillagok neveivel van teleírva, míg a csillagok felkeléseinek a dátumai e kép többi részét töltik ki.

Jól ismerték az egyes *bolygókat* valamint pályájukat, és a következő nevek alatt szerepeltek:

Merkur:	<i>Szebgu</i> v. <i>Szebek</i> = Szét csillaga
Venus:	{ <i>Szeb-dua</i> . . = hajnali csillag
	{ <i>Neter-dua</i> . . = hajnali isten
Mars:	{ <i>Hór khuti</i> . . = fénylő Hórusz
	{ <i>Hór teser</i> . . = vörös Hórusz
Jupiter:	<i>Hór-up-séta</i> . = a dél csillaga
Saturn:	<i>Ka-en-pét</i> . . = az ég bikája

Mindegyik külön istennek volt szentelve, m. p.: Mercur *Szét*-nek, Venusz *Izisz* istennőnek, Mars *Rá*-nak, Jupiter *Ozirisz*-nek és Saturnus *Hórusz*-nak.

Hogy a *Hold* megfigyelésére különös gondot fordítottak, az természetes. Hiszen a holdév ismeretét már ázsiai őshazájukból hozták magukkal s csak amikor látták, hogy ez az évforma új hazájuk követelményeinek nem felel meg, úgy igyekeztek ezen segíteni, hogy az eddig használatban volt 354-napos holdévet 360 napból álló évvé egészítették ki; és csak később, amikor az égnek és a Nilus áradásainak gondos megfigyelése által arra a tapasztalatra jutottak, hogy évük tartama a Szíriusz heliakus felkelésével van összefüggésben, vették naptárjuk alapjául a 365 $\frac{1}{4}$ napból álló szíriuszévet. Amellett azonban — mint ezt a Felsőegyiptomban fekvő Kahun mellett talált XII. dinasztiai (tehát Kr. e. XIX. századból való) papiruszok igazolják — továbbra is megtartották bizonyos templomi szokások rendezésére a holdévet. Különös figyelemben részesültek a Hold egyes fázisai. Erről tanuskodnak a holdnapok nevei, amelyek az ó-birodalom korától kezdve egészen

a Ptolemaeusok és rómaiak koráig a feliratokban előfordulnak. Ezekből azt is látjuk, hogy a valódi konjunkció napját „*hib enti paut*“-nak, azaz az „újhold ünnepének“ nevezték, az újhold napját pedig „*hib abud*“-nak, azaz „a hónap ünnepének“. A holdtölte napját „*tep en abud*“-nak, azaz „hónap kezdeté“-nek nevezték, tehát úgy, hogy a zsidók naptárában a hónap első napját még ma is megjelölik, mert „*tep en abud*“ héberre fordítva = „*Ros hodes*“; *tep* tulajdonképpen annyi, mint a „fej“, vagy „csúcs“ „vagy kezdet“ és eszerint azonos a héber „ros“ szóval. De míg a héber „Ros hodes“ az újhold napját jelenti, addig az egyiptomiak „*tep en abud*“-ja a holdtöltére vonatkozik. Ennek az az oka, hogy az egyiptomiak abból az egészen észszerű nézetből indultak ki, hogy a holdtölte napján újítja meg a Hold körforgását és fázisképződéseit, és nem a konjunkció napján, amely szabad szemmel úgy sem vehető észre. A holdtölte napja volt a Hold megújulásának a napja, azon a napon „újult meg Ozirisz mint holdisten“. Az asztronómiai és mythológiai szövegek egyikében a következőket olvassuk: „Az ég ünnepi mámorban úszik, mert a teli Hold alakját vette föl; az istenek szellemei ábrázolódnak benne, és Ozirisz mint Holdisten megnyilatkozik.“ Másutt meg azt olvassuk: „Ozirisz isteni szelleme havonta megifjodik, hogy birtokába vegye a teli Holdat.“ Hasonlítsuk most össze e szövegeket a következővel: „Élet és megelevenülés örökké előfordul; a Hold régi helyére tér vissza, és a teli Hold szeme pompásságával van ellátva.“ Ebből világosan megérthető, hogy az ókori egyiptomiak nem úgy mint a babilóniaiak, görögök vagy zsidók az újholdban, hanem a holdtöltében látták a Hold megifjodását és régi helyére való visszatérését. Ezt észlelték különös figyelemmel, és innen számláltak aztán $14\frac{3}{4}$ vagy kerek számban 15 napot és így nyerték a valódi konjunkció napját. Épúgy ismerték a holdfázisok átlagos időtartamát és így a „*hét*“ fogalmát is, bár ennek gyakorlati alkalmazásával nem találkozunk az egyiptomiak sem polgári, sem ünnepi naptárában. De ennek oka is van; hiszen az egyiptomiak — mint már említettük — már korán eltértek attól, hogy a Holdat válasszák időszámításuk alapjául, vallásos érzelmeiknek és képzeteiknek pedig inkább a Nap mint legfőbb istenfogalmuk megtestesülése felelt

meg. Ilyképen a hétnek, egy holdfázis egész napokban kifejezett átlagos tartamának, nem volt semmiféle háttere és semmi igénye arra, hogy az egyiptomiak ünnepi naptárában szerepeljen. Annál érdekesebb az a tény, hogy sok fontos eseménynél a Hold korát is találjuk feljegyezve, és sok esetben ez az egyedüli segédeszköz, ami által az illető eseményeket kronológiailag meghatározhatjuk.

De figyelemreméltó az is, hogy az Ápisz-bikát, az isteni Ozirisz-nek a földön való megszemélyesítőjét *a teli Hold napján* avatták fel, és így megmagyarázható, hogy miért neveztek azt a 25 éves ciklust, amelynek leforgása után a Hold ugyanazon fázisai visszatérnek a polgári (365 nappól álló) év ugyanazon napjaihoz, *ápisz-ciklus*-nak. Hiszen ezen ciklus segítségével könnyű volt a Holdnak egyes fázisait, tehát azt a teli Holdat is, előre kiszámítani, amelyen az Ápiszt kellett megkoronáztatni. Minthogy azonban az Ápisz a Holdistennek a földön élő képviselője volt, ezt a 25 éves holdciklust „*Ápisz-ciklus*“-nak is nevezték.

Így látjuk, hogy az egyiptomiak az égitestek állását és mozgását nagy érdeklődéssel figyelték meg és ezen a téren — koruknak megfelelően — elég fejlett ismeretekkel rendelkeztek. Reméljük, hogy az ásatások folyamán sikerül rátalálnunk még olyan papi-ruszra is, mely az egyiptomiak matematikai ismereteiről szóló Rhind-féle papiruszhoz hasonlóan, összefoglaló kézikönyve lesz az ókori egyiptomiak asztronómiájának.

A DRÓTNÉLKÜLI TELEGRAFÁLÁS JELENTŐSÉGE IDŐMEGÁLLAPÍTÁSOK (ÓRAÖSSZEHA- LÍTÁSOK) SZEMPONTJÁBÓL.

Irta: OLTAY KÁROLY.

1. Az időjelekről általában.

A drótnélküli telegrafálás és telefonálás gyakorlati alkalmazásai közül valósággal korszakos jelentőségű az, hogy vele egyszerű eszközök segítségével lehetővé vált az időpontoknak nagy körzetek, országok, kontinensek, esetleg az

egész Föld részére való közlése olyan pontossággal, mely nemcsak a gyakorlati, de a tudományos igényeket is teljesen kielégítheti. Eddig a helyes időpont megállapítása csak az asztronómiai időmeghatározás műveletével volt megállapítható, ámde ez egyrészt külön műszereket, másrészt pedig egészen speciális, sok előzetes tanulmányfeltételező ismereteket is követel. A hozzá szükséges műszerfelszerelés még a kisebb pontossággal beérő esetekben sem egyszerű, annál kevésbé a tudományos célra szükséges szabatos meghatározásokban, amikor az elérendő nagyobb pontosság miatt azt csak különlegesen beépített, azaz stabil obszervatóriumokat feltételező költséges műszerfelszereléssel lehet elvégezni.

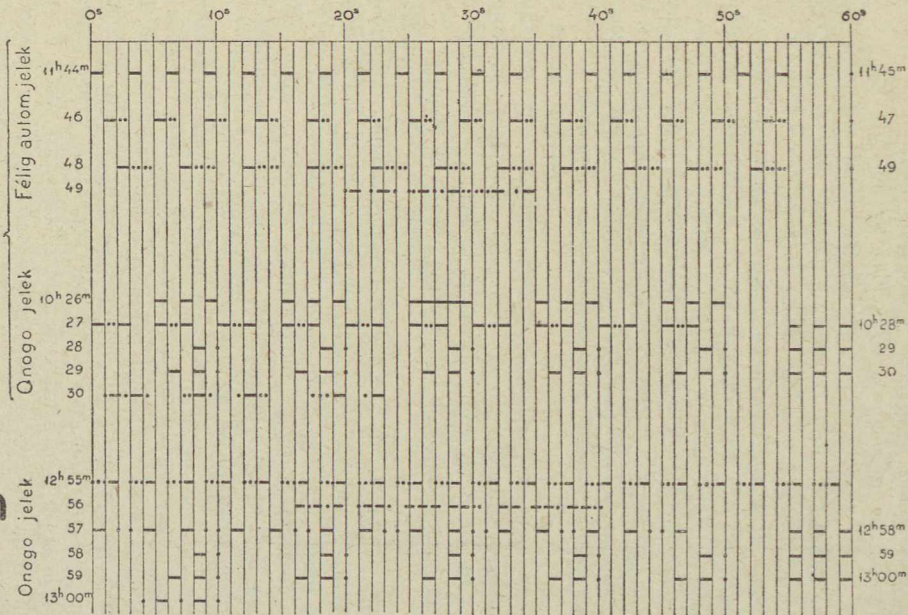
A helyes időpont egyszerű és gyors megállapításának problémáját a drótnélküli telegrafálás oldotta meg és pedig úgy, hogy a szabatos asztronómiai időmeghatározást csupán egyes obszervatóriumokra korlátozta, ahonnan aztán az időközlés egyes előre megállapított időpontokban, az állomásról dróttalan telegrafálással terjesztett úgynevezett időjelekkel történik.

Elvileg az egész Földre nézve egyetlen asztronómiai időmeghatározó állomás is elegendő volna de, hogy az időjelek felfogása lehetőleg egyszerű, nem költséges felfogókészülékekkel is végbemehessen, gyakorlatilag több állomásról is adnak időjeleket.

A drótnélküli telegrafálással tehát naponta csupán egyes időpontokban adnak időjeleket. Ezeket felfogva s az óránk által mutatott idővel összehasonlítva, megállapíthatjuk az óránk javítását, amit óratechnikai műszóval az óra állásának szokás nevezni. Az óra állását a következő napi időjellel újra megállapítva, megkapjuk az óra állásának 24 óra alatt bekövetkező megváltozását, az óra járását. E két adat — az állás és a járás — lehetővé teszi, hogy a két kijelölt időpont között a helyes időpontot az óránk által mutatott időpontból bármikor megállapíthassuk.

Az időjelek két csoportba sorozhatók. Az egyikbe tartoznak az egyszerű időjelek, a másikba a *koincidencia* időjelek.

Páris
[FL]
2600m



Nauen
[POZ]
3100m
18000m.

1. ábra. Az egyszerű időjelek sémái.

2. Egyszerű időjelek.

Az egyszerű időjel régebbi típusa a *félig automatikus időjel*, melynek sémáját az 1. ábrán legfelül láthatjuk. Ezeknél a tulajdonképeni időjelek azok a pontszerű rövid jelek, melyeket maga az óra vált ki kerekszámú percknél (ezek az 1. ábrán, 45^m , 47^m és 49^m). A séma többi jelei nem automatikusak, kiváltásuk kézi adással (taszterrel) az obszervatoriumból történik.

Ilyen félig automatikus időjeleket ad a *párisi Eiffel-torony* 2600 m-es hullámhosszon 60 kilowatt energiával, közép-európai zónaidő szerint

délelőtt $11^h 45^m$, 47^m és 49^m -kor, továbbá
éjjel $23^h 45^m$, 47^m és 49^m -kor.

E jelek teljes sémáját az 1. ábra felső része mutatja. A 45^m időjel előtti percben, azaz $44^m 0^s$ -tól $44^m 55^s$ -ig vonásokból álló felhívó jeleket hallunk, ezek segítségével történik a beállítás. A 49^m (utolsó) időjel után az *ARFLVA* betűk következnek, melyek az állomást jelzik.

Félig automata jeleket ad *Lyon* is, 15.500 m hullámhosszal, 100 kilowatt energiával reggel 10 órakor.

Az egyszerű időjel másik típusa az *internacionális*, vagy *onogo* időjel. Ezeket a *La Conférence Internationale de l'Heure* 1912 októberében állapította meg s 1913 óta vannak használatban.

Az *onogo* időjelek sémája az 1. ábrán középen és alul látható. A középső teljes egészében a *párisi* típust, az alsó a *naueni* típust mutatja. Az onogo jelek mindakettőn azonosak és pedig kezdődnek három, egyenkint egy másodperc hosszú vonással, köztük egy-egy másodperc közzel. A *Morse* ábécé *o* betűjének (— — —), megfelelő három vonás közül az utolsó vonás vége kerek percre esik, azaz kerek percet jelöl ki. Ezután öt — · jel következik (*n* betű), ahol a vonás időtartama *egy mp*, a ponté szabatosan $0,25 mp$, a köztük levő időköz $1 mp$. A pontok a 10., 20., 30., 40. és 50.

mp -et jelölik ki. Most ismét három hosszú vonás jön, az utolsó vége szintén kerek számú perc. Ezután öt — — jel következik (g betű) s utánuk ismét három hosszú vonás. Az *onogo* elnevezés tehát az egymásra következő jeleknek megfelelő betűkből adódik. E jelek mind automatikusak, tehát valamennyi egyformán időjel s így egyformán használhatók.

Ilyen jeleket ad Páris (Eiffel-torony a középső séma szerint d. e. $10^h 26^m$ kezdettel (az időjelek $10^h 27^m 55^s$ -kor kezdődnek). továbbá Nauen $3100 m$ és $18000 m$ hullámhosszal, reggel $0^h 55^m$ kezdettel (az időjelek $0^h 57^m 55^s$ -kor kezdődnek), továbbá d. u. $12^h 55^m$ kezdettel (az időjelek kezdete $12^h 57^m 55^s$),

Úgy ezeket az időjeleket, mint a később tárgyalandó koincidencia-időjeleket külön órák váltják ki, melyeket úgy igazítanak, hogy állásuk és járásuk lehetőleg 0 legyen. Ámde ez teljesen nem érhető el s ezért az időjelek időpontja a legkritkább esetben felel meg a nominális időpontnak, attól legkedvezőtlenebb esetben $0,5 mp$ -re is eltérhet. Ezért az időjeleket asztronómiai obszervatóriumok is felfogják és megállapítják hibájukat s azokat táblázatos összeállításban időszakonként közzéteszik.

Az órák közvetlen összehasonlítása az egyszerű időjelek segítségével — ha nem rendelkezünk automatikus regisztráló berendezésekkel — nem valami nagyon pontos, megbízhatósága csupán néhány *tized* mp -et tesz ki. Szabatosabb összehasonlítást tesznek lehetővé — anélkül, hogy különösebb, bonyolultabb berendezést kívánának — a *koincidencia időjelek*.

3. A koincidencia módszer alapelve.

Képzeljünk két egyenletes pontsort (beosztást). Helyezzük őket egymás mellé. Ha a két pontsor intervallumai, a és b egyenlők, akkor a pontsorok egyes elemei közti távolságok mindenütt egyformák. Ha azonban $a \leq b$, akkor ezek a távolságok változók, vagyis a két pontsor elemei közelednek egymáshoz, illetve távolodnak egymástól, s amint az el-

térés közel egyenlő az egyik pontsor intervallumával, akkor a két pontsor egy-egy eleme egymással *összeesésbe, koincidienciába* kerül. (2. ábra.)

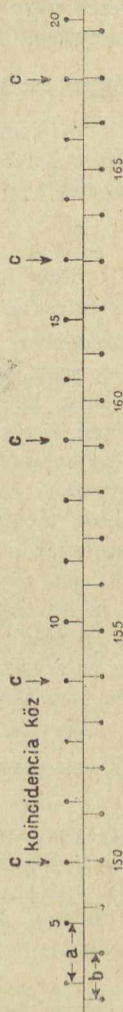
A koincidienciát az jellemzi, hogy a szomszédos elemeknél az eltérések nagyobbak és ellenkező előjelűek, továbbá, hogy két koincidenzia közt az egyik skála n elemének a másik skálán $n + 1$, vagy $n - 1$ elem felel meg. A koincidenzia lehet *teljes*, vagyis a két elem távolsága 0 , s lehet *közelítő*. A koincidenzia teljes akkor lesz, ha az $a - b$ különbséggel az a -t, illetve a b -t maradék nélkül lehet osztani, azaz ha az

$$\frac{a}{a-b}$$

egyenlő valami n egész számmal. Ellenkező esetben a koincidenzia részleges lesz, azaz az eltérés nem egyenlő 0 -al, de mindenesetre kisebb $\frac{a-b}{2}$ -nél. Két koincidáló hely közti

részt *koincidenzia-köznek* (időbeosztások esetén *koincidenzia-időköznek*) nevezzük. A koincidenziák szakaszosan ismétlődnek, a szakaszokon belül az egyes elemek száma n az egyik sorban és $n + 1$, vagy $n - 1$ a másikban. Az n -érték függ a -tól és az $a - b$ -től. Minél kisebb az $a - b$ érték, annál nagyobb n .

A koincidenziákat nagyon jól fel lehet használni a két pontsor összehasonlítására. Például képzeljük el, hogy a két pontsor két különböző óra másodperceinek felel meg, vagyis megadják a két óra által mutatott időpontokat. Ha most a két órát egymással összeakarjuk hasonlítani, akkor meg kell állapítani két elemnek egymástól való távolságát. Ilyen két elemnek a koincidáló elemeket választjuk, mert ezeknél az



2. ábra. A koincidenzia módszer alapelve.

eltérés vagy egészen 0, vagy attól nagyon kevésbé eltérő mennyiség, ha az $(a-b)$ érték kicsi. Az eltérés ugyanis minden esetre kisebb, mint $\frac{a-b}{2}$.

A koincidencia elvén alapulnak a beosztásokkal kapcsolatosan használatos noniuszok, s ezen az elven alapul az alább ismertetendő *akusztikai noniusz* is.

4. Koincidencia időjelek.

Egy bizonyos, előre, vagy utólag megadott, tehát ismeretesnek feltételezhető τ_0 időponttól kezdve egyforma időközökben egymásra következő éles, rövid (pontszerű) időjelek azok, amelyeket *koincidencia időjelek*-nek szokás nevezni. E jelek közti időtartam szabatosan egyforma s nagysága valami kevéssel (rendesen $0,02$ mp-el) rövidebb a csillagidő másodpercenél. E jeleket egyszerre hallgatva, az óránk ugyancsak egyenletes másodpercütésével (ketyegésével) azt fogjuk tapasztalni, hogy azok egymáshoz közelednek, majd összeesnek s utána egymástól távolodnak. Olyan ez, mintha két, nem egyközű beosztást helyezünk egymás mellé, vagyis itt is lesznek összeeső koincidáló elemek. Megállapíthatjuk azt az óránk szerinti T időpontot, amelynek megfelelő ketyegés összeesik valamelyik időjellel. Ha ez az időjel az x -edik volt s az időjelek intervalluma a mp-et jelent akkor

$$\tau_0 + xa$$

a T -nek megfelelő helyes időpont, azaz az óránk állása:

$$(\tau_0 + xa) - T$$

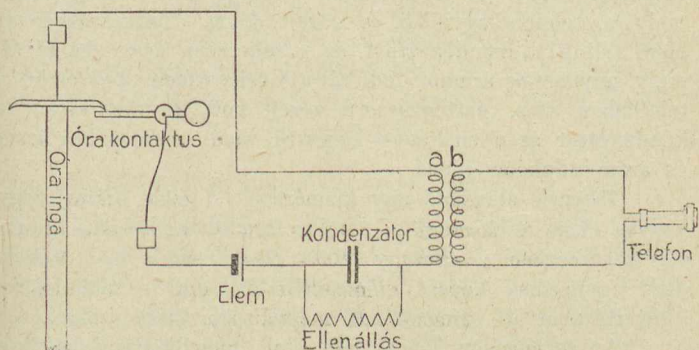
lesz. Az a értéket szintén meg kell adni s ezért nem csak az első koincidencia időjel időpontját kell ismernünk, de az utolsó (mondjuk n -ét) is; ha ezt τ_n -el jelöljük úgy

$$a = \frac{\tau_n - \tau_0}{n}$$

A koincidencia megállapítására fülünk érzékenysége nagyon jól felhasználható s azért ha a -t elegendő közel vesszük 1 mp-hez,

vagyis az óránk másodperc intervallumához, úgy óránk állása a fenti módon néhány század másodperc pontossággal állapítható meg.

Vagyis ez a módszer lehetővé teszi, hogy különösebb berendezések nélkül szabatosan összehasonlíthassuk óránkat a rádió állomás időszolgálatában álló obszervatóriumi órával, melynek állását s járását gondos és szabatos csillagászati mérésekkel állapítják meg.



3. ábra.

Berendezés az órakontaktusok és az időjelek egyszerre való hallgatására (Ferrié-féle berendezés).

5. A Ferrié-féle módszer a koincidencia szabatos megállapítására.

Az összehasonlítás koincidencia időjelek útján jó eredményre csak akkor vezet, ha úgy a rádió-időjelek, mint az órazörejek szabatosak, rövidek és ha azok színezetre, hangmagasságra és hangerősségre közel egyformák. Ezért Ferrié¹ javaslatára nem az óra közvetlen másodperc ütéseit használjuk fel, hanem az órát kontaktust adó berendezéssel

¹ Lásd L. Driencourt, *Emploi de la T. S. F. pour la détermination des longitudes et l'unification de l'heure.* Paris.

szereljük fel, s az itt bekövetkező áramnyitásokat használjuk fel arra, hogy ezek az időjelek megfigyelésére szolgáló telefonban az időjelekhez *teljesen hasonlóvá* tehető rövid, éles zörejeket keltsenek.

Az erre szolgáló berendezést a 3. ábra mutatja, melynek baloldalán az órainga felső részét a kontaktussal látjuk. A kontaktust úgy szabályozzuk, hogy a kontaktus lehetőleg akkor kezdődjön, amikor az inga a *vertikális* helyzetben megy át. A jobboldal mutatja azt a berendezést, mely a telefon-kagylóban a zörejt kelti. Áramzáraskor az elem feltölti a kondenzátort, az *a* tekercsen áram halad át, mely ugyancsak áramot indukál a *b* tekercsben, ami aztán a telefonban éles, pattogásszerű zörejt kelt. Áramnyitáskor a kondenzátor az ellenálláson keresztül kisül, tehát ekkor áram és áram-indukálás nincs.

Telepnek elegendő egy kisméretű 1,5 voltos száraz, vagy nedves elem. A *kondenzátor* 2 mikrofarados, az *ellenállás* indukciós tekercselésű s mintegy 30.000 Ohmos. Az *a* és *b* tekercsek egymáshoz képest elmozdíthatók, ami a telefonzörej intenzitásának és színezetének megváltoztatására szolgál.

Az észleléskor *T*-t és *x*-et kell megállapítani, ahol *x* jelenti a koincidáló időjel számát, *T* pedig a koincidáló órajel időpontját jelenti. Ezeket kellő gyakorlattal *közvetlenül* is megtudjuk határozni, de ez a közvetlen mód nagyon fárasztó s könnyen meghiusulható művelet. A közvetett módszer abból áll, hogy a kettő közül csak az egyiket határozzuk meg közvetlenül, vagy a *T*-t, vagy az *x*-et, a másikat pedig közvetett úton. Erre ugyanis felhasználható az a körülmény, hogy a koincidencia időjelek nagy száma miatt, azok megszámlálásának megkönnyítésére közülük egyeseket hosszabb jelekkel különböztetnek meg. Így a francia koincidencia jeleknél a 60 és 61, a 120 és 121, a 180 és 181, a 240 és 241 nem külön hangzik, de őket egyben, mint a Morsenek megfelelő vonást halljuk, ezeknek a vége tehát a 61., a 121., a 181. és a 241. időjel. A naunei (301 számú) időjeleknél a 0., a 60., a 120., a 180. és a 240. nem pontszerű de 0.5 mp idő-

tartamú, azaz vonásszerű. Ezekkel tehát a 60., a 120., a 180. és a 240. jel külön ki van emelve, Ezek az ú. n. megszakítójelek.

A megszakítójelek segítségével kétféle eljárást követhetünk, a franciát és a németet.

A francia eljárással az óra-időpontot, T -t állapítjuk meg közvetlenül; az eljárás lényege a következő.

Megfigyeljük a koincenciát s feljegyezzük T óra-időpontját, ezután tovább figyelve megállapíthatjuk, hogy a közelebbi megszakítójel időpontja óránk szerint mekkora. Mert ha ez az időpont T' , úgy az azt jelenti, hogy $(T' - T)$ számú koincencia időjel volt a koincencia jele és a megszakítás jele közt. Ha tehát a megszakítás ismeretes száma N , akkor

$$N - (T' - T)$$

lesz egyenlő x -el, a koincidáló időjel számával.

A sok koincencia időjel természetesen több koincencia megfigyelését teszi lehetővé. Ha a koincencia időjelek időtartama $0,98$ mp és számuk 300 , akkor csillagidő szerint járó óra esetén $50 - 50$ jelre egy-egy koincencia esik, összesen tehát legalább *hat*, esetleg *hét*; középido szerint járó óra esetén $44 - 44$ jelre esik egy-egy koincencia, azaz összesen legalább *hét* lesz. Ezeket mind végig szokás észlelni vagyis valamennyire megállapítjuk T -t, továbbá valamennyi megszakítójelre a T' -öt.

E megfigyelési módot és a hozzátartozó számítást az alábbi példa mutatja.

I. táblázat.

Koincidencia megfigyelés a párisi időjelek után (francia módszer).

1. A megfigyelés sémája egy számpéldával.

A koincidencia óraidőpontja T	A megszakító időjel óraidőpontja T'	Az időjel száma	Az első és az utolsó időjel számított időpontja T_0 és T_{300}	Megjegyzések
$10^h 07^m 31^s$	$10^h 07^m 40^s$	1 (51)	$10^h 06^m 41,98^s$	Koincidencia időközök:
8 21	8 39	60 (102)		50^s
9 10	9 38	120 (152)		49^s
10 0	10 37	180 (203)		50^s
10 50	11 36	240 (254)		50^s
		300	$10 11 35,10$	átlag $199 : 4 = 49,75^s$
				$\frac{49,75}{50,75} = 0,985^s$

2. Számítás.

Az átlagos koincidencia időköz $49,75$, vagyis két időjel közötti időtartam óramásodpercekben

$$\frac{49,75}{50,75} = 0,985^s$$

Mivel az első időjel után $50 \times 0,985 = 49,02^s$ mult el az összesítésig, tehát az első jel óraidőpontja lesz:

$$T_0 = \frac{10^h 07^m 31^s - 49,02}{10 06 41,98}$$

II. táblázat.

Koincidencia észlelés a naueni időjelek után (német módszer).

M é r é s			S z á m í t á s			
Időjel	Óraidőpont		Az időjel közelítő időpontja közép-európai zónaidő szerint	Az óraállítás közelítő értéke	Az időjel időpontjának javítása	Óraállítás
I. 25 (35)	1 ^h 1 ^m 28	1 ^h 1 ^m 18	1 ^h 1 ^m 23,72 ^s	+ 5,72 ^s	- 0,24 ^s	+ 5,48 ^s
II. 8 (18)	2 10	2 0	2 5,74	+ 5,74	- 0,25	+ 5,49
II. 51		2 42	2 47,75	+ 5,75	- 0,25	+ 5,50
III. (1)	2 52					
35 (45)	3 35	3 25	3 30,74	+ 5,74	- 0,26	+ 5,48
IV. 18 (28)	4 17	4 7	4 12,75	+ 5,75	- 0,27	+ 5,48
V. 2 (12)	5 0	4 50	4 55,73	+ 5,73	- 0,27	+ 5,46
44 (54)	5 41	5 31	5 36,77	+ 5,77	- 0,28	+ 5,49
			Közép	+ 5,74	- 0,26	+ 5,48

jeleket, ránézünk az órára s tíz időjel után (I^M 35-kor) leolvassuk az óra állását (0^h 1^m 28^s). A számlálást folytatjuk, ellenőrzésünk az, hogy a megszakító jelre 60-t, azaz 0-át kell kapnunk, megvárjuk a következő koincidenciát (II^M 8-kor) tovább számolunk 10 időjelet s felírjuk akkor az óraidőpontot (0^h 2^m 10^s) s ezt folytatjuk úgy, hogy lehetőleg valamennyi koincidenciát megkapjuk.

A számítás első lépése a koincidáló időjelnek megfelelő óraidő megállapítása, ezt megkapjuk, ha az időjelhez megállapított óraidőpontból 10-et levonunk. A további számításhoz ismerni kell az egyes koincidencia időjeleknek megfelelő időpontokat. Ezeknek közelítő értékei a naueni koincidencia jelekre nézve a III. táblázatban vannak összefoglalva.

III. táblázat.

A nauei koincidencia-időjelek időpontjainak (közelítő) értékei.

Idő- jel	I ^M	II ^M	III ^M	IV ^M	V ^M
0	1 ^h 0 ^m 59,30 ^s	1 ^h 1 ^m 57,92 ^s	1 ^h 2 ^m 56,54 ^s	1 ^h 3 ^m 55,16 ^s	1 ^h 4 ^m 53,78 ^s
1	1 ^m 0,28	58,90	57,52	56,14	54,76
2	1,25	59,87	58,49	57,11	55,73
3	2,23	2 ^m 0,85	59,47	58,09	56,71
4	3,21	1,83	3 ^m 0,45	59,07	57,69
5	4,18	2,80	1,42	4 ^m 0,04	58,66
6	5,16	3,78	2,40	1,02	59,64
7	6,14	4,76	3,38	2,00	5 ^m 0,62
8	7,12	5,74	4,36	2,98	1,60
9	8,09	6,71	5,33	3,95	2,57
10	9,07	7,69	6,31	4,93	3,55
11	10,05	8,67	7,29	5,91	4,53
12	11,02	9,64	8,26	6,88	5,50
13	12,00	10,62	9,24	7,86	6,48
14	12,98	11,60	10,22	8,84	7,46
15	13,96	12,58	11,20	9,82	8,44
16	14,93	13,55	12,17	10,79	9,41
17	15,91	14,53	13,15	11,77	10,39
18	16,89	15,51	14,13	12,75	11,37
19	17,86	16,48	15,10	13,72	12,34
20	18,84	17,46	16,08	14,70	13,32
21	19,82	18,44	17,06	15,68	14,30
22	20,79	19,41	18,03	16,65	15,27
23	21,77	20,39	19,01	17,63	16,25
24	22,75	21,37	19,99	18,61	17,23
25	23,72	22,34	20,96	19,58	18,20
26	24,70	23,32	21,94	20,56	19,18
27	25,68	24,30	22,92	21,54	20,16
28	26,66	25,28	23,90	22,52	21,14
29	27,63	26,25	24,87	23,49	22,11
30	28,61	27,23	25,85	24,47	23,09
31	29,59	28,21	26,83	25,45	24,07
32	30,56	29,18	27,80	26,42	25,04
33	31,54	30,16	28,78	27,40	26,02
34	32,52	31,14	29,76	28,38	27,00
35	33,50	32,12	30,74	29,36	27,98

Idő- jel	I ^M	II ^M	III ^M	IV ^M	V ^M
36	34,47	33,09	31,71	30,33	28,95
37	35,45	34,07	32,69	31,31	29,93
38	36,43	35,05	33,67	32,29	30,91
39	37,40	36,02	34,64	33,26	31,88
40	38,38	37,00	35,62	34,24	32,86
41	39,36	37,98	36,60	35,22	33,84
42	40,33	38,95	37,57	36,19	34,81
43	41,31	39,93	38,55	37,17	35,79
44	42,29	40,91	39,53	38,15	36,77
45	43,26	41,88	40,50	39,12	37,74
46	44,24	42,86	41,48	40,10	38,72
47	45,22	43,84	42,46	41,08	39,70
48	46,20	44,82	43,44	42,06	40,68
49	47,17	45,79	44,41	43,03	41,65
50	48,15	46,77	45,39	44,01	42,63
51	49,13	47,75	46,37	44,99	43,61
52	50,10	48,72	47,35	45,97	44,59
53	51,08	49,70	48,32	46,94	45,56
54	52,06	50,68	49,30	47,92	46,54
55	53,04	51,66	50,28	48,90	47,52
56	54,01	52,63	51,25	49,87	48,49
57	54,99	53,61	52,23	50,85	49,47
58	55,97	54,59	53,21	51,83	50,45
59	56,94	55,56	54,18	52,80	51,42
60	57,92	56,54	55,16	53,78	52,40

Ezek az értékek csak közelítő értékek, amelyekből a helyes értékek esetleg $0,5$ mp -re is eltérhetnek. Ezért a koincidencia időjeleket felfogják időmeghatározó berendezéssel felszerelt obszervatóriumok és megállapítják a 0 . és a 301 . jel szabatos ($0,01$ mp -re helyes) időpontját. A megállapított szabatos időt az intézetek időszakosan közzéteszik.

A számítás menetét a II. táblázat jobb oldala mutatja. A számítás-rész első oszlopába beírjuk a koincidencia jelnek az előbbi táblázatból vehető közelítő értékét, a második oszlopba pedig az ebből számított közelítő értékét az óra

állításának. Ha most ismerjük a koincidencia jelek szabatos időpontját, vagyis a közelítő értékeik javítását (3. oszlop), akkor számíthatjuk az óra állásának végleges értékét is (4. oszlop).

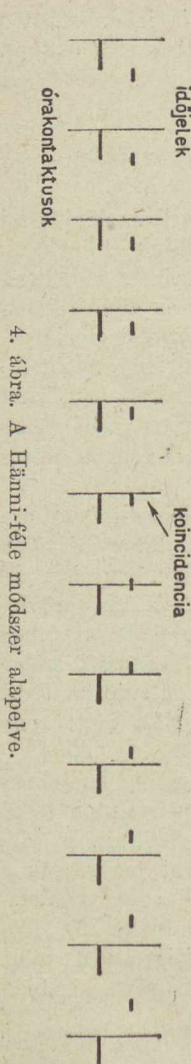
6. A Hänni-féle módszer a koincidenciák szabatos megállapítására.

A *Ferrié*-féle módszerrel, mint akusztikai nóniusszal végezzük el az összehasonlítást. Egyszerre halljuk és figyeljük a két egyenletes hangsort s elemeik eltéréseinek megfigyelésével állapítjuk meg a koincidenciát. Ez az eljárás tehát feszült figyelmet kíván s emellett — a tapasztalat szerint — még nagy gyakorlat esetén sem mentesít egyéni (egyoldalú) megfigyelési hibáktól. Vagyis fárasztó volta mellett nem lehet kihasználni teljesen a koincidencia módszerben rejlő nagy pontosságot. A *Hänni*-féle svájci eljárás¹ segít ezen a kettős hátrányon.

Tegyük fel, hogy az időjelekkel összehasonlítandó óra másodpercenként kontaktusokat létesít. A felfogókészülék telefonját kapcsoljuk az óra kontaktusához úgy, hogy kontaktuszáráskor a telefontól rövidzárlat álljon elő. Ez a rövidzárlat természetesen addig tart, amíg a kontaktus, annak nyitásakor megszűnik. Az órakontaktus időtartamát szabályozzuk úgy, hogy időtartama nagyobb legyen, mint az időjel időtartama. Ezt könnyű elérni, mert az időjelek időtartama kicsi, egy-két tized másodperc.

Az ilyen kapcsolással elérjük azt, hogy a kontaktus alatt időjeleket nem hallhatunk, a kontaktusba jutók tehát elfojtódnak. Vagyis a telefonban egyideig halljuk az időjeleket, majd azok időtartama kezd kisebbedni (egyrészek a kontaktusba jutva részben elfojtódnak) végül egészen kimaradnak (teljes tartamukkal a kontaktusba jutnak). Az időjelek egyrésze tehát kiesik, elfojtódik és pedig annál több minél nagyobb a kontaktus időköz az időjel időtartamánál.

¹ F. Baeschlin, Uhrvergleichen auf drahtlosem Wege nach der Koinzidenzmethode. Astr. Nachr. Band 219. No 5249.



Tovább hallgatva, az időjelek megint megjelennek. (4. ábra.) Világos, hogy az utolsó elfojtott időjel kezdete és a kontaktus kezdete összeesnek, koincidálnak egymással. Ezt a koincidenciát könnyű megfigyelni, az elfojtás után elsőnek hallatszó időjel számát kell csupán megállapítani, amit nem fárasztó észleléssel egészen szabatosan meghatározhatunk.

Az észlelés menete a következő. A telefonban hallgatjuk az időjeleket, azok egyszerre elmaradnak; amint újra kezdődnek, elkezdjük őket számlálni a legközelebbi megszakító jelig. A legelső újra hallatszó jelet vesszük egynek s tovább számláljuk őket, de már az órára nézve. A megszakítójelnél leolvassuk az óra állását (T') s feljegyezzük úgy ezt, mint azt a számot, amit a megszakító jelle kaptunk (n).

Nyilvánvaló, hogy a koincidáló időjel száma (az első megszakító jel esetén) $60 - (n + 1)$ lesz, azaz

$$x = 60 - (n + 1).$$

Most az ehhez tartozó T' óraidőpontot — a koincidáló mp-et kell megállapítani.

A III. táblázatból kivehető az x időjelenek megfelelő τ és a megszakító időjelenek megfelelő τ' időpont. Világos, hogy az x időjelenek megfelelő óraidőpont a $\tau - (\tau' - T')$ -hez legközelebb álló, egész számú másodperces időpont lesz.

Például legyen

$$n = 39$$

és $T' = 1^h 1^m 23,4^s$

Ez esetben a koincidáló időjel

$$x = 60 - (39 + 1) = 20.$$

A III. táblázat szerint az első megszakító időjelnek megfelelő időpont

$$\begin{aligned} r' &= 1^h 1^m 57,92^s \\ T' &= 1 1 23,4 \\ r' - T' &= + 0 0 34,5 \end{aligned}$$

Ugyancsak a III. táblázat szerint az x -nek megfelelő időpont

$$\begin{aligned} r &= 1^h 1^m 18,84^s \\ -(r' - T') &= - 0 0 34,5 \\ \hline &1 0 44,3 \end{aligned}$$

Vagyis az összetartozó időpontok

$$\begin{aligned} r &= 1^h 1^m 18,84^s \\ \text{és } T &= 1 0 44 \end{aligned}$$

s így az óra állása

$$+ 0^h 0^m 34,84^s$$

amihez még hozzá jön az időjel utólag megállapított javítása.

Természetesen valamennyi koincidenziát végig kell észlelni s mindegyik ad egy-egy értéket az óra állására. Ha valamelyik koincidencia épen megszakító időjelre esne, akkor a meghatározás bizonytalan lehet s ezért az illet legcélszerűbb figyelmen kívül hagyni.

A *Hänni*-féle módszer az észlelőt nem fárasztja ki annyira, mint az akusztikai noniusz figyelése s emellett az összeesés egészen szabatosan, az egyéni hibák teljes kiküszöbölésével állapítható meg. Nagy előnye még az is, hogy két dróton kívül semmi egyéb mellékberendezést nem kíván.

7. Az időjelek pontossága.

Az időjeleket olyan órák adják, melyeknek állása lehetőleg 0, s amelyeknek járása nagyon csekély, vagyis igyekeznek betartani az időjeleknek sémabeli (nominális) időpontjait. Érdekes lesz megadni azoknak a vizsgálatoknak eredményét,

melyek az időjelek valóságos időpontjainak meghatározására, vagyis az időjelek úgynevezett hibájára vonatkoznak.

Vegyük alapul a potsdami *Geodéziai Intézet* időszolgáltatásának adatait. Potsdamban állandó ellenőrzés alatt tartják a párizsi *Eiffel-torony*nak d. e. $9^h 30^m$ -kor adott, a naueni állomásnak d. u. $1^h 0^m$ -kor adott onogo jeleit, továbbá az annapolisi déljelzést (d. u. $6^h 0^m$ -kor). Az ezekre vonatkozó eredményeket a *Der Zeitedienst des Geod. Instituts in den Jahren . . .* című kiadványokban teszik közzé.

Az 1923. évi adatok alapján a párizsi onogo jelek középhibája 323 egyes eltérés alapján.

$$\pm 0,096 \text{ mp}$$

a naueni onogo jeleké 224 egyes eltérésből

$$\pm 0,104 \text{ mp}$$

az annapolisi déljelé pedig 246 egyes eltérésből

$$\pm 0,170 \text{ mp}$$

A maximális eltérések a párizsi sorozatban $0,31 \text{ mp}$, a naueni-ben $1,03 \text{ mp}$. az annapolisiban $0,30 \text{ mp}$.

A naueni sorozatra meg kell említenem, hogy ez még a régebbi időjelző berendezésre vonatkozik, az újabbnál a maximális eltérés szintén $0,3 \text{ mp}$ -nél van.

Ezek szerint az időjelek átlagban egy-két tized másodpercre megbízhatóknak vehetők, de előfordulhatnak három-négy tizedet kitevő eltérések is.

A szabatos időösszehasonlításokhoz tehát elkerülhetetlenül szükséges az időjelek hibájának (javításának) ismerete.

8. Az időjeleket adó állomások és adataik.

Az időjeleket adó európai és északamerikai állomásokat a IV. táblázatban foglaltam össze. E táblázat tartalmazza az állomásra vonatkozó adatokat (hívójel, küldő energia nagysága, a rezgés neme és hullámhossza), tovább az időjelek nemét, kezdetét és az esetleges időközlések időpontját. Az állomások közül legrégebb a párizsi és a naueni.

Az időjelek kezdete	Állomás és hívójele	Küldő energia kw.-ban, a rezgés neve	Hullám-hossz	Az időjel típusa	Az időközlés időpontja	
0 ^h 55 ^m am	} Nauen POZ	100, csillapított	3.100 m	} onogo		
1 0 ^m 59,3 ^s		100, csillapítatlan	18.000 „			} koincidencia
		100, csillapított csillapítatlan	3.100 „			
9 0	} Lyon YN	100, csillapítatlan	15.500 „	koincidencia		9 ^h 52 ^m am
9 59		100, csillapítatlan	15.500 „	félautomata		
10 26	} Páris FL	60, csillapított	2.600 „	onogo		11 ^h 39–43 ^m am
11 00		60, csillapított	2.600 „	koincidencia		
11 44		60, csillapított	2.600 „	félautomata		
12 55 pm	} Nauen POZ	csillapított	3.100 „	} onogo		
1 0 59,3 ^s		100, csillapítatlan	1.800 „			} koincidencia
		100, csillapított	3.100 „			
5 55	Annapolis NSS	csillapítatlan	17.100 „	másodperc-jelek		} 11 ^h pm és másnap 3 ^h 50 ^m pm
8 02	Pétervár RET	csillapított	7.100 „	koincidencia		
9 00	Bordeaux LY	3–500, csillapítatlan	23.450 „	koincidencia		
10 02	Moszkva RAJ	csillapított	5.100 „	koincidencia		
11 00	} Páris FL	60, csillapított	2.600 „	koincidencia	11 ^h 39–43 ^m pm	
11 44		csillapított	2.600 „	félautomata		

Megjegyzések a IV. táblázathoz.

1 A párizsi, a lyoni és a bordeauxi koincidencia időjelek mintegy 0,98 mp.-re következnek egymásra. A 300 pontjel közül a

60 és 61,
120 és 121,
180 és 181,
240 és 241

hosszú jellel egyesítve vannak, azaz az időjel sémája például a 60 körül a következő:

• • • — • •
57 58 59 60 61 62 63

Ezek a hosszú jelek a megszakító-jelek.

A koincidencia jelek kezdete előtt két perccel pontszerű jeleket adnak mintegy egy percre, azután szünet jön s a teljes perckor kezdik adni a tulajdonképeni időjeleket. A kezdet időpontját nem tartják be mindig.

A koincidencia jeleket felfogja az *Observatoire de Paris* s megállapítja az első és a háromszázadik időjel szabatos idejét és azt ugyancsak dróttalan telegráfiával közléteszik. A közlés időpontja a 6. oszlopban van feltüntetve. A közlést háromszor ismétlik meg és pedig ha az első jel időpontja $9^h 59^m 58,42^s$ (nyugateurópai zónaidő), a háromszázadik pedig $10^h 4^m 51,53^s$, akkor a következő két számcsoportot telegrafálják (háromszor megismételve):

09 59 58 42
10 04 51 53

2. A naueni koincidencia időjeleket az onogo jelek után adják $7^h 0^m 59,3^s$ kezdettel. A koincidencia időjelek száma 301, időtartamuk mintegy 0,977 mp. Az első, a hatvanadik, a százhuszadik, a száznyolcvanadik és a kétszáznegyvenedik időjel nem pontszerű, de 0,5 mp. hosszú. Ezek a számlálást megkönnyítő megszakító-jelek. Az egyes jelek időpontját az I. táblázatból lehet kivenni. A szabatos időpontot dróttalan

telegráfiával nem közlik. A jeleket állandóan felfogja és pontos idejét megállapítja a *Deutsche Seewarte Hamburg*-ban (az eredményeket közli az „*Astronomische Nachrichten*“ „*Beobachtungs-Zirkular*“-jában), és a *Geodätisches Institut Potsdamban* (eredményei megjelennek az intézet „*Der Zeitdienst*... című kiadványában).

3. Az *annapolisi* (NSS) időjelek *másodperc-jelek*, $5^h 55^m$ -től $6^h 0^m$ -ig (annapolisi délig) tartanak, a 29. mp., továbbá az 55—59-ig terjedő mp.-ek valamint az utolsó percben az 50—59-ig terjedők kihagyatnak.

4. A *pétervári* (leningrádi) állomás *koincidencia* időjeleket ad és pedig 12 sorozatban egyenként 31 pont-jelet ($0,98$ időközökkel). Az egyes sorozatok közt 10 intervallum ($9,8^s$) szünet van. Az első jel időpontja $8^h 02^m 15^s$, az utolsóé $8^h 09^m 55^s$. Úgyanilyenek a moszkvai jelek is (10^h pm kezdettel). Szabatos időpontjukat a pulkovai obszervatórium állapítja meg s időnként közzéteszi.

TÖRVÉNYSZERŰSÉGEK AZ ELEMEEK SPEKTRUMAIBAN.

Írta: ORTVAY RUDOLF.

A spektrumok vonalai között már régebben felismeretek szabályos sorozatokat. A vonalak hasonló viselkedése, éles vagy elmosódott volta, egyszerű vagy több közelálló vonalból összetett szerkezete, végre megegyező felbontása mágneses térben voltak azok a kritériumok, melyek a vonalak szorosabb fizikai összetartozására mutattak rá. Balmer, Rydberg, Deslandres és másoknak sikerült ezen sorozatok vonalai rezgésszámát egyszerű, kevés állandót tartalmazó és bámulatos pontossággal (hat számjegyű számok!) érvényes formulákkal előállítani. Amilyen kétségtelen volt a törvényszerűségek léte, oly soká tartott, míg azok jelentőségét és természetét felismerték. Régebben a rezgésszámokat a rugalmas rezgőtestek alap-, fel- és kombinációs rez-

géseinek mintájára akarták értelmezni, de jelentősebb eredmény nélkül. Óriási tapasztalati anyag, számos részlettörvényszerűség ismerete jellemezte tudásunk állapotát még 13 évvel ezelőtt. Azonban egyes kutatók előtt már ekkor nyilvánvaló volt, hogy a spektrumok törvényszerűségei az atomok szerkezetének kifejezései és ha sikerülni fog „a spektrumok nyelvét megérteni“ evvel az atomok titkaiba is be fogunk hatolni. Ez az előrelátás teljesen beigazolódtott, midőn *Niels Bohr* a Planck-féle kvantum-elméletet és Rutherfordnak az atomra vonatkozó felfogását felhasználva 1913-ban a hidrogénatom spektrumát értelmezte. Az itt nyert szempontok azután a többi spektrumok mélyebb törvényszerűségeinek felismerését is lehetővé tették, másrészt mély betekintést engedtek az atomok felépítésébe.

E cikk első részében tisztán fenomenologikusan, szorosán a tapasztalathoz csatlakozva, de a kvantumelmélet szempontjait felhasználva, a spektrumok törvényszerűségeit fogom ismertetni. Egy második részben a törvények összefüggését a spektrumok keltésének módjával és az atomra vonatkozó mai felfogásainkkal fogom tárgyalni.

I.

1. §. Az első és legfontosabb felismerés, ami a spektrumvonalak áttekintését egyáltalában lehetővé tette, az, hogy egy elem spektrumához hozzárendelhetjük bizonyos mennyiségek „tagok“, „Term-ek“ sorozatát:

$$A_1, A_2, A_3, \dots A_i, \dots A_k, \dots$$

melyek különbsége adja a vonalak rezgésszámait

$$\nu = A_i - A_k. \quad (1)$$

Mivel csak az A -k különbsége szerepel az (1) formulában, nyilván ezek egy alkalmasan választandó, de önkényes additív állandót tartalmaznak. Ezen határozatlanságtól eltekintve, bármilyen rezgésszámok legyenek megadva, mindig található oly A számok, melyek az (1) egyenletet kielé-

gítik, ez tehát magában véve nem fejez ki fizikai törvényszerűséget.

Azonban lényeges törvényszerűséget fejez ki, ha sikerül olyan A mennyiségeket találni, melyek *minden* különbsége egy vonal rezgésszámának felel meg. Ekkor ugyanis kevés taggal sok vonalat állíthatunk elő, így n taggal $\frac{n(n-1)}{2}$ vonalat, amennyi a kombinációk száma, állíthatunk elő. Ez az eset áll fenn a hidrogénspektrumban, hol a tagok a következő rendkívül egyszerű alakkal bírnak:

$$A_n = f(n) = \frac{R}{n^2}, \quad (2)$$

hol:

$$n = 1, 2, 3, \dots$$

Az R az ú. n. Rydberg-féle állandó, mely igen egyszerűen fejezhető ki elemi univerzális állandókkal:

$$R = \frac{2 \cdot 10^8 \mu e^4}{h^3}, \quad (3)$$

hol μ az elektron tömege.

$$\mu = \frac{m_H}{1847} = \frac{1,662 \cdot 10^{-24}}{1847} = 0,899 \cdot 10^{-27} \text{ g.} \quad (4)$$

e az elektron töltése,

$$e = 4,774 \cdot 10^{-10} \quad (5)$$

elektrostatikai egység és h a Planck-féle a hősugárzás formulájából ismert állandó:

$$h = 6,54 \cdot 10^{-27} \text{ erg. sec.} \quad (6)$$

A hidrogén vonalak rezgésszámait (1) szerint a következő képlettel adhatjuk meg:

$$\nu = R \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right), \quad (7)$$

hol n és m helyébe az egész számokat kell tennünk.

Ha n -et állandónak vesszük és m helyébe az összes egész számokat, melyeknél $m > n$ tesszük, a vonalak egy sorozatát egy „szeries“-t kapunk. E szeries legkisebb rezgésszámú vonala az, melynél $m = n + 1$, a legnagyobb, melynél $m = \infty$, ekkor a szeries határát kapjuk, melynek környezetében a rezgésszámok sűrűsödnek és melynek értéke:

$$\nu_{n, \infty} = \frac{R}{n^2}. \quad (8)$$

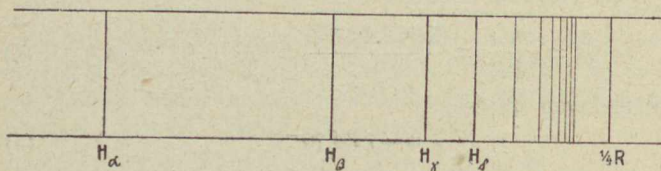
Ha $n = 1$, az ultraviola Lyman-féle szériest kapjuk, melynek határa $\nu = R$ a hidrogénspektrum legnagyobb rezgésszámú vonala. E szeries legkisebb rezgésszámú vonalánál $\nu = \frac{3}{4} R$.

A szeries formulája:

$$\nu = R \left(1 - \frac{1}{m^2} \right), \quad m = 2, 3, \dots \quad (9)$$

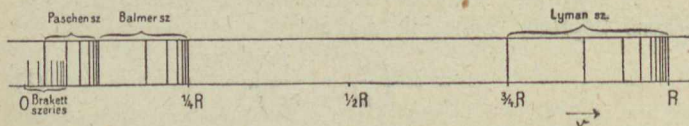
Ha $n = 2$ a Balmer-féle szériest kapjuk, melyhez tartoznak a hidrogén látható vonalai és melyen ösmerte fel Balmer a hidrogén törvényszerűségét.

Balmer szeries



1. ábra.

Az első és második ábra a Balmer-szériest és a hidrogén teljes spektrumát tünteti fel. (1. 2. ábra.)



2. ábra.

A Balmer-szeries képlete:

$$\nu = R \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{m^2} \right), m = 3, 4, \dots \quad (10)$$

A Paschen-féle:

$$\nu = R \left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{m^2} \right), m = 4, 5, \dots \quad (11)$$

és a Brackett-féle:

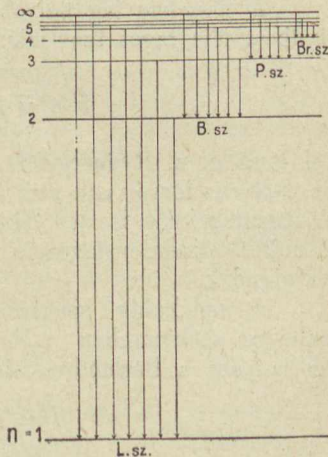
$$\nu = R \left(\frac{1}{4^2} - \frac{1}{m^2} \right), m = 5, 6, \dots \quad (12)$$

szeriesek az ultravörösben fekszenek és a rajz szerint részint egymásba hatolnak.

A 3. ábra a hidrogén-tagok nívóskémáját tünteti fel.

A tagok nagysága arányos az $n = \infty$ -hez tartozó tagot képviselő vízszintes vonaltól való távollal, a vonalak rezgésszáma pedig a nívókat összekötő egyenesek hosszával.¹

Hasonló spektruma van az egyszerűen ionizált héliumnak, avval a különbséggel, hogy N helyébe $4N$ lép és így az egész spektrum az ultraviola felé tolódott el. Hogy itt az ion spektrumával állunk szemben, arról a fénykibocsátó részek eltéríthetősége elektromos térben tanuskodik. A neutrális hélium komplikált spektrummal bír.



3. ábra.

¹ Megjegyezhetjük, hogy a szeries-tagok nem mások, mint a spektrumvonalak sűrűsödési helyei.

2. §. A többi elemek, sőt vegyületek úgy optikai, mint Röntgenspektrumában is alkalmas tagok bevezetésével lehetett a vonalakat rendezni. Az atómok spektrumában a Balmer-féle tag $\frac{R}{n^2}$ helyébe ennek általánosítása lép, mely nagy n esetében asszimptotikusan átmegy a Balmer-féle tagba

$$n \longrightarrow \infty, f(n) \longrightarrow \frac{R}{n^2}. \quad (13)$$

Ezen tagok igen jó megközelítéssel előállíthatók a legtöbb esetben a Ritz-féle formulával:

$$f(n) = \frac{R}{(n + \delta_k + \nu_k f(n))^2} \quad (14)$$

hol δ_k és ν_k empirikus állandók, melyek egy elem egy tagsorozatát jellemzik. Ilyen tagsorozat egy elemnél több is lehet.

A Ritz-féle tag helyébe sokszor, ha ν_k elég kicsi, a Rydberg-féle tagot tehetjük:

$$f(n) = \frac{R}{(n + \delta_k)^2} \quad (15)$$

hol δ_k az u. n. Rydberg-féle korrekció. Ionspektrumokban, ha s -szeres ionról van szó, a taghoz s^2 faktor lép, ép így Röntgentagoknál is egy faktoriall kell szoroznunk kifejezésünket. Mindezen tagok, a Ritz-féle is, csak közelítésnek tekintendők.

A molekulák spektrumában, az ú. n. sávós vagy szallagos spektrumban („Bandenspektrum“) a Balmer-féle tag helyébe a Deslandres-féle tag lép:

$$f(n) = Bn^3$$

$$\text{hol } B = \frac{h}{8\pi \Theta} \quad (16)$$

hol Θ a molekula tehetetlenségi momentuma bizonyos tengely körül. Ezekkel a spektrumokkal nem foglalkozunk.

Az atomspektrumok tagjai növekvő n sorszámmal, melyet ezentúl „főkvantumszám“-nak nevezünk, zérus felé tartanak és ezért a spektrumok határral bírnak, melynek környezetében a vonalak sűrűsödnek, ezért a soriesek képei hasonlóak a hidrogén soriesekhez.

A vonalak előállításának, mint tagok különbségének, közvetlen következménye az, hogy bizonyos vonalak, melyek formulájában közös tag fordul elő rezgésszámainak összege ill. különbsége szintén egy vonal rezgésszáma. Így ha:

$$\nu_1 = f(m) - f(n), \quad (17)$$

$$\nu_2 = f(n) - f(l),$$

$$\nu_3 = f(m) - f(l).$$

Ebből következik, hogy:

$$\nu_3 - \nu_2 = \nu_1, \quad (18)$$

$$\nu_1 + \nu_2 = \nu_3.$$

Ez a kombináció elve, mely irányadó volt arra, hogy a spektrumformulákat mint tagok különbségét írják. (W. Ritz.)

3. §. Azonban nem minden két tag különbsége adja egy létező vonal rezgésszámát, a tagok kombinációja korlátozva van.

Ezért a tagokat osztályozni kell azáltal, hogy még egy számot az u . n. mellék vagy azimutális kvantumszámot vezetünk be, mely a kombináció lehetőségére irányadó. A tagot a következőkép jelöljük:

$$f(n, k) = n_k, \quad (19)$$

hol n a főkvantumszám, k az azimutális kvantumszám.

Az azimutális kvantumszámot úgy választhatjuk, hogy egy osztály tagjai egymásközt nem kombinálnak, a különböző osztályok tagjai pedig csak úgy, ha az azimutális kvantumszám egy pozitív vagy negatív egységgel különbözik.

A kiválasztási törvény e szerint:

$$k \longrightarrow \begin{cases} k + 1 \\ k - 1 \end{cases} \quad (20)$$

Az azimutális kvantumszámok különbsége irányadó, eszerint tehát azok abszolút értéke önkényes additív állandót tartalmaz. A normirozás nem is egyenlő minden kutatónál. Sommerfeld és Bohr egész számú k -t használ, Landé ellenben fél egész számot, amit K -val jelöl. A kettő összefüggése:

$$K = k - 1/2. \quad (21)$$

A tagokat melyeknél $k = 1, 2, 3, \dots$; s, p, d, f, g . tagoknak nevezik és úgy jelölik, hogy a betű elé írják a tag főkvantumszámát. Ez a jelölés még a kvantumelmélet előtti időből ered és a racionális n_k jelölése mellett igen el van terjedve úgy, hogy nem mellőzhető. A tagok skémája a következő:

1. táblázat.

K	n k	1	2	3	4	5	6 . . .
	$1/2$	1	1s	2s	3s	4s	5s
$3/2$	2		2p	3p	4p	5p	6p . . .
$5/2$	3			3d	4d	5d	6d . . .
$7/2$	4				4f	5f	6f . . .
$9/2$	5					5g	6g . . .
.	.						
.	.						
.	.						

A sorozatok szokásos jelölései a következők:

1. Főszeries, F. sz.:

$$\nu = 1s - mp \quad m = 2, 3, \dots \quad (22)$$

2. Első vagy diffuzus vonalakból álló mellékszeri-
I. M. sz.:

$$r = 2p - md \quad m = 3, 4, \dots \quad (23)$$

3. Második vagy éles mellékszeri-
II. M. sz.:

$$r = 2p - ms \quad m = 3, 4, \dots \quad (24)$$

4. Bergmann-szeri-
B. sz.:

$$r = 3d - mf \quad m = 4, 5, \dots \quad (25)$$

Azután másodrendű főseries:

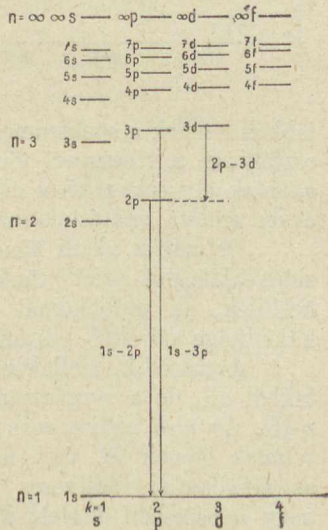
$$r = 2s - mp, \quad m = 3, 4, \dots \quad (26)$$

stb.

A 4. ábra a tagokat
hogyan a tag nagysága arányos
a tagok határától való távol-
sággal. Egy szeriest kapunk,
ha egy tagnívót kiragadunk
és egy szomszédos tagsorozat
nívóitól ezen nívóig függő-
leges vonalakat húzunk, ezek
hossza a vonalak rezgésszámá-
val arányos. Gyakran a tago-
kat pontokkal ábrázolják és
ferde vonalakkal kötik össze
a megfelelő pontokat. A ferde
vonalak vetülete a függőle-
gesre arányos ekkor a rezgés-
számmal.

A hidrogénnél megkülön-
bözött Lyman, Balmer, Pa-
schen, . . . szeriések nem felel-
nek meg a fő, mellék stb.
szeriéseknek. A hidrogénnél

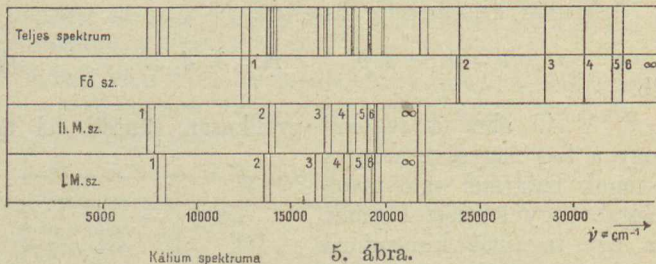
grafikusan tünteti fel úgy



4. ábra.

a tagok nem függnnek k -tól és így az s , p , d , tagok és a fő- és mellékszeriesek összeesnek. A Lyman-szeries az elsőrendű, a Balmer a másodrendű, Paschen a harmadrendű fő-, vagy ami azonos itt, mellékszeriesnek felel meg.

4. §. A hidrogénspektrumhoz leginkább hasonlít az alkálifémek: lithium, nátrium, kálium, rubidium, caesium spektruma. Ezek az elemek Mendelejff-féle periodikus rendszerének¹ első osztályában foglalnak helyet. A következő csoportban az alkáli földfémek csoportjában, hová a calcium, magnézium, bárium tartozik, is elég egyszerű viszonyokat találunk. A többi osztályokban mind bonyolódot-



5. ábra.

tabbak lesznek a spektrumok, úgy, hogy az utolsó, nyolcadik osztályban a vascsoport fémeinél és a nemes gázoknál a vonalak oly sokaságával állunk szemben, hogy még néhány évvel ezelőtt kilátástalannak látszott volna ezek rendezése.

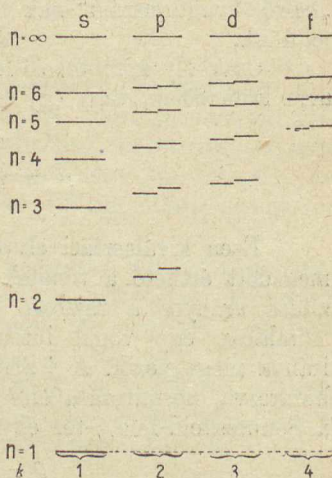
De már az alkáli fémeknél és földfémeknél egy jellegzetes sajátságot észlelhetünk. Az előbbinél a főszeries vonalai kettősek, az utóbbiaknál háromszorosak, a rezgésszámok különbsége növekvő főkvantumszámmal csökken. (5. ábra.)

A második mellékszeries is dublettekből ill. triplettekből áll, de a rezgésszámok különbsége itt független az n -től. Az első mellékszeries is összetett, itt még gyenge vonalak lépnek fel, úgy, hogy minden vonal háromszoros az alkáliáknál, hatszoros az alkáli földfémeknél, melyek nagy n esetében dublett ill. triplettbe mennek át.

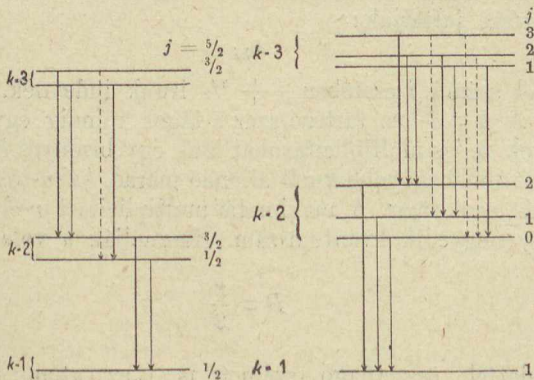
¹ Lásd Groh Gyula cikkét ezen Almanach 240. oldalán.

Mindezek a jelenségek arra mutatnak, hogy az egyes tagok nem egyszerűek. Alkáliáknál az s tag egyszerű a többi kettős, az alkáli földfémeknél is egyszerű az s tag, a többi pedig háromszoros, úgy, hogy a részletnívók különbsége növekvő n -nel csökken. (6. ábra.) Evvel a főszeri viselkedése fogyó intervallumaival és a második mellékszeri állandó dublett ill. triplétt intervallumai értelmezve vannak, mert a főszeriésnél a változó, a második mellékszeriésnél az állandó tag összetett.

Ellenben az első mellékszeriésnél, hol mindkét tag összetett, alkáliáknál négy, alkáli földfémeknél kilenc kombináció lehetséges és ugyanannyi vonal volna várható, amint ezt a 7. ábra mutatja.



6. ábra.



7. ábra.

A pontozott vonalaknak megfelelő rezgésszámok azonban nem lépnek fel és így a kiválasztási elv újabb megszorítására van szükség.

Egy újabb számot rendelünk a tagokhoz, melyet „belső kvantumszám“-nak nevezünk és j -vel vagy J -vel jelölünk.

Csak oly kombináció lehetséges melynél j ill. J vagy nem különbözik, vagy egy egységgel különbözik a tagoknál.

$$J \rightarrow \begin{cases} J + 1 \\ J \\ J - 1 \end{cases} \quad (27)$$

Ezen kiválasztási elvvel, ha a j -k értéke az ábrában megadott, érthető a vonalak kimaradása. A vonalak intenzitása arányos a rajzban húzott vonalak vastagságával. Általában egy vonal intenzívebb, ha k és j változásának iránya megegyezik. A j abszolút értéke szintén nincs meghatározva, normirozása eltérő. A Landé által használt J a Sommerfeld-féle j -től egyfélével tér el.

$$J = j + \frac{1}{2} \quad (28)$$

A tagok szimbolumában a belső kvantumszámot kifejezésre juttatjuk:

$$n_{kj}$$

hol fél számú j esetében $j + \frac{1}{2}$ írunk indexnek.

A $k = 1$ -hez tartozó azaz s tagok mindig egyszerűek, a tagok teljes multiplicitásukat csak egy bizonyos k -val érik el az az annál nagyobb k -nál állandó marad. Az n -től a multiplicitás nem függ. A maximális multiplicitást r -el jelöljük, ez egy negyedik kvantumszám. Használják a vele

$$R = \frac{r}{2} \quad (29)$$

egyenlettel összefüggő számot is („az atom törzsének kvantumszámát“).

r egyszerű vonalakkól álló (szingulett) spektrumban 1, dublettrendszeréknél 2, tripletrendszeréknél 3. A tag szimbólumába is bevehetjük, ami célszerű, ha egy elemnél különféle multiplicitású szeriesrendszerek vannak:

$$n_{kj}^r$$

Az elemek periodikus rendszerének magasabb sor-számú osztályaiban komplikáltabb szeriesrendszerek fordulnak elő. A tagok multiplicitása növekszik és egy elemnél több multiplicitású tagrendszer fordul elő, de mindig csak páros vagy páratlan multiplicitású tagrendszer fordul együtt elő.

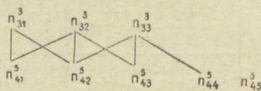
A következő táblázat a különböző multiplicitású tagrendszerek belső kvantumszámairól tájékoztat, a tagokat összekötő egyenesek a lehetséges átmeneteket mutatják. A kvantumszámoknak, úgy Sommerfeld mint Landé-féle jelölését feltüntettem a baloldalon és a legalsó sorban. A legalsó sorban a tagok különbségeinek viszonyai, melyek a multiplettek intervallumaira mérvadók, állanak.

2. táblázat.

		Páratlan multiplettek						Páros multiplettek							
		j	0	1	2	3	4	5	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{5}{2}$	$\frac{7}{2}$	$\frac{9}{2}$	$\frac{11}{2}$	
k	K J	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{5}{2}$	$\frac{7}{2}$	$\frac{9}{2}$	$\frac{11}{2}$	1	2	3	4	5	6		
1	$\frac{1}{2}$	n_{10}^1						n_{11}^2							S
2	$\frac{3}{2}$		n_{21}^1					n_{21}^2	n_{22}^2						p
3	$\frac{5}{2}$			n_{31}^1				n_{32}^2	n_{33}^2						d
4	$\frac{7}{2}$				n_{43}^1			n_{43}^2	n_{44}^2						f
		Szingulett $r=1$ $R=\frac{1}{2}$						Dublett $r=2$ $R=\frac{1}{2}$							
1	$\frac{1}{2}$			n_{11}^3				n_{12}^4							S
2	$\frac{3}{2}$		n_{20}^3	n_{21}^3	n_{22}^3			n_{21}^4	n_{22}^4	n_{23}^4					p
3	$\frac{5}{2}$			n_{31}^3	n_{32}^3	n_{33}^3		n_{31}^4	n_{32}^4	n_{33}^4	n_{34}^4				d
4	$\frac{7}{2}$				n_{42}^3	n_{43}^3	n_{44}^3	n_{42}^4	n_{43}^4	n_{44}^4	n_{45}^4				f
		Triplett $r=3$ $R=\frac{3}{2}$						Quartett $r=4$ $R=\frac{1}{2}$							
1	$\frac{1}{2}$				n_{12}^5			n_{13}^6							S
2	$\frac{3}{2}$		n_{21}^5	n_{22}^5	n_{23}^5			n_{22}^6	n_{23}^6	n_{24}^6					p
3	$\frac{5}{2}$		n_{30}^5	n_{31}^5	n_{32}^5	n_{33}^5	n_{34}^5	n_{31}^6	n_{32}^6	n_{33}^6	n_{34}^6	n_{35}^6			d
4	$\frac{7}{2}$			n_{41}^5	n_{42}^5	n_{43}^5	n_{44}^5	n_{41}^6	n_{42}^6	n_{43}^6	n_{44}^6	n_{45}^6	n_{46}^6		f
		Quintett $r=5$ $R=\frac{5}{2}$						Sextett $r=6$ $R=\frac{6}{2}$							
$\Delta v =$		1 : 2 : 3 : 4 : 5						$= \frac{1}{2} : \frac{3}{2} : \frac{5}{2} : \frac{7}{2} : \frac{9}{2} : \frac{11}{2} : \dots$							

E táblázatból közvetlenül leolvasható, hogy milyen multiplettek lehetségesek. Így a szextett p és d tagok kombinációjából kilenc, a d és f tagok kombinációjából 14 vonal adódik. Épígy megkapjuk azt a kombinációt, ami egy triplett d és kvintett f kombinációból ered, ha a tagokat úgy írjuk egymás alá, hogy ugyanazon j -vel bíró tagok egymás alá kerüljenek.

3. táblázat.



A multiplett 8 vonalból fog állani, amint azt a tagok között húzott nyolc összekötő vonal mutatja a táblázatban.

A n -ik quantumszámmal bíró szingulett, dublett és triplett tagok T szokásos, Sommerfeld féle és racionális Bohr-féle jelölése:

4. táblázat.

T	$nS nP nD$	$n\bar{s} n\bar{p}_1 n\bar{p}_2 n\bar{d}_1 n\bar{d}_2$	$ns np_1 np_2 np_3 n\bar{d}_1 n\bar{d}_2 n\bar{d}_3$
T Somm.	$ns np n\bar{d}$	$ns np_2 np_1 n\bar{d}_3 n\bar{d}_2$	$ns np_2 np_1 np_0 n\bar{d}_3 n\bar{d}_2 n\bar{d}_1$
T Bohr	$n_{10}^1 n_{21}^1 n_{32}^1$	$n_{11}^2 n_{22}^2 n_{21}^2 n_{33}^2 n_{32}^2$	$n_{11}^3 n_{22}^3 n_{21}^3 n_{20}^3 n_{33}^3 n_{32}^3 n_{31}^3$

A periodikus rendszerben előforduló a neutrális atomhoz tartozó multiplett-rendszerekről a következő táblázat tájékoztat. A zárójelbe tett rendszert nem észlelték, csak következtetnek létére.

5. táblázat.

I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 Va	24 Cr	25 Mn	26 Fe
dublett	szingulett	dublett	(szingulett)	(dublett)	(szingulett)	(dublett)	(szingulett)
	triplett		triplett		(triplett)		triplett
		kvartett		kvartett		kvartett	
			kvintett		kvintett		kvintett
				szextett		szextett	
					szeptett		szeptett
						oktett	
							(noneitt)

Általában a periodikus rendszer egy osztályában minden multipliett-rendszernek, melynél R egy meghatározott érték, a következő osztályban két multipliett-rendszer felel meg, melynél R helyébe $R - \frac{1}{2}$, ill. $R + \frac{1}{2}$ lép. Kivételt csak a szingulett-rendszer tesz, melynél $R = \frac{1}{2}$ és melynek csak $R = \frac{3}{2}$ dublett felel meg, mert $R = 0$ nem fordul elő. Ez a Heisenberg-Landé-féle elágazási törvény a Rydberg-féle váltakozási törvény általánosítása.

Ezen multipliett-rendszereken kívül még ú. n. magasabb multipliett-rendszerek is előfordulnak egyes elemeknél így neon, krypton, ólom stb.-nél, melyek törvényszerűségeinek tárgyalása messze vezetne.

A multipliett-rendszerek felismerése a bonyolódottabb spektrumok rendezését is lehetővé tette. Így sikerült a vas összes erősebb vonalait, közel 600-at, egy tripliett, kvintett és szeptett rendszerbe rendezni, hasonlóan a króm-, kobalt-, mangán-nál. A legbonyolódottabb spektrum, melynek ren-

dezése sikerült a neoné, hol 900 vonalat négy s , tíz p , tizenkét d , tizenkét f tag segítségével lehetett előállítani. A komplikált spektrumok rendezése alig néhány év óta folyik és az eddigi eredmények azt mutatják, hogy rövidesen nagy eredményeket várhatunk ezen a téren.

5. §. Az elemeknél oly spektrumok is fordulnak elő, melyek nem illenek be a periodikus rendszerre felírt táblázatba, így alkáliáknál nemesgázszerű komplikált spektrumok, alkáli földfémeknél dublettek. Azonban elektromos terekkel való eltérítéssel ki lehetett mutatni, hogy itt ionspektrumokkal van dolgunk. Általában egy egyszeres ion spektruma az eggyel megelőző, a kétszeres ionnál a kettővel balra levő, a háromszorosnál a hárommal balra levő osztály spektrumának felel meg avval a különbséggel, hogy a tagok kifejezésébe N helyébe $4N$, $9N$, $16N$ lép.

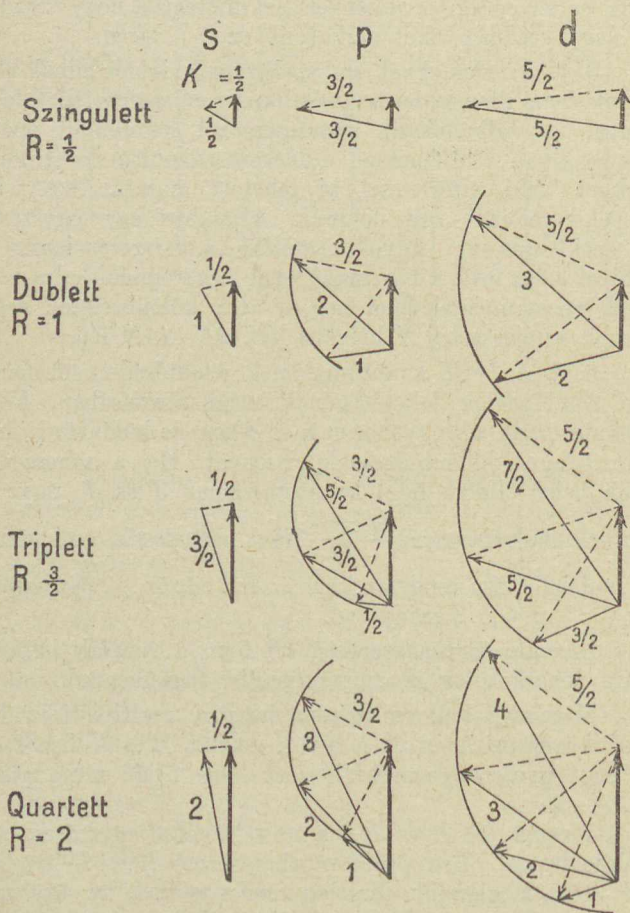
6. §. A belső kvantumszámok jelentősége nem merül ki a kombinációk lehetőségének meghatározásában. Ezek meghatározzák az ugyanazon n és k -hoz, de különböző j -hez tartozó tagok különbségeinek viszonyát. Ha a szomszédos tagok belső (Landé-féle) kvantumszámai J és J' úgy az intervallumok viszonyai $\frac{(J+J')}{2}$ -vel arányosak, ami páratlan multiplicitású rendszereknél $1:2:3:4:5:\dots$, párosaknál $3/2:5/2:7/2:9/2:\dots$ arányt ad.

Hasonló törvényszerűség áll fenn a vonalak intenzitására vonatkozólag is, amivel később foglalkozunk.

Még meg kell említenem, hogy a multipletteknél a belső kvantumszámot és a nívók számát R és K ismeretével egy egyszerű geometriai szerkesztés útján megkaphatjuk. (8. ábra.)

Rakjuk fel R és K -t mint vektorokat egymásra, ezek eredője lesz J . Még pedig meghatározott R és K -hoz tartozó J -ket megkapjuk páratlan rendszereknél, ha úgy rakjuk fel, hogy az eredő $1/2$ páratlan sokszorosa, párosaknál, hogy $1/2$ páros sokszorosa legyen. Az ábra feltünteti ezt a

szerkesztést. Ez a lehetőség irányadó volt R , J , K atomelméleti értelmezésénél is. (Lásd a 193. és 194. oldalon az 5. §-t.)



8. ábra.

A Röntgenspektrumokat is tagokkal fejezhetjük ki. Megkülönböztetünk egy K , három L , öt M , hét N , öt O , három P és még Q tagot is a legnehezebb elemeknél, melyeket teljes analógiában az optikai spektrumokkal k és j kvantumszámokkal határozunk meg.

A K tagot nagy pontossággal így állíthatjuk elő:

$$f(n) = \frac{Z^2 N}{n^2} \quad (30)$$

hol Z az elem rendszáma, hidrogénnél egy, uránnál 92.

A K -séries K_α vonala teljes analógiában a Lyman-szériés legkisebb rezgésszámú vonalával lesz:

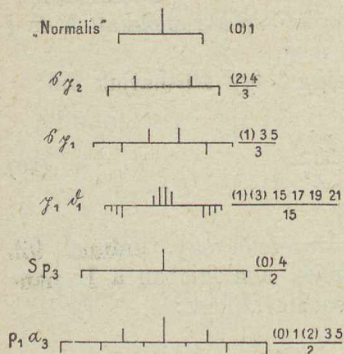
$$\nu = Z^2 N \left(1 - \frac{1}{2^2} \right) = \frac{3}{4} Z^2 N. \quad (31)$$

A K_α vonal megfelel egy Z -szeres ion vonalának.

7. §. Ha a fényforrást mágneses térbe helyezzük, úgy általában minden spektrumvonal több vonalra bomlik. Ha a mágneses tér irányába kibocsátott fényt észleljük, úgy azt találjuk, hogy minden vonal felbontásából eredő vonalak fele jobbra cirkuláris, másik fele balra cirkuláris rezgésekből áll. A mágneses tér irányára merőleges irányban észlelve a cirkuláris rezgést végző vonaloknak lineárisan poláros vonalak felelnek meg, melyeknél a polárosság síkja a mágneses tér irányában fekszik (az elektromos vektor merőleges a mágneses térre). Ezeket σ komponenseknek nevezzük. Fellépnek azonkívül olyan lineárisan poláros komponensek is, melyeknél az elektromos vektor a mágneses tér irányában rezeg: π komponensek.

Ezt a jelenséget felfedezőjéről Zeeman-effektusnak nevezik. A 9. ábra néhány felbontást mutat, a felfelé húzott vonalak a π , a lefelé húzottak a σ komponenseket jelölik, a vonalak hossza intenzitásukat jelképezi.

A Zeemann-effektusok törvényszerűségeit is egyszerűbben fejezhetjük ki, ha a vonalak felbontásáról a tagok felbontására térünk át.



9. ábra.

A tagok megváltozása a mágneses tér folytán a következő:

$$\Delta n_{kj}^r = m \cdot g \cdot o. \quad (32)$$

Itt o az ú. n. Larmor-frekvencia, mely csak a mágneses tér intenzitásától H -tól és univerzális állandóktól, mint c a fény sebessége, e az elektron töltése, μ az elektron tömege függ. Értéke:

$$o = \frac{e}{4\pi c \mu} H \quad (33)$$

m a mágneses kvantumszám, mely $1/2$ -nek összes páros vagy páratlan számú sokszorosait felveszi — $|J - 1/2|$ és, $|J + 1/2|$ közt összesen $2J$ értéket.

$$- |J - 1/2| \leq m \leq |J + 1/2|. \quad (34)$$

Minden tag, melynek belső kvantumszáma J , $2J$ aequidistans tagra bomlik fel. Ez az összefüggés a legközvetlenebb definíciójára szolgál J abszolút értékének; egy tag belső kvantumszáma azon nívók számának fele, melyekre a tag felbomlik mágneses térben.

A mágneses kvantumszám meghatározza a tagok kombinációjának lehetőségeit úgy, hogy csak oly tagok kombinálnak, melyeknél a mágnes kvantumszám nem különbözik, vagy ± 1 -el különbözik. Első esetben π , második esetben σ komponenst kapunk

$$m \rightarrow \begin{cases} m + 1, \sigma & \text{komponens} \\ m & , \pi & \text{"} \\ m - 1, \sigma & \text{"} \end{cases} \quad (35)$$

A g faktor R , K , J -vel racionális alakban kifejezhető.

Ha bevezetjük

$$\begin{aligned}\tilde{J} &= \sqrt{(J + 1/2)(J - 1/2)} \\ \tilde{K} &= \sqrt{(K + 1/2)(K - 1/2)} \\ \tilde{R} &= \sqrt{(R + 1/2)(R - 1/2)}\end{aligned}\quad (36)$$

mennyiségeket úgy g lesz:

$$g = 1 + \frac{\tilde{J}^2 + \tilde{R}^2 - \tilde{K}^2}{2\tilde{J}^2}\quad (37)$$

vagy R , K , J -vel.

$$g = 3/2 + \frac{R^2 - K^2}{2(J^2 - 1/4)}\quad (38)$$

A Landé-féle g formula segítségével a g -k értékeit a 174. oldalon levő táblázatba foglalhatjuk, mely érvényes azon tagok rendszereire, melyeket a 2. táblázatban összefoglaltunk.

6. táblázat.

$\begin{array}{c} J \\ \backslash \\ K \end{array}$	$1/2$	$3/2$	$5/2$	$7/2$	$9/2$	$11/2$	$13/2$	1	2	3	4	5	6	7	
$1/2$	$0/0$					<i>szingwett</i>		2				<i>dublett</i>			
$3/2$		1				$R = 1/2$		$2/3$	$4/3$			$R = 2/2$			
$5/2$			1					$4/5$	$6/5$						
$7/2$				1					$6/7$	$8/7$					
$9/2$					1					$8/9$	$10/9$				
$1/2$		2				<i>triplett</i>		2				<i>kvarrett</i>			
$3/2$	$0/0$	$3/2$	$3/2$			$R = 3/2$		$8/3$	$26/15$	$8/5$		$R = 4/2$			
$5/2$		$1/2$	$7/6$	$4/3$				0	$6/5$	$48/35$	$10/7$				
$7/2$			$2/3$	$13/12$	$5/4$			$2/5$	$86/35$	$78/63$	$4/3$				
$9/2$				$3/4$	$21/20$	$6/5$			$4/7$	$62/63$	$116/99$	$14/11$			
$1/2$		2				<i>kuintett</i>		2				<i>szeptett</i>			
$3/2$		$5/2$	$11/6$	$5/3$		$R = 5/2$		$12/5$	$66/35$			$R = 6/2$			
$5/2$	$0/0$	$3/2$	$3/2$	$3/2$	$3/2$			$10/3$	$28/15$	$58/35$	$100/63$	$14/9$			
$7/2$		0	1	$5/4$	$27/20$	$7/5$		$2/3$	$16/15$	$46/35$	$88/63$	$112/99$	$16/11$		
$9/2$			$1/3$	$11/12$	$31/20$	$19/15$	$4/3$		0	$6/7$	$8/7$	$14/11$	$1^2/113$	$13/13$	
$\begin{array}{c} K \\ \backslash \\ J \end{array}$	$1/2$	$3/2$	$5/2$	$7/2$	$9/2$	$11/2$	$13/2$	1	2	3	4	5	6	7	
$\Delta v =$	1 : 2 : 3 : 4 : 5 : 6 :							$3/2 : 5/2 : 7/2 : 9/2 : 11/2 : 13/2 :$							

A Zeeman-felbontást a következő formula adja meg:

$$\nu = n_{kj} - n'_{k'j} = \nu_0 + (mg - m'g') 0, \quad (39)$$

hol m és m' számára az összes

$$\begin{aligned} - |J - 1/2| &\leq m \leq |J - 1/2| \\ - |J' - 1/2| &\leq m' \leq |J' - 1/2| \end{aligned} \quad (40)$$

feltételeknek megfelelő egész, ill. fél egész számok teendők.

A felbontás független a főkvantumszámtól n -től, mert sem m , sem g nem függ tőle, ezért egy szeriesben állandó a felbontás. (Preston-féle törvény).

$$\text{Ha} \quad g = g' = 1 \quad (41)$$

$$\nu = \nu_0 + (m - m')0. \quad (42)$$

Mivel

$$m - m' = \begin{cases} +1, & \sigma \text{ komponens} \\ 0, & \pi \quad " \\ -1, & \sigma \quad " \end{cases} \quad (43)$$

három komponenst kapunk. Ez az ú. n. normális Zeeman-effektus.

Mivel $(mg - m'g')$ racionális szám, a felbontásoknál a vonalak távolsága rezgésszámban a térnélküli vonaltól a normális 0 -távol racionális sokszorososa. (Runge-féle törvény).

Lássunk példát felbontásokra. A 9. ábra 3-ik felbontása felülről, egy dublett-rendszer (p_1, d_1) kombináció, hol p_1 -el a $J=2$ és d_1 -el a $J=3$ belső kvantumszámmal bíró tagot jelöljük. A mágneses kvantumszám p_1 -nél $\pm 3/2$, d_1 -nél $\pm 5/2$ közt változik, g megfelelő értékei táblázatunk szerint $4/3$ és $6/5$. Készítsünk egy táblázatot a következő módon. Az első sorba a mágneses kvantumszámot, a másodikba p_1 ill. p_2 számára mg szorzatok értékeit írjuk. Azután az alsó sor megfelelő tagjaiból levonjuk a felső sor megfelelő tagjait. A függőleges nyilak mentén képezett különbségek π , a ferde nyilak mentén σ komponenst adnak. A legalsó sorban a zárjelbe tett számok a π , a többiek a σ komponensek és a térnélküli vonal frekvenciakülönbségét adják.

7. táblázat.¹

	J	g	m =	$-\frac{1}{2}$	$-\frac{3}{2}$	$-\frac{1}{2}$	$+\frac{1}{2}$	$+\frac{3}{2}$	$+\frac{5}{2}$
y_1	2	$\frac{1}{3}$	$mg_1 \cdot$						
d_1	3	$\frac{2}{3}$	$mg_2 \cdot$	$-\frac{1}{3}$	$-\frac{2}{3}$	$-\frac{3}{3}$	$+\frac{1}{3}$	$+\frac{2}{3}$	$+\frac{1}{3}$

$$\Delta V = -\frac{2}{15}, -\frac{1}{15}, -\frac{1}{15}, -\frac{1}{15}, (-\frac{1}{15}), (-\frac{1}{15}), (\frac{1}{15}), (\frac{1}{15}), \frac{1}{15}, \frac{1}{15}, \frac{1}{15}, \frac{1}{15}, \frac{2}{15}$$

Hasonlóan J és g segítségével a 9. ábra többi felbontása is kiszámítható. Ennek megkönnyítésére szolgál a 8. táblázat, mely szingulett, dublett és triplett s, p, d tagok megfelelő adatait átnézetesen tünteti fel.

8. táblázat.

	Szingulett			Dublett ¹				Triplett							
	S	P	D	y_1, y_2	d_1, d_2			S	p_1, p_2, p_3	d_1, d_2, d_3					
J	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{5}{2}$	1 2 1	3 2			$\frac{3}{2}$	$\frac{5}{2}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{5}{2}$	$\frac{3}{2}$	
K	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{5}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{3}{2}$		$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{2}$		$\frac{3}{2}$				
R	$\frac{1}{2}$			1 = $\frac{3}{2}$				$\frac{3}{2}$							
m max.	0	1	2	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{5}{2}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{5}{2}$	1	2	1	0	3	2	1
g	$\frac{1}{3}$	1	1	2	$\frac{1}{3}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{2}{3}$	2	$\frac{1}{3}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{1}{3}$

Minden más felbontás is a 6. táblázat és a (40.) szabály tekintetbe vételével könnyen megadható.

A Zeeman komponensek intenzitásaira is egyszerű szabályok érvényesek. Így, ha a két kombináló tag belső kvantumszámjai különbözők, mint a fenti ($p_1 d_1$) kombinációnál, úgy legerősebb az a π komponens, mely a szkéma közepén, tehát kis abszolút értékű m -hez tartozó átmenetnek felel meg és az a σ komponens, mely nagy abszolút értékű m -hez tartozik és a szkéma szélén való átmenetnek

¹ A $-\frac{1}{3}$ és $-\frac{2}{3}$ közti vonal helyesen vékonyan rajzolendő.

felel meg. A maximális intenzitású átmeneteket vastag nyíllal jelöltük.

Ha két tag belső kvantumszámai megegyeznek, úgy a π és σ tagok viselkedése épen ellentett.

Újabbán sikerült az intenzitások számára egyszerű formulákat felállítani, melyek az intenzitásokat, mint a megfelelő kvantumszámok függvényeit adják meg. Így $J \rightarrow J + 1$ esetben

$$\sigma_{\pm 1} = A (J \pm m + \frac{1}{2}) (J \pm m + \frac{3}{2}) \quad (44)$$

$$\pi = 4A (J + m + \frac{1}{2}) (J - m + \frac{1}{2})$$

$$\text{és } J \rightarrow J$$

esetben:

$$\sigma_{\pm 1} = A' (J \pm m + \frac{1}{2}) (J \mp m - \frac{1}{2}) \quad (45)$$

$$\pi = 4A' m^2.$$

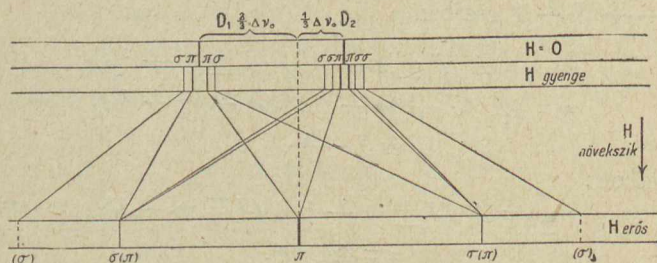
Közvetlenül látható, hogy ezek a törvények fenti kvalitatív szabályainkat tartalmazzák. Az A és A' tényezők a J, K, R kvantumszámok egyszerű racionális függvényei.

Az intenzitási viszonyok tekintetbevételével a Zeeman-felbontások számára sikerült jellegzetes alaptípusokat megállapítani. Ezek tekintetbevételével igen egyszerűen megállapíthatók minden Zeeman-effektusból a kombináló tagok belső kvantumszámai és g felbontási tényezői. A kisebbik belső kvantumszám kétszerese egyszerűen egyenlő a π komponensek számával. (Meg kell jegyezni, hogy előfordul az, hogy ha két belső kvantumszám egyenlő, hogy az egyik π komponens zérus intenzitással bír. De ebben az esetben a különben aequidistans π vonalaknál az egyik intervallum kétszeres, és így nem adhat téves megállapításra alkalmat.)

Erősebb mágneses tereknél a felbontás képe megváltozik. A multiplett egyes vonalainak felbontásai egymást zavarják, asszimmetriák lépnek fel és a kiválasztási elv is érvényét veszti, mert meg nem engedett kombi-

nációk oly tagok közt lépnek fel, melyeknél m több egyiséggel különbözik.

Végre igen erős tereknél, midőn a Zeeman felbontás többszöröse a térnélküli multiplettnek, az egyes vonalak felbontásából eredő összes vonalak úgy rendeződnek, hogy egy normális triplétt marad. Ez a Paschen-Back-effektus. A 10. ábra szemlélteti a viszonyokat a nátrium D -vonalak-



10. ábra.

nál. A zárójelbe tett vonalak intenzitása zérus. Ezen jelenség törvényszerűségeire nem térhetünk ki.

8. §. Elektromos térben is felbomlanak a vonalak, ez a Stark-effektus. Itt is σ és π komponenseket különböztetünk meg. A felbontás hidrogén-vonalaknál igen egyszerűen megadható.

A Balmer-féle tag helyébe a következő jön:

$$f(n) = -\frac{R}{n^2} - A \cdot n \cdot n_e. \quad (46)$$

Itt az A állandó a külső elektromos tér intenzitásától (E) függ:

$$A = \frac{3E h}{8\pi^2 \mu e} \quad (47)$$

n a főkvantumszám, n_e pedig a következő értékeket veszi fel:

$$n_e = - (n - 1), - (n - 2), \dots + (n - 2), n - 1. \quad (48)$$

A tag tehát ismét aequidistans nívókra bomlik fel. A 11. ábra $n = 2$, $n = 3$, $n = 4$, $n = 5$ esetekben a nívók és a térnélküli tag különbségeit mutatja.

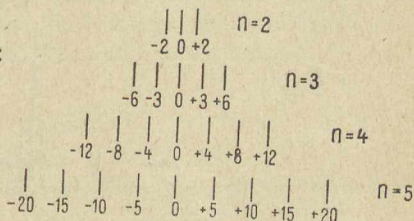
A rezgésszám lesz:

$$\nu = \nu_0 + \quad (49)$$

$$+ A(n.n_e - n'n'_e)$$

n és n_e változása tetszés szerinti.

Ha n és n_e változásainak összege $A(n + n_e)$



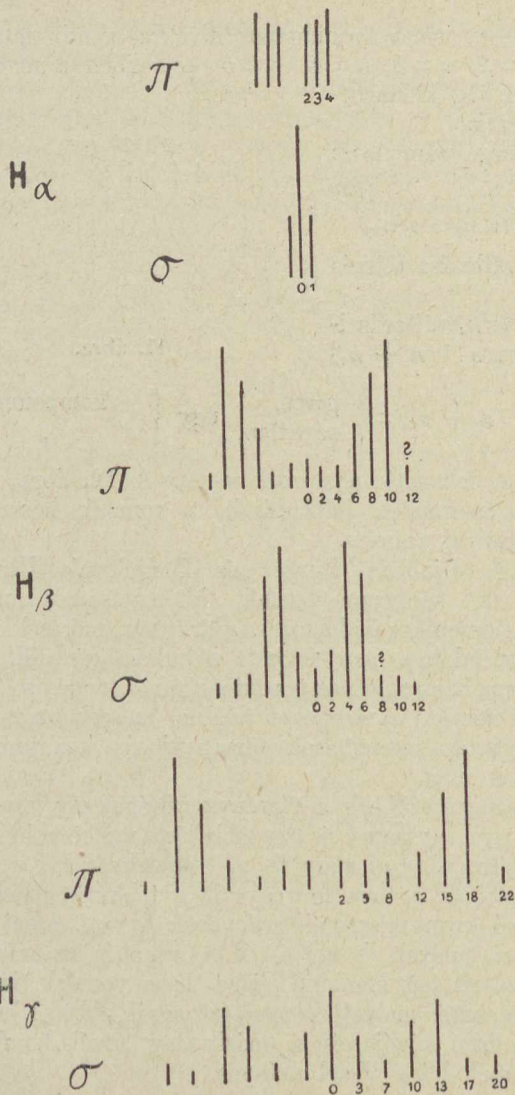
11. ábra.

$$A(n + n_e) = \begin{cases} \text{páros,} \\ \text{páratlan,} \end{cases} \quad \text{úgy} \quad \begin{cases} \pi \text{ komponens} \\ \sigma \text{ „} \end{cases} \quad (50)$$

lép fel. A felbontás növekszik n -nel. A 12. ábra mutatja a hidrogén-vonalak felbontásait, a vonalak hossza azok intenzitásaival arányos.

9. §. Újabban Burger és Dorgelonak Utrechtben sikerült a spektrum-vonalak intenzitásának mérésére exakt módszereket kidolgozni. Bár ezen mérések pontossága egyáltalában nem fogható a hullámhossz ill. rezgésszám meghatározásának pontosságához, mégis sikerült egyszerű törvényszerűségeket találni, melyek arra mutatnak, hogy az intenzitások törvényeit is kvantumszámok határozzák meg.

Legegyszerűbbek a törvényszerűségek oly vonalaknál, melyek egy egyszeres és egy többszörös tag kombinációjából jönnek létre, pl. (sp) vagy ($\tilde{s} p$) vonalaknál. Itt a vonalak intenzitásainak aránya megegyezik a többszörös tag nívóinak belső kvantumszámai arányával. Így pl. a natrium D vonalainál, melyek ($\tilde{s} p_1$) és ($\tilde{s} p_2$) vonalak, az arány $2:1$. Két összetett tag kombinációjánál azon vonalak intenzitásainak összege, melyek az első tag egyik J belső kvantumszámmal bíró nívója és a másik tag nívói kombinációjából jönnek létre, J -vel arányos.



Lássunk néhány példát multiplettek intenzitásaira.

A következő skémákban a vízszintes sorokban az egyik kombináló tag kvantumszámait, a bal oszlopban a másik kvantumszámait, a középső mezőkben az észlelt intenzitások szerepelnek. A zárójelben levő számok az intenzitások értékeit a lejjebb megadandó formulák szerint adják.

9. táblázat.

Kalcium $1p - 3d$.

$R = 3/2$		$p, K = 3/2$		
	J	$5/2$	$3/2$	$1/2$
d $K = 5/2$	$7/2$	100 (100)	0	0
	$5/2$	17,9 (18)	53,6 (54)	0
	$3/2$	1,2 (1)	17,9 (19)	23,8 (25)

10. táblázat.

Sztroncium $1d - 3f$.

$R = 3/2$		$d, K = 5/2$		
	J	$7/2$	$5/2$	$3/2$
f $K = 7/2$	$9/2$	100 (100)	0	0
	$7/2$	8,6 9	69,2 (69)	0
	$5/2$	0,25 (< 1)	8,6 (9)	46,7 (48)

A Burger-Dorgeló-féle törvény szerint a vertikális oszlopokban levő intenzitások összege arányos a felső vízszintes sor kvantumszámaival és a vízszintes sorokban levő intenzitások összege a bal oszlop kvantumszámaival arányos, ami eléggé ki van elégítve.

Az intenzitások számára sikerült egyszerű felépítésű formulákat megadni, melyek csak a K , R , J kvantumszámokat tartalmazzák.

Ezek $K \rightarrow K + 1$ átmenet esetében a következők, ha \mathfrak{S} az intenzitást és az index azt jelenti, hogy a kombinációnál $J + 1$, 0 , -1 -el változott:

$$\mathfrak{S}_{+1} = B \frac{(K+R+J+1/2) (K+R+J+3/2) (K-R+J+1/2) (K-R+J+3/2)}{J+1/2}$$

$$\mathfrak{S}_0 = -2BJ \frac{(K+R+J+1/2) (K+R-J+1/2) (K-R+J+1/2) (K-R-J+1/2)}{J^2 - 1/4} \quad (51)$$

Ezen formulák szerint legerősebb az a vonal, melynél K és J változásának iránya megegyezik.

Hasonlóan a kivételesen előforduló $K \rightarrow K$ kombinációkra fennáll:

$$\mathfrak{S}'_{+1} = B' \frac{(K+R+J+1/2) (K+R+J-1/2) (K-R+J+1/2) (K-R+J-1/2)}{J+1/2}$$

$$\mathfrak{S}'_0 = 2B'J \frac{(K^2 - R^2 + J^2 - 1/4)^2}{J^2 - 1/4} \quad (52)$$

A Zeeman-komponensekre vonatkozó (44) és (45) kifejezésben az A' és A állandók a kombináló tagok kvantumszámaival fejezhető ki, de a formulák megadásától eltekintünk.

Eddigiekben áttekintettük a spektrumok főbb törvényszerűségeit. Ezeknek kifejezetten kombinatorikus és arithmetikai jellege van, egész számú relációk dominálnak. A törvényszerűségek igen elütnek a fizika más törvényszerűségeitől és más kombinatorikus jellegű disciplínákra,

mint a kémiára és az örökléstanban a Mendel-féle törvényekre emlékeztetnek.

10. §. Foglaljuk röviden össze a törvényszerűségeket:

A spektrumvonalak előállíthatók mint tagok különbségei, minden egyszerű törvényszerűség tagokra és nem vonalakra mondható ki.

A tagok abszolút értékeit pontosan csak hydrogénnél tudjuk megadni a Balmer-féle formulával (2), közelítőleg más spektrumoknál a Ritz-Rydberg-féle formulával (14) (15) mint az n főkvantumszám függvényét.

A tagok kombinálási lehetőségeire mágneses tér nélkül 3 kvantumszám: R , K , J , mágneses térben egy negyedik m is irányadó, melyek a lehetséges kombinációkat (20) (21) (27) (28) (29) (34) (35) alapján határozzák meg.

A kvantumszámok irányadók a multiplettek intervallumai nagyságának arányára (2. és 5. tábla utolsó sor), a komponensek intenzitásaira (44) (45) (51) (52) és a Zeeman-felbontásokra, melyek abszolút értékét is meghatározzák. (38).

A spektrumok jellege a periodikus rendszerben elfoglalt helyel és az ionizáció állapotával egyszerű összefüggésben van.

Egyszerű törvényszerűség áll fenn a Zeeman-effektusra erős mágneses térben is (Paschen-Back-effektus) és hydrogén-vonalakra elektromos térben (Stark-effektus.)

A tagok abszolút értékeit hydrogén kivételével, valamint az intervallumok abszolút értékeit csak tökéletlenül tudjuk megadni. Ezek a kérdések nem esnek ezen kombinatorikus eljárások hatáskörébe, melyek oly bámulatatos eredményekhez vezetnek és melyek továbbfejlődése, főképp a komplikált spektrumok esetében, elvárható.

II.

Az eddigi tárgyalása a spektrumoknak tisztán a spektrumok törvényszerűségeinek leírásával foglalkozott, anélkül,

hogy a spektrumok sajátságait más tapasztalatokkal és az atomra vonatkozó mai felfogásainkkal összeköttetésbe hozta volna, így szükségkép egyoldalú és hiányos volt. Annál kevésbé volna az atomok sajátságainak tekintetbe vétele mellőzhető, mert sok törvényszerűség csak így kapja igazi értelmét, másrészt az atomok néhány főbb sajátságai ma teljesen megállapított ténynek tekinthetők. Így az atomok, diskkrét, különálló részek léte és tömegének nagysága, azóta, mióta egyes atomok és elektronok jelenlétét külön ki tudjuk mutatni, nem kétséges. A következőkben az atomokra és a spektrumok keletkezésére vonatkozó néhány alapvető tapasztalat ismertetése után a spektrumok törvényszerűségeinek atomi vonatkozásait egész vázlatosan fogjuk áttekinteni.

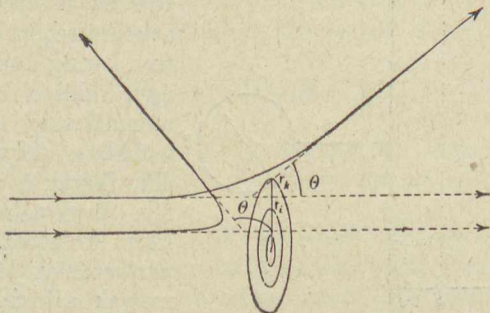
1. §. Millikan amerikai fizikus közvetlen mérésekkel kimutatta, hogy a legkisebb önállóan előforduló negatív elektromos töltés, az elektron töltése:

$$e = (4,774 \pm 0,004) 10^{-10} \quad (1)$$

elektrosztatikai egység, tömege μ a hydrogen atom tömegének 1847-ed része. A neutrális atomok elektronokból és pozitív töltésből vannak összetéve. A pozitív töltés sajátságaira, nagyságára és így az atomban jelenlevő elektronok számára Rutherford alapvető kísérletei szolgálnak felvilágosításul. Rutherford α részek azaz két pozitív töltéssel bíró héliumionok szoródását vizsgálta, ha azok egy vékony rétegen áthaladnak. E részek közül néhányan igen nagy, közel 180° -nyi eltérítést szenvedtek. Egy ilyen nagy eltérítést az aránylag nagy tömegű α rész, — tömege négy hydrogenatom, azaz 7400 elektron tömegével egyenlő — nem szenvedhet az elektronoktól, hanem csak a nagyobb tömegű pozitív töltés közelében, még pedig, hogy az ilyen nagy eltérés létrejöttön, igen erős erőkerekre van szükség. Ebből következik, hogy a pozitív töltés igen kicsiny, egy „atommag“-ot képez. Avval a feltevéssel, hogy a mag csak töltésének megfelelő elektrosztatikai erőt gyakorol a Coulomb-féle törvény szerint, az eltérítések nagyságáról

és a részek arányszámáról, melyek bizonyos eltérítést szenvednek, számot tudunk adni és a töltés nagyságát is meg tudjuk határozni.

Fektessünk az atommagon át egy síkot, mely merőleges az α rész sebességére. E síkban rajzoljunk a mag körül koncentrikus köröket. Ha egy α rész sebessége, mielőtt a mag reá erőt gyakorolna, egy körgyűrű felé van irányítva, melynek sugarai r_i és r_k , úgy eltérítése meg van határozva és a szög, amit eredeti irányával képezni fog, θ_i és θ_k közt lesz. Ha ismernénk az r_i és r_k távolságot, módunkban volna az eltérítések nagyságából az erőteret megállapítani.

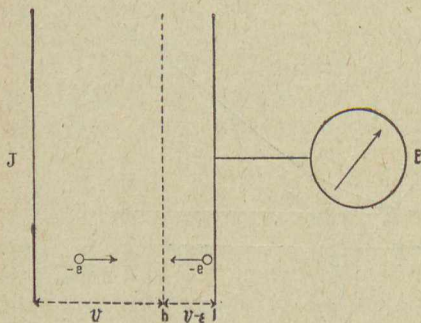


13. ábra.

Ezt azonban nem ismerjük minden egyes α részre, de egy statisztikai megfontolás segít ebben. Ha számos, N számú α -részt irányítunk az atom felé, úgy a valószínűsége annak, hogy egy rész az r_i és r_k által határolt körgyűrű felé van irányítva, ennek területével arányos és az N rész közül ezzel arányos számú rész sebessége lesz a körgyűrű felé irányítva és szenved θ_i és θ_k közötti eltérítést. Rutherford, Geiger, Chadwick gondos és alapvető mérései arra az eredményre vezettek, hogy a mag méretei rendkívül kicsinyek, körülbelül 10^{-12} cm. nagyságrendűek és az erőter, a magtól való távolság négyzetével fordítva arányos Coulomb-féle erőter. A mag töltéseinek száma, az elem ú. n. rendszáma Z , pedig

hydrogéntől, hol az az egység, uránig, hol 92, elemenként egy egységgel növekszik. Ugyanennyi a neutrális atomban az elektronok száma. Az elektronok a mag kis méreteire való tekintettel csak a mag körül lehetnek elhelyezve. Egyensúly csak úgy állhat fenn tisztán elektromos erők hatása alatt, ha az elektronok a mag körül, mint a bolygók a nap körül, mozgásban vannak. Fel kell tenni az atom stabilitására való tekintettel, hogy e mozgásuk közben nem sugároznak, ellentétben az elektrodinamika törvényeivel.

Az elektron lehetséges mozgásait csakis abban az esetben tudjuk áttekinteni, ha egy elektron kering a mag körül, úgy, mint a hidrogén-atomnál vagy a hélium-ionnál, a pályák ekkor elliptikusak és a Kepler-féle törvények érvényesek. A többi esetben perturbációk lépnek fel, melyek áttekintése szigorúan még a két elektront tartalmazó héliumnál sem volt lehetséges.



14. ábra.

2. §. A másik alapvető tapasztalatot Franck és Hertz kísérletei szolgáltatják. Ezen kutatók elektronokkal bombázták egy gáz atomjait és megállapították, hogy az elektronok ütközése az atomokkal úgy történik, mint rugalmas gömbök ütközése, azaz az atom belső energiája nem változik, épígy az elektron nem veszít kinetikai energiát, ha az elektron sebessége bizonyos határon alul marad. Kísérleti berendezésükről a 14. ábra tájékoztat. A J izzó fonálból kilépő elektronok J és h drótháló közt fennálló V potenciálkülönbség hatása alatt v sebességre tesznek szert. Átlépve a dróthálón, f lemezre érnek, melynek negatív töltést adnak,

amit E elektrometer jelez. h és f közt egy $(V - \epsilon)$ nagyságú ellenkező irányú, V -nél kissé kisebb potenciálkülönbséget létesítünk, mely megakadályozza az elektronoknak a lemezre való jutását, ha azok ütközéseik közben sebességükből veszítettek. Ha most a V potenciálkülönbséget J és h közt növeljük, egyszer elérünk egy oly kritikus értéket, midőn az elektronok először szenvednek rugalmatlan ütközést. Ilyen és hasonló módszerekkel kimutatták, hogy minden atomra létezik a kritikus elektronsebességek, ill. kritikus energiák sora, melynél az az atommal való ütközésnél energiáját annak leadhatja. Feltehetjük, hogy az atom felveszi az elektrontól leadott energiát és így a diszkrét állapotok egy sorában létezhet, melyekben energiája:

$$W_0, W_1, W_2, W_3, \dots \quad (2)$$

Ezek a kritikus energiaértékek az atom jellemző állandói, melyek kísérleti megállapítása az előbb vázolt eljárással történik.

Ugyancsak akkor, ha az elektronok energiavesztéssel járó ütközést szenvednek, a gáz fényt kezd kibocsátani, még pedig az első ütközésnél egy meghatározott rezgésszámú vonalat, azután több más vonalat. A rezgésszámok a W energiaértékekkel a következőkép függnek össze:

$$\nu = \frac{W_i}{h} - \frac{W_k}{h} \quad (3)$$

hol h a Planck-féle állandó. Ez az ú. n. Bohr-féle frekvenciafeltétel közvetlenül a spektrumvonalak előállítását adja tagokkal és a tagok jelentését is megadja: a tag nem más, mint az atom energiája osztva h -val.

Az atom különböző energiájú állapotairól a Rutherford-féle felfogás szerint azt a képet alkothatjuk, hogy az atom egy elektronja az ütközés folytán egy, a magtól távolabbi és így nagyobb energiájú pályába jut. Fel kell tenni,

hogy a pályáknak egy diszkrét sora létezik. Sugárzásnál az elektron eredeti pályájába tér vissza, miközben energiáját kisugározza.

Az energiát attól az állapottól számítjuk, midőn az elektron végtelen távolba jut az atomtól. Ez az ionizáció állapotának felel meg, mikor az atom egy töltést veszített. Ezen állapotból az atom normális állapotába való átmenetnek a szerieshatár felel meg, ami a spektrumban akkor lép fel, mikor a gázban az elektronok ionizációt létesítenek. (Egy másik nevezetes vonal, az ú. n. rezonancia-vonala, mely az első, normális állapotnak megfelelő pályába a másodikból való átmenetnek felel meg. Ezt ugyanis a normális állapotú gáz absorbeálni képes, midőn az elektron a második pályába felemeltetik. Innét visszatérve, újra kisugározza a fényt. Ezért nevezik rezonancia-vonalnak.)

3. §. A szeriestagok és a vonalak kifejezését hydrogenatom esetében Bohr szerint egyszerűen levezethetjük.

A nagytömegű $+e$ -töltésű mag körül a μ -tömegű $-e$ -töltésű elektron általában elliptikus pályában kering. Egyszerűség kedvéért körpályákra szorítkozunk.

Az elektron potenciális energiája:

$$V = - \frac{e^2}{r} \quad (4)$$

kinetikus energiája:

$$T = \frac{1}{2} \mu v^2 \quad (5)$$

és így az összes energia

$$W = T + V. \quad (6)$$

Körpályán a gyorsulás $\frac{v^2}{r}$, ha v az elektron sebessége és így az erő $\frac{\mu v^2}{r}$. Ez egyenlő a Coulomb-féle erőtvény szerint $\frac{e^2}{r^2}$ -el.

$$\frac{\mu v^2}{r} = \frac{e^2}{r^2}. \quad (7)$$

azaz

$$\mu v^2 = \frac{e^2}{r}. \quad (8)$$

A kinetikus energia lesz ennek tekintetbevételével:

$$T = \frac{1}{2} \mu v^2 = \frac{1}{2} \frac{e^2}{r}. \quad (9)$$

Az összes energia:

$$W = -\frac{1}{2} \frac{e^2}{r}. \quad (10)$$

Ennek meg kell egyeznie a hidrogénszeries számára empirikusan talált Balmer-féle taggal:

$$-\frac{1}{2} \frac{e^2}{r} = -\frac{2\pi^2 \mu e^4}{h^2} \cdot \frac{1}{n^2}. \quad (11)$$

Ebből r számára kapjuk:

$$r = \frac{h^2}{4\pi^2 \mu e^2} \cdot n^2 = a_1 n^2, \quad (12)$$

$$\text{hol } a_1 = \frac{h^2}{4\pi^2 \mu e^2} = 0,532 \cdot 10^{-8} \text{ cm} \quad (13)$$

a legkisebb körpálya rádiusa. A többi pálya rádiusa ehhez úgy aránylik, mint: $1 : 4 : 9 : 16 : \dots$

(15. ábra.)

Ha (12) feltétel szerint választjuk a körpályák sugarait, a pályák energiája a Balmer-tagnak felel meg.

Ezt a feltételt kimondhatjuk oly alakban, hogy az impulzus momentumára, azaz a tömeg, sebesség és radius-

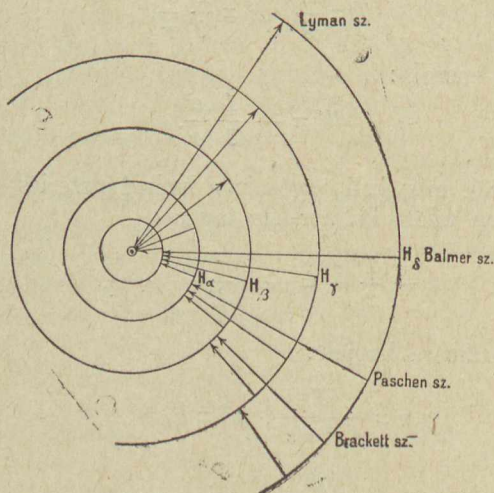
vektor szorzatára vonatkozzék, mert így inkább alkalmas általánosításokra.

Az impulzus:

$$p = r \cdot \mu v. \quad (14)$$

Azt találtuk (8), hogy

$$\mu v^2 = \frac{e^2}{r}. \quad (15)$$



15. ábra.

Beszorozva r -rel, kapjuk:

$$\mu r v^2 = e^2. \quad (16)$$

Mivel (10), (15) egyenletek szerint az összes energia:

$$W = -\frac{1}{2} \mu v^2 \quad (17)$$

v -t p -vel fejezhetjük ki. E célból osszuk el (16)-ot (14)-gyel:

$$v = \frac{e^2}{p} \quad (18)$$

és az energia lesz:

$$W = -\frac{1}{2} \frac{\mu e^4}{p^2}. \quad (19)$$

Ezzel a Balmer-tagból tapasztalatilag kapott:

$$W = -\frac{2\pi^2 \mu e^4}{n^2 h^2} \quad (20)$$

csak úgy lehet egyenlő, ha fennáll

$$p = \frac{h}{2\pi} \cdot n. \quad (21)$$

Az elektron impulzusmomentuma $\frac{h}{2\pi}$ -nek egész számú sokszorososa lehet csupán. Ezen alakban kifejezve a diszkrét pályák feltételét, azt más rendszerekre is általánosíthatjuk.

Az elliptikus pályák esetében a seriesformula nem változik, a pálya energiája független az excentricitástól és csak a nagytengelytől függ.

Héliumion esetében formulánk azzal a változtatással érvényes, hogy a mag töltése nem $+e$, hanem $+2e$ és így a formulába 4-es faktor lép. Ha Z -szeres töltéssel bír a mag, úgy Z^2 faktor lép fel. Így érthetjük a Röntgen K -tag kifejezését, ha ezt úgy értelmezzük, mint a legbelső, a mag közvetlen közelében levő elektron energiája és h hányadosát. Ezen elektronra a többi távolabb levő elektron hatását elhanyagolhatjuk a mag túlnyomó hatásával szemben, azért alkalmazható reá a hidrogénformula egy Z -töltéssel bíró mag esetében.

A hidrogénmodell azért is igen bizalomgerjesztő, mert ha pontosabban számítunk, pl. a mag együttmozgását, vagy a tömeg relativisztikus függését a sebességtől tekintetbe vesszük, a spektrumok újabb finom részleteire kapunk felvilágosítást új feltevés nélkül. Épígy, ha az atomot külső

elektromos tér hatásának tesszük ki és így számítjuk az energiát, a Stark-effektust kapjuk meg.

4. §. Ha a mag körül több elektron van, a series-tagokat nem tudjuk szigorúan meghatározni.

Ha feltesszük, hogy egy elektron jóval távolabb van a magtól, mint a többi, úgy tekinthetjük, hogy az elektron oly erőterben mozog, mely csak kevésbé tér el a Coulomb-félétől. Legyen ennek potenciális energiája:

$$V = \frac{e^2}{r} \left(1 + \frac{c_1}{r} + \frac{c_2}{r^2} + \dots \right) \quad (22)$$

hol c_1, c_2 állandók. Ekkor a tagok számára levezethető a Ritz- és Rydberg-féle formula, melynek állandóit δ_k és κ_k -t a c_k -k segítségével fejezhetjük ki. A Rydberg-állandó δ_k nagy értékeiről úgy tudunk számot adni, hogy az elektron perihéliumában behatol a magot körülvevő elektronok közé.

A pálya (22) potenciál esetében közelítőleg úgy jellemezhető, mint egy ellipsis, melynek nagy tengelye az ellipsis síkjában forgást végez, a pálya alakja egy rozetta lesz. Általában a mozgás nem periodikus, hanem egy ú. n. többszörösen periodikus mozgás lesz. Ezt igen egyszerűen megérthetjük. Jellemezzük az elektron helyzetét síkjában polárkoordináták: a radiusvektor r és az azimut φ , azaz a radiusvektornak egy állandó iránnyal bezárt szöge által. Ha az elektron az ellipsist egyszer befutotta T idő alatt, úgy a radiusvektor eredeti értékére visszatér, r tehát T periodussal bír. Az azimut azonban nem tér eredeti értékére ezalatt vissza, ha az ellipsis forog. Az azimut is periodikus, de más periodussal bír. Az ellipsis nagy tengelyének precessiója az excentricitástól függ, az energia sem független ez esetben az excentricitástól. (16. ábra.)

Ezért ezen esetben nem elég a pálya nagy tengelyét meghatározni (12) egyenlettel, egy n kvantumszámmal, hanem egy második kvantumszámot, k -t kell bevezetni, mely az ellipsis excentricitását, illetve a tengely precessióját határozza meg.

Ezen esetben két kvantumszámot kapunk, az egyik a főkvantumszám n meghatározza az ellipsis nagytengelyét és túlnyomó mértékben az energiát, a másik az elektron impulzus momentumát és csak kissé módosítja az energiát. Ezt identifikáljuk a k azimutális kvantumszámmal. A tisztán periodikus hidrogénatomnál nem lehet két kvantumszámot megkülönböztetni.

5. §. Összetettebb atomoknál felsoroljuk a kvantumszámok értelmezését:

A főkvantumszám n a pályának, melyet első közelítésben szintén precessáló ellipsisnek fogunk fel, nagytengelyét határozza meg és túlnyomó részben energiáját is.

Az elektron impulzusmomentumát az azimutális kvantumszám (k) határozza meg, úgy, hogy az impulzus abszolút értéke

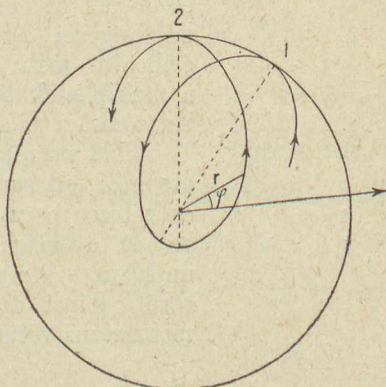
$$\frac{h}{2\pi} k, \text{ ill. } \frac{h}{2\pi} K.$$

Az egész atomimpulzus momentuma a belső kvantumszám $\frac{h}{2\pi}$ -szerese:

$$\frac{h}{2\pi} j, \text{ ill. } \frac{h}{2\pi} J$$

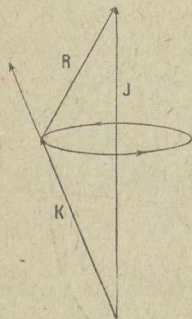
Az atomtörzs, tehát a mag és az azt környező elektronok impulzusmomentuma:

$$\frac{h}{2\pi} R.$$



16. ábra.

A mechanika azt kívánja, hogy az atom összes impulzumomentuma azaz J állandó legyen. J vektori összege R és K -nak és ezek J körül precessiót fognak végezni. R és K ilyen értelmezése érthetővé teszi azt a szabályt, amelyet a multiplettek belső kvantumszáma meghatározására találtunk.



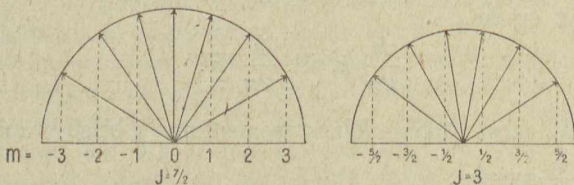
17. ábra.

Ha mágneses tér van jelen, úgy az atomról feltesszük, hogy összimpulzusa csak bizonyos meghatározott szögeket képezhet a mágneses tér irányával. Az impulzus vektora a mágneses tér irányára körül kúpot fog leírni. Az impulzumomentum vetülete a mágneses térre:

$$m \frac{h}{2\pi} = \cos \vartheta \cdot \frac{Jh}{2\pi} \quad (23)$$

hol m a mágneses kvantumszám és

$$\cos \vartheta = \frac{m}{J}. \quad (24)$$



18. ábra.

6. §. A Zeeman-effektus értelmezése normális esetben igen egyszerű, úgy, hogy a gondolatmenetet röviden vázolhatjuk. Az atom elektronjai mozgása folytán egy mechanikai impulzumomentummal bír és egyszersmind egy mágneses momentummal is. Egy elektron mozgása folytán mágneses teret kelt, mint egy áram. Egy i intenzitású áram, mely

egy f felületdarabot körülfoly, egy mágneses momentummal bír, melynek értéke elektromágneses egységekben

$$M = f \cdot i.$$

Ha egy elektron körülfutási ideje τ , úgy az időegységben pályája egy keresztmetszetén $\frac{1}{\tau}$ -szor halad át, az áramintenzitás pedig az időegységben átvitt töltések száma $i = \frac{e'}{\tau}$, hol e' az elektron töltése, elektromágneses egységekben mérve, $e' = \frac{e}{c}$, ha e -t elektrostatikai egységekben fejezzük ki és c a fénysebesség. Tehát:

$$M = \frac{e f}{c \cdot \tau}. \quad (25)$$

Másrészt az elektron mechanikai impulzuszórája nem más, mint a kétszeres területi sebesség és tömeg szorzata. A területi sebesség $\frac{f}{\tau}$ és így

$$p = 2\mu \frac{f}{\tau}. \quad (26)$$

Az impulzuszórája és mágneses momentum iránya megegyezik, mindkettő merőleges a pálya síkjára. Több elektron megfelelő momentumait vektori összegezés útján kapjuk meg.

A mágneses és mechanikai momentum hányadosa:

$$\frac{M}{p} = \frac{e}{2\mu c}. \quad (27)$$

A mágneses tér az atom mágneses momentumára forgató hatást gyakorol és azt a mágneses tér irányába fog

igyekezni beállítani. Azonban az impulzuszórája foly-
tán az atom precessiót fog végezni, úgy, mint egy pörgettyű
a földnehezési erő hatása alatt. A precessio szögsebessége:

$$\omega = 2\pi o = \frac{e}{2\mu c} H = \frac{M}{p} H \quad (28)$$

lesz, ha H a mágneses tér intenzitása. Ezen mozgás (Larmor-
precessio)-nak megfelelő rezgésszám:

$$o = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{e}{4\pi\mu c} H. \quad (29)$$

A Larmor-precessio folytán az atom energiája meg-
változik ΔW -vel a miről egyszerűen ki lehet mutatni, hogy

$$\Delta W = 2\pi \cdot o \cdot J \cdot \cos(JH) = 2\pi o \cdot M, \quad (30)$$

hol M az impulzus komponense a mágneses tér irányában.
Ez pedig

$$M = \frac{h}{2\pi} \cdot m, \quad (31)$$

hol m a mágneses kvantumszám.

$$\Delta W = o \cdot m. \quad (32)$$

amint ezt a normális effekusnál láttuk.

Anomális esetben:

$$\Delta W = o \cdot m \cdot g. \quad (33)$$

Ezt úgy értelmezhetjük, hogy ekkor az atom anomális
Larmor-precessiót végez a mágneses tér körül. Ezt pedig a
mágneses momentum és impulzuszórája anomális viszony-
ára vezethetjük vissza, ez nem

$$\frac{e}{2\mu c}, \text{ hanem } \frac{M}{p} = g \cdot \frac{e}{2\mu c} \text{ lesz.}$$

Ez a feltevés annál indokoltabb, mert az atomok mágneses momentumának direkt mérése az atom normális állapotában $g = 2$ értéket adott, ami táblázatunk szerint az s tag állapotában megfelel.

A Landé-féle g formula levezetése egyszerű és tiszta feltevések mellett nem sikerült. Csak, ha feltesszük, hogy az atomtörzs kétszeres mágneses momentummal bír, ami kellően indokolva van és hogy J, K, R helyett $\tilde{J}, \tilde{K}, \tilde{R}$ vektorokat vezetjük be, aminek egyszerű értelmet nem tudunk adni, tudjuk levezetni.

Az intervallumok viszonyait egyszerűen értelmezhetjük, ha feltesszük, hogy az R és K vektor különböző állásaiban az atom energiája arányos a hajlásszög kosinusával

$$W = C \cdot \cos RK = C \cdot \frac{J^2 - R^2 - K^2}{2RK}. \quad (34)$$

Két szomszédos nivónál a J -k egy egységgel különböznek. Az energiák különbsége lesz:

$$W - W' = C' \frac{J^2 - J'^2}{2RK} = \frac{C'}{RK} \cdot \frac{J + J'}{2} \cdot (J - J'), \quad (35)$$

szomszédos nivóknál

$$J - J' = 1 \quad (36)$$

és így

$$W - W' = C \cdot \frac{J + J'}{2}, \quad (37)$$

azaz az intervallumok viszonyai páros multipletteknél:

$$\Delta\nu = 3/2 : 5/2 : 7/2 : \dots \quad (38)$$

páratlanoknál:

$$\Delta\nu = 1 : 2 : 3 : \dots \quad (39)$$

A kiválasztási törvények és az intenzitási viszonyok tárgyalása, valamint az intervallumok abszolút értékének tárgyalása messze vezetne és nem lehet célunk.

Úgy látszik, hogy a spektrumok tanulmányozása, mely a csillagok kémiai szerkezetének felderítésével az asztrofizika első nagy eredményét szolgáltatta, most az égi mechanikától kölcsönvett módszerek felhasználásával eredményesen hatol be az atom titkaiba.

Budapest, 1925. augusztus havában.

Tájékoztató az irodalomról:

Csak néhány mű felsorolására szorítkozunk, melyek a további irodalomról tájékoztatnak.

A Bohr-féle elméletbe könnyen érthető bevezetésül szolgálhat:

H. A. Kramers und H. Holst. Das Atom und die Bohrsche Theorie seines Baues. Springer. Berlin 1925.

Alapvető munka, az elméletbe és a tapasztalati anyagba való mélyebb behatolásnál nélkülözhetetlen:

A. Sommerfeld. Atombau und Spektrallinien. Vieweg. Braunschweig. 4. kiadás 1924.

A spektrumok keltését behatóan tárgyalja. Foote and Mohler: The origin of Spectra. New-York 1922.

A Zeeman-effektusokra és Multiplettekre: E. Back und A. Landé: Zeeman-effekt. Springer. Berlin 1925.

Elméleti módszerek kifejtése:

M. Born. Vorlesungen über Atommechanik. Springer. Berlin 1925.

Az intenzitási kérdésekre vonatkozó újabb vizsgálatokra:

L. S. Ornstein u. H. C. Burger. Zeitschrift f. Phys. 28. p. 135. 1924., 29. p. 241. 1924.

H. C. Burger u. Dorgelo. Zeitschr. f. Phys. 23. p. 258. 1924., 24. p. 46. 1924.

Az intenzitási formulákra:

R. de L. Kronig. Zeitschr. f. Phys. 31. p. 885. 1925. A. Sommerfeld u. H. Hönl. Sitzungsber. d. preuss. Akademie d. W. 1925. 141. oldal.

Általában a Zeitschr. f. Phys. utolsó kötetei az összes aktuális kérdésekre vonatkozólag.

Utóirat 1925 december havában.

Arról a rohamos fejlődésről, a melybe az atomok szerkezetéről és a spektrumokról képezett felfogásunk jelenleg

eljutott, fogalmat nyújthat az a körülmény, hogy a kézirat lezárása óta augusztus havában megjelent, illetőleg Magyarországon kézhez vett fontos értekezések már kiegészítő utalásokat tesznek szükségessé.

1. Az egyik a Röntgen-spektrumokra vonatkozik. A Röntgen-spektrumok tagjairól már régen tudták, hogy a Balmer-féle tagokhoz hasonló alakban:

$$(Z-s)^2 \frac{N}{n^2}$$

állíthatók elő, hol Z egész szám, n a főkvantumszám és s egy empirikus állandó („Abschirmungszahl“). Nagy haladást jelentett, hogy Wentzelnek¹ sikerült az s állandókat tisztán atomi állandókat tartalmazó kifejezésekkel igen kielégítő pontossággal előállítani és így az összefüggést a Röntgen-spektrumok dublettjei és a Millikan és Bowen² által a távoli ultraviolában észlelt dublettek közt helyreállítani.

2. A komplikáltabb spektrumok tanulmányozásában az a törekvés nyilvánul meg, hogy a spektrumok és a periódikus rendszerben az elem által elfoglalt hely közti kapcsolatot részletesen felderítsék.³ Ezen spektrumokban a szövegben említett kombinálási szabályoktól eltérő szabályokat is találtak.

3. Végre fel kell említeni azokat a törekvéseket, melyek a kvantumelmélet alapfeltevéseinek módosítására és a kvantumszámok eltérő értelmezésére vonatkoznak. Kiindulási pontját képezi ezen vizsgálatoknak Heisenbergnek⁴ azon gondolata, hogy a tagot nem mint az atom energiáját, hanem annak bizonyos módon képezett átlagértékét kell

¹ G. Wentzel, Ann. d. Phys. 76, p. 803. 1925.

² J. S. Bowen és R. A. Millikan, Phys. Rev. 24, p. 209. 1924.

³ H. N. Russel és F. A. Saunders, Astrophys. Journ. 61. p. 38. 1925. — W. Pauli, Zeitschr. f. Phys. 31, p. 765. 1925. — F. Hund, ugyanott 33, p. 345. 1925. — P. Jordan, ugyanott 33, p. 563. 1925. — E. Back, ugyanott 33, 579. 1925.

⁴ W. Heisenberg, Zeitschr. f. Phys. 26, p. 291. 1925.

tekinteni. Ez a felfogás a Zeeman-effektusok és Röntgenspektrumok értelmezésében termékenynek bizonyult. Heisenberg egy másik dolgozatában a komplikált spektrumok és a kvantumszámok felfogásának különböző lehetőségeire mutatott rá,¹ egyik legújabb cikkében² pedig a kvantumfeltételek új és igen érdekes fogalmazását kíséri meg.

Mindezen figyelemreméltó szempontok a kialakulás stádiumában vannak és összefüggő ismertetésre nem értek meg. Ezen megjegyzések inkább azok számára való útmutatások, kik a fenti kérdések tudományos irodalmába be akarnak hatolni.

CSILLAGRENDSZEREK.

Irta: Dr. WODETZKY JÓZSEF.

Hatalmasabb problémának megfejtését nem is tűzhettem maga elé az emberi elme, mint a világegyetem szerkezetének kikutatását. Ezért nem is várható, hogy *egy* ember munkája már megadja a keresett megoldást. Sok kutatás, sok észlelés, tapasztalat és gondolkodás, sok tudósnak sok évszázados szakadatlan munkája volt szükséges ahhoz, hogy itt a sejtelmeknek is csak a küszöbéhez érjünk. S ha még messze is vagyunk attól, hogy minden részletben számot adhassunk a mindenség szerkezetéről, azért nagy vonásokban egyet-mást mégis sikerült a csillagászatnak megállapítania. Hiszen ennek a kérdésnek a megoldása a csillagászat főadata, mert a mindenség, a világegyetem, az nem más, mint az égitestek összessége: a Nap az őt kísérő bolygókkal, köztük a mi kicsinyke Földünk, a meteorok, az üstökösök, azután az ég többi Napjai az úgynevezett állócsillagok, a Tejút, a ködfoltok és a csillaghalmazok.

A kérdés az, hogy nagyjából hány csillag létezik, mekkora térben vannak elhelyezve, hogyan vannak ebben eloszolva a csillagok, milyen alakú az elrendeződésük s nagy vonásokban milyen a mozgásuk.

¹ W. Heisenberg, Zeitschr. f. Phys. 32, p. 841. 1925.

² W. Heisenberg, Zeitschr. f. Phys. 33, p. 879. 1925.

Ha derült égen a Napot, a Holdat, a csillagokat nézzük, úgy pusztá szemlélet által nem tudjuk megítélni, hogy közülük melyik van közelebb hozzánk, melyikük távolabb tőlünk, amit pedig földi tárgyaknál könnyen képesek vagyunk megtenni. Ez azért van, mert az égitestek valamennyien oly nagy távolságban vannak tőlünk, hogy szemünknek a földi távolságoknál oly jól beváló sztereoszkópszerű elrendezése itt felmondja a szolgálatot. A régiek hamar készen is voltak a mindenség szerkezetéről való nézetüknek megalkotásával: az egyforma nagy távolságban lenni látszó csillagokat óriási kristálygömbre képelték erősítve, mely gömbnek középpontjában foglal helyet a Föld.

De a tapasztalat lassankint arra tanította az embereket, hogy az egyes égitestek távolsága között mégis csak kell különbségeknek létezniök. A Holdnak közelebb kell lennie mint a Napnak, mert hiszen napfogyatkozás alkalmával a Hold mindig a Nap és a Föld közé kerül; Jupiter és Saturnus még távolabb vannak mint a Mars, mert sokkal lassabban teszik meg körútjukat az égen, mint emez. Így hát *Aristoteles*, a görögök híres filozófusa, a Holdnak is, meg a Napnak is, és az akkor ismert bolygóknak is (Merkur, Vénus és az előbb említettek) külön-külön egy-egy kristálygömböt juttatott, melyre rá voltak erősítve. Ez a kép sokáig úr volt az emberek képzeletén és béklyóba verte a kutatást, melyre semmi sem hátráltatóbb, mint az ilyen előre kieszelt elméletek, melyeket semmiféle tapasztalat sem támogat.

Nem is lehetett itt szó behatóbb tapasztalatról egészen a távcső feltalálásáig, s ehez két évezrednek kellett elmúlnia a nagy görög filozófus után. De ekkor egyszerre megváltozott a mindenségről addig alkotott kép. *Galilei* volt az első halandó, ki távcsővét az égre emelte, hogy annak főséges titkaiba betekintést nyerjen. Az ő szeme látta meg először a Jupiter körül keringő négy nagyobb holdat, a napfoltokat, a Hold hegyeit, csillaghalmazokat és ködfoltokat. *Riccioli* jezsuita, *Galilei* kortársa, felfedezi az első kettőscsillagot a tizenhetedik század közepe táján. Akkor már száz éve elmúlt, hogy *Copernicus* nagy műve napvilágot látott. *Copernicus* a frauenburgi kanonok régi görög eszmékre támaszkodva, azt tanította, hogy a Föld nem a mindenség

közepében áll szilárdan, hanem hogy a többi bolygóval együtt a Nap körül kering. A Föld így lassanként leszorult arról a hatalmas polcra, melyet az emberek előítéletében elfoglalt. De úgy látszott, hogy a Nap még mindig kiváltságos helyre tarthat igényt.

A távcső folytonos tökéletesedése mindjobban igazolta *Copernicus* tanítását. Szakadatlan megfigyelés, a matematika és fizika fejlődésével párhuzamosan megtanított arra, hogy legalább a Nap közvetlen hozzátartozóit tanuljuk jobban megismerni. Megtudtuk így, hogy a mi Földünk a világűrben szabadon lebegő gömbalakú égitest, hasonlóan a többi bolygókhoz, de hogy aránylag nagyon kicsiny. Jupiter térfogata több mint ezerszer nagyobb nálánál, a Napé pedig milliószerénél is nagyobb. Viszont a Hold térfogata mintegy ötvenszer kisebb, mint a Földé. Mégis a Hold az égen ugyanakkorának látszik, mint a Nap. Mindenki könnyen eltalálhatja, hogy ez azért van, mert sokkal közelebb van hozzánk, mint a Nap. A Hold közepes távolsága a Földtől 385.000 km., a Napé pedig 150.000.000 km. A távcsőnek oly ismereteket köszönhetünk, amelyenkről felfedezése előtt még sejtelmük sem lehetett az embereknek. Míg egészen a tizennyolcadik századig csak Merkurt, Venust, Marst, Jupitert, Saturnust ismerték, mint a Nap körül keringő bolygókat, a Földön kívül, addig ma tudjuk, hogy ezeken kívül még két nagyobb szerű bolygó, az Uranus és Neptunus, ezernél is több apró bolygócska és számos üstökös meg számtalan meteor rajzik a Nap körül. Ez a Nap legszűkebb környezete. Legmesszebb van a Naptól a Neptunus, közepes távolsága a Nap—Föld-távolság harmincszorosa.

A szabad szemmel látható öt nagyobb bolygón kívül mintegy 6000 ragyogó csillagot számlál a fölfegyverzetlen szem az égboltozaton. Ezeket álló csillagoknak nevezték, mert egymáshoz való viszonylagos helyzetüket több emberöltő alatt sem változtatják észrevehetően. Ezek a csillagok mind saját fényben ragyognak, úgy mint a mi Napunk, nem kölcsönfényben, mint a bolygók vagy a Hold. Tehát ezek is napok, melyek csak azért látszanak oly aprónak, mert legtöbbször a szó szoros értelmében mérhetetlen távolságban van tőlünk. Ha el tudnánk menni egyik ilyen távoli csillagra, a mi Napunk is csak apró világító pontnak látszanék

a többi csillagok miriádjai között, annál kisebbnek, minél jobban távolodnának tőle. Az állócsillagok között vonul a Tejút.

Csak nagyon kevés állócsillagnak sikerült eddig meghatározni a Naptól való távolságát. A hozzánk legközelebb levő állócsillag — eddigi ismereteink szerint — az α (alfa) Centauri, mely 274.100-szor oly messze van tőlünk, mint a Nap. A fénynek másodpercenként 300.000 km. sebességgel négy és fél évre volna szüksége, hogy ezt az utat befussa, míg a Naptól 8 perc alatt érkezik hozzánk.

A mindenség szerkezetének felismerésében ez a távolságmérés volt egyike a legfontosabb lépéseknek. Kiderült, hogy a csillagok különböző távolságokban vannak a Naptól és hogy ezek a távolságok még sokkal nagyobbak az épen említetttnél is, pedig kilométerekben kifejezve ez már 40 billiónál is több.

Másik nem kevésbé fontos megismerés is járt a távcső felfedezésével és tökéletesedésével, az t. i., hogy távcsővel sokkal több csillagot látunk, mint szabad szemmel, s hogy ez a szám a távcső jóságával növekszik. A legújabb időben a fényképezés is a csillagász segítő-társának szegődött. Ez még növelte a csillagok számát, mert hosszabb kinntartással oly fénygyöngye csillagokat tud a lemezen lefényképezni, aminőket a szem már nem tudna látni a megfelelő hatalmas távcsövön sem.

Kepler volt az első, kiben az a gondolat támadt, hogy a Nap nem foglal el kiváltságos helyzetet a világtérben. Azt hitte, hogy ha a csillagok egyenletesen lennének elszolva a térben, úgy mintegy tizenkét állócsillag lehetne legföljebb a Nap közvetlen környezetében, kétszeres távolságban megfelelően több csillag lenne és így tovább, amelyek folyton kisebbnek látszanának, úgy, hogy végül oly határhoz érkeznénk, melyen túl csillag már nem volna látható. A Tejút *Kepler* szerint számtalan csillagból álló hatalmas gyűrű, melynek közepe táján foglal helyet a mi Napunk.

Hasonló nézete volt *Kant*-nak is, a nagy német filozófusnak. Szerinte is a Tejút számtalan nagyon messze levő csillag fényétől keletkezett. Ezek a csillagok mind egy rendszert alkotnak, mely a Tejút irányában sokkal messzebbre terjed mind a Tejút síkjára merőlegesen, másszóval a csillagok miriádjai aránylag lapos

korongot alkotnak, melynek közepéhez közel áll a Nap. Ezért látunk mi a Tejút irányában oly sok csillagot, és annál kevesebbet, minél jobban távolodik tőle szemünk. Ez a korong- vagy lencse-alakú elhelyezkedés *Kant*-ot arra vezette, hogy párhuzamba állítsa a Naprendszerrel, a melyben a bolygók szintén igen közel egy síkban keringenek a Nap körül. Föltette, hogy a csillagok is közös középpont körül végeznek mozgást.

De úgy *Kep'ler*-nek mint *Kant*-nak eme nézetei nem voltak egyebek pusztá föltevésnél. Mert a csillagok saját mozgása még *Kant* idejében is majdnem teljesen ismeretlen volt. Tudniillik nem szabad elfelejtenünk, hogy az „álló“ csillag elnevezés nem helyes, mert valójában ezek a csillagok is végeznek mozgást, amely nagy távolságuk miatt persze nagyon csekélynek mutatkozik, s csak hosszas, pontos megfigyelés segítségével mutatható ki, a szabad szem számára pedig teljesen észrevehetetlen. *Kant* állítása akkor lett volna jogos, ha ezek az úgynevezett saját mozgások mind, vagy legalább is legnagyobb részt a Tejút síkja mentén mennének végbe. Előre megjegyezhetjük, hogy ez nem így van. *Kant* azt hitte, hogy a távcsövel látható összes csillagok a Tejút rendszeréhez tartoznak. A ködfoltok szerinte hasonló alakzatok, melyek mérhetetlen távolságokban vannak a Tejút rendszerétől.

Kevéssel *Kant* után *Lambert* német matematikus nyilvánított hasonló nézeteket. A legegyszerűbb rendszer szerinte egy bolygó a holdjaival. A legközelebbi magasabb rendszer a Nap a körülötte keringő bolygókkal és holdakkal együtt. Minden állócsillag ilyen Nap, és körülöttük is keringenek bolygók. Ezek a Napok vagy csillagok a térben nagyobb csoportokban, csillaghalmazokban vannak együtt. Számptalan ilyen csillaghalmaz összessége varázsolja szemeink elé a Tejút fősíves tüneményét. Lehetségesek még magasabb rendszerek, melyek számptalan ilyen Tejút-rendszerből állanak, de ezek oly messze vannak tőlünk, hogy műszereink számára láthatatlanok maradnak. Mint minden kisebb rendszernek úgy a nagyobb rendszereknek is van sötét középponti testük v. csillaguk, mely körül a többiek a gravitáció törvénye szerint mozognak. Ilyen sötét középponti testeket eddig nem sikerült fölfedezni, s *Lambert* rendszerei sem egyebek szellemes spekulációnál

William Herschel volt az első, ki céltudatos megfigyeléseket eszközölt a csillagok elrendezésének kikutatására. Magakészítette 46 cm. átmérőjű, 160-szorosan nagyító, fényerős tükörteleszkópját használta erre a célra. Eljárása abban állott, hogy megszámlálta a látómezőben feltűnő összes csillagokat. A csillagok számából következtetett viszonylagos távolságukra. Föltételezte ugyanis, hogy a távcső látómezejétől alkotott kúpalakú térrészben a csillagok egyenletesen vannak elosztva. Minthogy a kúpok köbtartalma úgy aránylik egymáshoz, mint magasságuk köbe, azért ha pl. az ég valamely részében nyolcszor annyi csillagot számlált mint egy másik helyen, akkor ott a csillagrendszer kétszer oly messze terjed mint az utóbbi helyen.

Herschel teleszkópja akkora területet fogott át az égen, mint a Hold korongjának negyedrésze. Emberfeletti s lehetetlen munka lett volna ily módon végigszámlálni az égbolt összes csillagait. Azért *Herschel* arra szorítkozott, hogy egy sáv mentén végezze kutatásait, mely derékszög alatt szeli a Tejutat és így vonul végig az égen. 3400 helyen végzett megfigyeléseket. Megállapította az egyes helyeken a csillagok átlagos számát és helyzetüket a Tejúthoz viszonyítva. Hasonló számlálást végzett fia *John* a déli éggömbön. Eredményük az volt, hogy általánosságban a csillagok száma annál nagyobb, minél közelebb jutunk a Tejúthoz. A Tejúttól legtávolabb átlag 4 csillag volt a látómezőben, magában a Tejútban 53—59. Ezek persze átlagos számok, mert valójában némelyütt egyetlen csillag sem látszott, másutt meg olyan sok, hogy meg sem lehetett mind számlálni.

Tehát kiindulva abból, hogy a csillagok egyenletesen vannak elosztva a világtérben, *Herschel* arra a következtetésre jutott, hogy a mi csillagrendszerünk a Tejút irányában ötször oly messze terjed, mint a reá merőleges irányban s nagyjából a *Kant*-tól feltételezett alakja van, azzal a különbséggel, hogy egyik szélén a korong mintegy ketté hasadt, a Tejút kettéhasadásának megfelelően.

Herschel további vizsgálatai során meggyőződött arról, hogy a csillagok egyenletes eloszlásának feltevése nem kellően indokolt. Ezért új és fontos elemet kapcsolt be következtetései és megfigyelései láncsorába; a csillagok fényességét. Egyetlen szem-

pillantás a csillagos égre meggyőz mindenkit arról, hogy a csillagok fényessége különböző. Vannak igen fényes úgynevezett „első rendű“ csillagok mint pl. a Sirius, Vega, Aldebaran, s vannak csillagok, melyek szabad szemmel épen hogy még láthatók. Ezekről azt mondják, hogy hatodrendűek. Az ennél magasabb rendűek már csak megfelelő távcsőben vehetők észre.

Ha a csillagok tényleges fényereje egyforma volna, akkor a csillag fényességéből következtetni lehetne a távolságra, mert hiszen annál gyengébbnek látnók, minél távolabb van. A valóságban ez persze nincs így, de *általában* mégis azt mondhatjuk, hogy a gyengébb fényű (v. magasabb rendű) csillagok távolabb vannak mint a fényesebbek. *Herschel* ezzel a körülménnyel teljesen tisztában volt és becsléseit csak így szabad értenünk.

A világtérnek azt a részét, mely a szabad szemmel látható 6000 csillagot tartalmazza, *Herschel* ugyanannyi egyenlő részre osztja. Egy ilyen részt gömbalakban a Nap körül helyez el. Most képzel egy másik gömböt, melynek sugara 3-szor s így köbtartalma 27-szer akkora; ebben tehát 27 csillag férne el. A napot leszámítva marad 26 csillag, mely elsőrendű lenne. A következő gömb sugara legyen az egységgömb ötszöröse, ebbe összesen 125 csillag férne. Leszámítva az előbbi 27 csillagot, maradna 98 csillag, mely másodrendűnek látszanék s így tovább. Az első-, másod-, . . . hatodrendű csillagok számát pontosan ismerjük és így összehasonlíthatjuk a valóságot a feltevésével. Az eredmény, amelyre *Herschel* jutott az, hogy egészen negyedrendig a megegyezés elég jó, de ezentúl igen nagy eltérés mutatkozik. *Herschel* szerint ez azért van, mert míg az ő skálája szerint a távolságok egyszerűen növekesznek, addig a nagyságrendek négyzetesen haladnak. A hatodrendű csillagok tehát a nyolcadik távolságrendnek felelnének meg s így tovább. *Herschel* arra az eredményre jutott, hogy az ő húszlábás teleszkópja nem elég hatalmas a Tejút rendszerének áthatolására, pedig ez a műszer szerinte a távolság 900-ik rendjéig ér, azaz olyan csillagokig, melyek 900-szor oly messze vannak, mint az elsőrendű csillagok.

A csillagok fényességére támaszkodva *Wilhelm Struve* végzett *Herschel*-éihez hasonló kutatásokat. Azt találta, hogy a csillagok

annál sűrűbben vannak a Tejútban, minél távolabb vannak tőlünk. Egészen ötödrendig a csillagok a Tejút felé nem sűrűbbek mint egyebütt. De már hatodrendű csillag több van a Tejút közelében mint egyebütt, hetedrendű még több és így tovább. *Struve* ebből azt következtette, hogy csillagrendszerünk különböző sűrűségű csillagrétegekből áll, melyek a Tejút síkjával párhuzamosan haladnak. Legsűrűbben a középső síkban vannak gyűrűszerűen elhelyezve. E réteg középpontjától nem messze van a mi Napunk. Minél jobban távolodunk ettől a rétegtől, annál kisebb lesz a csillagok száma, anélkül, hogy határozottan megmondhatnók, hogy hol a határ, éppenúgy, mint a Földet körülvevő levegőnél. *Struve* kísérleténél is ugyanazt lehet kifogásolnunk, mit *Herschel*-nél, hogy tudniillik valamennyi csillag sajátos fényerejét egyenlőnek tételte föl, ami újabb vizsgálatok alapján meg nem engedhető.

Olbers egy régebbi gondolatára támaszkodva *Struve* azt a gondolatot is fölvetette, hogy a fény a világtérben elnyeletést szenved, vagyis veszít az erősségéből. Mert ha nem lenne ilyen fényelnyelés, akkor, végtelen sok csillagot feltéve, az egész égboltozatnak fényesnek kellene lennie, holott ismeretes, hogy az ég egyes helyein a legerősebb távcsőben sem lehet egyetlen csillagot sem fölfedezni. Szerinte a hatodrendű csillagok tizenegyszer oly távol vannak (átlag) mint az elsőrendűek, *Herschel* teleszkópjának térátható ereje pedig ennek 664-szerese. De a csillagok tényleges számolása csak 228-szorosra vezet, és ezért hiszi *Struve*, hogy a fény a világtérben a négyzetesnél nagyobb mértékben gyöngül.

A csillagok eloszlásába mélyebb betekintést nyújtanak az újabb időben készült nagyszabású csillagkatalógusok. Ilyen pl. az északi égről a bonni katalógus (1862) és a déliről a cape-towni fotografiai katalógus. Már *Argelander*, a híres bonni katalógus megteremtője, az abban foglalt 324,198 csillag alapján, melyek 9.5 rendig terjednek, kimondhatta, hogy a csillagok a Tejút felé erősen sűrűsödnek, de hogy a csillagban legszegényebb vidékek nem épen a Tejúttól legmesszebb esnek, és hogy a Tejúttól egyforma távolságban is a sűrűség változik. Ez megerősíti *Herschel*-

nek azt a nézetét, hogy a csillagok törekszenek csoportokba tömörülni.

Érdekesek *Gould* vizsgálatai a fényesebb csillagokról és Naprendszerünk helyzetéről a csillagok között. *Gould* szerint fényesebb csillagok övszerűen tömörülnek az égen. Ez az öv átmegy Cassiopeia és a Déli kereszt csillagképen és mintegy 19° alatt metszi a Tejútat. Míg a kevésbé [fényes csillagok rohamosan sűrűsödnek a Tejút felé, addig a fényesebb csillagoknál ily sűrűsödés nincs. Ebből következik, hogy mintegy 400 vagy 500 csillag, elsőtől hetedrendig, kisebb, lapos csillaghalmazba verődött össze. Ebben a csillaghalmazban foglal helyett a mi Napunk és vele a körülötte rajzó bolygók sokasága, közöttük a mi Földünk is. A Nap nincs e csillaghalmaz közepén, hanem kissé oldalt, de közel a Tejút síkjához. *Gould*-nak ezt a vizsgálatát megerősítik *Shapley*-nak egészen modern kutatásai.

A csillagok térbeli eloszlásáról nagyon beható vizsgálatokat eszközölt az újabb időkben *Seeliger* a müncheni csillagda. kiváló igazgatója. Ő is a bonni katalógust veszi alapul az északi égre. Összesen 448.532 csillag eloszlását vizsgálja meg. Fő eredménye az, hogy egészen 9. nagyságrendig a csillagok száma a nagyságrenddel sokkal lassabban növekszik, semmint egyenletes térbeli eloszlásból és egyforma fényerőből következne; továbbá, hogy a csillagok száma a nagyságrenddel együtt annál jobban növekszik, minél közelebb kerülünk a Tejúthoz. *Seeliger* szerint a csillagok térbeli elrendezkedésének finomabb részleteit majd csak a jövő csillagászai fogják tanulmányozhatni. Jelenleg csak arról lehet szó, hogy valami átlagos, tipikus képet alkossunk magunknak erről az elrendezésről. Egészen durván azt lehet mondani, hogy a Tejút csillagait valami forgásfelület határolja, melynek egyenlítője beleesik a Tejútba. Mintegy százmillió csillag alkotja ezt a rendszert, melynek méretei nem is olyan tulságosan nagyok — már a csillagászok szemével nézve —, mert átlag mintegy ezer Sirius-távolságról lehet szó. (1 Sirius-távolság körülbelül az α Centauri három és félszeres távolsága, közel 17 fényév.) A kiterjedés a Tejút irányában a legnagyobb. Így olyanforma képhez jutunk mint *Herschel*, csakhogy *Herschel* nem tudott állításainak szilárd

alapot adni. *Struve*-val ellentétben *Seeliger* nem tartja valószínűnek, hogy a fény a világtérben elnyeletést szenved, abban az értelemben, hogy ezt az elnyeletést a fény feltételezett továbbítója, az éter okozná. De igenis bizonyos, hogy vannak sötét égitestek, kozmikus porból álló sötét, nem fénylő felhők, melyek a fény útját vágják és a mögöttük levő világító égitesteket szemünk elől elrejtik. Ezzel *Seeliger* szerint elesik egy végtelen kiterjedésű csillagrendszer lehetősége s ennél fogva az összes csillaghalmazok és ködfoltok szintén a Tejút csillagrendszeréhez tartoznának. Szerinte számos megfigyelés szól e mellett, egyetlen egy sem ellene.

Látjuk, hogy *Seeliger*-nek hosszú évi, óriási megfigyelésanyagot nyugvó kutatásai merőben ellentétjei a *Lambert* és *Kant*-féle feltevéseknek.

Kapteyn hollandus csillagász a különböző fényességű csillagok elrendezését kutatta a Nap közelebbi környezetében. Ő tekintettel van nemcsak a csillagok fényességére, hanem saját mozgásukra is, aminek segítségével ezután bizonyos valószínűséggel következtetést von a csillagok közepes távolságára. Amint már egyszer kiemeltük, épen a távolságok ismerete az a fontos adat, amely nekünk hiányzik, hogy a csillagok elrendezéséről és így a világegyetem szerkezetéről pontosabb képet alkothassunk magunknak. *Kapteyn* szerint a Nap 20 Sirius-távolságból nézve tíz és feledrendű csillagnak látszanék. Ezen az alapon a Nap körül 33 Sirius-távolságnyi sugarú gömbben (ez a $\frac{1}{4}$ kilencrendű csillagok közepes távolsága) a következő fényességű és számú csillag van jelen:

1 csillag, mely 100.000—10.000-szer oly fényes, mint a Nap							
46	"	"	10.000—1.000	"	"	"	"
1.300	"	"	1.000—100	szor	"	"	"
22.000	"	"	100—10	szor	"	"	"
140.000	"	"	10—1	"	"	"	"
430.000	"	"	1—0·1	"	"	"	"
650.000	"	"	0·1—0·01	szor	"	"	"

Kapteyn szerint a Tejútrendszer átmérője mintegy 60.000 fényév a Tejút síkjában, 58.000 fényév az erre merőleges irányban.

Seeliger az újabb, 15-ödrendű csillagokig terjedő csillagszámlálásokat is tekintetbe véve, a következő csillagszámokat találja:

Nagyságrend:	Csillagok száma ezen rendig:
1·5	21
2·5	67
3·75	282
4·75	906
5·75	3.190
6·75	10.210
7·5	24.800
9·2	185.000
11·16	1,670.000
13·9	27,100.000
14·84	48,800.000

Kapteyn vizsgálatait folytatva *Schwarzschild* is a *Seeliger*-éhez hasonló eredményre jut, mely *szerint a látható csillagrendszert, amit mi világegyetemnek szoktunk nevezni, meglehetősen élesen határolt, sok millió csillagból álló sokaság.

Az élübük tornyosuló nehézségek dacára egyes csillagászok mégsem rettentek vissza a finomabb szerkezet vizsgálásától sem. Nagyon érdekesek pl. az orosz *Stratonoff* eredményei. Ő azt találja, hogy a bonni katalógus csillagai egészen másképp vannak elosztva mint a benne nem foglalt 9·5 rendnél gyengébb csillagok. A Tejút enyhe fényét ezek a gyengébb csillagok idézik elő. Három nagy sűrűsödést talál a katalógus csillagaiból, az elsőnek közepe a Hattyú, a másodiké az Ikrék, a harmadiké a Monocerus csillagképben fekszik. A déli félgömbön a csillagok eloszlása valamivel bonyolultabb, de a katalógus-csillagok itt is másképp oszlanak el, mint a gyengébb fényűek. A Tejút csillag-felhőkből van összetéve, melyek széleikkel érintkeznek. A Nap a fönebb említett első nagy felhőben foglal helyet, közel a felhő egyik széléhez.

Easton hollandus csillagász rámutat arra, hogy a Tejút a Sas csillagképében sokkal fényesebbnek látszik, mint a vele egyenesen szemközt fekvő Monocerusban. Ennélfogva a Nap nem áll a Tejút közepe táján, hanem közelebb ahhoz a részéhez, mely a

Cygnus és Aquila (Hattyú és Sas) csillagképeken át vonul. Pontosabb vizsgálat arra vezeti *Eastont*, hogy a Tejútnek spirális szerkezetet tulajdonítson, vagyis igen nagy távolságból szemlélve a mi egész csillagrendszerünk spirális alakú ködfoltnak látszanék. Ha ez igaz lenne, úgy a ködfoltok távoli világregszerek, melyek nem tartoznak a miénkhez.

Newcomb nézete az, hogy a tőlünk világegyetemnek nevezett csillagrendszer kiterjedése véges. A nagy távcsövel látható legkisebb csillagok nincsenek sokkal messzebb, mint a valamivel fényesebb csillagok, hanem csupán gyöngébb fényű égitestek, melyek ugyanazokban a terekben vannak. Azért lehetséges, hogy a miénken kívül más csillagrendszerek is léteznek, a melyekről eddig nincsen tudomásunk. A mi csillagrendszerünk határai kissé szabálytalanok és határozatlanok. Mennél jobban közeledünk a határhoz, annál inkább ritkulnak a csillagok. Valószínű, hogy az a határ sehol sincs túl a 200 Sirius távolságon, lehet hogy jóval kisebb is. A fénynek 3000 évre van szüksége, hogy ezt az utat megtegye. A Tejút irányában a világegyetem méretei nagyobbak, mint más irányban. A csillagok összes száma több száz millió. A Nap közel van a rendszer közepéhez, de nagysága szerint nem foglal el különösebb pozíciót a többi milliárdnyi társa között.

Eddig csak a csillagok elrendezésével foglalkoztunk. A halvány körvonalak, melyek szemünk előtt kibontakoztak, úgyis lecsújtó nagyságban mutatják a mindenséget. De nem állhatunk meg e képnél. Tudjuk, hogy valamennyi csillag mozog a térben, mindegyik rohan tovább a maga pályáján, kisebb-nagyobb sebességgel. (A Nap pl. 20 kilométert halad másodpercenként a Herkules csillagkép felé.) Találunk-e valami rendszerességet ezekben a mozgásokban? Ezek a mozgások nem-e vezetnek összeütközésekre, óriási kataklizmákra, világok katasztrófájára?

A csillagok saját mozgásának tanulmányozása még úgyszólván kezdetének kezdetén van, bár a szinképelemzésben hasznos segítőtársra talált az asztronómia ezen a téren. De mint a jelenlegi elrendezésről tudtunk magunknak átlagos közelítő képet alkotni, úgy a világegyetemet alkotó sok milliárdnyi csillag mozgásáról is sikerül képet nyernünk. A különbség azonban az, hogy míg

az előbbi vizsgálatok a csillagokon végzett megfigyelésekből adódtak, addig itt a laboratóriumban gázokon végzett megfigyelésekből vesszük a hasonlatosságot. Összeölelkezik a végtelen kicsiny és a végtelen nagy; a láthatatlan gázmolekula és a Napnál is sokszorta nagyobb égitest mozgásában keresünk hasonlatosságot. És ha a kép nem is egyezik teljesen a valósággal, mégis van szuggesztív ereje, mely gondolkodásra serkent.

A modern fizika azt tanítja, hogy a gázok (pl. a levegőt alkotó oxigén és nitrogén, a hidrogén stb.) számtalan kicsiny tömegrészecskékből, ú. n. molekulákból állanak, melyek nagy sebességgel minden irányban keresztül-kasul száguldnak a térben. Ezek a molekulák vonzzák egymást, de csak ha a köztük levő távolság nagyon kicsiny; amint ez a távolság növekszik, a vonzó hatás hamar megszűnik.

A Tejút is számtalan mozgó tömegrészből, csillagokból áll, melyeket óriási távolságok választanak el egymástól. Ezek az égitestek is vonzzák egymást *Newton* törvénye szerint, s ezekben a nagy távolságokban ez a vonzás elenyésző, úgy, hogy nagyjából azt mondhatjuk, hogy a csillagok egyenes vonalú pályákon haladnak, — mint a gázmolekulák a gázokban —, és hogy csak akkor téríttetnek el ettől az egyenestől, ha elég közel érnek egymáshoz, úgy, mint a gázmolekulák.

Eltekintve a méretektől, mondhatjuk tehát, hogy a mi csillagrendszerünk valami gáztömeghez hasonlít. És most az a kérdés, meddig terjed ez a hasonlatosság és mi következik belőle?

Ha valamely szabad gáztömeg hőegyensúlyban van, akkor nyomás és hőmérséklet kívülről befelé növekszenek, úgyszintén a gázmolekulák közepes sebessége is. Ha tehát a Tejút csillagjai összességükben ilyen egyensúlyban levő szabad gázhoz hasonlítanak, a rendszer közepe felé levő csillagok saját mozgásának nagyobbak kell lennie, mint a szélső csillagokénak. A csillagok megfigyelt saját mozgásából meg lehet határozni a rendszer méreteit. Nem pontos mérésről van itt szó, hanem nagyságrendről.

Egyszerűség kedvéért feltesszük, hogy a Tejút csillagjai gömbalakú, egyenletes halmazt alkotnak. Ilyen egyenletes sűrűségű gömbben a vonzás egyszerűen arányos a középponttól való

távolsággal. A megfigyelés azt mutatja, hogy a hozzánk legközelebb levő csillagok átlagos sebessége olyan, mint a Földé (30 km. másodpercenként.) Ebből következik, hogy a Tejút sugara mintegy 1000 Sirius-távolság, a csillagok összes száma pedig ezermillió lenne. Láttuk, hogy *Seeliger* egészen más úton teljesen hasonló eredményre jutott.

Kérdezhetjük, hogy nincsenek-e nagy számban sötét csillagok. Egyszerű számítás azt a feleletet adja, hogy az előbbi feltevések mellett a saját fényben tündöklő csillagok száma túlnyomó. A gáztömeg egyensúly-állapota függ a két úgynevezett fajhő viszonyszámától, mely más az egyatomos, más a kétatomos s i. t. gáznál. Nekünk itt egyatomos gáz viselkedését kellene mintául vennünk, mert pl. az egész Naprendszer együttesen előbb térne el közös egyenes pályájától, ha valamely más csillag közeledne feléje, mielőtt valamely egyes bolygó Nap-körüli pályája eltérést szenvedne. Szóval az egész Naprendszer úgy viselkednék, mintha csak *egy* gázatom lenne.

Zárjunk üvegesőbe (*Crookes*-féle csőbe) felette ritkított gázt. A gázmolekulák ritkábbak lévén, több a valószínűség, hogy útjukban egymással nem ütköznek össze. *Crookes* úgy mondja ezt, hogy a molekulák átlagos útja nagyobb a cső hosszánál és hogy a gáz sugárzó állapotban van. Ha a Tejút csillagjainak átlagos útja nagyobb a Tejút méreteinél, akkor világegyetemünket ilyen *Crookes*-féle sugárzó állapotban levő gázhoz kell hasonlítani. Csakugyan képzeljünk minden csillag körül Neptun-távolságrendű sugárral gömböt. Ha más csillag nem jut e gömb belsejébe, úgy azt mondhatjuk, hogy az előbbi csillag pályája egyenes marad és nem fog összeütközni: útja szabad marad, mint a gázmolekuláé a *Crookes*-féle csőben. Ha az előbb említett ezermillió csillagot védőgömbjükkel együtt a Tejutat határoló gömb felületén elhelyezzük, úgy annak csak hatvanadrészét fogják elfoglalni. Ennélfogva a Tejút csillagjainak átlagos útja nagyobb mint a Tejút méretei, s így azt kell mondanunk, hogy világrendszerünk inkább sugárzó anyaghoz hasonlít, mint közönséges gázhoz.

Eddig gömbalakúnak tételeztük fel csillagrendszerünket. De tudjuk biztosan, hogy ez nem így van, hanem hogy lapos

korongalakú. Ha gömbalakú gáztömeg tengelykörüli forgást végez, akkor a tengelyek mentén összenyomul, a forgás egyenlítője mentén pedig elnyúlik, tehát korongalakot vesz fel, mely annál laposabb, minél sebesebb a forgás. A Tejútnak 500 millió esztendőben kellene egy forgást végeznie, hogy a *Herschel*-től és *Seeliger*-től kimutatott lapultságot elérje. Ezt a forgást csak akkor lehetne kimutatni, ha a Tejúton kívül más világegyetemek léteznének, melyek ebben a forgásban nem vesznek részt, úgy mint a Föld forgásáról is úgy szerzünk tudomást, hogy az állócsillagokat észleljük.

Ha hasonlatunk teljes lenne, úgy a csillagok sebességének is úgy kellene elosztva lennie, mint a gázmolekuláknál. Ezt pedig az úgynevezett *Maxwell*-féle törvény szabja meg, vagyis minden pontban mindenféle irányú sebességnek egyformán kellene szerepelnie. *Kapteyn*, kit már fönnebb említettünk, úgy találja, hogy a Tejút csillagai két főirányban haladnak, mintegy két áram van, melyben a csillagok a világtérben továbbvonulnak. Ennélfogva a Tejút rendszere még nem ért el az egyensúly állapotába, a két ritkított gáz még nem keveredett össze. *Kapteyn* eme nézetei különben újabban lényeges módosítást nyertek.

Maxwell szerint a nagy gázmolekulák lassabban haladnak mint a kicsinyek. Eszerint a kicsiny csillagoknál kel ne a legnagyobb sebességeket észlelni, s különösen a meteoróknak kellene itt kitűnniök, mert ezek a legkisebb égitestek. De a meteorók sebessége nem nagyon különbözik egyéb Naprendszerbeli sebességektől, amiből ismét következnék, hogy a Tejút még nem ért az egyensúly-állapotba.

Schiaparelli a *Kapteyn*-féle kétszillagáramhoz még egy harmadikat csatol, melynek a Naprendszer is tagja. Az üstökösök is tagjai ennek az áramnak és így nem tartoznának közvetlenül a Naprendszerhez. Ha valamely csillag nem mutat sajátmozgást, akkor rendesen fölteszik, hogy igen nagy távolságban van tőlünk. *Schiaparelli* viszont azt hiszi, hogy az ilyen csillagok a Nappal együtt ugyanabban a harmadik áramban haladnak. A gázok viselkedésében némi hasonlatosságot találtunk a Tejút csillag-miriád-jainak viselkedésével. A tudománynak egymástól látszólag távol-

eső vívmányai ily módon sokszor kerülnek kapcsolatba, hirtelen fényt derítve megközelíthetetlennek tartott kérdésekre.

A már említett *Shapley* vizsgálatai lényegesen megnagyobbították azokat a határokat, melyeket *Seeliger*, *Newcomb*, *Kapteyn* stb. a látható világegyetem számára megengedhetőnek találták. Ezek az utóbb említett vizsgálatok úgyszólván csak a Nap szomszédságában levő csillagok rendszerét ölelik fel, melyet a Tejút rendszere néven foglalhatunk össze. Azonban *Shapley* szerint a gömbalakú csillaghalmazok nem tartoznak a Tejúthoz, hanem mindegyike külön csillagrendszert alkot, melyek között a mi Tejút-rendszerünk mint valami kis sziget foglal helyet. *Shapley* következtetése nem pusztá feltevés, hanem számos érdekes mérésnek eredménye; ezeknél a csillaghalmazokban előforduló δ -Cephei típusú változó csillagok játszanak fontos szerepet. Méréseire támaszkodva *Shapley* erről a csillaghalmaz-rendszerről azt is kimutathatta, hogy ez ismét olyanformán helyezkedik el nagyban, mint a Tejút kisebb méretben, úgy hogy nagyjából ez a nagy rendszer is lapult ellipszoid alakú, de lapultsága kisebb mint a Tejúté. Ennek a rendszernek átmérője a fősíkban mintegy 330.000 fényév, az erre merőleges irányban ennek mintegy fele.

Shapley azt is megállapíthatta, hogy ennek a csillaghalmazrendszernek a középpontját a Sagittarius (Nyilas) csillagkép irányában kell keresnünk, mert a csillaghalmazok arrafelé sűrűsödnek. A Nap ettől a középponttól mintegy 60.000 fényévnire van. Ha a tér valamely pontjáról ezt a nagy rendszert egyszerre át tudnók tekinteni, úgy a mi Tejút-rendszerünk ebben kis felhőskének látszanék mintegy középpütt a perem és a nagy rendszer középpontja között.

Lehet, hogy ezek a csillaghalmazok együttvéve spirális ködnek a képét mutatják, s többen valószínűnek tartják, hogy a spirális ködök ilyen csillaghalmaz-rendszerek, melyek a mi rendszerünkötől ismét rendkívül nagy távolságban vannak. Ez a kép *Kant* és *Lambert* nézeteihez vezetne vissza. De a spirális ködök kérdése még nincsen tisztázva.

C. Neumann és *Seeliger* más úton is, mint amelyet már említettünk, arra az eredményre jutottak, hogy a csillagvilágnak

határolnak, végesnek kell lennie. Más szóval ezt úgy is mondhatjuk, hogy a látható és láthatatlan égitestek összességének tömege véges. Ha a tömeg véges, azért a geometriai tér még mindig lehet végtelen; de ha a tér véges, akkor a tömeg csak véges lehet. *Neumann* és *Seeliger* szerint a *Newton*-féle törvény határozatlanná válik, ha a térben csillagok formájában szétszórt anyag tömege végtelen nagy. Ez arra is vezetne, hogy egyes csillagok végtelen nagy gyorsulásokat kaphatnának, s a tömegeknek a végtelen térben szét kellene szóródnok.

Valójában a *Newton*-féle törvény csak abban az esetben válik határozatlanná, ha feltesszük, hogy a tömeg a térben mindenütt véges sűrűséggel van elosztva. Azonban *Charlier* kimutatta, hogy a csillagoknak olyanféle elrendeződésével, mint aminőt *Lambert* gondolt és *Shapley* megfigyelésekkel kimutatott, a *Newton*-féle törvény még akkor is megtartja szigorú érvényességét, ha a végtelen *Euklidész*-féle térben számtalan ilyen rendszer van jelen kellő távolságban egymástól, úgy hogy pl. az egyes Tejút-rendszerek távolsága többmilliószorosa a rendszerek átmérőjének, úgy mint az egyes csillagok egymástól való távolsága is a csillagátmérő többmilliószorosa. Érdekes az, hogy ezeket a rendszereket kétféleképp képzelhetjük a térben csoportosítva: t. i. vagy egy közös középpont körül csoportosulnak mint pl. *Lambert*-nél, vagy pedig ilyen középpont nincs. Figyelemre méltó, hogy a középpont nélküli világrendszerek lehetőségének számossága végtelen nagy, még pedig olyan végtelen, mint a kontinuum. A középponti elrendeződésű világok számossága ellenben csak megszámlálhatóan végtelen, vagyis olyan, mint az egész számok sokaságáé. Ha tehát valószínűségi okokra akarnánk támaszkodni, akkor azt kellene mondanunk, hogy a tér végtelen és a csillagrendszerek valószínűen középpont nélkül vannak a térben elhelyezve.

A relativitástan, *Seeliger* említett vizsgálataira támaszkodva, szükségszerű következményének mutatta ki a tér és a tömeg végességét. A tér végessége az úgynevezett *Riemann*-féle szférikus téré. A középpont nélküli elrendezésben található olyan végtelen csillagrendszer is, mely eleget tesz a relativitás követelményének, ami azt mutatja, hogy a tér végessége nem feltétlenül jár együtt a

relativitással. Viszont a *Newton*-féle szempontból véges tömegű világ nem okoz nehézséget, hacsak ez az össztömeg oly nagy; hogy a csillagoknak a világtérben való szétszóródását lehetetlenné tegye. Eszerint a magasabb Tejút-rendszerek lehetségesek ugyan, de nem szükségszerűen léteznek. Ilyen végestömegű *Newton*-féle világ-rendszerben mintegy száztrillió Nap-nagyságú csillagnak kellene egyenletesen szétosztva lennie százmillió fényév-átmérőjű gömbben. Ez az átmérő 300-szor akkora, mint a *Shapley*-féle csillaghalmaz-rendszeré, a csillagok száma pedig kétszázszor oly nagy, mint amennyit *Seeliger* a Tejút-rendszerben létezőnek gondolt.

A jövő feladata lesz tapasztalati úton eldönteni, hogy az említett lehetőségek közül melyik felel meg legjobban a valóságnak.

AZ IDŐPROGNÓZISRÓL.

Írta: Dr. RÓNA ZSIGMOND.

Az a kívánság, hogy a bekövetkező időjárást előre megtudjuk, oly régi, mint maga az emberiség. Egészen bizonyos, hogy az időjárás már az ősember figyelmét magára vonta, mert életmódjával, foglalkozásával, ruházkodásával, lakásával kénytelen volt az időjáráshoz alkalmazkodni. Népeknek jóléte és megélhetése kapcsolódik az időjárás lefolyásához, hosszú évek fáradságos munkája meddővé válhatik az időjárás viszontagságai következtében, a föld termése megsemmisülhet, az aszály kiszáríthatja a legelőket, elmúlt századokban éhínség és népvándorlás tanúsítja az időjárás hatalmas történetalakító hatását.

Nagyon közelfekvő az a föltevés, hogy az időjárási jelenségek egymásutánja tekintetében még a műveltség legalsó fokán levő emberek között is bizonyos tapasztalati szabályok szűrődtek le. Hogy nappal melegebb van, mint éjjel, hogy vannak évszakonként rendszeresen ismétlődő változások — amit napi és évi periodusnak nevezünk a meteorológiai jelenségek időbeli lefolyásában — ezek a tapasztalati tények bizonyára szolgáltatják az első alapot az időjárás előrelátására. Ebben a tekintetben a trópusok lakója előnyben volt, mert ebben az éghajlati övben az időjárási jelen-

ségek periodusos változása oly szembetűnő szabályossággal történik, hogy annak felismerése szinte magától kínálkozik. Úgy az évi periodusban a száraz és nedves évszakok rendes váltakozása, valamint a napi periodusban a meteorológiai elemek nap-nap után pontosan ismétlődő változása nagyon megkönnyíti az időjósást e tájakon. Már *Humboldt* tapasztalta, hogy Amerika trópusi övében a barométer napi változása oly szabályos, hogy azt akár óra gyanánt is lehetne használni.

Sokkal nehezebb volt a mérsékelt övben az időjárás időbeli lefolyásában tapasztalati tényeket felismerni, mert ezt az éghajlati övet a változatosság jellemzi. Szabályosság csak nagy vonásokban jelentkezik, amennyiben e tájakon a tél a leghidegebb, a nyár a legmelegebb évszak és a kettő között a tavasz, illetve az ősz közvetíti az átmenetet. De mily temérdek az eltérés egyes esztendőben! Vannak hűvös és forró nyarak, zord és enyhe telek és néha nap-nap után hirtelen változások. E tájakon is rávezetett a tapasztalás általános törvényszerűségek felismerésére, melyek a természet csodás átalakulásában nyilvánulnak, hiszen a növényvilág élete, a kikelet, a virágzás, az érés, a hervadás és az enyészet mindenkor hű kifejezői az időjárás lefolyásának, de a meder, melyben az időjárási jelenségek lejátsszódnak, oly széles, hogy csak a Nap járásával kapcsolatos nagy időszakos változások kínálkoznak a jövendölésre. Ellenben a mederben előforduló kilengések és visszasságok, az egyes esztendők nagyon eltérő meteorológiai viselkedése és évközben a nemidőszakos változások oly tarka képet mutatnak, melyből a pusztá tapasztalás jövendölésre alkalmas tanulságot nem meríthetett.

Minthogy a Napnak az égen látható pályája az évszakos változással könnyen észrevehető összefüggést mutat, közel állott a gondolat, hogy egyes esztendők meteorológiai jellegét és az évközi változásokat más égitestek hatásából eredőknek tekintsék. Azért az időjósítás, ha egyéb babonás felfogásokat (boszorkányok, garabonciás diák) mellőzünk, még egy-két évszázad előtt az asztrológiának volt kiegészítő része. Úgy vélték, minden esztendőnek van uralkodó bolygója, amely az időjárást a Földön irányítja. Ahhoz hozzájárul még a Hold, melynek változó fázisai szerint az idő is

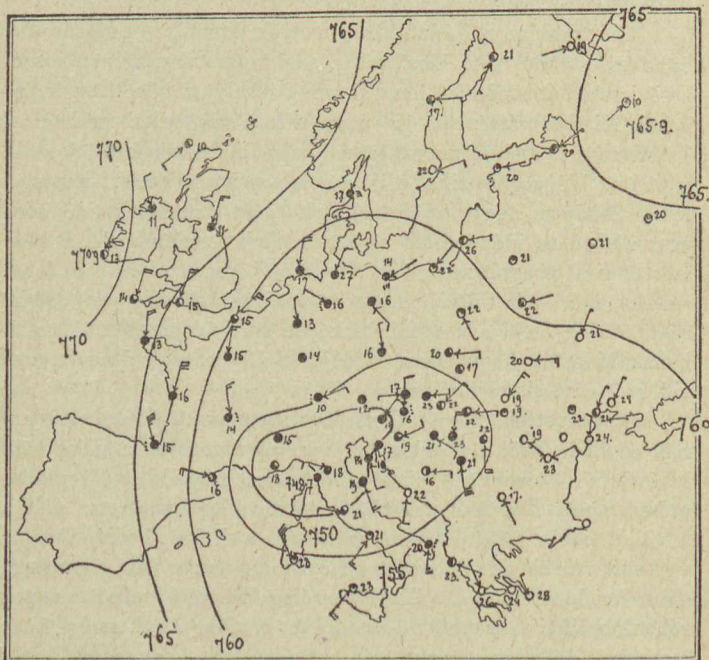
változik. Ily alapon készültek a kalendáriumok jóslatai, melyeket ma is bizalommal fogadnak. Különösen a Hold hatásáról való hiedelem még ma is általánosan el van terjedve, a teliholdnak felhőoszlató hatása napjainkban nemcsak a nép körében, hanem miveltebb osztályokban is sok hívőre talál.

Azokkal az időjóslatokkal, melyek homályos felfogásokból és az égitesteknek sem elméletileg, sem tapasztalatilag nem igazolható hatásából erednek, nem akarunk ehelyütt bővebben foglalkozni. Mindjárt áttérünk az úgynevezett szinoptikai módszernek ismertetésére, melyet a múlt század második felében kezdtek alkalmazni az időprognosztika céljaira. Szinoptikainak azért nevezték, mert térképen nagy területnek pl. egész Európának időjárását ugyanabban az időpontban egyszerre tárja szemünk elé. E módszer csak a telegráfintézmény általános berendezésével vált lehetségessé, mert feltételezi a meteorológiai adatoknak gyors beérkezését. Az egyidejű adatoknak térképen való feltüntetéséből csakhamar kiderült, hogy bizonyos időjárási állapot napról-napra egyik vidékről a másikra vándorol.

Észrevették, hogy különösen a nagy pusztító viharok vonulnak egyik helyről a másikra és hogy az útvonalon a vihar közeledésekor a barométer hirtelenül erősen süllyed és távozásakor erősen emelkedik. A meteorológia történetében nevezetes volt az a vihar, mely 1854. november 14-én a krími hadjáratban az egyesült francia-angol hajóhadat a Fekete-tengerben tönkretette. *Leverrier*, híres francia csillagász utólag készített ezekről a napokról szinoptikai térképet, meghatározta a vihar útját, mely északnyugatról délkeletre tartott és azt állította, hogy még Bécsből lehetett volna idejében a hadihadat a közeledő veszedelemre figyelmeztetni telegráf útján. Ez az esemény adta meg az első impulzust a meteorológiai elemeknek rendszeres térképes ábrázolására, a szinoptikai módszer alkalmazására. Feltűnt, hogy a légnyomás földrajzi eloszlásának nagy szerepe van az időjárás kialakulásában és ezen az alapon indult meg az újabb időprognosztika.

A meteorológiai központokban a telegrafikus úton összegyűlt anyagból kezdték napról-napra az izobárvonalakat rajzolni,

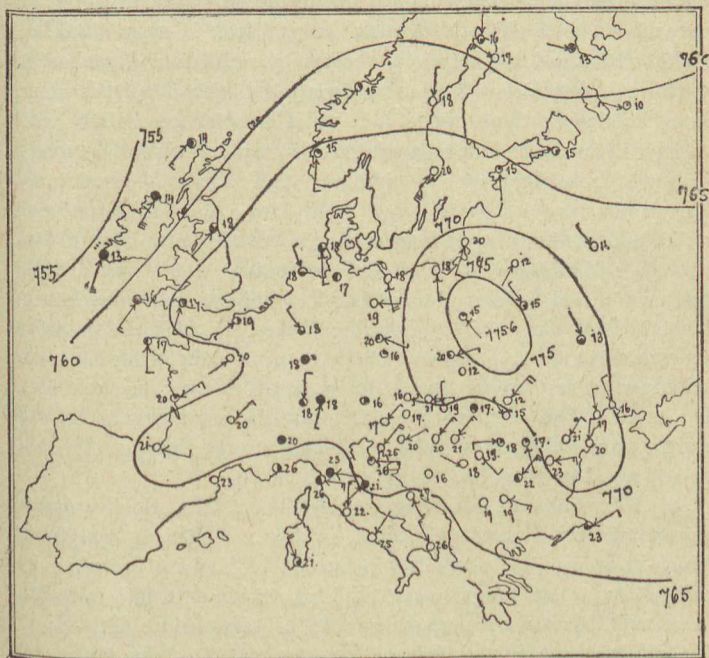
oly görbe vonalakat, melyek az egyenlő nyomású pontokat kötik össze (a légnyomást egyenlő nivófelületre, a tengerszín magasságára számítják át). Ilyformán az izobároknak bizonyos alakjaival ismerkedtek meg, melyek az időjárással bizonyos összefüggést mutattak.



1. ábra. 1908 július 17. reggel 7 óra. Depresszió Felső-Olaszország fölött. A kihúzott görbe vonalak az izobárok. A nyilak a szél irányát jelölik, a nyilak végén az apró vonások száma a szélerősséget. A karikák az egyes városok helyét jelentik, a karikák belseje a borultság nagyságához képest van befekettítve. A karikák mellé írt számok a hőmérsékletet adják.

Különösen két izobárrendszer vonta magára a figyelmet. Az egyiket az jellemzi, hogy az izobárok egy mélynyomású centrumot többé-kevésbé ellypszis formában vesznek körül. Ezt a területet *barométeres minimumnak* hívják, vagy azt mondják, hogy

az a *depresszió*nak vagy a *ciklón*nak a színhelye. (L. 1. ábra.) A másik izobáralakot viszont az jellemzi, hogy az izobárok egy magasnyomású centrumot vesznek körül. Ezt a területet *barométeres maximum*-nak, *anticiklón*nak hívják. (L. 2. ábra.) Tapasztalás szerint a depresszió



2. ábra. 1904 július 14. reggel 7 óra. Barométeres maximum Lengyelország fölött.

körül az izobárok sűrűbbek, a nyomási különbségek tehát nagyobbak, a szelek erősek és spirális alakjában minden oldalról befelé fujnak, az óramutató járásával ellenkező értelemben. A depresszió táján az idő többnyire borult, csapadékos, nyáron hűvös, télen enyhe. A barométeres maximum körül az izobárok nem húzódnak oly közel egymáshoz, vagyis a nyomási különbségek kisebbek, következésképpen a szelek is gyengébbek és kifelé fujnak, még pedig

egyezően az óramutató járásával. A maximum területén az idő inkább derült, száraz, a hőmérséklet meg nyáron magas, télen alacsony.

Természetesen nem fekszik valamely hely mindig a barométeres maximum vagy minimum területén, hanem többnyire valahol a kettő között. Azután az izobárok is nagyon sokféle alakot ölthetnek egy bizonyos helyre vonatkozóan. Ilyenkor az egyforma izobáralakokat típusba foglalják és azt állapítják meg, hogy mindegyik típus miféle időjárási állapottal kapcsolatos azon a helyen. Tehát az időprognosztika első tapasztalati tétele, hogy bizonyos izobártípusnak — időjárási helyzetnek —, valamely helyen bizonyos időjárási jelleg felel meg. A jóslás lehetősége abból adódik, hogy egyik napról a másikra meghatározzuk a légnyomás eloszlásában bekövetkező változást, mert nyilvánvaló, hogy ha a mai helyzet átalakulásából a holnapi helyzetre következtethetünk, akkor az új helyzetnek megfelelő időjárást is előre megmondhatjuk. A prognosztikának ez a második tétele azonban szigorúan kielégítve nincsen. Oly exakt törvények, melyekből a helyzetváltozásra biztosan következtetni lehetne, nincsenek. Csak tapasztalati szabályok vannak és bizonyos módszerek, melyekkel a célt megközelíthetjük.

Már régen tudjuk, hogy a legtöbb depresszió Európába északnyugatról (Izland, Grönland vidékéről) jön és majdnem kizáróan kelet felé vonul. Közép-Európa időjárására fontos, hogy mily földrajzi szélességen vonul keletre, vajjon délkeleti irányban veszi útját, mikor néha az egész európai szárazföldre terjeszti ki hatását, vagy pedig csak érinti-e Észak Európát. Továbbá sok zavart okoznak a depressziók szélén keletkező másodrendű minimumok. Hazánkra nézve rendkívüli jelentőséggel bírnak a Földközi-tenger medencéjéből érkező depressziók, melyek szintén keletre vonulnak, néha hazánkon át, néha tőlünk délre tájakon.

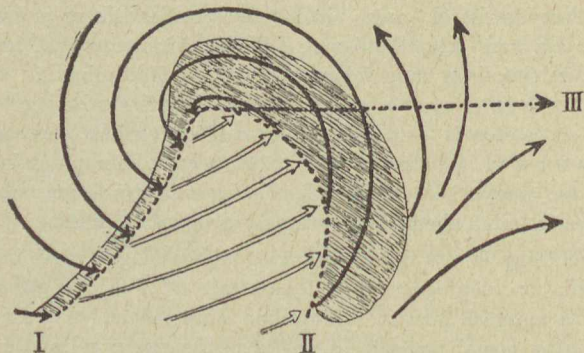
A barométeres maximumok többnyire az Atlanti tenger felől érkeznek és szintén kelet felé tartanak. A téli évszakban Oroszországban, Szibériában szoktak hosszabb ideig tartózkodni. Olykor több maximum és több minimum is vehető észre és akkor hazánk viszonylagos helyzete azokhoz képest dönti el nálunk az időjárást.

A kép, melyet az izobárok alkotnak, néha elég bonyolult és hosszú gyakorlat és megértő szem szükséges a helyes diagnózis megállapítására. De még nehezebb a kép átalakulását helyesen megítélni, azaz az izobárokat előre megszerkeszteni. Nem állunk ugyan minden támaszték nélkül. Vannak a drepesszió vonulásiirányára vonatkozó statisztikai összeállítások, vannak gyakorlati szabályok (Ley, van Bebber, Köppen, Guilbert, Grossmann és másoktól), az aerológiai megfigyeléseknek a bevonása is nyújt némi segítséget (Hesselberg, Exner), nagyon hasznosnak bizonyul a barográfnek a megfigyelése (barométer-tendencia), kivált ha az adatokat térképen is láthatóvá tesszük (izallobárok). De mindezek a segédeszközök nem biztosítják a teljes sikert, a helyzet átalakulása nem állapítható meg feltétlen bizonyossággal, hanem csak a valószínűség nagy fokával és azért előfordulhatnak téves prognózisok is. A tévedés egyik forrása — még tartalmilag helyes prognózis esetén is — a változás gyorsaságának helytelen becslése is lehet pl. a holnapra várt változás csak holnapután következik be, vagy pedig ellenkezőképen, a változás hamarabb jut el hozzánk, mint ahogy bekövetkezése prognosztizáltatott.

Néhány év óta Bjerknæs, norvég meteorológus más irányban törekszik az időprognosztikát fejleszteni. Ő nem a légnyomás, hanem a mozgási állapot színoptikus ábrázolásával kísérli meg az új irány megalapozását. Használja pedig erre a célra az áramlási görbéket, oly görbe vonalakat, melyeknek minden pontjában az érintő adja meg az uralkodó szél irányát. Különös jelentőségük van a térképen mutatkozó diszkontinuitási vonalaknak: a konvergencia- és divergencia-vonalaknak. Az elsőkre vagy egy oldalról vagy mindkét oldalról beletorkolnak az áramlási görbék, az utóbbiakból pedig egy vagy kétoldaluan kifelé tartanak az áramlási görbék. A konvergencia vonalak többnyire úgy keletkeznek, hogy könnyebb (melegebb) levegő egy másik nehezebb (hideg) légtömeg mentén felcsúszik, vagy hogy nehezebb levegő a könnyebb alá nyomul és azt fölemeli. A divergencia-vonalak pedig egy határfelület mentén leereszkedő levegő esetében keletkeznek. Konvergenciavonalak emelkedő légáramlásra vallanak, mely felhő- és esőképződéssel kapcsolatos, divergencia-vonalak

pedig leereszkedő áramlásra, mellyel felhőtlen idő szokott együttjárni. A diszkontinuitási vonalak tanulmányozása közben kiderült, hogy azok tovaterjedésében is bizonyos szabályosságok mutatkoznak.

Bjerknes a haladó depressziókban két nevezetes konvergencia-vonalat talált, az egyik a bővonal (a 3. ábrán az I-gyel jelölt viharvonal), a másik a kurzusvonal (az ábrán a II-vel jelölt irányvonal), melyek a meleg szektort határolják és a depresszió középpontjában találkoznak. Ezek tulajdonképpen térbeli diszkontinuitási felületeknek metszési vonalai a föld felszínével. A rajzból



3. ábra. Ciklonvázlat *Bjerknes* szerint. A teljesen kihúzott nyílak a hideg levegő áramlását, a kettős vonalú nyílak a meleg légáramlatokat jelzik.

a folytonosságnak a megszakadása nemcsak a hőmérsékletben vehető észre, amennyiben e két vonal a meleg és hideg levegőt választja el egymástól, hanem a szél irányában is mutatkozik ugrás. Az egész rendszer haladásában II. vonal a meleg frontot, I. vonal a hideg frontot képviseli. Vertikális irányban úgy kell képzelni a diszkontinuitási felületet, hogy az a meleg fronton nagyon kicsiny szög alatt lejt fölfelé; alul van a hideg légtömeg, melynek lejtőjén a meleg levegő áramlik fölfelé és mint mozgató tényező maga előtt hátrálásra kényszeríti a hideg tömeget. A hideg fronton a diszkontinuitási felület meredekebben tart föl-

felé, ott az alsó hideg levegő a mozgató tényező, ez emeli maga előtt a meleg levegőt a magasba. Mindkét diszkontinuitási vonal mentén a vertikális mozgás kondenzációs folyamatokat vált ki, melyeket a képen a vonalozott esősávok jeleznek.

A depresszió strukturájában található diszkontinuitási felület Bjerknés szerint a depresszió hatáskörén kívül is folytatódik és pedig köröskörül az egész Földön és elválasztja a sarki hideg, párában szegény, északról meg keletről jövő levegőt a délibb tájakról jövő meleg, párában gazdag nyugatról és délről érkező levegőtől. Ennek a diszkontinuitási felületnek metszési vonalát a föld felszínén *poláris frontnak* nevezte el Bjerknés. A bœ- és kurzusvonalak tehát a polárisfrontnak részei.

Nem akarom ehelyütt *Bjerknés* elméletét a poláris frontról hosszasan fejtegetni és mellőzve azt a részt, mely a ciklónok keletkezése és az általános cirkulációra vonatkozik, csak annyiból említtem azt, amennyiben az időprognosztikát érinti. Már szó volt róla, hogy az ő eljárása nagyjában abból áll, hogy az áramlás szinoptikai térképén felkeresi a diszkontinuitási vonalakat és azoknak elmozdulásait követve, következtet a várható időjárásra. Prognosztikailag értékesíthető az a tétel, hogy a depresszió vonulási irányát megadja a depresszió középpontjából a kurzusvonalra húzott érintő (a képen III. egyenes). Midőn Bjerknés és követői a depresszió fejlődésében különböző fázisokat állapítanak meg a keletkezéstől a megszűnésig, amit az említett két konvergencia-vonal egymáshoz való fekvéséből föl lehet ismerni, mód nyílik a depresszió hatásképségének megítélésére. A ciklónsalád fogalmának alkotásával is hoztak be a prognosztika fejlesztésére új lehetőségeket. Ezzel a szóval jelölik ugyanis azt a többnyire négy depresszióból álló sorozatot, mely úgy létesül, hogy az első legészakibb depresszió (anyadepresszió) után a poláris front további lenyomulása folytán délibb földrajzi szélességen fiókdepressziók keletkeznek. (Európában a földközi depressziók északi depressziókkal kapcsolatban). *Bjerknés* szerint az egyes ciklónsaládok $5\frac{1}{2}$ napi időközökben követik egymást. Nagy reményeket fűz Bjerknés a poláris front fekvésének és mozgásának állandó ellenőrzéséhez, amiért is cirkumpoláris időjelző szolgálatot ajánl, mely talán lehetsé-

gessé teszi, hogy az időt hosszabb tartamra, néhány hétre lehessen hozzávetőleg megjövendőlni.

Még nem lehet mostanában végleges véleményt mondani, hogy *Bjerknes* új elméletének gyakorlati alkalmazása mily mértékben viszi majd előre a prognosztikát, hiszen jóformán a tudományos vita e probléma körül most folyik szemünk láttára. Norvégiában, mely a leggyakoribb északi depressziók útjába esik, sikerrel alkalmazzák az új módszert, de Közép- és Dél-Európában a viszonyok lényegesen eltérők, úgy hogy általában a régi alapot még nem hagyták el és még jelenleg is a légnyomás színoptikai ábrázolására támaszkodnak elsősorban, de mellett próbálják a légáramlás színoptikai képét is figyelembe venni.

Nem lehet említés nélkül hagyni azokat a kísérleteket, melyek hosszabb tartamra szóló prognózisok kiadását célozzák. Már nagyon régen próbálkoztak azzal, hogy az időjárásban szakaszosságot (periodusokat) fedezzenek fel, így pl. a légnyomás vagy a hőmérséklet havi és évi középértékeinek anomáliáiban, továbbá, hogy a napfoltok ismert periodusából lehessen következtetéseket vonni hosszabb időszakok időjárási jellegére (Köppen, Mielke). De az eredmények nem bizonyultak olyanoknak, hogy a gyakorlatban értékesíthetők legyenek.

Néhány éve más irányban is történtek kísérletek, nevezetesen azt vizsgálták, hogy a Föld egymástól távolabb eső tájain nincs-e valami összefüggés nemcsak az egyidejű, hanem az egymásután következő légköri állapot között. Pl. A golfáramlat hőmérsékleti ingadozása és egy-két hónappal utána, Északnyugat-Európa hőmérséklete között (Pettersson, Meinardus). Vagy Dél-Amerika légnyomási eltérései (ápr., máj.) és az Északnyugat-Indiai monszun között (aug., szept.) Walker tanulmányai szerint. Az Indiai monszun és a rákövetkező európai téli időjárás között (Georgii). Az Atlanti tengeren észlelt északkeleti passzát és az indiai monszun között (Galé) stb. Természetesen az egymástól távol levő jelenségek között fizikai kapcsolatot is kell találni, amely többnyire abból adódik, hogy az általános légcirkulációban egyik helyen mutatkozó zavar egy másik helyen is okoz eltérést. Érdekes ebből a szemponthól Wiese tanulmánya, aki Észak-Szibéria

hőmérsékleti viszonyait szembe állította az Izland körüli jégviszonyokkal és úgy találta, hogy a kettő között $4\frac{1}{2}$ év múlva nagyon erős korreláció adódik, ugyanis annyi ideig tart, míg az arktikus tengerdrift a szibériai folyók torkolatán lerakott jeget Izlandig szállítja,

Nem lehet tagadni, hogy az ilyfajta összefüggések alkalmazásak arra, hogy valamely területen nagy valószínűséggel megjövendölhessük hosszabb időre az időjárás általános jellegét egy másik távoli terület megelőző időjárási jellegéből. Némi tartózkodásra azonban int az a tapasztalás, hogy valamely évszak vagy hónap időjárása még aránylag kis területen sem egyforma. Hazánkban is akárhányszor tapasztaljuk, hogy pl. a Dunántúl a tavasz vagy a nyár esős és az Alföldön száraz.

Visszatérve a rövid időre (a következő 24 órára) szóló prognózisra néhány szóval akarjuk annak a problémának elméleti megfejtését megvilágítani. A kérdést röviden így fogalmazhatjuk. Ismerjük valamely helyen a levegő fizikai állapotát. Meghatározandó, hogy ez a légtömeg bizonyos idő múlva hová jut és mily állapotban jut az új helyre. Az új hely meghatározásához kell 3 adat (térbeli koordináták), az új fizikai állapotot 4 adat jellemzi (nyomás, hőmérséklet, sűrűség, nedvesség), összesen van tehát 7 változó. A szükséges 7 egyenletet a hydrodynamika és a thermodynamika szolgáltatja (3 mozgási egyenlet, kontinuitási egyenlet, általános gázegyenlet, két egyenlet a thermodynamikából). Ily exakt alapon már többen kísérelték meg a megoldást. *Ewmer* már 1908-ban próbálta meg a szinoptikus térképet előre kiszámítani egy meglevő helyzetből, aztán *Sverdrup* és *Holtmark* 1912-ben végeztek ilyen elméleti számítást és utóljára *Richardsson* 1922-ben igyekezett 6 órával későbbre kiszámítani a következő időjárási helyzetet. Sajnos, az összehasonlítás a tényleg bekövetkezett időjárási helyzettel nem igazolta a számítási eredményt. De ha egyelőre nincs is arra remény, hogy tisztán elméleti számítással a probléma megoldása valóra váljék, az még nem ok a csüggedésre. *Bjerknæs* a német fizikusok 1922-ben Lipcsén tartott összejövetelén úgy nyilatkozott, hogy a maga részéről nagyon örülne, ha neki sikerülne több évig tartó számítással az időjárást csak egyik nap-

ról a másikra bizonyosan meghatározni. Mert, úgymond „mulhatnak évek míg valamely hegyet átfúrnak, közben sok munkás kidül és az átfúrás napját sem éri meg. De ez nem ok arra, hogy mások később gyorsvonat sebességével az alagúton át ne robogjanak.“

Honnan van, hogy az időjárás évről-évre nem ugyanaz, jöllehet a Nap és a Föld viszonylagos helyzete legalább történelmi időkben évről-évre egyformán ismétlődik. A mult század második felében azt hitték, hogy a terresztrikus hatások csinálják az eltéréseket, amilyen a tenger és szárazföld különböző hatása. Ha ez így volna, akkor a Föld időjárása néhány száz év alatt mégis valamelyes nyugalmi helyzetbe jutott volna. Elképzelhető ugyan más terresztrikus hatás, mely időnkint zavart idézhet elő Földünk időjárásában és ez az a légköri elhomályosodás, amely a vulkánikus portól ered. Hatalmas vulkánikus kitörések alkalmával a légkör legmagasabb régióiba kerülnek finom porrészecskék, melyek ott soká lebegnek és a Földre nézve tetemes sugárzási veszteséget jelentenek. Ezek valóban átmenetileg az időjárásban is okozhatnak zavart, de megszűnésökkel a változékonyság nem állandósulna meg.

A legutóbbi időben a rejtély kulcsát mindinkább a Napban előforduló változásokban keresik. Amióta az amerikai Nap-observatoriumokban megállapították, hogy a Napnak sugárzási állandója valóságban nem állandó (*Abbot*), hanem napról-napra változik, a meteorológusok figyelme fokozott mértékben irányul a Nap tevékenysége felé és már mostanában is mindjobban az a vélemény alakul ki, hogy az idő változékonysága a Napon előforduló változásoknak a következménye. A napsugárzás erőségének megváltozásával a Földön is hőmérsékleti és nyomásváltozások következnek be, melyek az egyenlítő közelében valószínűleg közvetlenül követik a sugárzás változásait. Hogyan terjednek ezek a hatások magasabb földrajzi szélességekbe és hogyan módosulnak azok ott, azt mainapság még qualitative sem tudjuk tisztázni. Ez a nehéz feladat, mely abból áll, hogy kell hidat építeni a napsugárzás változása és a Föld különböző részeinek időjárása között, majd csak a jövőtől várja megoldását. Mégis

azt kell hinni, hogy az időprognosztikában ez az út vezet a végső cél felé: A napsugárzás pontos mérései fogják az alapot szolgáltatni arra, hogy a Föld összes részei számára lehessen majd hosszabb időre érvényes prognózisokat megállapítani.

AZ ANYAG BELSŐ SZERKEZETE.

Írta: Dr. GRÓH GYULA.

Bevezetés.

A 18. század legvégéig az anyagok belső szerkezetére nézve jóformán csak annyi volt biztos, hogy ilyen szerkezet nyilván *van*, azaz hogy a szabad szemmel és mikroszkóppal tömörnek és homogénnek mutakozó szilárd testeknél, meg a folyadékoknál és gázoknál is kell lenni olyan *belső* strukturának, melyet közvetlenül érzéklni nem lehet. E tekintetben bizonyítékok sem hiányoztak. Az a körülmény, hogy a látszólag tömör testek lehűtéskor összehúzódnak, avagy nagy nyomás alatt kisebb térfogatot töltenek be, szükségképpen rávezettek arra a föltevésre, hogy az ilyen testek is részecskékből állanak, melyek között bizonyára hézagok vannak; vagyis hogy az anyagok de facto nem töltik be egészen azt a tért, melyet látszólag betöltenek. A gázok és folyadékok teljes összekeverhetősége, avagy a szilárd testeknek folyadékokban való oldódása olyan közismert jelenségek, melyek jóformán rá kell, hogy kényszerítsék a gondolkodókat annak feltételezésére, hogy ezek az összekeveredő anyagok részecskékből állanak, melyek olyanféleképpen keverednek össze, mint a hogyan a finom porokat összekeverjük.

Már Demokritos (Krisztus előtt V. század) beszél atomokról *ἄτρωος* = oszthatatlan), azokról a legkisebb részecskékről, melyek már tovább nem oszthatók apróbbakra. Az atomokról és az anyagok belső szerkezetéről szóló tan azonban alig gyarapodott a XVIII. század legvégéig. Ekkor kezdődött el az a tüneményes fejlődés, mely mind sebesebb tempóban haladva a legutóbbi években megbecsülhetetlen gyümölcsöket

termett az emberiség természettudományi előrehaladásának. A fáklyahordozók elejével kémikusok, majd fizikusok voltak, utóbb szerepük sokszor váltakozott. Az alábbiakban megkísérlem, hogy erről a fejlődésről valamennyire hű képet adjak.

I. Az atom- és molekulaelmélet kémiai szempontból.

Dalton atom-és molekula-elmélete. 1800-ban vált ismeretessé *Proust* törvénye, az *állandó súlyviszonyok törvénye*, melynek lértelmében az elemek nem egyesülhetnek egymással akármilyen arányban, hanem csakis meghatározott súlyviszonyok szerint. Például:

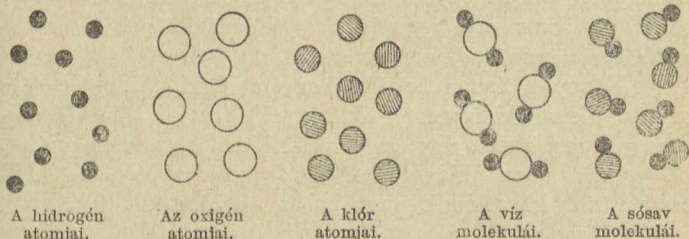
1 gramm hidrogéngáz, midőn azt oxigénben elégetjük, mindig $8\frac{1}{8}$ gramm oxigénnel vegyül, miközben természetesen 9 gramm víz keletkezik. Hiába van jelen az 1 gramm hidrogén elégésénél bármily nagymennyiségű oxigén, ez többel, mint 8 grammal nem fog egyesülni. Az oxigén fölös mennyisége tehát változatlanul megmarad. Ha pedig kevesebb oxigén volna jelen, mint 8 gramm akkor a hidrogénből marad meg egy bizonyos mennyiség, belőle csak annyi alakul át, mint amennyi az oxigén súlyainak $\frac{1}{8}$ -ad része.

Hogy kézzelfogható magyarázatát adhassuk az ilyen és eféle tapasztalati tényeknek, gondoljuk el, hogy a hidrogén is, az oxigén is és általában minden elem legkisebb, oszthatatlan részecskékből, *atomokból* áll, úgy azonban, hogy ugyanazon elem atomjai egymás közt minden tekintetben megegyezők: egyforma nagyok, egyforma súlyúak, stb. Viszont a különböző elemek atomjai különbözőek, nagyság, súly, stb. szempontjából. Tételizzük fel ezenkívül, hogy a *vegyületek* (pl. víz, sósavgáz, stb.) szintén legkisebb, olyan részecskékből állanak, melyeket már nem lehet úgy felosztani, hogy a részecske sajátosságai meg ne változzanak. Ezeket a részecskéket — *molekulákat* — atomokból, az alkotó elemek atomjaiból kell összetéve gondolnunk; vagyis a molekulák felbonthatóknak képzelendők — t. i. az alkotó atomokra — de persze ez a szétbontás már maga után vonja a vegyületmolekula

sajátságainak elváltozását. Úgy kell elgondolnunk a dolgot, hogy egyugyanazon vegyület (pl. víz) molekulái egymás közt mindenben megegyeznek: tehát mindegyik molekula ugyanolyan minőségű atomból tevődik össze s így mindegyik molekula azonos súlyú, térfogatú, stb.

Hogy az elképzelést megkönnyítsük, figyeljük meg az alábbi ábrákat:

1. ábra.



Ezek az ábrák, — melyek távolról sem akarnak az atomok és molekulák „hű képei“ lenni, hanem csak az elképzelést vannak hivatva megkönnyíteni — a köröcskék nagyságával fejezik ki az azonos minőségű elemek atomjainak egyformaságát és a különböző elemek atomjainak különbözőségét. A fenti ábrák szerint a víz mindegyik molekulája 1—1 atom oxigénből és 2—2 atom hidrogénből a sósavgáz molekulái pedig 1—1 atom hidrogénből és klórból állanak.

Ha eféleképen gondoljuk el a vegyületek molekuláinak az alkotó elemek atomjaiból való képződését, az állandó súíyviszonyok törvénye önként értetődővé, szinte kézzelfoghatóvá válik. Mert — pl. a sósavgáz képződésének példájában — ha 1 gramm hidrogénünk van, nyilvánvaló, hogy ez meghatározott számú hidrogénatomot jelent, miután a hidrogénatomok tömege meghatározott; ez a meghatározott számú hidrogenatom — az utolsó ábrával adott feltevés szerint — ugyanolyan számú klóratommal levén képes csak vegyülni, nyilvánvaló, hogy a lekötött klór mennyisége (súlya) is

meghatározott leend. Még kézzelfoghatóbban (bocsánatot kérve a falusi iskolából vett példáért): Gondoljuk, hogy van 1 gr. mákszemünk s mindegyik mákszem 1—1 hidrogénatomot jelent; a klóratomokat lencseszemek képviseljék. Ha felteszem, hogy *egy* mákszem *egy* lencseszemmél adja a sósavmolekulát, akkor avégből, hogy az 1 gr. mák *mindegyik* szeme mellé tehessek *egy-egy* lencseszemet, nekem *egy egészen meghatározott számú*, tehát *meghatározott súlyú* lencsére lesz szükségem. Ezt az egyszerű tényt fejeztük ki az imént úgy, hogy *az elemek nem egyesülhetnek egymással akármilyen, hanem csakis meghatározott súlyviszonyok szerint.*

Könnyen észrevehetjük, hogy a fenti (hidrogén + oxigén, illetve hidrogén + klór) példánál az *állandó súlyviszonyok* megértése úgy is sikerülne, ha a vízmolekulákat pl. *egy-egy* atom hidrogénből és *egy-egy* atom oxigénből összetettnek képzelnénk, vagy ha azt tételeznénk fel, hogy a sósav molekulái pl. *két-két* atom hidrogénből és *egy-egy* atom klórból állanak. Másrésről az eddigiekből nem derülhet az ki, hogy a vegyületek molekuláit az alkotó elemek hány atomja alkotja. Erre *Avogadro* tétele fog rávezetni.

Avogadro tétele. Azt mondtuk az előbb, hogy 1 gramm hidrogén 8 gramm oxigénnel egyesül vízzé, illetve — ha elég magas a hőmérséklet — vízgőzzé! A képződött víz, illetve vízgőz súlya 9 gramm. Ha e háromféle anyag (hidrogén, oxigén, vízgőz) most megjelölt mennyiségeinek (1, 8, illetve 9 gramm) *térfogatát* azonos hőmérsékleten és azonos nyomás mellett összehasonlítjuk, kiderül, hogy az 1 gramm hidrogén térfogata pontosan kétszer akkora, mint a 8 gramm oxigéné s hogy a 9 gramm vízgőz térfogata pontosan akkora, mint az 1 gramm hidrogéné. Egyszerűbben ezt így fejezzük ki: 1 térfogatrész oxigén 2 térfogatrész hidrogénnel képes vegyülni s e közben 2 térfogatrész vízgőz keletkezik. — Hasonló eredményt mutat a másik példánk: Egy térfogat hidrogén egy térfogat klórral egyesülve két térfogat sósavgázt szolgáltat.

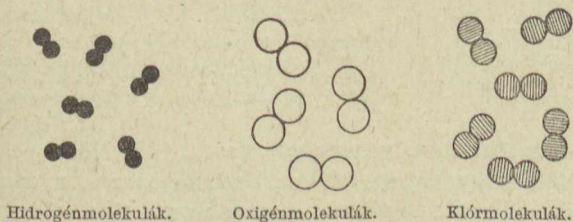
A most vázolt összefüggés az *egyszerűségével* lép meg: a vegyülésben résztvevő gázok (és gőzök) térfogatai úgy

aránylanak egymáshoz, mint az egyszerű egész számok. (*Gay-Lussac törvénye, 1810.*)

Ennek az egyszerűségnek bizonyára sok része volt abban, hogy a legutóbbi összefüggés értelmezésére *Avogadro* (1811-ben) ugyancsak egyszerű — de az ő korában nem kevésbé merész — feltevést állított föl, mely így hangzik: *A különböző gázok és gőzök egyenlő térfogataiban — egyenlő nyomás és hőmérséklet mellett — egyenlő a molekuláknak, tehát elkülönült legkisebb részecskéknak a száma.* Ez a hypothesis — melynek a valósággal megegyező volta azóta kétségtelen bizonyossággá válván *Avogadro tétele* néven ismeretes — ma is alapját képezi kémiai tudásunknak.

Ha már most megkíséreljük azt, hogy e tétel birtokában értelmezzük a vízgőz, vagy a sósavgáz szintézisét, meggyőződhetünk róla, hogy okoskodásunkkal csak úgy jutunk a kísérleti adatokkal megegyező eredményre, ha közbevetőleg a szereplő elemi gázok (hidrogén, oxigén, klór) molekuláit kétatomosaknak képzeljük. Más szóval fel kell tenni, hogy e gázok mindegyik molekuláját (elkülönült legkisebb részecskéjét) az illető elemek két-két atomja alkotja, így:

2. ábra.



Hidrogénmolekulák.

Oxigénmolekulák.

Klór-molekulák.

A vízgőz- és a sósavgázmolekulákat továbbra is olyanoknak gondoljuk el, mint ahogyan a legutóbbi rajzban ezeket ábrázoltuk.

Így eljárva képzeljük el egy térfogatrész oxigéngázt, például olyan térfogatát az oxigénnek, mely — mondjuk —

1 trillio oxigénmolekulát tartalmaz.* Ennyi molekula a mondottak szerint 2 trillió atomot jelent, miután minden molekula két atomból áll. Ha ezen 2 trillió oxigénatom mindegyikének 2—2 hidrogénatomot akarunk juttatni (a 231. oldalon levő vízmolekula-ábra szerint), nyilván 4 trillió hidrogénatomra van szükségünk. A hidrogénmolekulák fenti rajzai szerint ez e hidrogénmennyiség 2 trillió hidrogénmolekulával egyenlő. Ám ennyi hidrogénmolekula (azonos hőmérsékleten és nyomásnál) *kétszer* akkora térfogatú, mint 1 trillió oxigénmolekula, tehát illetén okoskodásunk arra a — kísérleti ténnyel egyező — eredményre vezet, hogy 1 térfogatrész oxigén 2 térfogatrész hidrogénnel vegyül. — Az oxigén és hidrogén ilyen mennyiségéből épen 2 trillió vízgőzmolekula kerül ki; miután ennek térfogata (az előbbiekkal azonos hőmérsékleten és nyomásnál) *Avogadro* tétele szerint ugyanakkora, mint a 2 trillió hidrogénmolekuláé, a keletkezett vízgőz térfogata 2 térfogatrész. Egyszóval mindenben fedi okoskodásunkat a kísérleti tény.

A mondottakat az alábbi rajz teszi szemléletessé, ha az egyenlő térfogatokat egyforma nagyságú kockákkal (négyzetekkel) ábrázoljuk:



A molekulasúly meghatározása. Az előző pontban említettük, hogy (azonos hőmérsékletnél és azonos nyomáson) 1 gramm hidrogén térfogata ugyanakkora, mint 9 gramm vízgőzé és kétszer akkora, mint 8 gr. oxigéné. Ezek szerint 1 gr. hidrogén, 9 gr. vízgőz és 16 gr. oxigén *egyenlő* térfogatúak.

* Mint alább látni fogjuk, jogosult volt e példában ily óriási számot venni. Hiszen egy trillió gázmolekula 1 atm. nyomás és 0 C° hőmérséklet mellett mindössze $\frac{1}{22}$ -ad cm³ térfogatot tölt be!

Gondoljuk magunk elé e három gáz-(gőz)-nemű anyagot, a térfogatok egyenlőségét egyenlő nagyságú kockákkal ábrázolva:



1 gr. hidrogén.



9 gr. vízgőz.



16 gr. oxigén.

Avogadro tétele szerint e három térfogatban *egyenlő számú* molekula foglaltatik. Mi következik ebből? Nyilvánvalóan az, hogy a *vízgőz* molekulái 9-szer, az *oxigén* molekulái pedig 16-szor olyan nehezek, mint a *hidrogén* molekulái. Mert ha össze kívánom hasonlítani, hogy a hidrogén molekuláinál hányszorta nehezebbek a vízgőz, vagy az oxigén molekulái, akkor egészen mindegy, hogy *egy-egy* hidrogén-, vízgőz- és oxigénmolekula súlyát nézem-e meg mérlegen (ami technikailag csakugyan lehetetlen volna) és a kapott súlyokat arányba állítom, vagy pedig 1–1 trillió molekula súlyát mérem-e meg és az így kapott súlyok viszonyát állapítom meg. A viszonzyszámok mindkét esetben azonosak lesznek. Sőt tovább mehetünk: nem szükséges nekünk tudni azt, hogy számszerűen hány darab molekula súlyát mérjük meg mérlegen! Ha tudjuk azt, hogy a szóbajövő molekulák száma *egyenlő* (már pedig — miután egyenlő térfogatokról van szó — ezt *Avogadro* tételéből tudjuk), akkor nyilvánvaló, hogy a kapott súlyok *viszonya* ugyanaz leend, mintha mindegyik fajta molekulából csak egyetlen egyet mértünk volna meg s az ekként észlelt súlyok *viszonyát* számítottuk volna ki.

Amint látható, *Avogadro* tétele közvetlenül lehetővé teszi, hogy a gáz- (gőz-) alakú testek molekuláinak *viszonylagos súlyát* megállapíthassuk. E megállapításoknál célszerűnek mutatkozott a hidrogén molekulásúlyát 2-vel jelölni azért, mert — miután a hidrogénmolekulák 2—2 atomból állanak — ilykép a hidrogén atomsúlya 1-el leend egyenlő, vagyis a hidrogén atomjainak súlya leend az egység, melyre az összes többi elemek és a vegyületek atom-, illetve molekulasúlyát vonatkoztatjuk. Ily értelemben tehát azt mondjuk,

hogy a hidrogén molekulasúlya 2, a vízgőzé 18, az oxigéné 32, stb. A mondottakból következik, hogy e számok csupán viszonyszámok és pedig a hidrogén atomsúlyára vonatkoztatott viszonyszámok.

Az atom- és molekulasúly meghatározásánál régebben — úgy mint most elmondottuk — a hidrogén atomsúlya szerepelt egység gyanánt. Utóbb ettől a mértéktől — célszerűségi okoknál fogva, melyeket itt nem részletezhetünk¹ — eltértek, s az atom- és molekulasúlyokat az oxigénre vonatkoztatják, melynek atomsúlyát önkényesen 16-nak, illetve molekulasúlyát 32-nek választották. Ez az egységváltogatás csak igen csekély eltérést jelentett az atom-, illetve molekulasúlyokban; az új, oxigénre vonatkoztatott egységekben pl. a hidrogén atomsúlya 1 helyett 1·008-nak adódik ki.

Meg kell még említenünk, hogy a molekulasúly meghatározásának most követett gondolatmenete nemcsak a gáz- (gőz-) nemű anyagokra mutatkozott alkalmasnak, hanem az *oldott* anyagokra nézve is. Lehetővé tette ezt az az analógia, amely a gázok nyomása és az oldatok ozmózisos nyomása, illetve az elpárolgás és feloldódás közt fennál.² Az oldatok ozmózisos nyomása, vagy az ezzel arányos fagyáspontcsökkenése, forráspontemelkedése, stb. alapján tehát az oldatok térfogategységében foglalt molekulák számára, végeredményben az oldott anyagok molekulasúlyára következtethetünk.

Az atomsúly meghatározása. Előbbi megfontolásainkból önként adódott a hidrogén és oxigén atomsúlya. A többi elem atomsúlyának meghatározási módját a szén példáján mutatjuk be.

Vesünk minél nagyobb számú szénvegyületet s mindegyiknek megállapítjuk a molekulasúlyát. Megvizsgáljuk ezenkívül a kémiai analízis módszereivel, hogy az illető szénvegyületek *molekulasúlynyi mennyiségében* mennyi a szén mennyisége. Eképen pl. a következő összeállításához jutunk:

¹ L. a szerző „Általános kémia“ című könyvét.

² L. a szerző „Általános kémia“ című könyvét.

Vegyület neve	Molekulasúly	A molekulasúlynyi mennyiségben foglalt szén mennyisége
Methan	16	12
Aethylalkohol	46	24
Glicerin	92	36
Borkősav	150	48

Azt látjuk ezekből az adatokból, hogy a felsorolt vegyületek molekulasúlynyi mennyiségei különböző mennyiségű szenet tartalmaznak; másrészt az is látható, hogy 1 molekula alkohol kétszer, 1 mol. glicerin háromszor, 1 mol. borkősav pedig négyszer annyi szenet tartalmaz, mint 1 mol. methan. Miután az eddig ismert szénvegyületek közt egyetlen sem akad, melynek molekulasúlynyi mennyisége kevesebb szenet tartalmaz, mint a methan, joggal tétélezhető fel, hogy a methanmolekula csak egyetlenegy szénatomot tartalmaz. Ha azonban így áll a dolog, akkor a methan molekulasúlynyi mennyiségében foglalt szén mennyisége egyúttal a szén atomsúlynyi mennyisége is. Azaz a szén atomsúlya 12. Önként értetődő, hogy az így meghatározott atomsúly ugyanolyan egységekben van kifejezve, mint a molekulasúly, melyből kiindultunk; az atomsúlyok tehát ép úgy viszonylagos számok, mint a molekulasúlyok.

A vegyületek molekuláinak szerkezete. Ha ismeretes valamely vegyület molekulasúlya és %-os összetétele, könnyen kiszámítható, hogy az illető vegyület molekuláiban az atomok milyen számmal szerepelnek. Abból pl., hogy a methan molekulasúlya 16 s hogy ez a molekulasúlynyi mennyiség 12 súlyrész szénből és 4 súlyrész hidrogénből tevődik össze, nyilvánvaló, hogy a methan molekuláit 1—1 atom szén és 4—4 atom hidrogén alkotja. Ezt így fejezzük ki: CH_4 . Hasonló jelentésűek az összes ilyenféle u. n. *tapasztalati v. empirikus képletek*. Az alkohol tapasztalati képlete: C_2H_6O pl. azt jelenti, hogy az alkohol mindegyik molekuláját 2 szénatom, 6 hidrogénatom és 1 oxigénatom alkotja.

Más kérdés, hogy a molekulákat alkotó atomok milyen módon kapcsolódnak egymáshoz, vagyis hogy milyen a mo-

lekula szerkezete? Messze vezetne, ha azoknak a megfontolásoknak és módszereknek az ismertetésébe kezdenénk, melyek ennek megállapítását lehetővé teszik.¹ Elégedjünk meg itt avval, hogy ma már tizezernyi és tizezernyi vegyület molekuláinak szerkezetét ismerjük. Az eredmények, melyek az u. n. *szerkezeti képletekben* jutnak kifejezésre, különösen az organikus kémiában nagyjelentőségűek. És pedig nemcsak teoretikus, hanem gyakorlati szempontból is. Iskolai példa erre az *indigó* szerkezetének felismerése.

Ezt az ősidők óta közkedvelt festéket korábban kizárólag az *Indigofera tinctoria* nevű tropikus növényből állították elő, melyből 0·2—1% indigó termelhető ki. Keletindia hatalmas kultúrában termelte e növényt, az évi indigótermelés értéke megközelítette a 100 millió aranykoronát. *Baeyer* német kémikus 1907-ben megállapította, hogy az indigó-molekulát alkotó 16 szénatom, 10 hidrogénatom, 2—2 nitrogén- és oxigénatom mily módon kapcsolódik egymáshoz. Megállapításának az lett a gyakorlati eredménye, hogy ma már ezt a festéket legnagyobb részben kátránytermékekből mesterséges uton (és olcsóbban) termelik s azok a hatalmas földterületek, melyek előbb az *Indigofera* termelésére használtattak, más célra szabadultak fel.

Számtalan becses gyógyszer, kelmefesték és más iparilag fontos anyag felismerése a molekula-szerkezetkutatásnak köszöni létét s ebben az irányban főként az orvosi tudományoknak van sok várnivalójuk, a biológiának, szerológiának stb.

Prout feltevése. Az elemek periodusos rendszere. Mikor az elemek atomsúlyának meghatározási módja s vele együtt az akkor ismert elemek atomsúlya ismeretessé vált, *Prout* angol orvosnak feltűnt (1815), hogy számos elem atomsúlya — csekélyebb eltéréseket leszámítva — egész számú sokszorosa a hidrogén atomsúlyának. Ez őt arra a feltevésre bírta, hogy talán csak egy „ős-elem“ van, a hidrogén s hogy az összes többi elemek ennek bizonyos változatai. Feltevése a most mondott körülményen kívül

¹ Lásd a szerző *Organikus kémia* c. könyvét.

mivel sem volt támogatható; minthogy pedig számos olyan elem volt már akkoriban ismeretes, melynek atomsúlya nem volt egész számú sokszorososa a hidrogénének, Prout feltevése valósággal feledésbe ment.

Időnkint azonban mégis vissza-visszatért az a gondolat, hogy az egyes elemek mégsem lehetnek egymástól merőben független természeti individuumok. Erősítette ezt az a — már korán felismert — tapasztalat, hogy némely elem feltűnő hasonlatosságot, valósággal rokonságot mutat egymáshoz. A klór, bróm és jód, nemkülönb a lithium, nátrium és kálium, avagy a kalcium, stroncium és bárium úgy elemi állapotban, mint vegyületeik alakjában tagadhatatlanul „rokonok“. Összefüggésük megnyilvánul abban is, hogy az ilyen hármas elemcsoportok (triádok) középső, illetve két szélső tagjának atomsúlyai közti különbségek nagyjában egyenlők.

Az elemek közti kapcsolat azonban legáltalánosabban az ú. n. *periodusos rendszerből* derül ki, melyet elsőnek (1869-ben) *Mendeleejev* állított össze. (L. az I. táblázatot.) Az elemek ilyen elrendezésének alapja az, hogy — a hidrogénnek (a legkisebb atomsúlyú elemnek) elhagyásával — az elemeket *atomsúlyuk nagysága rendjében* vízszintes sorba írjuk mindaddig, míg egy olyan elemre nem bukkanunk, mely a már felírottak egyikével rokon. Minden ilyen alkalommal új vízszintes sort kezdve arra a feltűnő eredményre jutunk, hogy a rokon elemek nagyjában egymás alá, tehát a rendszer *függélyes* oszlopaiban együvé kerülnek. Mindjárt hozzá kell azonban tennünk, hogy nem kivétel nélkül! Pl. az arany, mangán, stb. valósággal idegen társaságba keveredik ekképen. Némely helyen pedig — hogy épen a rokon elemek egymás alá kerüljenek — fel kell függesztenünk azt az elvet, hogy szigorúan az atomsúlyok nagyságának rendjét kövessük. Így járunk el pl. az argon ($A = 39.9$) és kálium ($K = 39$), illetve a tellur ($Te = 127.5$) és jód ($J = 127$) esetében. A cerium helyére egy egész elemcsoportot szúrunk be ugyanilyen oknál fogva; máskor pedig egy-egy helyet üresen hagyunk.

0	1	2	3	4	5	6	7	8
E^0	$E^I Cl$ $E^I_2 O$	$E^{II} Cl_2$ $E^{II} O$	$E^{III} Cl_3$ $E^{III} O_3$	$E^{IV} H_4$ $E^{IV} O_2$	$E^{III} H_3$ $E^V O_5$	$E^{II} H_2$ $E^{VI} O_3$	$E^I H$ $E_2^{VII} O_7$	$E^{VIII} O_4$
He = 4 Ne = 20	Li = 7 Na = 23	Be = 9 Mg = 24,3	B = 11 Al = 27	C = 12 Si = 28,3	N = 14 P = 31	O = 16 S = 32	F = 19 Cl = 35,5	
A = 39,9	K = 39 Cu = 63,6	Ca = 40,1 Zn = 65,4	Sc = 45,1 Ga = 70	Ti = 48 Ge = 72,5	V = 51 As = 75	Cr = 52 Se = 79,2	Mn = 55 Br = 80	Fe = 56, Co = 59, Ni = 58,7
Kr = 82,9	Rb = 85,5 Ag = 108	Sr = 87,6 Cd = 112,4	Y = 89 In = 115	Zr = 90,6 Sn = 119	Nb = 93,5 Sb = 120	Mo = 96 Te = 127,5	Ma = ? J = 127	Ru = 101,7 Rh = 103 Pd = 106,7
X = 130	Cs = 133 Au = 197	Ba = 137,4 Hg = 200	La etc. 139-178 Tl = 204	Hf = 179? Pb = 207	Ta = 181 Bi = 209	W = 184 Po = 210	Re = ? . . .	Os = 191 Ir = 193 Pt = 195
Em = 222	Ra = 226,0	Ac = 226	Th = 232,1	Pa = 230	U = 238,2	. . .	

Az atomtömegek lekerekítették.

Az ilyenféle „erőltetések“ ellenére is tagadhatatlan az a számos törvényszerűség, mely a periodusos rendszerből önként adódik és leolvasható. A rendszerben kialakult elemcsoportok fizikai és kémiai sajátásaiban egyaránt megnyilvánulnak ezek. Csak a főbbekre kiterjeszkedve:

A vízszintes sorokon balról jobbfelé haladva a fajsúly fokozatosan nő a középig, onnan kezdve pedig ismét fokozatosan csökken; az atomtérfogat (az atomsúlynyi mennyiség által betöltött térfogat) viszont e sorok két végén a legnagyobb és befelé a középig csökken. A függőleges sorokban felülről lefelé menve a fajsúly is és az atomtérfogat is fokozatosan nő.

A 0-adik függőleges oszlopba jutott elemek mindegyike ú. n. nemes gáz; ezek oly elemek, melyek sem egymással, sem más elemekkel nem vegyülnek. Vegyértékük¹ tehát zérus. A többi függőleges oszlopokban az oxigénnel szemben tanúsított legmagasabb vegyérték fokozatosan nő, míg a hidrogénnel szemben tanúsított (legkisebb) vegyérték a középig nő, onnan kezdve fokozatosan csökken. Ennek megfelelően az egy-egy függőleges oszlopba tartozó elemek oxigén-, illetve hidrogénvegyületei analóg képletűek. Ezeket az általános képleteket látjuk a táblázat fején. ($E' Cl$, $E' Cl$, stb.)

Ha a bór ($B = 11$) és a wolfram ($W = 184$) közt egyenest húzunk, ez az 1—7 függőleges oszlopokba sorolt elemeket két nagy csoportba osztja. Baloldalt foglalnak helyet a fémek, (bázisképző, pozitív jellemű), jobboldalt pedig a nemfémek (savképző, negatív jellemű elemek. Általánosságban az a szabály is érvényes, hogy minél távolabb esik valamely elem az említett ferde vonaltól, annál határozottabb annak a jelleme; ennek megfelelően a ferde vonal mentén a határozatlan (kettős) jellemű elemekkel találkozunk.

Annak ellenére, hogy a periodusos rendszer — mint

¹ Valamely elem vegyértékének azt a számot nevezzük, mely megmutatja, hogy a kérdéses elem egy atomja hány atom hidrogénnel képes vegyülni, vagy hány atom hidrogént képes vegyületekben helyettesíteni.

említettük, — több helyen ingatagnak látszik s a kiadódó törvényszerűségek alól sok esetben (egyelőre) érthetetlen kivételek mutatkoznak, tagadhatatlan, hogy ezt a rendszert olyan magasabb törvényszerűség kifejezőjének kell tartanunk, mely az elemek közt fennáll, de amelyet minden részletében ma még nem ismerünk. Bizonyosra vehetjük, hogy idővel, ha majd ismereteink főként az atomok szerkezetét illetőleg kibővülnek, mind kisebb lesz a látszólagos „fogyatékoságok“ száma. Megfordítva: épen e látszólagos fogyatékoságokban van részben a periodusos rendszer nagy jelentősége, mert ezek által serkent további kutatásokra, amint hogy serkentett a múltban is. Hogy az újabb vizsgálódásoknál mily igen nagy szerepe volt a periodusos rendszernek, mint valószínűs irányítónak, arra még alább visszatérünk több helyen is. Most csak annyit jegyzünk meg, hogy *Mendelejeff* e rendszer felfedezésekor épen a rendszer által adott törvényszerűségek alapján valóssággal megjövendölte néhány — akkor még ismeretlen — elem felfedezését. Ő ugyanis, hogy a rokon-elemek valóban egymás alá kerülhessenek, kénytelen volt helyenkint néhány rubrikát üresen hagyva folytatni a sorozat írását az atomsúlyok nagysága rendjében. Azonban nagy valószínűséggel arra kellett következtetnie, hogy az üresen hagyott helyekre nyilván tartoznak elemek — melyek még nem fedeztetek fel. Sőt ezeknek a még fel sem fedezett elemeknek előre megjósolhatta egynémely fizikai és kémiai sajátosságát, vegyértékét stb., mely sajátosságok az elemnek a rendszerben elfoglalandó helyéből logikusan előre következtethetők voltak. *Mendelejeff* ilyenén jóslásai beteljesedtek. A scandium, gallium, germanium pl. *utóbb* foglalták el azokat a helyeket, melyeket *Mendelejeff* számukra táblázatában előzetesen „kijelölt“.

Az elemek spektruma. Ha a gázalakú elemeken át kellő ritkítás mellett (*Geissler* f. csövekben) magasfeszültségű elektromosságot áramoltatunk át, vagy ha az elemek, illetve vegyületeik gőzeit bármilyen módon magas hőmérsékletre hevítjük fel, azokból fény lövellődik ki. Ez a fény sohasem

homogén, azaz nem egyféle hullámhosszú aetherrezgésekből áll, hanem összetett, különböző hullámhosszú fénysugarak keverékéből tevődik össze. Spektroszkóppal vizsgálva a kilövellődött fényt, megállapítható a sugárkomponensek színe, illetve hullámhossza. A hidrogéngáz spektrumában 6563 Angström egységű vörös színű, 4861 A. egységű zöld, 4341 A. egységű kék, továbbá 4102 és 3970 A. egységű ibolyasugarakkal találkozunk.¹ A spektrum, tehát a kilövelt sugarak milyensége, színe (szabatosabban: azok hullámhossza) az illető elemekre jellemző. A hidrogén spektrumának látható részében² az előbb említett ötféle sugár állapítható meg. Más elemek sugárzása sokkal heterogénebb; pl. a vas spektruma mintegy 5000 vonalból tevődik össze, vagyis a vas izzó gőzeiből 5000 féle, meghatározott hullámhosszú sugárzás lövellődik ki.

Az elemek gőzeinek fénykilövellését végeredményben az illető elemek atomjainak, illetve az atomokkal kapcsolatos valamilyen periodusos mozgásoknak kell tulajdonítanunk. De ha így áll a dolog, akkor felvetődik a kérdés: elképzelhető-e, hogy az eddigelé oszthatatlannak és legkisebb, szerkezétnélküli anyagrészekkének tekintett atom forrásává válhatnak oly sokféle aetherrezgésnek?

A spektrum-analízist *Bunsen* és *Kirchhof* már 1859-ben felfedezték ugyan, mégis csak pár éve vagyunk abban a helyzetben, hogy nemcsak sejtésszerű „nem“-mel, hanem ezenfelül jól megalapozott magyarázattal is megfelelhetünk a feltett kérdésre. Erről majd a 272—275. oldalon lesz szó.

II. A kinetikai gázelmélet.

A gázok szerkezete fizikai értelemben. A kinetikai gázelmélet szerint a gázok elkülönült legkisebb részecskéi

¹ A fény hullámhosszának mérésénél az Angström-egységet szokás használni. 1 A. egység a milliméter tizmilliomod részével egyenlő.

² Az elemek légnemű állapotukban való izzásukkor nem csak szemmel látható, hanem láthatatlan, ú. n. infravörös és ultraibolya sugarakat is lövelhetnek ki.

(molekulái) szakadatlan, soha meg nem szünő mozgásban vannak és pedig akkor is, ha a gázokra semminemű külső erő nem hat. E mozgás közben a molekulák majd egymáshoz, majd az edény falához ütköznek; ilyenkor azonban rugalmas golyók módjára visszapattannak és irányváltozással bár, de tovább folytatják egyenes vonalú mozgásukat. Olyanformának kell tehát a gázokat elképzelnünk, mint egy szúnyograjt, melynek egyes tagjai szakadatlanul röpöködnék. A gázmolekulák spontán mozgásának tulajdonítandó, hogy ezek a nehézségi erő hatása alatt nem hullanak le a gázt tartalmazó edény fenekére. A gázmolekulák mozgásának sebessége annál nagyobb, minél kisebb tömegűek a molekulák és minél magasabb a hőmérséklet.

Ha a gázok nem állanak túlságosan nagy nyomás alatt, a gázmolekulák nagysága elenyészően kicsi ahhoz az átlagos távolsághoz képest, mely az egyes molekulák közt van. Vagyis a gázok által elfoglalt térnek csak aránylag elenyésző kis részét töltik be maguk a molekulák. Ilyenkor a molekulák közti vonzás is aránylag csekély. Ez csak akkor válik jelentékenyvé, mikor nagy kompresszió következtében a molekulák igen közel jutnak egymáshoz s midőn a gáz a molekulák közti vonzás következtében a cseppfolyósodás állapotához közeledik, illetve cseppfolyósodik is. Hűtéssel — vagyis a molekulák sebességének csökkentése által — a cseppfolyósodást elősegíthetjük.

Azt a nyomást, melyet valamely gáz az őt tartalmazó edény falára gyakorol, olyanforma eredetűnek kell képzelnünk, mint amilyen nyomást valamely céltáblára az azt erő, de arról visszapattanó puskagolyózápör gyakorolna. — Ha valamely gázt (pl. dugattyus hengerben) annyira nyomunk össze, hogy annak térfogata az eredeti térfogat fele legyen, akkor az összenyomás után a térfogategységben természetesen kétszerannyi molekula leend, mint előbb s így az időegységben kétszerannyi ütközés éri a henger felületegységét, mint előbb. Ennek önként értetendő következménye az lesz, hogy az említett összenyomás következtében a gáz nyomása

megkétszereződik. Megfontolásunk tehát természetszerű magyarázatát adja *Boyle-Mariotte* törvényének, mely szerint valamely gáz térfogata fordítva arányos annak nyomásával.

Hogy állandó nyomás mellett való hevítéskor a gázok térfogata növekedik, avagy állandó térfogatnál történő melegítéskor a gázok nyomása nagyobbodik, annak az az oka, hogy hőemeléskor a molekulák sebessége nagyobb lesz.

A gázok nyomásának említett értelmezése lehetővé tette azt, hogy a gázok molekulásúlya, a gáz által kifejtett nyomás és a molekulák haladó mozgásának sebessége közt szabatos összefüggés legyen található. Mert az ütközések okozta *nyomás* természetesen annál nagyobb, minél nagyobb a gáztérben foglalt *molekulák tömege* és minél nagyobb azok *sebessége*. Ily úton sikerült az első kettőből az utóbbit, azaz a *molekulák sebességét* kiszámítani. Kiadódott pl., hogy 0°C mellett a hidrogénmolekulák sebessége 1837 méter másodpercenként. (Gondoljuk meg, hogy ez nagyobb sebesség, mint a hangé, vagy a leggyorsabb puskagolyóé!) Az oxigén, illetve nitrogénmolekulák sebessége ugyanily hőmérsékleten 461, illetve 492 méter.

Persze egyenes irányban csak akkor terjedhetnének szét ily sebességgel a molekulák, ha légüres térben mozoghatnának. Ellenkező esetben a molekulák sűrűn egymáshoz ütköznek s végeredményben zeg-zugos pályát futnak be. A szabadon megtett utak nagysága különböző. Néha sűrű egymásutánban ütközik egy-egy molekula, máskor aránylag hosszabb utat sikerül megtennie ütközés nélkül. A *közepes szabad úthossz* nagyságára a gázok diffúziósebességéből, belső surlódásából és hővezetősebességéből vonhatunk következtetést. Mindeme sajátságok annál nagyobb fokúak, minél nagyobbak a közepes szabad úthosszak. Egy atm. nyomás és 0°C mellett hidrogénnél a közepes szabad úthossz 0.000185, az oxigénnél 0.000106, a széndioxidnál 0.000068 milliméternek adódik ki.

Ha a hidrogénatom másodpercenként 1837 métert (=1837000 millimétert) tesz meg, viszont a közepes szabad

úthossz mindössze 0.000185 milliméter, akkor nyilvánvaló, hogy a másodpercenként szenvedett ütközések száma átlagosan $\frac{1837000}{0.000185} =$ kerekén 10,000.000,000, azaz tízmilliárd.

Ha a gázt cseppfolyósítjuk, a kapott folyadéktérfogat megadja a molekulák által tényleg betöltött teret.¹ Ezen térfogat, továbbá a molekulák átmérője, a molekulák szabad úthossza és a molekulák száma közt *Loschmidt* (1865) oly szabatos összefüggést talált, mely lehetővé tette, hogy kiszámíthassuk, mekkora a molekulák száma valamely adott állapotú (hőmérsékletű és nyomású) gáz 1 cm³-ében. Kiadódott ily úton, hogy 1 cm³ 0°C-hőmérsékletű és 1 atm. nyomású gázban 27 trillió = 27,000.000,000,000.000,000 molekula foglaltatik. Mint már láttuk (233. old.) ez a szám *Avogadro* tétele értelmében minden gázra nézve közös, az anyagi minőségtől tehát független. A gázok gramm-molekulasúlynyi mennyiségeiről *Avogadro* tétele szerint nyilvánvaló hogy ezek egyenlő nagyságú teret és pedig 0°C-nál és 1 atm. nyomásnál 22.41 litert töltenek be. Azaz 2 gr. hidrogén, 32 gr. oxigén, 44 gr. széndioxid, stb. ily körülmények közt egyaránt 22.41 liter térfogatú. Ezekben a mennyiségekben a molekulák száma 61.10²³, azaz 610,000.000,000.000,000.000,000. Közönségesen persze nem igen tudjuk elgondolni, hogy mily óriási nagy számok ezek. Folyamodjunk *Aston* után kerülő úthoz: Gondoljunk el egy villamos izzólámpát, mely praktice légüres és képzeletben akkora lukat fúrjunk rajta, melyen másodpercenként 1 millió levegő-molekula képes kívülről betódulni; ilyen tempóban végezve a beeresztést, 100 millió évig kellene várni, míg a körte levegővel megtelnék.

Ha ismerjük a 22.41 liter gáz folyadékalakban mért térfogatát és a molekulák számát, persze könnyen kiszámítható az 1—1 molekulára eső térfogat és ebből a (gömb alakúnak képzelt) molekula átmérője. Ilyen úton a mole

¹ Miután a folyadék molekulái közt is fel kell tételezni hézagokat ez az érték némi korrekcióra szorul.

kulákat kb. $0.2-0.4 \mu\mu$ átmérőjűeknek találjuk.¹ ($1 \mu\mu =$ a millimeter milliomod részével.) Ha a gáz súlya is ismeretes, akkor persze $1-1$ molekula tömege (súlya) is megállapítható. Ily számítás szerint pl. a hidrogénmelakula tömege $0.35 \cdot 10^{-20}$ milligrammnak, a hidrogénatomé pedig természetesen félekkorának adódik. Ilyen kicsiny tömegről is csak közvetve alkothatunk magunknak fogalmat: A hidrogénatom tömege úgy viszonylik az 1 gramm-tömeghez, mint az 1 kilogramm-tömeg a Föld tömegéhez viszonylik (*Gractz.*)

A gramm-molekulasúlynyi mennyiségben foglalt molekulák számát ($61 \cdot 10^{23}$), melyről az imént szó volt s melyet *Avogadro-féle számnak* nevezünk, nemcsak a kinetikai gázelmélet segítségével sikerül meghatározni, hanem egymástól független úton az anyagok legkülönbözőbb sajátságaiból is, pl. a gázok, vagy oldatok belső sűrűlódásából, az alább tárgyalandó *Brown-féle* mozgásból, a levegő fényáteresztő képességéből, radioaktivitás-mérésekből, stb. Mindezen mérések nemcsak kielégítően, hanem mondhatni igen jól egyező eredményekre vezettek. Ezért mondtuk (233. old.), hogy *Avogadro* hipotézisét ma már bizonyosságnak kell tekintenünk.

A kinetikai gázelmélet segítségével (megalapítói *Clausius*, *Maxwell* és *Boltzmann*, a múlt század ötvenes éveiben) sikerült megállapítani, hogy az ú. n. egyatomos gázok (He, Ne, A, Kr, X, Em) belső energiája csupán a molekulák haladó mozgásának kinetikai energiájából tevődik össze. Ez úton e gázok fajhője szabatos módon értelmezhető. A többatomos gázok fajhőjének értelmezésénél (H_2 , N_2 , O_2 , CO , Cl_2 , stb.) fel kellett tételezni, hogy a molekulák nemcsak haladó, hanem forgó mozgást is végeznek. — Ugyancsak a kinetikai gázelmélet tette lehetővé annak az a priori nem értelmezhető ténynek megmagyarázását, hogy míg a mechanikai energia

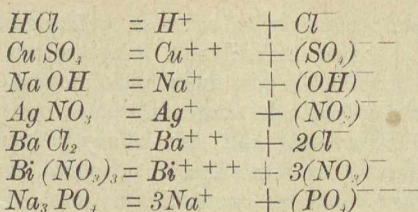
¹ E dimenziók kicsiny voltán kevésbé lepődünk meg, ha előrebocsájtjuk, hogy a legvékonyabb aranyfüstlemez $100 \mu\mu$, a szappanbuborék-hártya pedig $5 \mu\mu$ vastag. A priori gondolható, hogy e hártyák nem egy molekularétegből állanak s így a molekuláknak ennél okvetlenül kisebbeknek kell lenniök.

quantitatíve hővé alakítható, addig a visszaalakítás csak bizonyos megszorításokkal lehetséges.

Az elektromosság, mint az anyag „alkatrésze“.

Az elektrolitos disszociáció. A 236. oldalon említettük, hogy az *Avogadro*-törvény alkalmazásával az oldott anyagok molekulasúlyára is következtetést vonhatunk. Lehetővé teszi ezt az a körülmény, hogy az oldatok ozmózisos nyomása ugyanakkora, mint az a gáz- (gőz-) nyomás, melyet (ugyanazon hőmérséklet mellett) akkor észlelnénk, ha a kérdéses anyagot nem feloldottuk, hanem (ugyanakkora térfogatban) elpárologtattuk volna.

E tétel közelebbi tanulmányozásakor kiadódott, hogy a most mondottak közvetlenül csupán azokra az anyagokra érvényesek, melyeknek oldatai az elektromosságot nem vezetnek, illetve csak alig vezetnek jobban, mint maga a tiszta oldószer. A többi anyagoknál (és ide tartozik az oldható anorgánikus vegyületek legtöbbje, olyirányú eltérések mutatkoznak, melyekből azt kell következtetnünk, hogy *ezeknek a vegyületeknek a molekulái az oldásakor több részre bomlanak fel.* Hogy mik ezek a bomlástermékek, arról az oldat elektrolízise útján lehetett meggyőződni. Szabatos kísérletekből kiadódott, hogy a bomlástermékek (*ionok*) egy része az oldat elektrolízise alkalmával meghatározott sebességgel a negatív, másrésze a pozitív sarkok felé vándorol. Nyilván azért, mivel az előbbi részecskéknek (*kationok*) pozitív, az utóbbiaknak (*anionok*) negatív töltésük van. Meg lehetett bizonyosodni arról is, hogy ez a bomlás nem az áram hatására, hanem pusztán a feloldás következtében áll elő. Az elmondottak képezik alapját *Arrhenius* elektrolitos-disszociációelméletének. (1887.) Ennek értelmében pl. a sósav (HCl) rézszulfát ($CuSO_4$), nátriumhidroxid ($NaOH$), ezüstnitrát ($AgNO_3$), báriumklorid ($BaCl_2$), bizmutnitrát ($Bi(NO_3)_3$), nátriumfoszfát (Na_3PO_4) oldásakor fellépő elektrolitos disszociációt így kell feltüntetni:



Az ionok képlete fölötti + és - jelek, mint látni fogjuk, az ionok töltésének előjelen kívül annak nagyságát is megadják.

Az ionok elektromos töltésének viszonylagos nagysága. Az elektrolitos disszociáció ismerete könnyűvé teszi az elektrolízis megértését. Áramhatáskor egyszerűen az történik, hogy az oldatban levő ionok az ellentétes töltésű sarkokhoz vándorolnak az elektrostatikai vonzó hatás eredményeképpen; majd pedig odaérkezve elvesztik elektromos töltésüket — ezeket az elektród ellentétes töltése különbözteti — s ezúttal az alkatrészek vagy szabad (elemi) állapotban kiválnak, vagy pedig másodlagos folyamatok útján a kiválás pillanatában kémiailag egyesülnek az elektróddal, vagy az oldószerrel, vagy az oldott anyaggal, stb. Az elektrolízisnél áthaladó elektromosságmennyiséget tehát valóssággal az ionok hordják át az oldaton. (Másodrendű vezetők.) Azt, hogy viszont az ionok elektromos töltésének nagysága mekkora, abból lehet megítélni, hogy milyen összefüggés áll fenn az áthaladt elektromosság mennyisége és a kiválasztott alkatrészek mennyisége közt. Már *Faraday* megállapította (1840), hogy *ugyanazon elektromosságmennyiség által a különböző alkatrészekből leválasztott mennyiségek kémiailag egyenértékűek.* E tételből fordítva önként következik, hogy a különböző alkatrészek egyenértéksúlynyi mennyiségének leválasztásához *ugyanazon elektromosságmennyiség szükséges; és pedig ez irányú szabatos mérések szerint az alkatrészek grammegyenértéksúlynyi¹ mennyiségének leválasztásához 96500 cou-*

¹ Valamely elem egyenértéksúlyát megkapjuk, ha atomsúlyát vegyértékeinek számával elosztjuk.

lombnyi elektromosság átvezetése szükséges. Miután az atomsúly az egyenértékűsűlynak annyszorosa, mint ahány vegyértékű az illető elem, nyilvánvaló, hogy az elemek atomsúlynyi mennyiségének leválasztásához annyszor 96500 coulomb elektromosság kell, mint ahány vegyértékű az illető elem. A sósavból az atomsúlynyi hidrogént és klórt 96500 coulomb, $Cu SO_4$ -ből az atomsúlynyi rezet 2×96500 coulomb elektromosságmennyiséggel választhatjuk ki stb. — Tudva azonban azt, hogy a molekulásúlynyi mennyiségben a molekulák száma s így az atomsúlynyi mennyiségben az atomok száma egyenlő, nyilvánvaló, hogy egy-egy rézionnak kétszer akkora a töltése, mint egy-egy hidrogénioné. Ezt a körülményt az ionok jelében így fejezzük ki: H^+ , Cu^{++} . Hasonló értelemben más ionok jele: Ag^+ , Ba^{++} , Bi^{+++} , Sn^{++++} , OH^- , Cl^- , SO_4^{--} , PO_4^{---} , stb. Mindegyik $+$ jel tehát egy meghatározott elektromosság-mennyiséget (töltést) jelent, akkorát, mint amekkora a hidrogén-, vagy ezüstioné; a $-$ jelek mindegyike ugyanekkora, de ellentétes előjelű elektrómos töltést ábrázol. Ezt az elektrómos töltést *elemi töltésnek* nevezzük.

Elektronelmélet. Az előbb megismert elemi töltéssel — mely egy hidrogénion töltésének nagyságával egyenlő — nemcsak az oldatokban szereplő ionoknál, hanem egyebütt is, szinte azt mondhatnánk, hogy gyakran találkozunk. Ilyen elemi töltésekkel van dolgunk a katódsugarak, a β -sugarak, továbbá a gázionok esetében, ilyenek szerepelnek a fény-electrómos hatásnál és Zeemann jelenségnél, stb.

Két végén beforrasztott, elektróddal ellátott üvegsőből szivattyúzzuk ki fokozatosan a levegőt s eközben kössük össze az elektródokat egy működésben levő induktórium szekundér tekerceinek sarkaival. Ha $1-2 \text{ mm}$ higanyoszlopnak megfelelő vacuumig jutottunk a szivattyúzással, a csövön keresztülráramlik az elektromosság, miközben a Geissler-csőveknél közismert fényjelenségeket észleljük. Midőn azonban a gáznyomás $\frac{1}{10} \text{ mm}$ alá csökken, a cső elsötétül, csupán a katóddal (— sarok) szemben levő üvegfalon veszünk észre zöldes-sárgás

luminiszcenciát, melyet a katódról egyenes irányban szétterjedő u. n. *katódsugarak* idéznek elő az üvegen. Ezek a sugarak, melyek maguk láthatatlanok, többek közt arról nevezetesek, hogy azokat a testeket, amelyeket (a csövön belül) útjukba helyezünk, egy új, nagy áthatolóképességű sugárzás kibocsátására gerjesztik; utóbbi sugarak a gyakorlati fontosságuknál fogva közismert *Röntgen-sugarak*. Magukról a katódsugarakról kiderült, hogy azokat mágneses és elektromos erők eltérítik egyenesvonalú pályájukból; az eltérítés irányából meg volt állapítható, hogy e sugarak negatív elektromos töltést hordoznak. További vizsgálatok lehetővé tették annak megállapítását, hogy a katódsugarak esetében nem szigorú értelemben vett sugárzással, hanem a katódról nagy sebességgel (22—36 ezer kilométer mp-enként) tovaröpített részecskékről van szó. E részecskék tömege 1850-szer kisebb, mint a hidrogénatomoké, negatív töltésük azonban *egy elemi töltés*, tehát akkora, mint pl. a Cl^- ionoké. Miután e részecskék az előbbi kísérleti berendezésben mindenkor megjelennek, bármilyen anyagból is készült az elektród, illetve bármily gáz foglaltatott a katódcsőben, joggal fel lehet tételezni, hogy ilyen részecskék minden anyagban előfordulnak. *Az elemek atomjainak eme közös alkatrészét, mely egyúttal az elektromosság legkisebb, oszthatatlan mennyiségeül, az elektromosság atomnyi mennyiségeül tekintendő, negatív elektronnak szokás nevezni.*

Az elektronoknak az anyagokból való leválasztása nemcsak a katódcsővekben észlelhető. Ha valamely elektromosan semleges fémlamezt erős ultraibolya sugárzásnak (pl. a kvarc-higanylámpa fényének) avagy a Röntgen-lámpa sugárzásának teszünk ki, arról nagy sebességgel negatív elektronok röpíttetnek ki, viszont az így eltávolított negatív töltéssel aquivalens pozitív töltés a lemezben marad.

Erős izzításkor is távoznak el negatív elektronok a testekből (thermoionok), mely jelenség főként akkor észlelhető, ha a hevítést vacuumban, illetve igen csekély nyomás alatt végezzük. A drótnélküli táviratozásban és telefóniában nagyjelentőségű *elektroncsöveknél*, nemkülönben némely beren-

dezésű Röntgen-lámpáknál gyakorlatilag is értékesítik e jelenséget.

A dörzsölési elektromosság jelensége lényegileg szintén elektronjelenség, amennyiben a dörzsölésnél szereplő anyagok egyike valósággal lesöpri a másiktól a negatív elektronokat. Az előbbi persze negatív, a másik pozitív töltésűvé válik ezenközben.

Ultraibolya, Röntgen-, vagy rádióaktív sugarak hatása alatt nemcsak a fémlemezekről válnak le negatív elektronok, hanem a gázok molekuláiból is. Ezek az elektronok aztán akár magukban, akár valamely elektromosan semleges gázmolekulához tapadva negatív gáziont képeznek. Viszont az elektronjától megfosztott gázmolekula pozitív gázionként szerepel. Röviden azt mondjuk, hogy az említett sugárzások hatása alatt a gázok ionizálódnak, ami elsősorban a gázok elektromos vezetőképességének nagyfokú emelkedésében nyilvánul meg. Meg kell azonban jegyezni, hogy ez az ionizáció (s vele együtt a gáz elektromos vezetőképessége) igen gyorsan megszűnik, ha az ionizációt létrehozó sugárzást megszüntetjük; ennek oka az, hogy ellentétes töltésű ionok elektromossága egymást csakhamar különbösíti. (Ionok rekombinációja.)

IV. A rádióaktivitás.

Alapfogalmak. Az eddig említett esetekben mester-séges külső beavatkozásokkal szakítottuk le az anyagok atomjaiból ezek közös alkatrészeit, az elektront. A rádióaktív elemek atomjaiból ezzel szemben az elektronok önként távoznak el, mint ezt legelőször 1896-ban *Becquerel* az uranium sóin észlelte. Rá két évre a *Curie*-házaspár már felfedezi a rádiumot s csakhamar merőben új meg új jelenségek és perspektívák nyílnak meg a kutatók előtt. Vegyük ezeket is sorjában.

A rádióaktivitás jelenségének lényege az, hogy bizonyos elemekből spontán sugárzás tör elő, melynek milyensége és erőssége merőben független minden külső hatástól

(pl. a hőmérséklettől és nyomástól) és független attól is, hogy az illető elemek szabad, elemi állapotban vannak-e, vagy vegyület alakjában. E sajátság tehát kívülről nem befolyásolható atom-tulajdonság.

Három fajtájával találkozunk a rádióaktív sugárzásoknak. Az ú. n. α és β sugárzás valójában nem is sugárzás, hanem *részecskék* kilövellésében áll. És pedig az α -részecskék tulajdonképpen kettős pozitív elemi töltéssel bíró heliumatomok, melyek az egyes rádióelemek atomjait különböző (14—22 ezer kilométer pro mp.) sebességgel hagyják el, a β sugarak pedig az előzőekben megismert negatív elektronok, melyeknek kezdő sebessége 100.000—300.000 km. mp.-enkint. — Mágneses mezőben elválík egymástól e két sugárzás, miután a részecskék ellentétes töltésűek s így ellentétes irányban téríttetnek el eredeti pályájukból. Az α részecskék igen kicsiny áthatolóképességűek: 0.05 mm. vastag aluminiumlemezben, vagy néhány cm. vastag levegőrétegben elnyelődnek. A β részecskék levegőben pár méter távolságra haladhatnak s 5 mm. vastag aluminiumlemez sem elegendő teljes elnyeletésükhöz.

A γ -sugarak az ú. n. kemény *Röntgen*-sugarakkal identikusak, tehát a szó szoros értelmében vett sugarak. Keletkezésük valószínűleg az α és β részecskéknek az atomokkal való összeütközése útján történik, hasonlóan, mint a hogyan a *Röntgen*-sugaraké a negatív elektronoknak az antikatodul alkalmazott anyag atomjaival való összeütközése által. Mágneses mezőben nem téríttetnek el útjukból s — mint a *Röntgen*-sugarakról közismert — nagy áthatolóképességükről nevezetesesek. Még a 6 cm. vastag aluminiumlemez is csak mintegy felét nyeli el a γ -sugárzásnak.

A rádióaktív elemek sugárzása különböző kémiai és fizikai hatásokat fejt ki. Nem lehet e helyen célunk, hogy e hatásokat részletesen ismertessük, de mégis meg kell említenünk egynehányat: A sugárzás mindegyik faja erősen ionizálja a levegőt, illetve azokat a gázokat, melyeken a sugárzás keresztül halad. (Az ionizáció lefolyása az előző

fejezetben leírt módon történik.) Ezen az ionizáló hatáson alapszanak azok a készülékek (legtöbbször elektroszkópok), melyek segítségével a sugárzás erősségét mérjük. — Egyes anyagok, pl. a kristályos cinkszulfid, gyémánt, stb. az egyébként láthatatlan sugárzás hatására *luminescálnak*. Igen erősen aktív készítmények sugárzása a környező levegő nitrogénjét is fénylésbe hozza, miért is az ilyen praeparatumok a sötétben maguk is világítani látszanak.

A rádióaktív elemek sugárzása mindig hőfejlődéssel kapcsolatos. Egy gr. rádium pl. 24 óránként annyi hőt fejleszt, mint amennyivel kerekén 30 gramm víz volna 0° -ról 100° -ra hevithető. Az 1 gr. Ra teljes elbomlásánál fejlődő hő összes mennyiségével 37 köbméter vizet lehetne 0° -ról 100° -ra hevíteni.

Önként értetődő, hogy ez a sugárzással kapcsolatos energiakiadás az energiamegmaradás tapasztalati törvényével csak úgy egyeztethető össze, ha feltételezzük, hogy a kisugárzott energia valamely potenciális-energia-készletből vétetik, mely készlet nyilván az illető elemek atomjaiban van felhalmozva. Így gondolva el a sugárzás lényegét, szükségképpen fel kell tételezni azt is, hogy a sugárzás folyamán az atomok potenciális energiában szegényebb egységekké lesznek, vagyis az atomok *átalakulnak*.

Rutherford, ki Soddy-val együttesen 1903-ban először mondotta ki ezt a tételt, vizsgálatai alapján néhány év múlva (1911) arra is megadja a feleletet főbb kontúrokban, hogy milyenek kell elképzelnünk az atomokat, hogy a rádióaktivitás jelensége értelmezhető legyen. Elmélete szerint — melyet az újabb vizsgálatok mindinkább megerősítettek és tovább fejlesztettek — minden atom valóságos kis naprendszer, melynek „mag“-ját pozitív elektromossággal töltött heliumatomok képezik s e mag körül negatív elektronok keringenek. Ha e bolygórendszer egyensúlya (előttünk egyelőre nem ismert okoknál fogva) felbomlik, egyes negatív elektronok mint β -részecekké, avagy pozitív töltésű heliumatomok mint α -részecekké lövellődnek ki az atomból; az

atom megmaradó részei pedig új egyensúlyba jutva az eredetitől eltérő sajátosságú atommá alakulnak át.

Mielőtt az atomszerkezetelmélet mélyebb részletezésére térnénk, közbevetőleg célszerű lesz megismernedni a rádióelemek egyik családfájával s néhány jelenséggel.

Az uranium-családfa elemei. A rádióaktív elemek kutatása arra az eredményre vezetett, hogy miután egy-egy atomból egy-egy α vagy β részecske (vagy egyszerre mindkettő) kilövellődött, a maradékatom legtöbbször nem marad meg új egyensúlyi állapotában, hanem hosszabb-rövidebb átlagos időtartam után újra felbomlik az egyensúly valamely oknál fogva s újabb részecskék kilövellődése következik be. Ez úton egy harmadik fajta atom keletkezik, melyen újra meg újra ismétlődhetik a bomlás processzusa s csak egy bizonyos számú α , vagy β részecske kiadása után következik be — legalább is látszólagosan — a nyugalom, midőn a maradékatom további rombolódást nem szenved többé. A közbeneső atomféleségek egymástól lényegesen különböznek úgy fizikai, mint kémiai szempontból. Hogy röviden bár, de mégis megismerjünk egy ilyen átalakulássorozatot, célszerű lesz magyarázatunkat a második táblázathoz fűznünk, mely a 238·2 atomsúlyú urániumatomok fokozatos lebontódásáról ad képet.

Mint látható, minden egyes urániumatomból részletekben számos α és β részecske lövellődik ki s ennek megtörténte után a visszamaradó atom lényegileg ólomatom leendő, melynek már csak 206 az atomsúlya. (Mindegyik α részecske távozása 4-el kisebbíti az atomsúlyt, mert — mint tudjuk — az α -részecskék lényegileg kettős pozitív töltésű *He* atomok s a helium atomsúlya 4-el egyenlő.) Sokszor nem kis nehézségek árán, de mégis sikerült megállapítani a közbeneső atomféleségek kémiai magatartását is. Így látjuk, hogy az uránium atomjaiból egy-egy α -részecske kibocsátása után visszamaradó atomok (*UX₁*) a thorium (*Th*) atomjaival kémiailag megegyezőek. Ezekből β részecskék és γ sugárzás leadása közben protactinium (*Pa*) atomok, viszont az utób-

II. táblázat.

Az urániumsorozat elemei.

A z e l e m					
neve	jele	kémiai típusa	sugárzása	felezési ideje	atomsúlya ¹
Uránium I	U I	U	α	5000 millió év	238·2
Uránium X ₁	↓ U X ₁	Th	$\beta \gamma$	24 nap	234
Uránium X ₂	↓ U X ₂ ?	Pa	$\beta \gamma$	1·15 perc	234
Uránium II	↓ U II	U	α	2 millió év	234
Uránium Y	↓ ? U Y	Th	β	25 óra	(?)
Ionium	↓ Io	Th	α	100,000 év	230
Rádium	↓ Ra	Ra	$\alpha \beta$	1600 év	225·97
Rádiumemanáció	↓ Ra Em	Em	α	3·85 nap	222
Rádium A	↓ Ra A	Po	α	3·0 perc	218
Rádium B	↓ Ra B	Pb	$\beta \gamma$	26·8 perc	214
Rádium C	↓ Ra C	Bi	(α) $\beta \gamma$	19·5 perc	214
Rádium C'	↓ Ra C'	(Po)	α	0·000001 mp.	214
Rádium C''	↓ Ra C''	(Tl)	β	1·32 perc	210
Rádium D	↓ Ra D	Pb	$\beta \gamma$	16 év	210
Rádium E	↓ Ra E	Bi	$\beta \gamma$	5·0 nap	210
Rádium F (Polonium)	↓ Ra F (Po)	Po	α	136 nap	210
Rádium G (Rádíoólom)	↓ Ra G	Pb	—	—	206·0

* A vastagon nyomott számok közvetlenül kísérletileg meghatározott atomsúlyt jelentenek.

biakból ismét olyan atomok származnak, melyek az urániummal egyeznek meg kémiaiilag. A közbeneső — hosszabb-rövidebb élettartamú — atomok a bomlás folytatódásakor ismét a *Th*, majd a *Ra*, *Em*, *Po*, *Pb*, *Bi*, *Po*, *Tl*, *Pb*, *Bi*, *Po* kémiai sajátosságait veszik fel, míg a rombolódási processzus végeredménye az ólommal kémiaiilag megegyező elem.

Ezek a fokozatos atomátalakulások majd sűrűbben, majd ritkábban következnek be. Ha az atomok igen nagy számáról van szó, a „felezési idő“ megadásával fejezzük ki az átalakulás sebességét. Így — mint a táblázatból látjuk — az *UI* felezési ideje 5000 millió év, ami annyit jelent, hogy ha ma 1 gramm uránium I-ünk van, 5000 millió év múlva az eredeti atomoknak csak fele lesz meg eredeti állapotában, másik felén ez alatt lezajlott az 1—1 α -részcsecke kibocsátásával kapcsolatos bomlás.¹ Miután azonban az ez úton képződő *UX*₁ is bomlékony atomú elem, persze ez utóbbi nem gyülemelhet össze változás nélkül, hanem tovább bomlik és pedig 24 napos felezési idővel. Így bomlanak ezek az eredetileg uránium-atomok fokról-fokra, minek az a következménye, hogyha 1 gramm uránium tényleg 5000 millió évig áll, a $\frac{1}{2}$ gramm urániumon — mint maradványon — kívül az összes bomlástermékeket megtaláljuk és pedig a nagyobb felezési idejűeket nagyobb, a kisebb felezési idejűeket kisebb mennyiségben. A viszonylagos mennyiségek a felezési idők nagyságától és az eltelt időtartamtól függnek s ezek ismerete alapján kiszámíthatók. (Viszont a viszonylagos mennyiségekből a felezési idők nagyságára, vagy az eltelt időtartamra lehet következtetni; az utóbbi lehetőséget a geológusok bizonyos alakulatok, vagy ásványok korának meghatározására esetleg felhasználhatják.)

Az urániumcsaládfán kívül még két, az utóbbihoz nagyon hasonló elemesoportot (a thorium- és actinium-sorozat) ismerünk, melyeknek elemei egymásból keletkeznek. Ezek ismertetésére itt nem térhetünk ki, csak annyit jegyzünk

¹ A felezési idő meghatározásának módját illetőleg lásd Gróh: Általános Chemia III. kiadás, 196. old.

meg, hogy az e csoportokban szereplő elemeken kívül mindössze két radioaktív elem ismeretes, a kálium és a rubidium. Mindkettő gyenge β aktivitást mutat; sem a felezési idejük, sem bomlástermékeik nem ismeretesek.

Az izotópia és az eltolódási szabály. A rádióaktivitás jelenségének felfedezése több új elem felfedezésére vezetett. A rádiumon kívül, mely ezek közül elsőül szerepelt, új elemnek bizonyult az emanáció, a polonium, a protactinium és az actinium. Ezeknek a periodusos rendszerbe való beillesztése nem okozott semmi nehézséget, helyük e rendszerben (240. old.) valósággal készen várta őket.

A többi rádióelem azonban — melyek mint nem „örökéletű“, hanem folytonos bomlásban levő elemek valósággal átmenetileg keletkeznek bizonyos atomok szétesése alkalmával — kémiai értelemben nem bizonyultak új elemeknek. Ezek vagy egyik, vagy másik, már korábban ismert elemmel kémiailag mindenben identikusak. Így — mint a ...oldalon közölt táblázatból már láttuk — a *Ra B*, *Ra D* és *Ra G* kémiailag semmiben sem különböznek az ólomtól. Az *Ac B*, *Ac D*, *Th B* és *Th D* ugyancsak ilyen ólom-„féléségek“. — Más rádióelemek a thalliummal, bizmuttal, rádiummal, stb. állanak hasonló vonatkozásban, mint a felsorolt 7 elem az ólommal.

Ha az ilyenféle elemcsoportok egyes tagjait be akarjuk osztani a periódusos rendszerbe, bizonyára úgy járunk el a leghelyesebben, ha az azonos típusú elemeket a rendszer egyazon rubrikájába helyezük. Pl. a fenti 7 elemet az óloméba, stb. Az ekképen együvé kerülő elemeket éppen ezért *izotop elemeknek* (*ἴσος* = azonos, *τόπος* = hely) szokás nevezni.

Az izotop elemek atomsúlyai közt lényegesnek mondható különbségek állanak fenn. Míg pl. a *Ra G* (radióólom) atomsúlya 206·0, addig a közönséges ólomé 207·2, a *Ra B*-é pedig 214. Mégis, mint mondtuk, ezek az elemek fizikailag és kémiailag annyira azonosak, hogy őket, illetve vegyületeiket az általánosan használt és más elemeknél mindenkor

célravezető fizikai és kémiai eljárásokkal sem megkülönböztetni, sem elkülöníteni nem lehet. Közülük ugyan azokat, melyek rádióaktívok, könnyű megkülönböztetni felezési idejük alapján, de már az elválasztás dolgában csak igen-igen kicsiny sajátságbeli eltérésekre vagyunk utalva. Ez az oka, hogy az elválasztás problémáját egyelőre jóformán csak elvileg mondjuk keresztülvihetőnek.

Ha az urániumcsaládfában (l. a 256. oldalon közölt táblázatot) figyelemmel kísérjük a harmadik függőleges rovatot, vagyis azt, hogy az urániumatom fokozatos lebomlása útján fellépő maradékatomok milyen elemmel identikusak kémiaiilag, első pillanatra úgy tűnik fel, mintha rendszertelenül venné fel az atom hol a thorium, majd a protactinium, majd ismét az uránium, stb. stb. sajátságait. Ha azonban e táblázat említett és az azt követő függélyes oszlopának adatait az illető elemeknek a periódusos rendszerben elfoglalt helyzetével összehasonlítjuk, csakhamar kiderül, hogy itt egy szabatos összefüggés áll fenn, melyet az ú. n. *eltolódási szabállyal* fejezünk ki a következőképen (Fajans, Soddy, 1913):

1. Ha valamely elem α sugárzás közben alakul át, belőle olyan elem keletkezik, melynek — az átalakuló eleméhez képest — a periódusos rendszerben két rubrikával balra van a helye.

2. Ha valamely elem β sugárzás közben alakul át, belőle olyan elem keletkezik, melynek — az átalakuló eleméhez képest — a periódusos rendszerben egy rubrikával jobbra van a helye.

E törvényszerűségekkel kapcsolatosan meg kell még jegyezni, hogy a periódusos rendszert a 8-ik függőleges oszlop elhagyásával függélyes hengerre kell felgöngyölve képzelnünk akképen, hogy a 0-dik és 7-ik függélyes oszlop egymás szomszédságába kerüljön. Ezenfelül az így elképzelt rendszerben az egyes elemeket atomsúlyuk rendjében lefelé menő spirálisvonal mentén kell feltüntetni. Ilyen módon — de síkba kiterítve — látjuk a 3. ábrában egybefoglalva a periódusos rendszer utolsó két sorát (az utolsóelőttit csak részben). E táblázat fején találjuk a periódusos rendszer függélyes oszlopának számát, alul az elemtypus jelét, jobbról

és balról pedig az atomsúlyokat. Az eltolódási törvény érvényességét e táblázatban az urániumsorozatra nézve szemléletesen igazolva látjuk. — Hasonló módon állítható össze a thorium- és actiniumsorozat is.

Izotópia a közönséges elemeknél. Az előzőekben mondtakból kiderül, hogy az elemek atomsúlya nem feltétlen jellemzője az elemek kémiai sajátosságainak, mert hiszen létezhetnek jelentékenyen eltérő atomsúlyú oly elemek, melyek viszont kémiailag annyira megegyezők, hogy a közhasználatos

	IIIb	IVb	Vb	VIb	VIIb	C	Ia	IIa	IIIa	IVa	Va	VIa	
206		Ra G											
210	Ra C''	Ra D	Ra E	Ra F									222
214		Ra B	Ra C'	Ra C'									226
218				Ra A									230
	Tl	Pb	Bi	Po	—	Em	—	Ra					234
										Io			238
										Ux ₁	Ux ₂	Ux ₃	U _n
													U ₁
									Ra	Ac	Th	Pa	U

α átalakulás
 β átalakulás

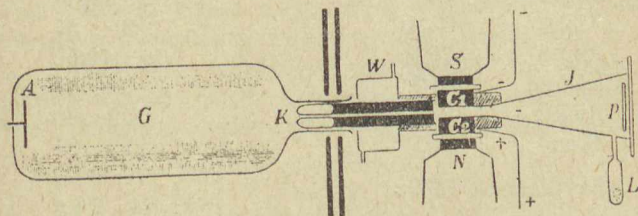
3. ábra.

módszerekkel őket sem megkülönböztetni, sem elválasztani nem lehet. E tény felismerése után csakhamar felvetődött a kérdés, hogy vajjon a közönséges (azaz nem rádióaktív) elemek nem keverékei-e az illető elemek izotopjainak, más szóval azonos kémiai sajátosságú, de különböző atomsúlyú módosulatainak?

I. I. Thomson és főként F. W. Aston vizsgálatai az esetek jelentékeny számában igennel feleltek meg erre a kérdésre. Érdeemes, hogy vizsgálati módszerükkel, mely csősugárelemzés

vagy *tömegspektrographia* néven ismeretes, röviden megismerkedjünk.

Ha *G* evacuált üvegedényben az *A* anód és a csőalakú *K* katód közt kisülést létesítünk, akkor az üvegedényben foglalt gázmolekulák pozitív elektromos töltést vesznek fel s az anódtól kiindulva nagy sebességgel a katód felé haladnak. E pozitív töltésű gázmolekulák azonban nem állapodnak meg a csőalakú katódnál, hanem annak nyílásán (csövén) keresztül a katód mögött is folytatják útjukat egyenes vonalú pályán. Ha ezek az ú. n. csősugarak további útjukban elektromos és mágneses téren haladnak keresztül, akkor egye-



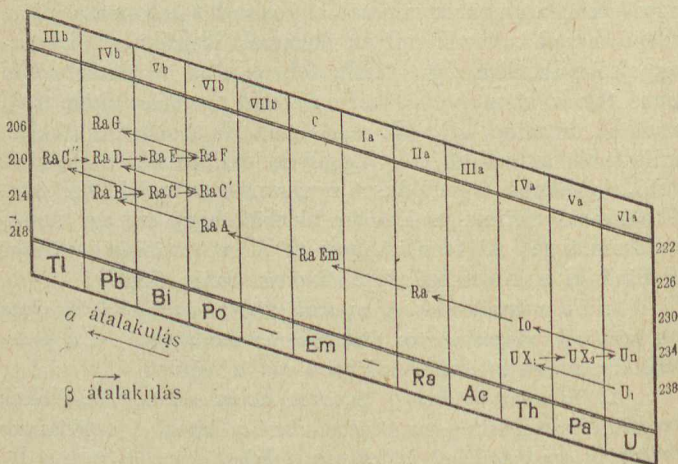
4. ábra.

nes vonalú pályájuktól eltérítettnek. (Az elektromos teret egy battery $+$ és $-$ sarkaival összekötött C_1 és C_2 condenzátorlemezek, a mágneses teret az *NS* mágnes létesíti.) Az eltérés nagysága érzékelhetővé és megmérhetővé tehető azáltal, hogy a sugarak útjába fényérzékeny fotografiai lemezt (*P*) helyezünk. Tudva azt, hogy az eltérés foka többek közt a csősugarakat képező pozitív töltésű gázmolekulák tömegétől függ, számítás útján az eltérés fokából az illető gázmolekulasúlyát meg lehet állapítani.

Aston-nak ilyirányú vizsgálataiból kiadódott, hogy az elemek egy része valóban nem egységes anyag, hanem két vagy több isotop keveréke. Így pl. a klór olyan keveréknek bizonyult, mely 35-ös és 37-es molekulasúlyú klór-izotópból tevődik össze. Eszerint a közönséges értelemben vett klórnak nagy gonddal meghatározott atomsúlya (35.46) közép-

és balról pedig az atomsúlyokat. Az eltolódási törvény érvényességét e táblázatban az urániumsorozatra nézve szemléletesen igazolva látjuk. — Hasonló módon állítható össze a thorium- és actiniumsorozat is.

Izotópia a közönséges elemeknél. Az előzőekben mondtakból kiderül, hogy az elemek atomsúlya nem feltétlen jellemzője az elemek kémiai sajátosságainak, mert hiszen létezhetnek jelentékenyen eltérő atomsúlyú oly elemek, melyek viszont kémiailag annyira megegyezők, hogy a közhasználatos



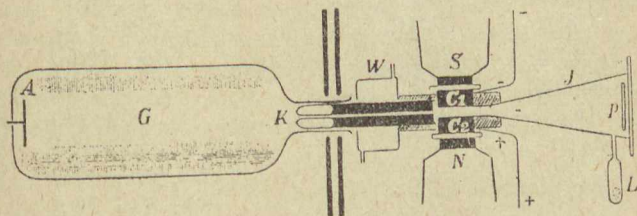
3. ábra.

módszerekkel őket sem megkülönböztetni, sem elválasztani nem lehet. E tény felismerése után csakhamar felvetődött a kérdés, hogy vajjon a közönséges (azaz nem rádióaktív) elemek nem keverékei-e az illető elemek isotopjainak, más szóval azonos kémiai sajátosságú, de különböző atomsúlyú módosulatainak?

I. I. Thomson és főként F. W. Aston vizsgálatai az esetek jelentékeny számában igennel feleltek meg erre a kérdésre. Érdeemes, hogy vizsgálati módszerükkel, mely csősugárelemzés

vagy tömegspektrographia néven ismeretes, röviden megismerkedjünk.

Ha G evacuált üvegedényben az A anód és a csőalakú K katód közt kisülést létesítünk, akkor az üvegedényben foglalt gázmolekulák pozitív elektromos töltést vesznek fel s az anódtól kiindulva nagy sebességgel a katód felé haladnak. E pozitív töltésű gázmolekulák azonban nem állapodnak meg a csőalakú katódnál, hanem annak nyílásán (csövén) keresztül a katód mögött is folytatják útjukat egyenes vonalú pályán. Ha ezek az ú. n. csősugarak további útjukban elektromos és mágneses téren haladnak keresztül, akkor egye-



4. ábra.

nes vonalú pályájuktól eltérítetnek. (Az elektromos teret egy battery $+$ és $-$ sarkaival összekötött C_1 és C_2 kondenzátorlemezek, a mágneses teret az NS mágnes létesíti.) Az eltérés nagysága érzékelhetővé és megmérhetővé tehető azáltal, hogy a sugarak útjába fényérzékeny fotografiai lemezt (P) helyezünk. Tudva azt, hogy az eltérítés foka többek közt a csősugarakat képező pozitív töltésű gázmolekulák tömegétől függ, számítás útján az eltérítés fokából az illető gázmolekulájának meg lehet állapítani.

Aston-nak ilyirányú vizsgálataiból kiadódott, hogy az elemek egy része valóban nem egységes anyag, hanem két vagy több isotóp keveréke. Így pl. a klór olyan keveréknek bizonyult, mely 35-ös és 37-es molekulájú klór-izotópból tevődik össze. Eszerint a közönséges értelemben vett klórnak nagy gondtal meghatározott atomsúlya (35.46) közép-

érték csupán, amely azért nem esik pontosan 35 és 37 közé, mert benne a 35-ös atomsúlyú izotópból relatíve több foglaltatik.¹

Más elemekre nézve *Aston* vizsgálatai a következő eredménnyel jártak:

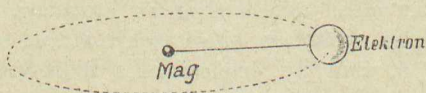
	Közönséges értelemben vett atomsúly	Az egyes izotópok atomsúlya
Lithium	6·94	6; 7
Bór	10·90	10·0; 11·0
Neon	20·2	20·0; 22·0; (21)
Magnézium	24·32	24; 25; 26
Silícium	28·3	28; 29; (30)
Klór	35·46	35; 37
Argon	39·9	36; 40·00
Kálium	39·10	39; 41
Nickel	58·68	58; 60
Brom	79·92	79; 81
Krypton	82·92	{ 78; 80; 82; } { 83; 84; 86; }
Rubidium	85·5	85; 87
Xenon	130·2	{ 129; 131; 132; 134 } { 136; (128; 130) }
Higany	200·6	{ 197—200 } { 202; 204 }

A hidrogént, héliumot, berilliumot, szenet, nitrogént, oxigént, fluort, nátriumot, foszfort, arzént, jódot és caesiumot *Aston* homogénnek találta.

Az atomok szerkezete. Az atomok szerkezetére vonatkozó első feltevések *Lénárd*-tól (1903) és *Thomson*-tól (1904) származnak, kiknek inkább kvalitatív természetű felfogását

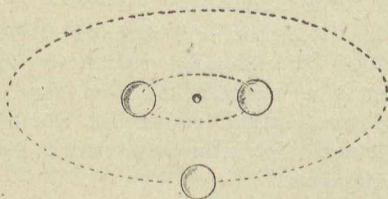
¹ A klór atomsúlyát eddigelé mindenkor 35·46-nak találták, tekintet nélkül arra, hogy az milyen eredetű volt; másszóval a Földünkön található klór mindig ugyanolyan arányban tartalmazza a 35-ös és 37-es atomsúlyú klórt. E jelenség úgy magyarázható, hogy a két klór-izotóp a földkéreg megszilárdulása előtt keletkezett (előttünk még ismeretlen módon) és keveredett össze.

Rutherford (1911) hatalmas lépésekkel vitte előre azáltal, hogy a fent megismert α -részecskéknek (kettős pozitív töltésű héliumatomoknak) gázokon és igen vékony fémlemezeken (aranyfüst) való áthaladását vizsgálta és az észlelt adatokat quantitative is értelmezte. — Maga a kísérleti tapasztalat az, hogy az α -részecskék levegőben, vagy más gázokban



5. ábra.

mindössze néhány cm. távolra haladnak s ezen út befutása után hatásaik *hirtelen* megszűnnek. Másszóval e hatások *nem fokozatosan* gyengülnek, hanem egyszerre csökkenek zérusra. Az α -részecskék legtöbbjénél kimutatható ezenkívül, hogy pályájuk egyenesvonalú; aránylag csak csekélyszámú α -részecskénél észlelhető a pálya törése, mely törés azonban némely



6. ábra.

esetben 90° -nál is nagyobb, ami azt a benyomást kelti, mintha a részecske quasi reflektálódott volna. Igen vékony aranylemezeken az α -részecskék legnagyobb része irányváltozás nélkül jut keresztül, némelyek azonban ez esetben is eltérítést szenvednek eredeti irányuktól, mely 90° -nál nagyobb is lehet. (Utóbbi esetben az α -részecske nem is jut keresztül az aranylemezen.)

Ily irányú, quantitativ értelemben véghezvitt észlelések vezették Rutherfordot az atomok szerkezetének elgondolására, mely lényegileg a következő:

Feltesszük, hogy az atomban szereplő pozitív töltések székhelye egy aránylag kicsiny átmérőjű atommag, mely egyúttal az atom tömegének legeslegnagyobb részét teszi. E mag körül keringenek a jóval nagyobb átmérőjű negatív elektronok, hasonlóan, mint a hogyan a bolygók a nap körül mozognak. A negatív elektronok száma annyi, mint a hány pozitív elemi töltést visel az atommag. Ilyenképen az atom a maga egészében kifelé elektromosan semleges. — A mellékelt 5. ábra ily értelemben a hidrogénatom, a 6. ábra pedig a lithiumatom szerkezetét ábrázolja.

A hidrogénatom magjának egy pozitív elemi töltése és egy negatív elektronja van. A lithiumatommag pozitív töltése 3 elemi töltés s ezt ennek megfelelően három keringő negatív elektron veszi körül. A héliumatom magját két pozitív töltésűnek tételezzük fel, mely körül két negatív elektron kering. A magasabb atomsúlyú elemek atomjainak magjai fokozatosan több pozitív töltést viselnek s így több a keringő elektronok száma is.

Ebben az értelemben az α -részecskék, melyeket eddigelé mint *kettős pozitív töltésű héliumatomokat emlegettünk, lényegileg héliumatommagok.* Vagyis e részecskéket nem úgy kell elképzelnünk, mint héliumatomokat, melyeknek még két pozitív töltésük is van, hanem mint héliumatomokat, melyeknek keringő elektronjaik *hiányzanak.*

Amikor ezek az α -részecskék gázokon, vagy fémlemezeken áthatolnak, velük nagyjában kétféle dolog történhetik. Egyik (gyakoribb) eset az, hogy negatív elektronokba ütköznek s ezen elektronokat felvéve, magukat két elektronnal teljes héliumatommá egészítik ki. Ezzel egyúttal az α -részecskék megszűnnek mint ilyenek létezni s természetesen egyidejűleg (azaz azonnal) megszűnnek ismeretes hatásaik is. A másik (ritkább) lehetőség az, hogy az α -részecskék valamely atommagba ütköznek, vagy valamely atommag közvetlen közelében haladnak el. Ilyenkor hatalmas taszító hatás fejlődik ki a pozitív atommag és a pozitív α -részecske közt, minek természetes következménye az eredeti pályából való

eltérítés lesz, mely többek közt annál nagyobb fokú, minél nagyobb a taszító magtöltés.

Épen ez a legutóbbi körülmény lehetővé tette *Rutherford*-nak azt is, hogy a különböző elemek atomjai magjának magtöltés-nagyságát kiszámíthassa. Kiadódott ilyképen, hogy az alacsonyabb atomsúlyú elemeknél az atommag elemi töltése félakkora, mint az atomsúly. Így a héliummagé 2, a szénéé 6, az oxigénéé 8, a kénéé 16, stb. Másrészt megvolt állapítható, hogy az atommag szabad pozitív elemi töltéseinek száma annyi, mint a mennyi az illető elem rendszáma, vagyis mint a hányadik helyet az illető elem a periodusos rendszerben betölti. Önként értendő, hogy a keringő elektronok száma viszont ugyanannyi mint a rendszám, mert csak így lehet maga az egész atom kifelé semleges.

Mielőtt az elmondottakból további következtetéseket vonnánk és megkísérelnénk, hogy ezen az alapon a különböző elemsajátságokat értelmezzük, közbevetőleg ki kell térnünk két dologra. Megemlékezünk egyrészt arról, hogy az elemek rendszámát, s így a most megismert törvényszerűség alapján az atommag töltését az elemek Röntgenspektruma alapján is sikerült meghatározni. Másrészt szólnunk kell az atommag összetételéről és szétbontásáról is.

Az elemek Röntgen-spektruma és rendszáma. A Röntgen-fény természetét illetőleg hosszú ideig bizonytalanságban voltunk, nevezetesen a Röntgen-sugarak felfedezése (1895) óta egész *Laue* zseniális vizsgálataiig (1912), ki valóban egyszerű módon beigazolta, hogy e sugarak lényegileg nem különböznek a közönséges, szemünkkel észrevehető sugaraktól. Az eltérés csupán az, hogy míg a látható sugarak hullámhossza 4000—8000 *Angström-egység* (l. a 243. oldalt), addig a Röntgen-sugaraké csupán 0.06—12 *A.-egység*. Kiadódott, hogy a közhasználatos R-lámpák ép úgy kevert, vagyis különböző hullámhosszú sugarakból összetett fényt szolgáltatnak, mint akár a közönséges fényforrások (villany-, gáz-, petróleumlámpa, stb.), *Moseley* vizsgálatai (1913) szerint azonban a R-lámpák sugarai közt bizonyos, meghatározott

hullámhosszú sugarak túlsúlyban vannak s ez utóbbi sugarak hullámhossza a R-lámpa antikatodjának anyagi minőségétől függ olyképen, hogy *e sugarak rezgésszámának négyzetgyöke egyenesen arányos az antikatódul alkalmazott elem rendszámával*. Ha az antikatód több fém ötvözetéből áll, az ötvözetet alkotó elemek mindegyikének jellemző sugárzása megtalálható a spektrumban.¹ Vegyületek alkalmazásakor pedig az alkotó elemek mindegyikének spektrumvonalai függetlenül mutatkoznak annak jeléül, hogy a sugárzás milyenségére nincs befolyással az, hogy a kérdéses elem szabad állapotban, vagy vegyület alakjában alkotja-e az antikatódot.

A fenti törvényszerűség alapján szabatosan meg lehetett állapítani az elemek rendszámát, vagyis azt, hogy az elemek periodusos rendszerbe milyen sorrendben oszthatók be. Különösen fontos volt ez olyan esetekben, midőn kételyek merültek fel az iránt, hogy a periodusos rendszer összeállításánál szigorúan ragaszkodjunk-e az atomsúlyok rendjéhez s ezzel egyes elemeket sajátosságok dolgában idegen elemek közé juttassunk, avagy az atomsúlyok rendjén változtassunk azért, hogy a hasonló sajátosságú elemek együvé kerüljenek. Ilyen eset fordul elő pl. az argon és kálium, továbbá a tellur és jód beosztásánál. (L. a 239. oldalt.) A Röntgen-spektrum alapján megállapított rendszámok e kételyeket eloszlatták; kiadódott u. i., hogy a fenti esetekben *nem* az atomsúlyok nagyságának rendje adja a helyes sorrendet.

Miután az uránium rendszáma a R-spektrum alapján 92-nek adódik, azt kell következtetnünk, hogy a hidrogén és uránium közt (ezek betudásával) csupán 92 elem existálhat. Miután — *Moseley* vizsgálatainak idejében — 86 elem volt ismeretes, annak idején 6 elem felfedezésére volt kilátás, nevezetesen a 43., 61., 72., 75., 85. és 87. rend-

¹ A Röntgen-fény spektrumának előállítására a közönséges prizma vagy rácsos spektroszkópok nem alkalmazhatók. E célra speciális eljárások, illetve berendezések szolgálnak, melyek ismertetését illetőleg megfelelő fizikai munkákra utalunk.

számúakéra. Azóta e kilátások közül három teljesült, amennyiben *Hevesy* és *Coster* két évvel ezelőtt a 72-es rendszámú elemet felfedezték és *hafnium*-nak nevezték el, legújabban pedig *J. Tacke*, *W. Noddack* és *O. Berg* a 43. elemet (*masurium*, *Ma*) és a 75. elemet (*rhenium*, *Re*) fedezték fel.

Az elemek mesterséges szétbontása. Az atommag összetétele. A rádióaktív elemek atomjaiból származó α -részecskék — mint láttuk — lényegileg héliumatommagok. Nem lehet tehát kétséges, hogy a rádióaktív elemek atommagjai összetettek s bennük a héliummagok mint alkatrészek szerepelnek. Ugyanezt azonban a nem rádióaktív elemekről is fel lehet tételeznünk, miután számos elem van, melyeknek atomsúlya a hélium atomsúlyának (4-nek) egész számú sokszorososa (pl. $C = 12$, $O = 16$, $S = 32$) avagy amelyek atomsúlyai közti különbség a hélium atomsúlyával megegyező (pl. $Li = 7$ és $B = 11$, $C = 12$ és $O = 16$, $Na = 23$ és $Al = 27$, $Mg = 24.3$ és $Si = 28.3$). Az atommagok alkatrészei gyanánt azonban a héliummagokon kívül hidrogénatommagok is szerepelhetnek, mint azt *Rutherford* intézetében *Marsden* és *Lanteberry* kimutatták, lényegileg a következő módon.

Az α -részecskék — aszerint, hogy milyen sebességűek — levegőben 2.5—8.6 cm. távolságig hatolhatnak csupán. Nagyobb távolságban tehát nem vesszük észre a zinksulfidernyőn az α -részecskékre jellemző felvillanásokat. Behatóbb vizsgálatnál kiadódott azonban, hogy hasonló, de sokkal gyengébb és aránylag sokkal csekélyebb számú felvillanások nagyobb távolságban is (30 cm. távolságig) mutatkoznak. Ez utóbbi felvillanásokat okozó részecskék útjának mágneses és elektromos térben történő elhajlását mérve, ki lehetett számítani a részecskék sebességét és specifikus elektromos töltését is. Ilyirányú számítások szerint e részecskék nem egyebek, mint *hidrogénatommagok*. A folytatólagos vizsgálatok arra az eredményre vezettek, hogy ezek a hidrogénatommagok a nitrogénatommagokból származnak. Az α -részecskék bombázásának hatása alatt valósággal szétrobban egy-egy nit-

rogénatom, miközben magából hidrogénatommagot röpít ki. Az utóbbiak sebességét és áthatolóképességét sokkal nagyobb-nak találták, sem mint hogy fel lehetne tételezni, hogy a hidrogénmagot pusztán csak az α -részecske elevenereje löki ki a helyéről. A szét repülő hidrogénmagok energiájukat a szétrobbanó nitrogénatomokból veszik.

Nitrogénatomokon kívül több más — alacsonyabb atomsúlyú — elemből sikerült hidrogénmagokat „kilőni“ az említett eljárással, így bórból, fluorból, nátriumból, aluminiumból és foszforból. Nem lehetett azonban ezt észlelni azoknál az elemeknél, melyeknek atomsúlya 4-nek egész számú sokszorosa (pl. szén, oxigén) s amelyeknek atommagját a fentiek szerint pusztán heliummagokból összetetteknek tételezzük fel.

Nyílt kérdés az, hogy a héliummag nem összetett-e, azaz nem tevődik-e össze négy hidrogénmagból és két elektrontól. (Így adódnék ki a héliummag két elemi pozitív töltése.) Annyi tény, hogy eddigelé a héliummag nem volt felbontható.

Több oknál fogva fel kell tételeznünk, hogy az atomok magja is tartalmaz — az esetek nagy számában — negatív elektronokat, mely *magelektronok* jól megkülönböztetendők a 264. oldalon tárgyalt *periferiás elektronoktól*. Nyilván ezek a magelektronok azok, melyek mint β -részecskék a rádióelemek atomjaiból kilöveltetnek. Ha u. i. a β -részecskék periferiás elektronok lennének, nem volna értelmezhető azok óriási sebessége (253. old.), másrészt a már ismertetett eltolódási törvény (258. old.) magyarázata — mellyel alább foglalkozunk — is nehézségekbe ütköznék. Ha abból indulunk ki, hogy az elemek atommagjai csupán helium- és hidrogénmagokból állanak, szintén csak úgy jutunk a tapasztalati tényekkel összhangzásba, ha a magelektronok létezését feltételezzük. Kitűnik ez a következő okoskodásból:

A kalcium (atomsúly = 40, rendszám, vagyis az atommag pozitív töltéseinek száma = 20) atommagját 10 héliummagból összetettnek képzelhetjük ($10 \times 4 = 40$); minthogy

egy héliummag 2 pozitív töltést visel, 10 mag töltéseinek száma 20, ami valóban kiadja a kalcium rendszámát. — De ha pl. az argont (at. súly = kerekén szintén 40, rendszám 18) vizsgáljuk, ugyanily feltevésekkel nem jutunk célhoz; itt fel kell tételeznünk a 10 héliummag mellett még két negatív elektront, mely a magtöltések számát 2-vel 18-ra csökkenti.

Ilyenféle okoskodásokkal, melyekkel az egyes elemeknek hélium-, vagy hidrogénmagokból való összetettséget vizsgáljuk, voltaképen oda jutottunk vissza, ahol *Prout* volt 1815-ben (238. old.), különösen ha a héliummagról feltesszük, hogy az 4 hidrogénmagból áll. Mint láttuk, az ő feltevésével szemben egy évszázadig az volt a leghathatósabb ellenvetés, hogy számos elem atomsúlya nyilvánvalóan nem egész szám, illetve nem egész számú sokszorosa a hidrogén atomsúlyának. Ez az ellenvetés azonban igen sok esetben megdőlt az által, hogy épen az ily elemek izotóp-keverékeknek bizonyultak (260. old.) s az egyes izotóp-komponensek atomsúlyát egész számnak találták. Amíg pl. a közönséges klór „átlagos“ atomsúlya 35.45, addig az egyes klórizotópoké 35, illetve 37. Másrészt épen a fenti kísérletek közvetlenül bizonyítják, hogy a hidrogénmag igen is alkatrészét képezi több elem magjának.

Ha az egyes elemeknek hélium-, és hidrogénmagokból való összetett voltát tesszük vizsgálat tárgyává s ezzel kapcsolatosan az elemek atomsúlyát egybevetjük avval az atomsúllyal, melyet a hélium és hidrogén atomsúlyából (4.00, illetve 1.008), illetve ezek sokszorosaiból levezetünk, nem szabad figyelmen kívül hagyni, hogy a relativitás elmélete értelmében az atomok szétbomlásánál, vagy ezek keletkezésénél fellépő óriási energiaváltozások szükségképen a tömegek megváltozását is magukkal kell, hogy hozzák. Így a héliumatomnak négy hidrogénatomból való összetevődésénél *Sommerfeld* számításai szerint történő energiafelszabadulással együttesen tömegesökkenésnek is kell bekövetkeznie; így magyarázható, hogy a hélium atomsúlya (4.00) nem pontosan négy-

szerese a hidrogénének, hanem ennél kevesebb ($4 \times 1.008 = 4.032$), A különbségről (0.032) a relativitás elve alapján feltételezzük, hogy az energiává alakul át.¹ — Ha a nitrogén-atomokról feltesszük, hogy ezek az α -részecskék bombázásának hatása alatt 1—1 szénatomra és 2—2 hidrogénatomra bomlanak, a bomlástermékek atomsúlyainak összegéül $12.00 + 2 \times 1.008 = 14.016$ adódik, holott a nitrogén atomsúlya csupán 14.008. A fölbomláskor tehát itt tömegszaporulat történik, mely nyilván a bombázó α -részecskék energiájából származik.

Az elemek sajátosságai és atomjaik szerkezete. Mindazok a jelenségek és törvényszerűségek, melyeket az atomok szerkezetével kapcsolatosan elmondottunk, számos olyan kérdésre vetnek világosságot, amelyek megelőzőleg magyarázat nélkül szűkölködtek. Vegyük sorra a főbbeket:

Láttuk az isotopia jelenségével kapcsolatosan, hogy az atomsúly az elemeket egymagában kellően nem jellemzi, hiszen különböző atomsúlyú elemek azonos kémiai viselkedésűek lehetnek. Ezzel szemben egy új momentum, a rendszám, vagyis az atommag szabad pozitív töltéseinek száma vetődik fel mint olyan, mely az elemeket, mint kémiai individuumokat van hivatva jellemezni és a periodusos rendszerbe besorozni. Miután az izotópok rendszáma ugyanaz, nyilvánvaló persze, hogy az elemeket a rendszám egymagában szintén csak mint *kémiai* individuumokat határozza meg, melyeken belül eltérő atomsúlyú féleségeket kell megkülönböztetnünk.

Az atommagszerkezet ismertett elmélete az izotópiát és az eltolódási szabályt (259. old.) könnyen értelmezhetővé teszi. Ha egy atommagból egy héliummag mint α -részecske eltávozik, ezzel az eredeti atommag pozitív töltéseinek száma kettővel kisebbdik (mert ennyi pozitív töltést visel a részecske);

¹ Egy gr. héliumnak hidrogénből való keletkezése akkora hőfejlődéssel volna egybekötve, hogy ezzel 155.000 m³ víz hőmérsékletét lehetne 1 C^o-al emelni. Ezzel szemben 1 gr. szén elégésekor fejlődő hő mindössze 8 liter víz hőmérsékletét képes 1 C^o-al növelni.

miután azonban az atommag pozitív töltéseinek száma szabja meg a rendszámot, mely szerint az elemek a periodusos rendszerben helyet foglalnak, nyilvánvaló, hogy a maradékatom kettővel kisebb rendszámú leend, mint az eredeti atom volt, vagyis az új elemnek a periodusos rendszerben két rubrikával balra lesz a helye az eredeti eleméhez képest. Ha most az új (maradék)-atom magjából egy magelektron (β -részecske, vagyis negatív elektron) lövellődik ki, ez a mag szabad pozitív töltéseinek számát s vele együtt a rendszámot is egygyel növelvén, az új maradékatom a rendszerben jobbra helyeződik egy rubrikával. Még egy β -részecske kilövellődése újra jobbra juttatván egy hellyel a periodusos rendszerben, *visszajutottunk* az eredeti kiindulási helyre (rendszámra), vagyis az egy α és két β -részecske kilövellése után visszamaradt atom isotop az *eredeti* atommal. Mint a 260. oldalon közölt 3. ábrából látjuk, az elmondottak valósággal összhangzásban vannak. (Figyeljük meg pl. az *UI* átalakulását *UX₁*-é, majd *UX₂*-vé és *UIII*-vé. Az *UI* és *UIII* izotópok.)

Az elemek *kémiai sajátosságait* elsősorban az atomok periferiás elektronjainak száma és elrendeződése szabja meg. Pl. valamely fématom értékűsége attól függ, hogy mennyi azoknak az elektronoknak a száma, melyek a periferiáról aránylag könnyen eltávolíthatók. Így a hidrogénatom (5. ábra) egyértékűségét annak egyetlen elektronja szabja meg. Ha ez leválik, hidrogénionnal leend dolgunk, mi nem egyéb, mint a hidrogénatommag. Hasonlóan vagyunk a lithium-atommal; ha ennek a külső pályán mozgó elektronja (6. ábra) valamely oknál fogva leszakad, az atom maradványa (a mag és a két belső elektron) lesz az egyvegyértékű lithiumion.

A negatív töltésű ionokat (anionokat) úgy kell felfognunk, mint olyan atomokat (vagy atomcsoportokat), melyeknek egy vagy több számafeletti keringő elektronjuk van. E szerint pl. a sósav elektrolitos disszociációja úgy értelmezhető, hogy a klóratom átveszi a hidrogénatom egyetlen elektronját, miáltal egy csapásra kialakul a hidrogén- és klórion.

Az elemek spektruma, a Bohr-féle atommodell. A 242. oldalon említettük, hogy az elemek izzó gőz-, vagy gázállapotukban meghatározott színű (hullámhosszú) fény-sugarakat lövellnek ki, mely sugarak színe (hullámhossza), viszonylagos erőssége, azaz a *spektrum* az elemekre jellemző. Régi törekvés volt, hogy egyugyanazon elem különböző spektrumvonalai (pontosabban: a kibocsátott sugarak hullámhosszai, vagy rezgésszámai) közt összefüggést találjanak, például olyanfélétt, mint amilyen összefüggés van valamely megszólaltatott síp, vagy húr által kibocsátott rezgések (az alaphang és az egyidejűleg megszólaló felhangok) között. E törekvéseket először 1885-ben koronázta siker, mikor is *Balmer* olyan formulát talált, mellyel a hidrogén által kilövelt sugarak hullámhosszai közti törvényszerűség bámulatos pontossággal fejezhető ki, mint ezt az alábbi összeállításból láthatjuk:

<i>Észlelt hullámhossz.</i>			<i>Számított hullámhossz.</i>
6563	Angström	egység	$3646 \cdot 13 \times \frac{9}{9-4} = 6563$
4861	"	"	$3646 \cdot 13 \times \frac{16}{16-4} = 4861$
4341	"	"	$3646 \cdot 13 \times \frac{25}{25-4} = 4341$
4102	"	"	$3646 \cdot 13 \times \frac{36}{36-4} = 4102$
3970	"	"	$3646 \cdot 13 \times \frac{49}{49-4} = 3970$

Mint kivehető, a számításnál egy constans szerepel (3646·13), melyet egy törtszámmal szorozva kapjuk a hullámhosszt. A törtek értékei így fejezhetők ki:

$$\frac{3^2}{3^2-2^2}, \frac{4^2}{4^2-2^2}, \frac{5}{5-2}, \frac{6^2}{6^2-2^2}, \text{ stb.}$$

Hasonló összefüggések más elemek spektrumvonalai közt is fel voltak találhatók ugyan, azonban mondanunk is

felesleges, hogy ilyenféle, tisztán empirikus formulák felkeresésével a probléma csak egy kis lépést tett előre. A főkérdésnek, annak megoldása, hogy milyenek kell elképzelnünk az atom szerkezetét, hogy a meghatározott hullámhosszú sugarak kilövellése szabatosan értelmezhető és levezethető legyen, sokáig váratott magára. Számos fizikus és matematikus buzgó, de mégis meddő fáradozásai után *Niels Bohr*-é a hervadhatatlan érdem (1913), hogy ezt a rejtélyt megoldotta.

Ez a szerző levezetésénél lényegileg *Rutherford* atomelméletére és a *Planck* által már korábban levezetett quantumelméletre támaszkodott. Utóbbi fizikus 1900-ban elméleti munkálkodásában avval a merésznek és meglepőnek mondható feltevessel volt kénytelen élni, hogy a sugárzást gerjesztő részecskék nem vehetnek fel és nem bocsáthatnak ki (sugárzás útján) bármilyen mennyiségű energiát, hanem csakis egy minimális energiamennyiségnek, az ú. n. *elemi quantumnak* egész számú sokszorosait. Az elemi quantumnak törtrészei tehát nem szerepelhetnek sem mint átadható, sem mint felvehető energiamennyiségek. Nem lehet itt feladatunk, hogy *Planck* e munkáit — melyeknek ismertetése magas fizikai és matematikai előismereteket kívánna — behatóbban ismertessük sőt arra sem térhetünk ki, hogy mily sokoldalúan bizonyult be időközben az ő feltevésének helyessége. Térjünk vissza most *Bohr* elméletére, melyet — hasonló okoknál fogva — szintén csak rövid vonásokban vázolhatunk.

Bohr szerint az atommag körül keringő negatív elektronok mindegyike többféle (különböző sugarú) pályán végezheti keringését, azonban ezen elektronpályák sugarát, e sugarak viszonyát és az elektronok sebességét a quantumelmélet meghatározza. Így pl. az a legbelsőbb pálya, melyen a hidrogénatom egyetlen elektronja (5. ábra) keringhet, $0.55 \cdot 10^{-8}$ cm. sugarú; ezt a pályát az elektron másodpercenként $6.2 \cdot 10^{15}$ -szer (hatmilliómilliárdszor) futja körül. Rajta kívül még lehetséges egy 2., 3., 4., stb. pálya is, melyeknek

sugarai a legkisebbéhez úgy viszonylanak, mint 1:4:9:16, stb. E külső pályákon az elektron kisebb sebességgel halad, mint a legbelsőn; a sebességek viszonya olyan, mint $1:\frac{1}{2}:\frac{1}{3}:\frac{1}{4}$, stb. — Lényeges pontja az elméletnek, hogy az elektronok a stationárius pályájukon keringve *nem* gerjesztenek sugárzást. Ez csak akkor következhetik be, midőn az elektron egy nagyobb sugarú pályáról egy kisebb sugarúra ugrik át. Ilyenkor a negatív elektron és a pozitív atommag közti vonzóerők munkát végeznek s épen ez a munka az, mely sugárzás alakjában felszabadul. Viszont *ugyanakkora* energiaquantum szükséges ahhoz, hogy az említett vonzóerőkkel szemben az elektron a belsőbb pályáról az előbbi külső pályára visszakerüljön.

Bohr számításai értelmében a hidrogénspektrum fent felsorolt vonalai azáltal jönnek létre, hogy az elektron a 3, 4, 5, 6, illetve a 7. pályáról a 2. pályára megy át. (Azok a spektrumvonalak, melyeket az 1., 3., stb. pályára való átmenet hoz létre, a spektrum láthatatlan — ultraibolya, illetve infravörös — részére esnek.)

A mondottakból önként értetődik, hogy az atomoknak nincsen határozott térfogatuk; ez elsősorban a nyomástól és a hőmérséklettől függ, mert főként ezek a faktorok szabják meg azt, hogy az atomok többségénél az elektron melyik pályán kering.

A *Bohr* f. atomelmélettel nemcsak a hidrogén, hanem más atomok szerkezetére nézve is tisztázódtak fogalmaink s a spektrumvonalak keletkezésének kérdése általánosságban megoldottnak tekinthető. Sikerült evvel az elmélettel a Röntgenspektrumokat is kielégítően értelmezni. — Mindez azonban persze nem azt jelenti, hogy most már nincs tovább; nyilván évtizedek, talán évszázadok szorgos munkája kell még ahhoz, hogy a viszonyok részletkérdésekben is felderítenessenek. Ha tekintetbe vesszük, hogy a legegyszerűbb atom, a hidrogénatom mily bonyolult mechanizmus, elgondolható, hogy a magas atomsúlyú elemek atomjai, melyekben a keringő elektronok száma is megfelelően magas (az uránium:

atomja 92 keringő elektront tartalmaz) oly bonyolult mikrokozmost alkotnak, melynek ezernyi rejtélyét csak emberöltők munkája képes kifürkészni.

Visszapillantás, előre pillantás.

Az első fontos lépés az anyag szerkezetének megismerésére — úgy hiszem — az állandó súlyviszonyok törvényének megállapítása volt. Azóta 125 év telt el. Ha visszapillantunk arra a fejlődésre, mely azóta beállott, túlzás nélkül mondható, hogy szemkápráztató látványban van részünk. Dalton atomelmélete, Avogadro merész hipotézise, Prout fantasztikus feltevése teljes igazolást nyer, tisztázódik az elektromosság fogalma, az anyag és elektromosság összefüggése, elképzelhetetlenül nagy — bár gyakorlatilag mai tudásunk szerint nem értékesíthető — energiakészletek válnak ismeretessé az atomok átalakulásaival kapcsolatban s ott tartunk, hogy egyes atomok szétrobbantásában gyönyörködhetünk. A haladás jele, hogy midőn e sorok írását megelőzően alig egy éve arról olvastunk, hogy A. Miethé higanyból aranyat készített, sem a szakemberek, sem a nagyközönség nem lepődött meg különösebben azon, hogy ugyancsak megkésve bár, de megcsillant az alchymisták által oly hőn várt első reménysugár.¹

A természettudomány e rohamos fejlődését most korlátozott terjedelmű cikkünk fogyatékoságainak mentségeül használjuk fel. Evvel mentjük, hogy csak igen vázlatosan lehetett beszámolnunk az elmúlt évszázad gazdag eredményeiről. Nem szólhattunk pl. bővebben a kristályok felépítéséről, mely kutatási irány kristálytani ismereteinket csodásan gazdagította. A kutatás főeszköze itt is a Röntgen-sugárzás, az úttörők pedig a két Bragg (apa és fiú) voltak, kik bámulatos genialitással fűrkészték ki a kristályok térrácsainak berendezését. A kősón (NaCl) végzett kísérletekből kiadódott, hogy a kristályrács esomópontjaiban nátrium —

¹ Miethé kísérleteiről még ma sem mondható végleges vélemény.

illetve klórionok foglalnak helyet s hogy a rácsot lényegileg elektrosztatikai vonzóerők tartják össze.

Különösnek tűnik fel, de úgy van, hogy akkor, midőn az atomszerkezet, kristályszerkezet és a molekulák kémiai értelemben vett szerkezete tekintetében hatalmas lépésekkel fejlődött a tudomány, ugyanakkor vajmi keveset tudunk a molekulák fizikai értelemben vett belső szerkezetéről, arról hogy a külön-külön többé-kevésbé ismert szerkezetű atomok illetve az ezeket alkotó elektronok milyen módon helyezkednek el a molekulán belül. Az elképzelhető legegyszerűbb molekulának, a hidrogénmolekulának (H_2) szerkezete sem tekinthető tisztázottnak ugyanakkor, mikor már a százazret jóval meghaladja a kémiai értelemben ismert szerkezetű vegyületek száma!

Azok után, amiket az atomok szerkezetéről elmondotunk, alig kell külön hangoztatnunk, hogy azok az erők, melyek az elemek egyesülését létrehozzák s a molekulákat összetartják — s amely erőket a „vegyrokonság“ vagy „kémiai affinitás“ neve alatt szoktunk összefoglalni — lényegileg elektrosztatikai eredetűek. Ha majd egykor ezen erők fizikai értelmezése minden részletben sikerülni fog — ez a törekvés nem kilátás nélküli — oda fogunk jutni, hogy majd a fizikus számítás útján fogja eleve megállapíthatni valamely kémiai változás bekövetkezésének lehetőségeit és lefolyásának részleteit. Ma még messze vagyunk ettől az időtől; ha majd ez elérkezik, talán nem is fogunk többé kémiai változásokról beszélni, hanem csak atom- és molekula-fizikaiakról, a kémia a fizika egyik alfejezetévé fog átváltozni. Ez persze nem a lényeg. Bizonyos annyi, hogy az anyagszerkezet ismeretének fejlődésétől joggal várhatunk még igen sokat, nemcsak tisztán a kémia vagy fizika, hanem a természettudományok összes többi ágai szempontjából is. Nemcsak a visszapillantás szemkápráztató, ilyen az előrepillantás is!

AZ ÚJ CSILLAGOKRÓL.

Irta: Br. HARKÁNYI BÉLA.

A fényesebb állócsillagokat már az ókori észlelők jól ismerték s hosszú időn át gondosan megfigyelve helyzetüket és fényességüket, változásokat e tekintetben általában nem tapasztaltak. Ezért mindinkább megerősödtek abban a hitben, hogy a csillagos égbolt mindvégig változatlan s a csillagok helyzete, száma és fényessége örök időkig ugyanaz marad. Érthető tehát az a mély benyomás, melyet egy új, esetleg igen fényes csillag hirtelen feltünése az észlelőkre gyakorolt, ezt bizonyítják az ilyen jelenségekre vonatkozó régi feljegyzések is. Már Hipparchus észlelt egy ilyen új csillagot a 2. században Kr. e. és Plinius szerint ez a ritka jelenség indította őt arra, hogy a szabad szemmel látható állócsillagok katalógusát elkészítse s minden változás kimutatását e katalógus alapján későbbi korszakokban lehetővé tegye.

Ilyen fényesebb új csillagok (novák) feltünéséről csak kevés adatunk van korábbi századokból s ezek is sok tekintetben kétes értékűek. Az első nevezetes és biztosan észlelt nova 1572 november havában tűnt fel a Cassiopeia csillagképében. Ennek érdekes fényjelenségeit az újabb észlelő asztronómia egyik megalapítójának: Tycho Brahének alapos megfigyeléseiből pontosan ismerjük. Még az ő korában sokan azt gondolták, hogy a nova talán üstökös, miért is Tycho különösen hangsúlyozta, hogy az új csillagnak csóvája nem volt, semmiféle ködszerű burok nem vette körül s egészen olyanak látszott, mint a többi állócsillag. Fénye eleinte nagyobb volt, mint a Siriusé s némely jószemű észlelő derült időben nappal is meglátta. Mivel az új csillag távolságáról semmi biztosat sem tudhattak, Tycho a következő év folyamán a Cassiopeia több csillagától számított szög-távolságát ismételten gondosan lemérte s meggyőződött arról, hogy a nova helyzete változatlan, tehát nem tartozhatik a naprendszerhez, hanem a többi csillagokéval egyenlő

rendű távolságban van tőlünk — a nyolcadik szférában, mint az ő korában mondták.

Az új csillag fénye már 1572 decemberében csökkent, 1573 elején a Jupiternél gyöngébb volt, februárban 1. nagyságú, októberben és novemberben már csak 4. nagyságú; 1573 végén a 6. nagyságrendig sülyedt és 1574 márciusában, 17 hónappal feltünése után már megszűnt szabad szemmel látható lenni. (Távcsövet akkortájt még nem ismertek.) Érdekes még a nova színének fokozatos változása is: az első hónapokban fehér fényű volt, azután fokozatosan sárgásabb és végül vöröses színű lett; 1573 tavaszán Tycho a Marshoz hasonlítja, ez év májusában ismét fehérebb színt mutatott s ilyen maradt teljes eltűnéséig.

Tycho az új csillagot újonnan képződött égitestnek tartotta ellentétben az akkori filozófiai nézetekkel, de nem igen tudta elfogult kortársait véleménye helyességéről meggyőzni, mert ezek úgy vélekedtek, hogy mivel minden csillag egyszerre teremtetett, az új csillagnak is olyan réginek kell lenni, mint az egész világrendszernek, csak a távolsága változott nagymértékben az idők folyamán s ezért tűnt fel hirtelen, mikor közelebb jutott hozzáuk s tűnt el ismét távolsága növekedése következtében.

A régebben észlelt új csillagok közül az 1600. év augusztus havában feltűnt, ma P Cýgni nevet viselő nova érdemel még említést, bár fényességének változásait sokkal kevésbé ismerjük. A hírneves Kepler megfigyelései szerint az eredetileg 3. nagyságú csillag két év mulva ugyanilyen fényesnek látszott, 1621-ben szabad szemmel már nem volt látható, 1655-ben ismét 3. nagyságú volt, 1660-ban újból eltűnt, 1665-ben újból feltűnt, de gyengébb fényességgel. 1677-ben már csak 5. nagyságú volt s azóta változatlan; ez kivételes jelenség, mert az azóta észlelt legtöbb nova fénye, ha a feltűnés után jelentékeny ingadozásokat mutat is, végül mindig nagymértékben csökken.

A régibb időkben, különösen a távcső felfedezése előtti korban csak az igen fényes novákat vették észre. Az

újabb korban az asztronómiai műszerek tökéletesedése s az égbolt jól megszervezett, rendszeres észlelése mellett, különösen a fotográfia használata óta az ilyen felfedezések száma nagymértékben szaporodott s ma már tekintélyes számú, mintegy 40 új csillagra vonatkozó észlelési adat áll rendelkezésünkre. Ezen égitestek fényének, színének és spektrumának megfigyelése sok új és érdekes eredményre vezetett s lehetővé tette az ilyen csillagok fizikai alkotásának s a fényváltozás folyamatának kielégítőbb, bár még részleteiben korántsem tökéletes magyarázatát, mire a korábbi századokban még gondolni sem lehetett. A nélkül, hogy az ily módon megfigyelt jelenségeket minden egyes novánál részletesen felsorolnám, összefoglalóan csak a legfontosabb eredményeket kívánom ismertetni.

A fényváltozások legjellemzőbb tulajdonsága az új csillagok gyors és váratlan feltünése és fényességük gyors növekedése. Igen érdekes, hogy némely esetben lehetséges volt a nova környékéről készült fotográfiai felvételek alapján megállapítani, hogy a nova már hirtelen felvillanása előtt, mint gyöngye fényű, teleszkopikus csillag létezett s az akkori nagyságát ismerve a gyors fénynövekedés mértékét számszerint is meg lehetett határozni. Az 1918-ban feltűnt Nova Aquilae például még június 5-én 10,5. nagyságú volt, 7-én már 6. nagyságig emelkedett, 8-án pedig, mikor feltünését több helyen észrevették, már 1. nagyságú volt s másnap már a $-0,5$. vagy $-0,6$. nagyságrendet érte el, vagyis fénye néhány nap alatt az eredeti legkisebb fényesség 25000-szeresére növekedett. Az 1572-i nova még ennél is nagyobb fényességet ért el, mint fentebb részleteztem. A fénymaximum után általában lassú csökkenés szokott következni, gyakran periodikus ingadozásokkal, melyek például az 1901-i Nova Perseinél hónapokig tartottak s mintegy 30 hullámból állottak; az ingadozás terjedelme eleinte mintegy 0,7. nagyságrend volt, később 1. nagyságrendnél kevéssel nagyobb, körülbelül $4\frac{1}{2}$ nap periodussal. Később a nova fénye egyenletesen csökkent mintegy 12,5. nagyság-

rendig. Nehány más újabban észlelt novánál a fényesség változása ugyanilyen jellegű s a periodus is hasonló nagyságú volt.

Az 1572-i novánál leírt színváltozások más nováknál is hasonló lefolyásúak voltak. Érdekes, hogy a fényingadozásokat egyes esetekben színváltozás is kísérte, úgy, hogy fénymaximumkor a csillag féhérebb fényű volt, minimumkor sárgább. Különben a színbecslések kissé bizonytalanok s a különböző észlelők adatai eléggé eltérnek egymástól. A novák gyakran észlelt vöröses színe általában nem hasonlít a későbbi spektrál-típusú sárgás és vöröses csillagok színéhez, mert a novák színe valószínűleg onnan származik, hogy ilyenkor a spektrum fényes vörös hidrogén vonala igen intenzív, mi a csillag keverékfényén nagyon észrevehető.

Legfontosabb adatokat szolgáltat az új csillagok természetének megértésére és jelenségeik fizikai magyarázatára azok spektruma, miért is az utóbbi évtizedekben minden fényesebb nova gondos spektroszkópiai vizsgálat tárgya volt. Az itt észlelt bonyolult jelenségeket csak nagy vonásokban ismertethetjük.

A novák spektrumáról azok feltűnését megelőző időszakban természetesen semmit sem tudunk, a legkorábbi adatok a fénymaximumot kevéssel megelőző időpontra vonatkoznak. Ilyenkor a spektrum körülbelül olyan, mint egy A-típusú fehér csillagé, erős absorptio-vonalakkal, melyek között legtöbbször egy keskeny fényes, vörös felé eltolódott komponense van. A sötét vonalak az ibolya felé vannak eltolódva, sohasem ellentett irányban. Ez az eltolódás például a Nova Aquilaenél (1918) egyik észlelés szerint kerek-számban 4600 km/sec sebességgel felelne meg.

A spektrum ezen első stádiumát meglehetősen nagy átalakulások követik a fénymaximum idejében. A fényes emissio-vonalak nagyon meggyengülnek, ellenben a sötét absorptio-vonalak megerősödnek és számuk megnövekszik. A fellépő vonalak jellege magas hőmérsékletre enged követ-

keztetni mire a folytonos spektrum nagy fényessége is mutat. Ezenkívül még egyéb bonyolultabb jelenségek is észlelhetők: a vonalak több, különböző eltolódást mutató komponensre oszlanak. Így a Nova Aquilaenél észleltek igen kevésbé eltolódott calcium és egyéb fémvonalakat, melyek tehát azt mutatják, hogy ezek a gázok a csillagrendszerhez képest csaknem teljes nyugalomban vannak $+2 \dots +8$ km/sec sebességet mutatván, ezenkívül hidrogén és vasvonalak két sorát, melyek nagy eltolódásokat mutatnak. Az egyik sorozat eltolódása mintegy -1500 km/sec sebességnek, a másiké mintegy -2200 km/sec sebességnek felel meg. Ezek alapján három, különböző sebességekkel mozgó absorbeáló gáztömeget kell feltételeznünk. Az idő folyamán a nova fénye csökkenvén, a folytonos spektrum intenzitása is csökken s eközben a fényes emissio-vonalak vagy sávok, mindinkább erősödnek. A sötét és világos vonalak száma eközben még szaporodik. Az előbb említett novánál ezek a vonalak -1800 km/sec-től $+1200$ km/sec-ig terjedő radiális sebességekre vezetnek, miből következik, hogy az absorbeáló gázok az égítést felületének különböző helyein más-más sebességgel törnek elő és kezdeti sebességük a sugárzás nyomása következtében még növekedhetik is.

Ez a második stádium akkor ér véget, midőn a ködfoltokat jellemző főbb fényes vonalak jelentkeznek s az absorptióvonalak fokozatosan gyengülnek s végül eltűnnek. Ezen ködvonalak eltolódása nem határozható meg nagy pontossággal, mert azok szélesek és elmosódottak. A Nova Aquilae esetében e vonalak eltolódásából -50 km/sec-től mintegy -100 km/sec-ig terjedő sebességekre lehet következtetni. A spektrumnak ez a harmadik stádiuma egyúttal az utolsó is; ennek folyamán a nova spektruma csaknem teljesen azonossá válik a gáznemű ködfoltok néhány fényes vonalból álló spektrumával s további változást már általában nem mutat mindaddig, míg a spektrum a nova fényének folytonos csökkenése mellett egyáltalában észlelhető. Néhány esetben a nova láthatóságának utolsó szakaszában is sikerült

a spektrum jellegét megállapítani. Így a Nova Persei 1908-ban mint 11,4. nagyságú csillag O-típusú tehát a ködökével rokon spektrumot mutatott, mint azt Hartmannak a potsdami 80 cm-es refraktorral készült $8\frac{1}{4}$ óráig exponált felvételén sikerült igazolni. Ezt az eredményt azután 1913—14-ben Adams és Pease a M^t Wilson Obszervatórium 60"-es távcsövével is megerősítették s ugyanilyenek találták az akkor már csak 14. nagyságú Nova Aurigae spektrumát is. A fentebb említett különben is kivételes jellegű 1600.-i nova: P Cygni, e tekintetben is kissé különböző természetű, mert spektruma B-típusú sötét és fényes vonalakkal. Lehetséges, hogy ez a novák közé sorozott égitest nem is tartozik ebbe az osztályba, hanem más természetű, mint a többi új csillag.

Történelmi szempontból itt meg kell jegyeznünk, hogy a novaspektrum ezen átalakulását ködspektrummá egy magyar észlelő: Gothard Jenő mutatta ki először 1892-ben, a Nova Aurigae esetében s e megfigyelését Campbell a Lick-Obszervatórium hatalmas műszerével minden tekintetben igazolta. Ugyancsak Gothard érdeme, hogy az 1901.-i Nova Perseinél a fényváltozások is a spektrumváltozások kapcsolatára figyelmeztetett; ez esetben ugyanis a sötétvonalas spektrum a fénymaximumoknak, a ködspektrum a fényminimumoknak látszik megfelelni. A két spektrum közti átmenet mintegy 4,6. nagyságrendnél következik be. De azért a novák ezen harmadik spektrumai mégsem teljesen azonosak a ködökével, mert a ködök emisszióvonalai keskenyek és élesek, míg a novák vonalai általában kiszélesednek, mint azt újabb észlelők többször hangsúlyozták.

A spektrumoknál talált érdekes eredményeket kiegészítik Wilsingnek a Nova Aquilae-n végzett mérései, melyek a csillag hőmérsékletére vonatkoznak. Wilsing szerint a nova effektív hőmérséklete fénymaximum idejében $11,100^\circ$ volt, minimum idejében pedig 7100° , mi teljesen megfelel más állandó fényű ugyanilyen spektrumot mutató csillagoknál talált eredményeknek.

A nováknál észlelt jelenségek között talán legmeglepőbb volt azoknak a ködszerű sávoknak a megjelenése, melyek a Nova Perseiről készült fotografiákon 1901 aug. havában mutatkoztak, tehát körülbelül fél évvel a csillag feltűnése után. Ezek a ködsávok igen gyöngye fényű ellipszisívekhez hasonló alakú képződmények voltak, melyek a novát teljesen körülvették s az egész köd eleinte mintegy 25'-nyi átmérőjű volt. Csakhamar feltűnt, hogy ezek a ködsávok alakjukat változtatják és meglehetősen sebességgel távoznak a novától. Később a ködöket egy már a Lick-obszervatóriumon márciusban készült felvételen is sikerült megtalálni. A mozgás nagysága szögmértékben mintegy 1' volt havonként. Tekintetbe véve a nova pontosan nem ismert, de mindenesetre a hasonló fényességű csillagokéval egyenlő rendű távolságát, könnyen meggyőződhetünk arról, hogy ilyen nagy szögsebességnek oly óriási lineáris sebesség felelne meg, milyennel a novából bármi módon kilövelt anyagi részek nem bírhatnak. Itt plauzibilis feltevések mellett a fénysebességgel egyenlő rendű sebességekhez jutunk s ezért Kapteyn és Seeliger mindjárt kezdetben úgy magyarázták az észlelt jelenséget, hogy azok a világító részecskék, melyek a ködsávokat alkotják a nova környékén, már régebben meglévő köd- vagy porszerű sötét tömegek, melyeket a novából jövő intenzív fény megvilágított. Seeliger továbbá elméleti úton igazolta azt is, hogy az ilyen eredetileg sötét portömegek ilyen fényes csillagtól kellő távolságban visszaverhetnek annyi fényt, amennyi az itt észlelt jelenségeknek megfelel. Az észlelt ködsávok helyzetét és alakváltozásait ez a feltevés igen kielégítően magyarázza, mert a kisugárzott fény más-más tömegekre esvén, az így megvilágított részek mozgás látszatát kelthetik, bár az anyag, melyre a fény esik, nyugalomban van.

A nováknál észlelt sokféle és változatos jelenségnek elméleti magyarázatát többen megkísérelték. Már Zöllner hatalmas erüpciókra, a napprotuberanciákhoz hasonló gázkitörésekre gondolt s ezt a feltevést az újabb asztrofizikusok

is elfogadták. Hogy mi indítja meg ezt a katasztrófát, mely az eredetileg gyöngé fényű csillag hirtelen felvillanását okozza, az erre vonatkozó nézetek eléggé eltérők. Vogel két égítést összeütközéséből vagy nagymérvű közeledéséből magyarázza ezt a jelenséget; Lohse nagy meleget fejlesztő kémiai folyamatokból; a Klinkerfues—Wilsing-féle elmélet Vogeléhez hasonlóan nagy árapály jelenségeket tételez fel az egyik égítést légkörében, melyeket egy másik közeledő égítést okoz. Seeliger egy nagyobb égítéstnek egy kozmikus por- vagy ködtömegbe való behatolását veszi magyarázata alapjául s ez a legrészletesebben kidolgozott elmélet látszik ez idő szerint leginkább elfogadhatónak. Seeliger elmélete szerint a kozmikus tömeg, a porfelhő, melybe az égítést behatol, lehet akár szilárd részecskékből álló, akár gáz-nemű is. Midőn az égítést közeledik hozzá, a felhő az égítést irányában megnyúlik s részecskéinek sebessége a behatoló égítésthez képest növekszik, minek következménye az lesz, hogy a felhő anyagának nagy része jelentékeny sebességgel az égítést felé tódul s annak felületét érve, ott nagymértékű hőfejlődést okoz; egyes részecskék közben egymással is összeütközhetnek. Az egész folyamat megfelelően nagyított méretben igen hasonlít egy meteor behatolásához a föld légkörébe, mi szintén nagy hőfejlődéssel jár s még periódikus fényváltozásokat is mutathat, mint azt némely újabb meteor-fotografián sikerült megfigyelni, úgy mint az megfelelő módosítással több novánál is észlelhető volt. Mivel a világtérben újabb fotografiák tanúsága szerint ilyen ködszerű tömegek meglehetősen gyakoriak, az itt feltételezett találkozások más égítetekkel nem látszanak valószínűtlenneknek. A spektrumban észlelt változások az ezután következő nagy gázkitörésekből magyarázhatók, melyek a behatoló égítéstet lassankint egészen beburkolják. A kitörő gázok sebessége a sugárzás nyomása folytán mindinkább növekszik úgy, hogy azok végül a világtérben teljesen szétszóródnak. A felénk mozgó gáz-tömegek, melyek a földről nézve az égítést korongjára

projiciálódnak, az ibolya felé nagymértékben eltolódott abszorpció-vonalakat adják, míg a korongon kívüli térbe projiciált mindenféle irányban mozgó tömegek a kiszélesedett, vörös felé kevésbé eltolódott emisszió-vonalakat szolgáltatják. Hogy különböző mértékben eltolódott vonalcsoportok észlelhetők, ennek oka az, hogy ezek más-más időben és helyeken végbemenő gázkitörésekből származnak. Az éles és csekély sebességet jelző abszorpció-vonalak pedig olyan gázoktól származhatnak, melyek az égítéstől már korábban kiáramlottak és sebességüket nagyobb távolságban nagyrészt elvesztették vagy pedig olyan gázokból, melyek nem is tartoznak a behatoló égítésthez, hanem a környező felhőből származnak. Hogy az egyes esetekben észlelt O-típusú spektrum, mely a fejlődés utolsó szakaszát jellemzi, a behatoló égítést spektruma-e, csak akkor volna eldönthető, ha a nova spektrumát a gyors fénynövekedés kezdete előtt sikerülne megvizsgálni.

Seeligernek ily módon sikerült a nováknál észlelt folyamatokról kvantitatív tekintetben is teljesen kielégítő képet alkotni, mely a tapasztalatnak jól megfelel, valószínűtlen nagyságú tömegek és sebességek feltevését mellőzi és az égi mechanika törvényeivel sehol sem kerül összeütközésbe, mi a korábban felállított s kevésbé szabatosan megalapozott elméletekről nem mindig mondható. A Seeliger-féle elmélet mellett szól az a Pickering által jelzett statisztikai tény, hogy az ismert novák túlnyomó többsége a Tejút középvonalának közelében tűnt fel. Már pedig Seeliger vizsgálatai szerint a Tejút mentén a csillagok és a ködszerű kozmikus tömegek sűrűsége a legnagyobb, ezért az itt feltételezett összeütközéseknek csillagok és ködszerű tömegek között sokkal valószínűbbeknek kell lenni a Tejút környékén, mint az ég egyéb tájain:

A NAP MÁGNESSEGE.

Irta: STEINER LAJOS.

Ismeretes dolog, hogy Földünk minden pontján nehézségi és földmágnességi erő hat. A nehézségi erőnek hatását látjuk abban, hogy a magasban elbocsátott kő a földre esik, hogy minden testnek van súlya, amellyel talapzatára nyomást fejt ki. A földmágnességi erő legközvetlenebb bizonyítéka a mindnyájunktól jól ismert iránytű (kompassz), melyet tájékozódásra: irányok kitűzésére és megtartására használunk. Ez az igénytelen eszköz, mely lényegében csúcsra támaszkodó vízszintes mágnessű, évszázadok óta a tengerészeknek legfontosabb mérőeszköze. Ez teszi lehetővé, hogy a hajó a mérhetetlen oceánon, hol semmi iránymutató nincs, a helyes útirányt be tudja tartani. A kompassz tűjét a Föld mágneses mezeje tartja egy bizonyos irányban, amelybe, ha kitérítjük, néhány ide-oda lengés után visszatér. A földmágnességi erőnek egy másik, könnyen észlelhető nyilvánulása az, hogy vas és acéltárgyak, ha huzamosabb ideig ugyanabban a helyzetben vannak, a Föld mágneses mezejében megmágnesesződnek. Különösen jól lehet ezt megfigyelni vaskerítések függélyes rúdjaival; ha azok alsó végéhez kompassztűt közelítünk, a rúd a tű déli végét vonzza, a rúd felső vége ellenkezőleg a kompassztű északi végét vonzza ami azt bizonyítja, hogy a rúd alsó vége északi, felső vége déli mágnességű. A rúd mágnesezettségét a Föld mágneses mezejétől nyerte.

Miként a nehézségerő, úgy a földmágnességi erő is helyről-helyre változik, de az utóbbinak változásai aránylag nagyobbak. A Föld nehézségi ereje egy-ugyanazon a helyen csak igen kis változásokat mutat, a földmágnességi erő időbeli változásai ellenben egy-ugyanazon a helyen aránylag nagyok és ezeket számos, e célra berendezett obszervatóriumon állandóan megfigyelik. Az országos földmágnességi felmérések, az oceánokon végzett kutatások, mely utóbbiakban a washingtoni Carnegie Institution-tól felszerelt „Carnegie“ vasmentes hajóval végzett utakon történt megfigyelések fontos részt alkotnak, a földmágnességi erő eloszlásáról a Föld felületén megközelítő képet adnak, a földmágnességi erőnek

az obszervatóriumokon önjelző műszerekkel fotografikus úton való folytonos feljegyzése pedig az időbeli változások vizsgálatához nyújtja a tapasztalati adatokat.

A föld mágneses mezejének eredete sokat vitatott, de eddig el nem döntött kérdés. Közvetlen oknak a Föld mélyében levő mágnesezhető anyagot, elsősorban magnetitet és vasat tételezhetnénk fel, amire a mélységgel növekedő sűrűség feljogosíthatna. E feltevésben az a nehézség merül fel, hogy azokban a mélységekben, hol e mágneses anyagot fel kellene tételezni, a testek — a magas hőmérséklet miatt — elvesztik mágnesezhetőségüket. E kritikus hőfok a vasra nézve körülbelül 800—900 fok és ily hőfok van mintegy 25—30 kilométer mélységben. Laboratóriumi kísérletekből vont ez a következtetésünk azonban a Föld mélyében uralkodó viszonyokra talán nem alkalmazható, mert az óriási nyomás, mely itt uralkodik, a magas hőmérséklet hatását ellensúlyozhatja. De ha ezt a következtetést el is fogadjuk, még mindig fennmarad a további kérdés, hogyan vált ez az anyag mágnesezéssé.

Nem kevésbé rejtélyes jelenség a földmágnességi erő időbeli változása, noha e jelenségcsoport nagy részére vonatkozólag sikerült már főbb vonásokban a rejtélyt megoldani, vagy legalább is megtalálni az utat, amelyen haladva a jelenség megmagyarázható. A földmágnességi erő időbeli változása igen szövevényes jelenség. Különböző periódusokhoz kötött időszakos jelenségek tevődnek benne össze, de a megfigyelési adatok kellő csoportosításával sikerül az egyes időszakokhoz kötött változásokat különválasztani. A földmágnességi erőnek van szabályos napi járása, kisebb évi ingadozása, nagyon jellemző 11 $\frac{1}{2}$ évi változása, mely a napfoltok számának szabályos ingadozásával halad párhuzamosan, továbbá az idővel haladó évről évre változása, melyet szekuláris változásnak hívunk és amely valószínűleg több száz éves időszakhoz kötött periódikus jelenség. E szabályos változásokon kívül a földmágnességi erőben időnkint igen nagy és gyors ingadozások mutatkoznak, melyek néhány órán vagy néhány napon át tartanak; ezek a rendes, nyugodt, szabályos járást megszakító és látszólag teljesen szabálytalanul lefolyó ingadozások az úgynevezett „mág-

neses zivatarok“ vagy „mágneses háborgások“. A legutóbbi 30—40 év kutatásai derítették nagyobb világosságot a földmágnességi erő időbeli változásaira. Fizikai ismereteink gyarapodása, különösen pedig a sugárzásra (katódsugarak, a pozitív elektromos részecskékből álló elektromos sugárzás, ultraibolya sugarak természete) vonatkozó tapasztalati eredmények szolgáltatják a kulcsot a földmágnességi erő időbeli változásának megértéséhez.

E változásokban szembetűnően mutatkozik bizonyos kapcsolat Földünknek a Naphoz képest elfoglalt helyzetével és a Nap felületén végbemenő változásokkal. Ma úgy képzeljük — és e felfogást a megfigyelési adatoknak így szempontból való vizsgálata mindjobban megerősíti —, hogy a Napból kiinduló és gyorsan haladó elektromos részecskék Földünk közelébe érkeve, a legfelső (100—300 kilométer magasságban levő) rétegeket, ahol az északi fény is keletkezik, elektromos vezetőkké teszik és e rétegben ekként elektromos áramok keletkezhetnek, ha bennük elektromindító erő van. Ily elektromindító erő létrejön e rétegeknek a Föld mágneses mezejéhez képest való elmozdulása folytán. Az így keletkezett elektromos áramok mágneses hatását észleljük műszereinken. A felső rétegeknek elektromos vezetőképességét azonkívül a Napból jövő fénysugárzás ultraibolya része is erősíti. A rendes, szabályos napsugárzás hozza létre a földmágnességi erőnek szabályos és időszakhoz kötött változásait, míg az időnkint beálló sugárzási zavarok a mágneses háborgásokban tükröződnek vissza.

E magyarázatban nem szerepel a Napnak, mint mágnesnek közvetlen hatása. Kis számítás mutatja, hogy ha a földmágnességi időbeli változásokat: a napi járást, a háborgásokat stb. a Napból kiinduló közvetlen mágneses hatással akarnók magyarázni, merőben valószínűtlen erős mágnesezettséget kellene a Napra feltételezni. Hale amerikai csillagász újabb keletű vizsgálatainak köszönhetjük, hogy a Nap mágneses állapotára vonatkozólag tapasztalati adataink vannak és ezekben utólag igazolva látjuk azt a sejtésünket, hogy mágnessége távolról sem akkora, hogy műszereinkre közvetlenül észrevehetően hathatna. Másrésről e vizsgálatok bebizonyították — és ez szintén fontos és eddigi felfo-

gásunkat megdöntő tapasztalat — hogy izzó, több ezer fok hőmérsékletű test mágneses tulajdonságokat mutathat.

Hale vizsgálatait a kaliforniai Mount Wilson hegyen levő nap-obszervatóriumon végezte. Kísérleteinek alapgondolata a fény-sugárnak mágneses mezőben való viselkedésén nyugszik. *Faraday* 1845-ben felfedezte, hogy mágneses mező a vonalosan polározott fény-sugarat, tehát azt, amelyben a rezgések egy bizonyos, a fény-sugáron át fektetett síkban történnek, olyképp módosítja, hogy a polározási sík bizonyos szöggel elfordul. E felfedezés után a fény és mágneses jelenségek közt fennálló más kapcsolat után kutatott. Nevezetesen azt vizsgálta (1862), vajjon egyes elemek izzó gőzének vonalas színképe módosul-e, ha a tőlük kibocsátott fény mágneses mezőn halad át. *Faraday* kísérlete nem vezetett eredményre; 34 évvel később *Zeeman* hollandi fizikusnak sikerült a *Faraday*-tól keresett kapcsolatot megtalálnia, miután *Lorentz* az elektromágneses fényelméletre támaszkodva a kapcsolatot előre megjósolta. A „*Zeeman* effektus“ abban áll, hogy az izzó gőz egyes spektrumvonalai, ha a fény mágneses mezőn megy át, több vonalra hasadnak. Megkülönböztetjük a hosszmenti (longitudinalis) és kereszt-(transverzalis) hatást. Amazt akkor észleljük, amikor a fény-sugár a mágneses erővonalak mentén halad és leg-egyszerűbb esetben abban áll, hogy az egyszerű spektrum-vonal kettőre hasad, a két fényösszetevő a vonal eredeti helyétől jobbra és balra fekszik és ellentétes irányban körösen polározott, vagyis bennök az éterrészecskék ellentétes irányban körpályán mozognak. A keresztthatás akkor jelentkezik, ha a szemünkbe érkező fény-sugár a mágneses erővonalakra merőlegesen halad és legegyszerűbb esetben abban áll, hogy az egyszerű spektrum-vonal helyett hármat látunk: egyet az eredeti vonal helyén és ettől egyenlő távolságban jobbra és balra egyet-egyét. Mind a három fényösszetevő vonalasan polározott; a középsőnek polározási síkja merőleges a két szélsőnek közös polározási síkjára.

Hale először a napfoltok mágneses mezejét vizsgálta. Kiindulva abból, hogy a napfoltokban esetleg örvénylő elektronok, mint általában a gyors mozgásban levő elektromos tömegek, úgy mint az elektromos áram, mágneses mezőt keltenek, azt követ-

keztette, hogy a napfoltból kiinduló fény spektrumában a Zeemann hatásnak kell jelentkeznie. A napkorong közepén levő napfolt, melyben az örvénylő mozgás a látósugarra merőleges síkban történik a hosszmenti hatást fogja mutatni; amikor a napfolt a napkorong szélén van, akkor a tőle hozzánk érkező fény a mágneses erővonalakra merőleges irányban halad és így a keresztthatás mutatkozik. *Hale*-nek valóban sikerült napfoltokból jövő fény spektrum-vonalainak hasadását és a sugarak polározását megfigyelnie. 60 láb gyújtótávolságú teleszkoppal összekötött 30 láb hosszú spektrográf szolgált az észlelésre. A fény elemzése spektrumra bontás útján Rowland-féle ráccsal történt, amelyen 14438 vonal jutott 1 hüvelyk hosszra.

Annak felismerése, hogy a mágneses erővonalak irányából érkező sugarak körösen polározottak, úgy történt, hogy *Hale* azokat a spektrograf-rés elé szerelt Fresnel-féle prizmán hagyta keresztül menni. Az ily prizmában történt fáziseltolódás folytán a körösen polározott fényből vonalasan polározott lesz, amit a Fresnel-prizma mögé iktatott Nicol-prizmával lehet kimutatni, amely a vonalasan polározott fényt csak bizonyos állásban engedi keresztül. A Nicol-prizmával a keresztthatás folytán létrejövő hármas spektrum-vonal polározási viszonyai is ki voltak mutathatók. A vonalak eltolódásából következtetni lehet annak a mágneses mezőnek az erősségére, melyen a fény keresztül haladt. *Hale* azt találta, hogy a napfoltok mágneses mezeje átlagban mintegy 3000 Gauss erősségű, de egyes esetekben 4500 Gauss erősséget is elér. Összehasonlításként szolgálhat, hogy a Föld mágneses mezeje a Föld felületén ott, ahol legerősebb, 0.7 Gauss, Budapesten 0.4 Gauss.

Bizonyos egyszerűsítő feltételek mellett könnyű ily napfolt legnagyobb lehetséges közvetlen mágneses hatását a Föld felületén kiszámítani. Ha úgy képzeljük, hogy köralakú napfolt szélén keringő elektromos áram létesíti a napfolt középpontjában a 3000 Gauss mágneses mezőt, akkor, ha a napfolt sugarát 100,000 kilométernek tételezzük fel, (ez a Nap sugarának $\frac{1}{7}$ része; igen nagy napfoltot tételezünk fel, a keresett hatásra így egy felső határt kapunk; a hatás igen gyorsan, a napfolt sugara har-

madik hatványának arányában fogy) nyerjük e hatásra 9×10^{-7} Gauss.)¹⁾ Mérő műszereink pontosságai határa 1×10^{-5} Gauss, tehát a napfolt hatás rajtuk már nem észlelhető. Még kisebb hatást kapunk, ha a napfolttal egyenlő nagyságú, igen vékony vastagságú korongban egyenletesen elosztott elektromos tömeget képzelünk a középpont körül forogni. Az előbbi példában a hatás csupán 0.13×10^{-7} Gauss volna.

Hale megfigyelései szerint ellenkező örvénylésirányú napfoltokban a hosszmenti hatás esetében az ellenkező irányban körösen polározott fénykomponensek szerepet cserélnek oly értelemben, hogy az örvénylési irány szerint a spektrum vörös vége felé eső összetevő balra vagy jobbra körösen polározott és az ibolyavég felé összetevő ellenkező irányban. A laboratóriumi kísérletek szerint, ugyanilyen változást mutatnak az összetevők, ha a mágneses mező iránya ellenkezőre válik. Ebből következik, hogy a napfolt mágneses mezejének irányát az örvénylési irány szabja meg. *Hale* vizsgálatai szerint a napfoltokban negatív elektromos tömegek keringenek. A napfoltokban keringő elektromos tömegek eredetének magyarázatára *Hale Harker*nek egy kísérletére hivatkozik. *Harker* elektromos kályhában két szénelektrodót hozott 5 mm. közelségbe egymáshoz és ezek künn egy galvanométerrel voltak összekötve. Légköri nyomásnál, 2500 C° hőmérséklet mellett mintegy 2 Ampère áram keletkezett, ha az egyik elektródot lehűtötte azáltal, hogy a kemence forró részéből időnkint kivette. A hidegebb elektród volt a pozitív sark. *Fowler, Adams, Gale* és *Hale* kimutatták, hogy a napfoltokban levő gőzök hidegebbek, mint a környező atmoszféra, úgy hogy — *Harker* kísérletéből következtetve — negatív elektronok áramolhatnak a környező melegebb atmoszférából a napfolt felé és ezek belekerülve a napfoltokban végbemenő örvénylésekbe, mint mozgó negatív elektromos tömegek létrehozhatják a megfigyelt mágneses mezőket.

A napfoltok mágneses mezejére vonatkozó vizsgálatairól *Hale* 1908-ban számolt be. E pozitív eredmények után közelfekvő

¹⁾ Gauss-nak hívják — a nagy német matematikus és fizikus emlékére — a mágneses mezőerősség egységét, amikor az alapegységek centiméter, gram, és másodperc.

gondolat volt annak vizsgálata, vajjon a Napnak egészében, eltekintve egyes napfoltok mágneses mezejétől, van-e úgy, mint Földünknek, mágneses mezeje és ha van, mekkora és milyen a Napnak mágnessége. E kérdés megoldásának az ad különösebb jelentőséget, hogy egy általánosabb kérdéstételre adandó válaszhoz szolgáltató támpontot.

Már Lord *Kelvin* nyomatékosan hangoztatta, hogy a Föld mágnessége a tengelye körül való forgásából ered. E sejtésre különösen ez adott alapot, hogy a Föld mágneses tengelye nem esik messze forgástengelyétől (a mágneses tengely $11\frac{1}{2}$ fok polustávolságban metszi a Föld felületét) és a Föld mágneses mezejének tekintélyes része a forgástengely mentén homogén módon mágnesezett gömb mezejével állítható elő. *Schuster* Artur 1891 és 1892-ben azt a gondolatot vetette fel vajjon minden forgótest épen forgásánál fogva nem létesít-e maga körül mágneses mezőt. *J. J. Thomson* szerint (1894), ha az atomok különbözőképp vonzzák a pozitív és negatív elektromosságot, forgó testnek mágneses mezőt kell létesítenie maga körül. Forgó gömb esetében a legnagyobb mezőerősség a szögsebességnek és a sugár négyzetének szorzatával arányos volna. A Föld mágneses mezejéből következtetve egy láb sugarú gömb, mely egy másodperc alatt százszor fordul meg valamelyik átmérője körül, a Föld mezejének egy százmilliomod részével egyenlő mágneses mezőt létesítene maga körül. Észérint alig van remény, hogy e feltevést laboratóriumi kísérletekkel megvizsgáljuk. Ugyane feltevés szerint a Nap mágneses mezeje ott ahol legerősebb (a forgási és egyúttal mágneses polusokban) mintegy 300 Gauss volna.¹ Az anyag szerkezetére vonatkozó más, többé-kevésbé valószínű feltevéseket téve, megállapítható, milyen volna a forgó test mágneses mezeje. *Schuster Swann*, *Bauer* vizsgáltak meg különböző eseteket, amelyeknek kísérletekkel való ellenőrzése vagy igazolása azonban a laboratóriumi méretek között nem lehetséges. Ép ezért a Nap mágneses mezejének ismerete fontos adat a kérdés megoldására.

¹ A Nap tengelye körül való forgásának szögsebessége a Földforgás szögsebességének $\frac{1}{25.234}$ része és a Nap sugara a Föld sugarának mintegy 10^9 szerese.

A napfoltok aránylag igen erős mágneses mezeje *Hale* kísérleti berendezésével kimutatható volt, de e mezőktől eltekintve, a Napnak, mint egésznek mágneses mezejét nem sikerült megállapítani. Ennek okát *Hale* abban kereste, hogy e mező, ha egyáltalában létezik, bizonyára jóval gyengébb, mint egyes napfoltoké és ezért részben az utóbbiak zavaró befolyása, részben a kísérleti berendezés elégtelensége miatt nem volt kimutatható. Megfelelőbb kísérleti berendezéssel a napfoltminimum-időszak 1913-ban több eredményre nyújtott reményt. Ezeket az újabb vizsgálatokat a 150 láb gyujtótávolságú teleszkopra szerelt 75 láb gyujtótávolságú spektrograffal végezte. Egy 164 láb magas torony tetejére szerelt heliosztátról a napsugár egy tükörrre esik, amely azt lefelé a 150 láb gyujtótávolságú objektívra veti és ez utóbbi $16\frac{1}{2}$ hüvelyk (43 cm.) átmérőjű napképet ad a torony alján. A kép a spektrográfrésre esik, mely 3 láb (0.9 m.) magasságban van; a résen áthaladva a fénysugár a 75 láb (22.9 m.) gyujtótávolságú kollimátorlencsére jut, mely egy, körülbelül 80 láb (24.4 m.) mély, a torony alatt fúrt kút mélyén van. E lencse alatt nagy feloldó képességű Michelson rács van elhelyezve. (1 milliméterre 622 vonal esik és a hasznosítható felülete 67×126 mm.). A fénysugár a rácsról a kollimátorlencsén át, mely egyúttal a fotografáló kamara objektívjéül szolgál, a spektrograf-rés mellé szerelt fotografáló lemezre jut, ahol a spektrum képét kapjuk. Egyszerre a spektrumnak 40 hüvelyk (1 m.) hosszú része fotografálható. Ezúttal is rendszerint a harmadrendű spektrum lett felhasználva: 1 Angström (10^{-7} mm.) 4.90 mm. hosszúságban rajzolódik le.

Képzelnék, hogy a látóvonal a mágneses erővonalakkal párhuzamos. Az előbb vázolt berendezésben a rés fölött egy Nicolprizma és e fölött „negyedhullám“ csillámlap van. Ez utóbbi kettős törésű kristály és ugyanazt a cél szolgálja, mint a napfoltok vizsgálatánál a Fresnelprizma t. i. a körösen polározott fény összetevőiben negyedhullám fáziseltolódást okoz és így a körösen polározott fényt vonalasan polározottá alakítja. A Nicolprizma úgy van állítva, hogy oly vonalasan polározott sugarat, melyben a rezgés a réssel párhuzamosan történik, átenged, míg

olyat, melyben a rezgés a résre merőleges, visszatart. A negyedhullámlapocská optikai tengelye 45° szöget alkotson a réssel. A két ellentétes irányban körösen polározott fénysugár egyikét, azt, amely mint a réssel párhuzamosan rezgő vonalasan polározott fény hagyja el a csillámlapot, a Nicol-prizma átengedi, a másikat visszatartja. Ha a negyedhullám csillámlapocskát 90 fokkal elforgatjuk, a másik irányban körösen polározott fénysugarat engedi át a Nicol-prizma. Ha tehát *egy* csillámlapocská helyett egy egész sor csillámlapocskát teszünk egymás mellé úgy, hogy ezeknek optikai tengelye 45 fokot alkot a réssel és két egymásra következő lapocská optikai tengelye 90 fokot képez egymással, a Nicol-prizma minden második csillámlapból, mondjuk a páros számú lapokból átengedi az egyik, körösen polározott fénysugarat (miután vonalasan polározottá alakult) például a spektrum vörös vége felé esőt, a páratlan számú csillámlapokból pedig a spektrum ibolya vége felé esőt. A spektrum a csillámlapocskáknak megfelelően hosszában 2 mm. széles csíkokra oszlik és a spektrumvonalak, melyek a vörös és ibolya vég felé eltolt 2 mm-es vonalдарabkákból állnak, az eltolódás kicsinyisége folytán fogazottaknak fognak látszani. Az egymásra következő csíkokban mutatkozó vonaleltolódásból következtetni lehet a mágneses mezőre. Az észleléseknél a látóvonal általában nem esik össze a mágneses erővonalakkal úgy, hogy a hosszmenti- és keresztthatás kombinálódik és az egyes fényösszetevőkből származó vonalak, amelyekre az eredeti fény a Nap mágneses mezejében hasadt, részben fedik egymást. A lemérendő vonaleltolódások rendkívül kicsiny távolságok a spektrum fotografiákon, maximumban mintegy 0.15 mm.; de rendszerint ennél jóval kisebbek: e távolságnak mintegy fele, harmada. Ép ezért nem meglepő, hogy a mérési adatokban itt-ott ellenmondások is mutatkoznak.

A vonaleltolódások iránya ellenkező aszerint, amint a Nap északi vagy déli félgömbjén történik a mérés. És ennek így is kell lennie, ha a vonaleltolódásokat a Nap mágneses mezeje okozza és ez közelítésben úgy, mint Földünké, a forgástengely mentén homogén módon mágnesezett gömb mágneses mezejével írható le. Az eltolódások egyes vonalakon mutatkoznak erősebben.

ezek az 5812·139, 5828·097, 5831·821 és 5929·898 Angström hullám-hosszúságú vonalak és a mérések ezeken történtek.

A legnagyobb gonddal és körültekintéssel végzett számos megfigyelésnek kritikai feldolgozása és a megfigyelési berendezés és eljárás jól kidolgozott elméletével való összevetése alapján *Hale* a következő következtetéseket vonja. A Nap mágneses pólusai a forgási pólusokba vagy azok közelébe esnek és a Nap mágnesége hasonló a Földéhez olyan értelemben, hogy az északi forgási pólus közelében (tehát azon pólus közelében, amelybe képzelve magunkat a forgást jobbról bal felé irányultnak látjuk) van az északi mágneses pólus, tehát az, mely mágnesűnk úgynevezett északi végét (mely nálunk körülbelül földrajzi észak felé néz) vonzza. Ha e mezőt úgy képzeljük létrejöttnek, hogy elektromos test forgása hozza létre, úgy az elektromos töltést negatívnak kell feltételeznünk. A Nap mágneses mezeje a mágneses pólusokban mintegy 50 Gauss erősségű, tehát mintegy 70-szer akkora, mint a Földön. Az adatok arra engednek következtetni, hogy a Nap mágneses mezeje gyorsan csökken a Nap atmoszférájában a fent felsorolt spektrum-vonalak által jellemzett magasságoknál nagyobb magasságokban.

Hale előleges vizsgálatnak tekinti eddigi ezirányú kutatásait. A további munkaterv a mérési szisztematikus hibák újabb vizsgálatát, új mérési eljárások kidolgozását, a mágneses mező megállapítását a nap-atmoszféra különböző magasságában stb. öleli fel. E vizsgálatoktól ismereteink nagymérvű gyarapodását várhatjuk. Nemesak az égi fizika fog egy szakasszal bővülni, hanem Földünk egyik legrejtélyesebb erőnyilvánulásának eredetére is bizonyára új világosság fog derülni. Már maga az eddig megállapított tény, hogy az izzó Napon — disszociáció vagy valami hasonló folyamat folytán — mágneses mező keletkezhet, a Föld izzó belsejében ép a tengely körül való forgás következtében fellépő hasonló folyamatok lehetőségére utal,

A CSILLAGTÁVOLSÁG-MEGHATÁROZÁSOK MODERN MÓDSZEREIRŐL.

Irta: TASS ANTAL.

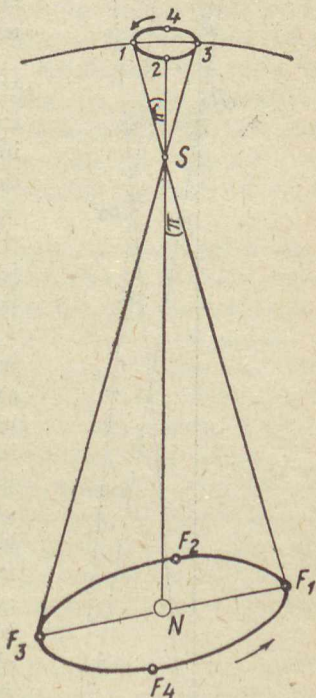
A csillagászati kutatások végcélja, a világegyetem szerkezetének feltárása még beláthatatlan messzeségben van tőlünk. A probléma annyira sokoldalú és bonyolódott, annyi nehéz részletproblémán épül fel, hogy a mai csillagászat még ezek alapjainak meghatározásával foglalkozik. Amíg igen sok csillagnak mozgását, fizikai alkátát, fejlődése menetét és térbeli eloszlását nem fogjuk ismerni, addig az általános problémának megfejtésére, a világegyetem szerkezetének feltárására vonatkozó spekulációk csak durva közelítések, sötétben tapogatódzások maradnak.

A részletproblémák közül látszólag legtöbb adatra a csillagok mozgására vonatkozó ismereteink támaszkodnak. Az egyes csillagvizsgálók eddig több százezer csillagnak pontos pozícióját határozták meg több ízben. Mivel egyazon csillagról különböző időben készült pozíciós adatok egybevetése a csillag látszó mozgásának ismeretéhez vezet, azt hihetnők, hogy ahány csillagról vannak különböző epochákban meghatározott pozíciós adatok, hogy ugyanannyinek ismerjük saját mozgását is. De ez csak látszat, mert az ekként nyert mozgási adat a csillagnak a látóvonalra merőleges elmozdulása, azaz a csillag valódi mozgásának egyik látszó összetevője (komponense), mivel a pozícióadatok egybevetése csak *ívmértékben* adja ezen *saját mozgásnak* nevezett mozgási komponens értékét. Hogy ezt hosszegységben is kifejezhessük, azaz, hogy a saját mozgás valódi értékét meghatározhassuk, ismernünk kell a csillag távolát is. Nyilvánvaló tehát, hogy legfeljebb annyi csillagnak ismerhetjük valódi saját mozgását, ahánynak ismerjük távolságát. Hogy pedig valamely csillagnak valódi mozgását ismerhessük, még a látóvonalba eső mozgási komponensét — a radiális mozgását — is ismernünk kell. Utóbbi értékéhez spektroszkópiai vizsgálatokkal jutunk. Bár félszázadnál hosszabb *multa* tekinthet vissza a spektroszkópia, eddig mintegy 3500 csillag radiális sebességét sikerült csak meghatározni. Elenyésző ezért azon csillagok száma, melyeknek valódi mozgását ismerjük.

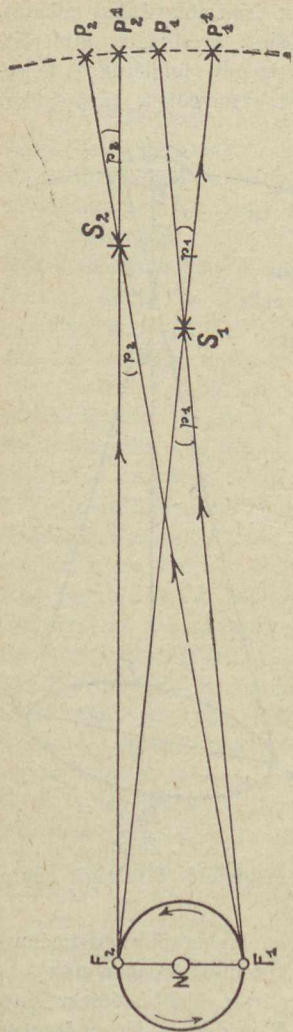
Ennél még kevesebb csillagnak ismerjük fizikai alkatát, belső szerkezetét, mivel megállapításához a csillagok átmérőit, hőmérsékletét, látszó és abszolút fényességét, felületük és belsejük egyes pontjában uralkodó nyomást, tömegüket, sűrűségüket kell ismernünk. Csillagátmérő-meghatározás közvetlen úton csak a legutolsó években és csak négy csillag esetén sikerült. A közvetett módszerek is csak a jelen században vezettek eredményre. Így a hőmérséklet és a távolságtól függő valódi (abszolút) fényesség közti összefüggésből kiszámíthatók az átmérőértékek. De maga a hőmérséklet meghatározása nem egyszerű. Átlagos hőmérsékleti adatokhoz a csillagok spektrumtípusa vezet. Mivel ma már kétezernél több csillagnak ismerjük spektrumtípusát, e tekintetben kedvezőbbek a viszonyok. Fizikai alkatával szoros összefüggésben van a csillagfejlődés menete, mely hála a modern spektroszkópiai vizsgálatoknak, eléggé megalapozott disciplina.

Mindezen vizsgálatoknál fontos szerepet játszik a csillagtávolság, a csillagok térbeli eloszlására vonatkozó vizsgálatok pedig megfelelő távolsági adatok ismerete nélkül el sem képzelhetők.

A csillagtávolság meghatározását kielégítőbb eredménnyel és új perspektívát nyitó módon megközelíteni azonban csak a két legutolsó évtizedben sikerült. Néhány ilyen újabb módszer lényegének ismertetését tűztük ki célul. E módszerek jelentőségének helyes értékelése feltételezi azonban a régebbi, úgynevezett



1. ábra.



2. ábra.

trigonometrikus módszerek ismeretét. Mivel az 1925 évi almanachban találjuk ezek ismertetését,¹ az összefüggés kedvéért elegendő a trigonometrikus módszerek lényegét két sematikus rajzzal szemléltetni.

Valamely csillag távolának mértéke *parallaxis*nak nevezett azon szög, amely alatt a csillagról a Nap-csillag irányára merőlegesen álló földpálya-sugár látszik. Ha 1. ábránkban N a Napot, F_1, F_2, F_3, F_4 pontokkal megadott ellipszis Földünknek napköri pályáját jelenti, úgy a földpálya F_1, F_2, F_3, F_4 pontjából az S csillagot az égi háttérre $F_1 S, F_2 S, F_3 S, F_4 S$ irányokban látjuk vetítve, vagyis nyilvánvaló, hogy azalatt, amíg Földünk egyszer a Nap körül kering, az égi háttéren az S csillag vetülete az 1, 2, 3, 4 pontokkal jelölt *parallaktikus ellipszis*-nek nevezett görbét írja le. A csillagok ezen parallaktikus elmozdulása annál kisebb, minél távolabb van a csillag s így a *csillagok parallaktikus elmozdulásának közvetlen lemérése adná a csillagtávolság abszolút, vagyis minden hipotézis nélküli meghatározási módját.*

Abszolút parallaxisértékeket a mult század második harmadáig nem sikerült meghatározni, noha az akkori műszerekkel már ívmásodpernyi szögeket tudtak mérni. Ebből arra kellett

¹ Kövesligethy: „Az égi testek távolságának meghatározása“. Stella-Almanach 1925-re.

következtetni, hogy a hozzánk legközelebbi csillag parallaxisa kisebb egy ívmásodpercnél. Ezzel a csillagtávokra egy legkisebb határ is adva volt, amennyiben a Nap-csillag-Föld által képezett derékszögű háromszögben a földpályasugár akkor látszik 1" (olv. egy ívmásodperc-)nyi értékűnek, mikor a csillag naptóli távolsága a földpályasugár 206.265-szöröse. Mivel pedig a földpályasugár középértéke 149,500.000 kilométer, 1"-nyi parallaxissal bíró csillag távolsága $149,500.000 \times 206.265 = 30,8$ billió km. Ezt a távolságot a másodpercenként 300.000 km-nyi sebességgel haladó fény 3,26 év alatt teszi meg. Egységnyi csillagtávolságot is nevezett $\pi = 1$ "-nyi parallaxisértéket újabban *parsec*-nek mondjuk a parallaxis és secundum kezdőbetűinek összevonásából.¹

Mivel a csillagparallaxisok meghatározásánál egy ívmásodpercnél kisebb szögeket kell meghatározni és mivel ily nagyon kicsinyke szögek lemérésénél a meghatározandó értéknél nagyobbak lehetnek a különböző hibák, érthető, hogy a múltban az abszolút csillagparallaxisok keresésére irányuló kísérletek miért nem vezettek eredményre és miért nem kecsegtethet még ma sem sikerrel a direkt eljárás. Igen rosszul állna ezért ma a csillagtávolság meghatározás problémája, ha Besselnek nem sikerült volna az úgynevezett *relatív parallaxis* meghatározására jutnia. Klasszikussá vált eljárásának alapgondolata, hogy a parallaxikus eltolódás következtében egymás tőszomszédságában álló két csillag egymástóli távolsága folyton változván, legnagyobb és legkisebb távolságuk különbsége parallaxisuk különbségére vezet. A gondolatmenet megérthető a 2. sematikus rajzból.

Jelöljük az egymás tőszomszédságban álló, tehát egymáshoz igen közelnek látszó két csillagot S_1 -el és S_2 -vel. Mikor Földünk pályájának F_1 pontjában áll, innen S_1 -et az égnak P_1 pontjára,

¹ Mivel $\pi = 1''$	ért. parall. =	1 parsec =	3,26 fényév =	30,8 bill. km.
azért $\pi = 0,5''$	„ „ =	2 „ =	6,52 „ =	61,6 „ „
$\pi = 0,25''$	„ „ =	4 „ =	13,04 „ =	123,2 „ „
$\pi = 0,10''$	„ „ =	10 „ =	32,6 „ =	308 „ „
$\pi = 0,01''$	„ „ =	100 „ =	326 „ =	3,080 „ „
$\pi = 0,001''$	„ „ =	1.000 „ =	3,260 „ =	30,800 „ „
$\pi = 0,0001''$	„ „ =	10.000 „ =	32,600 „ =	308,000 „ „

S_2 -öt pedig P_2 pontjára látjuk vetítve; P_1P_2 ív tehát a két csillag látszó távolsága a földpálya F_1 pontjából. Egy félév elteltével Földünk pályájának F_2 pontjába érvén, ebből S_1 -et az égnek, P_1' és S_2 -öt az égnek P_2' pontjára látjuk vetítve; F_2 -ből tehát a két csillag távolsága $P_1'P_2'$ ív és mindazon csillagoknál, melyeknek meghatározható távolságban vannak: a P_1P_2 és $P_1'P_2'$ ívek különböznek egymástól. A rajzból kitűnik még, hogy S_1 és S_2 csillagok parallaktikus eltolódása a P_1P_2 illetve P_2P_2' ívek és hogy S_1 csillagból a földpálya (F_1F_2) átmérője és e csillag P_1P_1' ívnyi parallaktikus eltolódása p_1 szög alatt, S_2 csillagból pedig F_1F_2 és P_2P_2' meg p_2 szög alatt látszanak, azaz, hogy p_1 az S_1 csillag π_1 parallaxisának és p_2 az S_2 csillag π_2 parallaxisának kétszerese, azaz $p_1 = 2 \pi_1, p_2 = 2 \pi_2$.

A rajz szerint a két csillag távolsága a félév elején és végén adódik:

$$P_1'P_2' \text{ ív} = P_1'P_1 \text{ ív} + P_1P_2' \text{ ív} = p_1 + P_1P_2' \text{ ív}$$

$$P_1P_2 \text{ ív} = P_1P_2' \text{ ív} + P_2'P_2 \text{ ív} = P_1P_2' \text{ ív} + p_2; \text{ kivonás által}$$

$$P_1'P_2' \text{ ív} - P_1P_2 \text{ ív} = p_1 - p_2 = 2 (\pi_1 - \pi_2)$$

azaz a két csillag megfigyelhető legnagyobb és legkisebb távolságának különbsége parallaxisuk különbségének kétszeresét adja. Ha valamely okból feltehetjük, hogy S_2 csillag parallaxisa elhanyagolható kicsiny S_1 -éhez képest, akkor a vázolt eljárás S_1 csillagnak relatív parallaxisát adja.

A vázolt gondolatmenet gyakorlati megvalósítása először Besselnek sikerült, ki szerencsésen felismerte a parallaxisgyanus vagyis meghatározható távolságú csillagok gondolt és az összehasonlító csillagok kiválasztásánál tekintetbe veendő elveket. Parallaxisgyanus csillagnak a nagy saját mozgással bíró csillagok tekinthetők, a fizikai kettős csillagok közül pedig azok, melyeknek komponensei minél távolabb vannak egymástól. Nagy általánosságban az ilyen tulajdonságú csillagok közel vannak hozzánk. Összehasonlító-csillagokul minél gyengébb fényű csillagok választandók, mert ezek nagy általánosságban a távolabbi csillagok. A parallaxismérések eredményei azonban azt mutatják, hogy e szempontok egyes esetekben nem állnak meg.

A parallaxisgyanus csillagnak az összehasonlítóul választott szomszédos csillagoktól való ívtávola, illetve ennek parallaktikus változása elvileg minden pozíció-megfigyelésre alkalmas műszerrel mérhető, gyakorlatilag azonban e műszerek közül csak a heliométerek váltak be és pedig azért, mert utóbbiaknál a két csillag ívtávola egyetlen egy beállítással mérhető, minden más mikrometrikus mérésnél pedig két beállítás szükséges. Bessel sikerének ez volt egyik titka.

Bessel a 61 Cygni kettős csillag parallaxisára $0.''35$ értékre jutván, $3\frac{1}{4}$ parsec vagyis 10,5 fényév adódott e csillag távolára. Bessel fényes sikere sok csillagvizsgálót heliométer beszerzésére ösztönzött és a csillagtávolság ily meghatározása terén különösen Gill a fokföldi és Peters a lipcei csillagvizsgálón tünt ki.

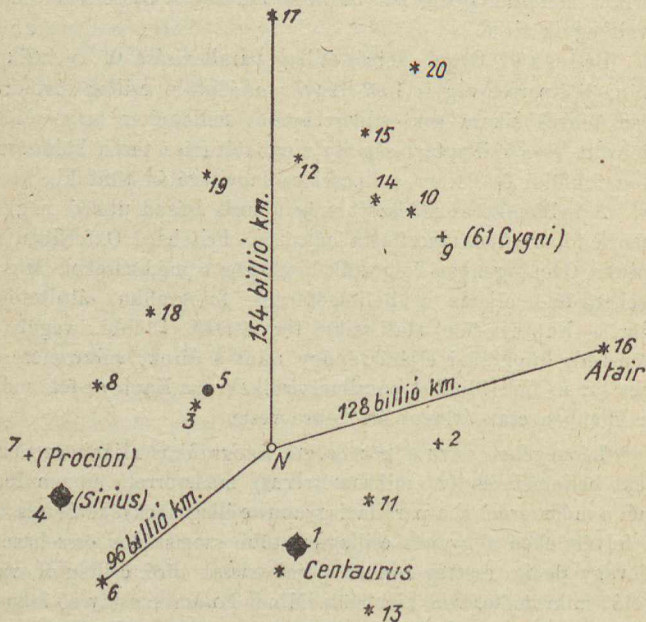
A heliométeres módszert még a múlt század utolsó negyedében a fotografikus szorította háttérbe. Pritchard Oxfordban és Kapteyn Groningenben dolgozták ki először e módszereket. Míg a Pritchard-féle eljárás a heliométernek fotografikus átültetése, addig a Kapteyn-féle statisztikai természetű. Előbbi, vagyis a közönséges fotografiai eljárás épúgy mint a direkt mikrométeres egyes (u. n. individuális) parallaxisértékekre, a Kapteyn-féle módszer ellenben csak átlagos értékekre vezet.

Lényegében véve a közönséges fotografikus eljárás azonos a direkt heliométeres (v. mikrometrikus) módszerrel, amennyiben ennél a módszernél is a parallaxisgyanus csillag környékéről készült égi felvételeken a gyanus csillagnak több szomszédos összehasonlító vagy pedig esetleg ismert parallaxissal bíró csillagtól való távolát mikrométeresen kimérjük. Minél hosszabb a távcső fókusz-távola, annál nagyobb lépték használható. Így a Yerkes-obszervatórium 19 méter hosszú fókusz-távollal bíró 40 hüvelykes refraktorával készült fotogramokon egy milliméternek tíz ívmásodperc felel meg. Minthogy a modern mérőműszerekkel 0,005 milliméter-nél is kisebb távolságok mérhetők, 0,005 ívmásodpercnyi parallaktikus eltolódások állapíthatók meg jó fotogramokon.

A Yerkes-obszervatórium meglepő sikereinek hatása alatt Amerikában, a nagy távcsövek hazájában létesült „Stellar Parallaxis Committee“ munkálatai a parallaxisadatok számát rövidesen

1500-on túl emelte. Ez az eredmény mutatja legjobban, mennyire gazdaságos az új fotografiai módszer a régi heliométeres eljárással szemben, mellyel a múlt század végéig nyert parallaxisadatok száma alig közelítette meg a százat.

Minthogy a heliométeres és a közönséges fotografikus parallaxis meghatározási módszerek ugyanazon a trigonometrikus elven



3. ábra.

alapszanak, közös néven trigonometrikus parallaxisoknak nevezzük őket. Az ismert trigonometrikus parallaxisadatok közül az összsorszám

7 ^o /o-a	0 és 10 parsecnyi	[0 és 32,6 fényév]
15 ^o /o-a	10 " 20 "	[32,6 " 65,2 "]
14 ^o /o-a	20 " 30 "	[65,2 " 97,8 "]

érték között van, 30^o/o-a 30 parsecnél [kerekén 100 fényévnél] nagyobb és

15%-a negatív értékű, mi annak a jele, hogy az összehasonlítottul választott csillag a parallaxis-gyanusnál közelebb volt.

Naprendszerünk közelében általában azok a csillagok vannak, melyeknek parallaxisa 0".20 vagy ennél nagyobb értékű. E csillagok száma 20, azonban valószínű, hogy legalább kétszer ennyi van, csakhogy ezeknek parallaxisa még ismeretlen. A kérdéses 20 csillag parallaxis-értékét és billió kilométerekben kifejezett távolatát, látszó fényességét és abszolút fényerejét adjuk Eddington szerint a következő táblázatban:

A közeli csillagok.

Sorszám	Csillag neve	Parallaxisa	Távola kilométerekben	Látszó fényessége csillagrendben	Abszolút fényessége (Napé=1)
1	α_2 Centauri	0,752	40 billió km.	0,3	2,1
2	—	0,50	61 " "	9,6	0,00091
3	—	0,40	77 " "	7,6	0,009
4	Sirius	0,37	83 " "	—1,6	48,0
5	τ Ceti	0,33	93 " "	3,6	0,50
6	—	0,32	96 " "	8,3	0,007
7	Procyon	0,32	96 " "	0,5	9,7
8	ϵ Eridani	0,31	99 " "	3,3	0,79
9	61 Cygni	0,31	99 " "	5,6	0,10
10	—	0,29	106 " "	8,8	0,006
11	—	0,29	106 " "	7,4	0,019
12	—	0,28	110 " "	8,2	0,010
13	—	0,28	110 " "	4,7	0,25
14	—	0,27	114 " "	9,3	0,004
15	—	0,26	118 " "	9,2	0,005
16	α Aquilae	0,24	128 " "	0,9	12,3
17	η Cassiopeiae	0,20	154 " "	3,6	1,4
18	—	0,20	154 " "	8,9	0,011
19	—	0,20	154 " "	9,2	0,008
20	σ Draconis	0,20	154 " "	4,8	0,5

Ezen itt felsorolt húsz csillagnak a naprendszer körüli elhelyezkedését szemlélteti 3. rajzunk úgy, amint őket a Tejút északi pólusától látnók. A rajzban az egyes számok a táblázatba felvett csillagok sorszámát, az N-el jelölt kör pedig az egész naprendszert jelenti.

A trigonometrikus úton nyert $0''.02$ értéknél kisebb parallaxis-adatok már megbízhatatlanok. Ez azt jelenti, hogy ezen az úton 200 fényévnél mélyebb égi régiókba nem hatolhatunk. A trigonometrikus módszerekkel nyert $0''.01$, $0''.005$, s hasonló értékeknek ezért csak azt a reális értelmet tulajdoníthatjuk, hogy a kérdéses objektum parallaxisa kisebb $0''.01$ értéknél, azaz, hogy távolsága nagyobb 320 fényévnél és trigonometrikus úton meg nem határozható.

Mivel a trigonometrikus parallaxisok segítségével felkutatható tér legfeljebb 200 fényévnyi sugárral bíró gömbnél nem igen nagyobb, indirekt úton törekedtek a minket környező csillagrendszer határainak megállapítására. Herschel, Newcomb, Seeliger, Kapteyn és Charlier által művelt stellarstatisztikai módszerek arra vezettek, hogy naprendszerünk egy lencsealakú csillagrendszernek középpontjában áll. E szűkebb csillagrendszernek mérete a Tejút síkjának irányában Seeliger szerint 10—12.000 fényév, a reája merőleges irányban 4—5000 fényév. Kapteyn csillagrendszerünk dimenzióit 40.000 illetve 10.000—15.000 fényévnyinek becsüli.

II.

Az égi testek távolságának újabb meghatározási módszereinél a csillagok fizikai tulajdonságai: látszó és abszolút fényesség, szín és színkép kiválóan fontos szerepet játszanak.

Az a feltevés, hogy a csillagok látszó fényessége a csillagtávolság mértéke, csak általánosságban áll és pedig mindaddig, amíg nagyszámú csillaggal számolva, átlagértékekről beszélhetünk. Egyes esetekben — mint ez az előző oldalon lévő táblázatból is kitűnik — nem áll az a tétel, hogy minél távolabb van valamely csillag, annál kisebb a fénye. Ez csak abban az esetben állna, ha valamennyi csillag egyenlő nagyságú volna és egyenlő hőmérséklettel bírna, miből nyilvánvalóan következik, hogy a csillagok látszó

fényessége távolságukon kívül a csillagok méretétől és fizikai állapotától (szín, színképtípus, fejlődési stádium) is függ. Mióta ezek az adatok a csillagok távolságának meghatározásánál kellően érvényesülnek, a kizárólag a látszó fényességre támaszkodó és két évtizeddel ezelőtt még fontos szerepet játszó stellarstatisztikai távolságmeghatározási módszerek jelentőségüket fokozatosan veszítik.

A csillagtávolságok meghatározásának újabb módszereinél az abszolút fényesség játszik alapvető szerepet. Az abszolút fényességet épügy mint a látszót, csillagrendekben fejezzük ki.¹ Mint ismeretes, két csillag fényessége akkor különbözik egymástól egy csillagrenddel, ha fényerősségük viszonya 2,512-vel egyenlő. Egy elsőrendűnek nevezett csillag fényessége egyenlő tehát 2,5 másodrendűnek együttes fényével; a másodrendű fényessége egyenlő 2,5 harmadrendűnek együttes fényével, az elsőrendű tehát $(2,5)^2 = 6,25$ harmadrendű együttes fényével egyenlő stb. Ha két csillag látszó fényrendkülönbségét meghatároztuk, még nem állapítottuk meg, hogy tulajdonképpen a kettő közül melyik a fényesebb, mert minden fényforrás erőssége a távolság négyzetével fordított arányban csökkenvén, lehetséges, hogy a látszólag gyengébb fényű csillag csak nagyobb távolság miatt látszik ilyenek. Ha mindkettőnek távolát (parallaxisát) ismerjük, a távolsági törvény alapján ki tudjuk számítani, hogy egyenlő távolság mellett mennyi lenne mindegyik fényessége. Az egyenlő távolságra átszámított csillagfényesség a csillagok abszolút vagy valódi fényessége. A távolság egységül a parsec-et, újabb időben tízszeresét veszik. Napunk látszó fényessége — 26,8 csillagrend, egy parsecnyi távolságra vonatkoztatott abszolút fényessége — 0,3, tíz parsecnyire vonatkoztatott valódi fényessége pedig + 4,7 csillagrend. Ez adatok eléggé mutatják, hogy látszó és abszolút csillagfényességek között nagy eltérések vannak. Szokás még a valódi fényességet csillagrendeken kívül a Nap fényességével mint egységgel is kifejezni.

Mivel a parallaxis (π), a látszó fényesség (m) és az abszolút fényesség (M) közötti összefüggés a csillagtávolságmeg-

¹ E fogalmak közelebbi értelmezését lásd 1925. évi almanachban. 1. Harkányi: Újabb nézetek a csillagok fejlődéséről. 2. Tass: Csillagképek, csillagrendek, csillagszám.

a mindig ismert látszó fényességén kívül abszolút fényességét meg tudjuk határozni, úgy

$$\log \pi = \frac{M-m}{5} - 1$$

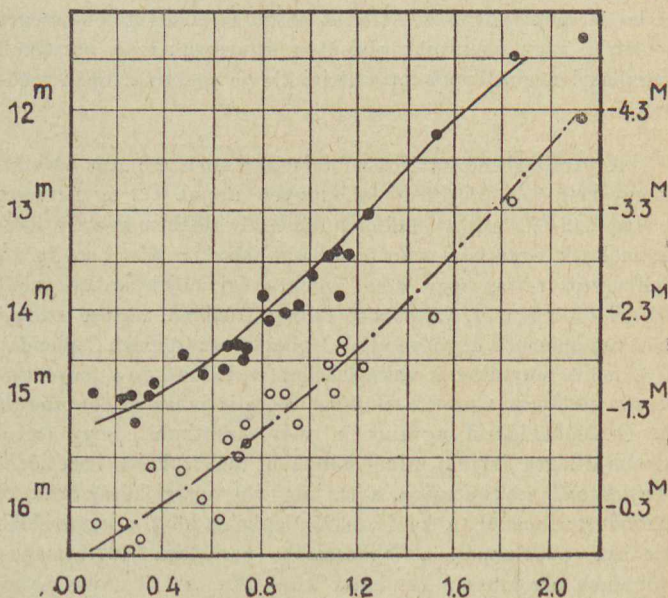
alapján parallaxisát ki tudjuk számítani. Az abszolút fényesség meghatározására szolgáló módszerek közül legfontosabb a fotometriai és spektroszkópiai. Aszerint, amint az abszolút fényességet fotometriai vagy spektroszkópiai úton határozzuk meg, beszélünk a parallaxis-meghatározás fotometriai illetve spektroszkópiai módszeréről.

*

A parallaxismeghatározás fotometriai módszere Miss Leavittnek egy még 1904-ből eredő felfedezésén alapul. Az úgynevezett kis Magellan-féle csillagfelhőről különböző időkben készült fotogramoknak egymással való összehasonlításakor Miss Leavitt azt a felfedezést tette, hogy ezen érdekes égi objektumban talált 1000-nél több fényét változtató csillag (röviden változó csillag) között van huszonöt, úgynevezett δ Cephei típusú (röviden Cepheida), melyeknél a fényváltozás szakaszossága (periodusa) és a fényességváltozás között az abszolút fénysugárzásra is jellemző összefüggés van. E Cepheidákról ugyanis ki volt mutatható, hogy annál nagyobb átlagos fényük, minél hosszabb időközökben ismétlődik a fényváltozás szakaszossága, azaz, hogy fénysugárzókéességük nő a periodustartammal. A kérdéses 25 Cepheida közül a legrövidebb periodusú 1.25 napos, a leghosszabb periodusú 127.0 napos. A többinek periodusa e két határ közé esik. A 127 napos periodussal bírónak fényessége maximumkor 11-edrendű, a legrövidebbel bíróé csak 15-ödrendű. Fénymaximumuk idejében bármely kettőnek fényessége akkor különbözik egy-egy csillagrenddel, ha periodustartamuk logaritmusaik közötti eltérés 0.48. Ugyanezt a nevezetes összefüggést találta Miss Leavitt a periodustartamok logaritmusa és a fényminimumok között is, mint ez a 4-ik ábrából látható.

Ezzel a kérdéses 25 Cepheida mindegyikének periodustartama és abszolút fénysugárzása közötti összefüggés adva lévén, nyilvánvaló, hogy mihelyt bármelyiküknek távolát ismerjük, ismerni fogjuk valamennyijükét az abszolút fényesség alapján.

Miss Leavitt felfedezésének jelentősége másfél évtizeden át vagyis mindaddig maradt kiaknázatlanul, míg Shapleynek és tőle függetlenül Hertzsprungnak nem sikerült néhány Cepheida távolsát meghatározniok. Shapley az égen elszórtan található δ Cephei típusú változókat abból a szempontból vizsgálta meg, követik-e ezek Miss Leavitt törvényét? Nemcsak megegyezést



4. ábra.

talált a kis Magellan felhő Cepheidái és az elszórtan lévő Cepheidák viselkedése között, hanem utóbbiak között 1917-ben 11 trigonometrikus parallaxissal bírót is talált. Így a levezetett fundamentális jelentőségű képletünk alapján kiszámíthatta e tizenegy Cepheidának maximális és minimális látszó fényrendjéhez tartozó abszolút fényességeket, amivel a Leavitt-féle diagramm teljes jelentőségében kibontakozott, mert vele a Cepheidák látszó fényességéhez tartozó abszolút fényességek egyszerűen felírhatók (l. 4.

ábrát). Ha tehát fotometriai megfigyelésekkel megállapítottuk valamely fényváltozó csillagról, hogy a Leavitt-féle diagramm Cepheidáinak viselkedésével azonos tulajdonságú Cepheida, látszó maximális illetve minimális fényrendjéből és az ehhez tartozó abszolút fényességből formulánk segítségével távolság kiszámítható.

Hertzsprung Shapleyvel egyidőben foglalkozott a Leavitt-féle diagramm kalibrálásának kérdésével; 13 Cepheida saját mozgására



5. ábra. Hercules csillaghalmaza.

talált törvényszerűségből arra jutott, hogy a 6.6 napos periódusu Cepheidák átlagos abszolút fényessége -2.3 csillagrend. Shapley később Napunk mozgásának értékéből a 6-napos periódustartammal bíró Cepheidák abszolút fényességére a $-2,35$ csillagrendnyi értékre jutott. Mivel a két kutató által használt periódustartamok közepe 6.3 nap, 6.3 logaritmususa 0,799, kerekben 0,8, 0.8-nak megfelelő ordináta-érték pedig $-2,3^M$, azért az így talált adat jól egyezik Hertzsprung és Shapley második vizsgálata alkalmával talált értékekkel

(— $2,3^M$ illetve — $2,35^M$), amivel a Leavitt-féle görbe (melyet $M \log P$ görbének is neveznek) jelentősége még jobban megalapoztatott.

A távolságmeghatározás e fotometriai módszerének jelentőségét emeli még az a körülmény, hogy segítségével mindazon ködfolt és csillaghalmaz távolsága is meghatározható, melyekben δ Cephei típusú fényváltozók vannak. A Kis Magellan-felhő parallaxisára: $\pi = 0,000\ 055$ érték, vagyis kerekén 60.000 fényévi távolság adódott. Ez volt a legnagyobb távolság, melyet ez eredmény levezetése idején ismertek.

A Shapley—Leavitt-féle módszer csakhamar más, meghatározhatatlan nagy távolban levőnek gondolt objektumok távolsait tárta fel. Így a gömbalakú csillaghalmazok távoláról a legújabb időkig semmit nem tudtunk. Számuk csekély, száznál kevesebb, míg a ködfoltoké több millió. A legtöbb gömbalakú csillaghalmazt Messiernek még 1777-ben megjelent katalógusa is felsorolja és ezért ezen objektumok e katalógus sorszámaival is jelöltetnek.

Hogy alakjukról helyes fogalmat kaphassunk, bemutatjuk az 5. ábrában Hercules halmazát (Messier 13 vagy röviden M 13). Az angoloktól clustereknek nevezett halmazokban fellépő fényváltozó csillagokról, a clusterváltozókról újabban ki volt mutatható, hogy Cepheidák. Távoluk a fotometriai módszerrel ezért meg volt állapítható. Néhány ily gömbhalmaz távolsági és egyéb adatát adja a következő táblázat.

Halmaz neve	Távolság	Átmérője	Fényessége	Összetétele
M 2 Aquarii	51.000 fényév	8 ívperc	6.7 csillagrend	800 csillag 13—15-ödrendűek
M 15 Pegasi	48.000 „	10 „	6.2 „	1000 csillag 13—15-ödrendűek
M 3 Can. Ven.	45.000 „	12 „	6.6 „	1000 csillag 13—17-edrendűek
M 5 Librae	41.000 „	12 „	6.7 „	1000 csillag 13—15-ödrendűek
M 13 Herculis	36.000 „	15 „	5.8 „	3000 csillag 13—15-ödrendűek
M 22 Sagittarii	28.000 „	12 „	6.2 „	1500 csillag 13—15-ödrendűek

Ismervén az egyes halmazok távolát, ívmértékben kifejezett átmérőikből kiszámítható valóságos átmérőjük is. Az *M3* látszó átmérője a táblázat adatai szerint 12 ívperc. Ez az adat, úgyszintén a többi halmaz *átmérős* adatai átlagértékek. Minél fényerősebb műszerrel figyeljük ezeket az objektumokat, annál nagyobbak látjuk őket. Fotografikus megfigyeléseknél pedig annál gazdagabbnak és nagyobbaknak bontakoznak ki, minél tovább tart az exponálás. Így a Wilson-hegyi csillagvizsgáló nagy reflektorával készült cluster-felvételek közül az *M3*-nak átmérője 36 ívpercre volt fokozható. Összetételükre szóló adatok pedig közép nagyságú távcsövekre vonatkozó értékek. Minél nagyobb a műszer optikai ereje, annál több és több csillagra bontja az egyes halmazokat. A Wilson-hegyi csillagvizsgáló nagy reflektorával hosszú exponálással készült fotogrammok a 20-adrendű csillagokig 20.000-nél több csillagból állónak mutatják az *M3* gömbhalmazt. Jelenlegi optikai segédeszközeinkkel 20-adrendűnél kisebbrendű csillagokat már nem láthatunk. Tekintve, hogy Napunk a Messier 3 Can. Ven. távolában 21.5-edrendű csillagnak látszanék, nyilvánvaló, hogy a modern legnagyobb távcsövekben az *M3* halmaznak csak azon csillagai látszanak, melyek Napunknál nagyobbak, 45.000 fényévnyi távolban tehát a Napunknál kisebb csillagok előttünk elrejtve maradnak.

A fotometriai módszer azon gömbhalmazok távolának meghatározására is alkalmas, melyekből hiányoznak a clusterváltozók.

Az *M3* csillaghalmaz összetételére mondottakból nyilvánvaló, hogy mi e gömbhalmazoknak csak fényesebb, nagyobb abszolút fényességgel bíró csillagait látjuk, a kisebb fényűeket ellenben nem. Russel, mikor az ismert parallaxissal bíró csillagok abszolút fényességének a spektrumtípussal való összefüggését tanulmányozta, arra az eredményre jutott, hogy abszolút fényerő tekintetében két csoportra oszlanak a csillagok: olyanokra, melyeknek abszolút fényessége 0.0-ad csillagrend körül, és olyanokra, melyeké 10.0 csillagrend körül helyezkedik el; előbbieket óriás, utóbbiakat törpe csillagoknak nevezzük. Mivel a Cepheidák abszolút fényessége nagyobb 0.0-rendnél, a Cepheidák kivétel nélkül óriások. Ebből arra is kell következtetnünk, hogy a gömb-

halmazoknak a Cepheidákkal egyenlő fényű többi csillaga is óriások, melyeknek abszolút fényessége Russel szerint tehát 0.0-adrend körül lesz. Hogy azt a kérdést, vajjon a Russel-féle eredmény kiterjeszthető-e a gömbhalmazok fényesebb, de nem változó csillagaira, eldöntse, Shapley meghatározta mindazon gömbhalmaz fényesebb csillagainak látszó fényességét, mely halmazoknak távolságát clusterváltozóval meg volt állapítható s így kiszámíthatta e halmazok nem változó csillagainak abszolút fényességét is. Arra az eredményre jutott, hogy ismert távvalal bíró egyes gömbhalmazok 25—25, nem változó legfényesebb csillagának abszolút fényessége átlagban 0.2 csillagrendnyi bizonytalansággal 1.51 csillagrend.

Ez az eredmény azért fontos, mert segítségével meghatározható clusterváltozóval nem bíró gömbhalmazok távolsága (parallaxisa). Ilyen halmazok 25—25 nem fényváltozó legfényesebb csillagának meghatározván látszó fényességét, abszolút fényességét pedig — 1,51-edrendűnek véve, kiszámíthatók parallaxisuk. Ezen az úton Shapley 20 gömbhalmaznak határozta meg távolságát. Közülök a legközelebbi „ Centauri halmaza 22,000 és a legtávolabbi az N. G. C. 7006 sz. halmaz 220,000 fényévnnyi távolsággal; a többi tizennyolc halmaz távolsága e két szélső érték közé esik. Továbbá azon eredmény is adódott, hogy e zárt halmazok negyede 100.000 fényévnél nagyobb távolságra van.

Ezekkel a távolságokkal szemben a mi Tejútrendszerünk, melyet sokszor büszkén csillagrendszerünknek nevezünk, kis kozmikus felhővé zsugorodik össze, mely a galaktikusnak nevezett nagyobb rendszernek azonban nem áll a közepén, ahogyan Napunk áll a Tejútrendszer centrumában.

Mielőtt a távolságkérdéssel kapcsolatban kitérnénk arra a kérdésre, mi van a Shapley által 100.000 parsecnél (= 326.000 fényévnél) nagyobb átmérőjűnek talált galaktikus rendszer határain túl, a távolságmeghatározás másik igen fontos fizikai módszerét, a spektroszkópiai módszert kell ismertetnünk.

*

A parallaxismeghatározás spektroszkópiai módszerének alapelve azonos a fotometriai módszerével. Mindakettőnél a csillagok abszolút fényességét a csillagok bizonyos fizikai tulajdonságából

vezetjük le és az így nyert adatokat kalibráljuk szűkebb csillagrendszerünkhöz tartozó s meghatározott trigonometrikus parallaxissal bíró csillagok számított abszolút fényességével. Ha más csillagoknál a kérdéses fizikai tulajdonságokat fellelhetjük, úgy ezekből e csillagok abszolút fényességére következtethetünk, s ebből, valamint a könnyen meghatározható látszó fényességből

adódik a parallaxis értéke a $\log \pi = \frac{M-m}{5} - 1$ formula segítségével.

A fotometrikus módszernél a S Cephei típusú, vagyis a clusterváltozók periodushosszából adódik az abszolút fényesség, a spektroszkópiai módszernél pedig a csillagszínképek bizonyos vonalainak jellemző tulajdonságaiból.

A gondolat, hogy a spektrumvonalak viselkedéséből meghatározható a csillagok abszolút fényessége, Hertzsprungtól való, gyakorlati megvalósítása egy német csillagásztól, A. Kohlschütter-től, ki a háború kitörésekor a Wilson-hegyi csillagvizsgálón azt a kérdést tanulmányozta, mikép lehetne a csillagspektrumoknak a Harvard spektrumtípusokba való sorozását az addig szokásos volt eljárásnál exaktabb alapra helyezni.

A Harvard-skálának¹ a nagy *B, A, F, G, K, M* betűvel jelölt spektrumtípusai nagyjában csökkenő hőmérsékleti skálának felelnek meg, amennyiben az adott sorrendben való haladásnál az egymásután következő típusokhoz tartozó csillagok felületi hőmérséklete fokozatosan csökken. Az adott sorrendben való haladásnál a hidrogénvonalak intenzitásának és számának fokozatos csökkenése mellett mindig nagyobb és nagyobb számban és intenzitással lépnek fel a fémvonalak, melyek végül szalaggá szélesednek ki.² A csillagszínképeknek a Harvardskálába való sorozása így tehát általános jelleg és bizonyos színképi vonalak jelenlétének vagy

¹ L. Harkányi: „Újabb nézetek a csillagok fejlődéséről.“ Stella-Almanach 1925-re.

² Az egyes típusok közötti átmeneteket a típus jelentő betű után írt számmal (pl. *K1, K2, ...*) vagy kis betűvel (pl. *Ma, Mb, ...*) jelöljük. Olyan esetekben, mikor a színkép még különös tulajdonságot árul el, a típusbetű mellé írt p-t használunk, végül azok a csillagszínképek, melyek egyik típusba sem sorolhatók, O, N és R betűvel jelöltetnek: az O megelőzi a B típust, N és R pedig követi az M-et, úgyhogy a teljes sorozat: O, B, A, F, G, K, M, N, R.

hiányának megállapításával történik. Kohlschütter ennél exaktabb és objektívebb osztályozási módszer felállítására törekedvén, azt vizsgálta, nem hozhatók-e különböző színképtípusokban egyes hidrogénvonalak a szomszédos fémvonalakkal az illető típust jellemző állandó kapcsolatba? E kutatásai során, melyeket később Adams-sal együtt folytatott, azt találta, hogy a legtöbb csillagspektrum hidrogénvonalai közül a $H\beta$ és $H\gamma$ -val jelölt vonalak intenzitásának a szomszédos calcium- és vasvonalak intenzitásához való viszonya nemcsak jellemző az egyes spektrumtípusokhoz tartozó csillagokra, hanem jellemző az illető csillagok abszolút fényességére is olyannyira, hogy karakterisztikus különbségek lépnek fel aszerint, amint az abszolút fényesség numerikus értéke nagy vagy kicsiny, azaz más értékű az óriás és más értékű a törpe csillagok esetében.

Ezen megállapítással Kohlschütter nemcsak a csillagspektrumok osztályozásának új módszerét alapozta meg, hanem az abszolút fényességnek és ezzel egyidejűleg a parallaxis meghatározásának spektroszkópikus módszerét is.

A további eljárás bár fáradságos, de nagyjában mechanikus. Ismert trigonometrikus parallaxissal és így kiszámítható abszolút fényességgel bíró csillagok színképe hidrogénvonalai intenzitásának a szomszédos calcium- vagy vasvonalak intenzitásához való jellemző (D -vel jelölt) viszonyaiból az egyes spektrumtípusokra grafikai úton megszerkeszthetők az M abszolút fényességek és a D viszonyok közötti összefüggések, az M, D görbék. Ezen görbékből minden D értékhez a hozzátartozó M érték leolvasható és így visszafelé a parallaxis kiszámítható. Mindazon ismeretlen parallaxissal bíró csillagok távolsai tehát ezen görbék segítségével meghatározhatók akkor, mikor színképükből a D viszonyokra adódó értékek az MD görbék szerkesztésénél használt D értékekkel azonosaknak mutatkoznak, mert ebben az esetben abszolút fényességük a görbékből adott; meghatározván látszó fényességüket, m -et (mi igen egyszerű fotometriai művelet), ismert képletünkkel kiszámíthatók a parallaxisuk.

Kohlschütter módszerét nagyobb számú csillagparallaxis meghatározására már nem alkalmazhatta, mert internálták,

amikor az Egyesült Államok a világháborúba beleavatkoztak. Munkatársa Adams, a Wilson-hegyi csillagvizsgáló egy másik csillagászával, Joy-val 1917-ben már 500, 1921-ben pedig 1648 csillag spektroszkópikus parallaxisát tartalmazó katalógust adott ki. Az itt közölt értékeknek a legjobb, direkt trigonometrikus adatokkal való egyezése a módszer használhatóságának legjobb bizonyítéka.

A Kohlschütter—Adams-féle eljárás az F_5 -től K_5 spektrum-típusig terjedő közben bizonyult kezdetben csak használhatónak, B és A spektrumtípusokba tartozó csillagokra azonban nem. Újabban Adams és Joynak 544 A -típusú csillagra is sikerült a módszert kiterjeszteniök, Charliernek pedig 804 B -típusúra. Az F_0 — F_5 csoporthoz tartozó csillagoknál pedig calciumvonal helyett stronciumvonalat kell használni. Az M -típusú csillagokra nyert adatok még bizonytalanok.

Kohlschütter — Adams módszerének nagy horderejű jelentőségét a Wilson-hegyi csillagvizsgáló gazdag parallaxiskatalógusai eléggé illusztrálják. A módszer pontossága vetekszik a legjobb trigonometrikus távolsági adatokéval. Míg a trigonometrikus módszerekkel nyert adatok közül a $0.''02$ -nél kisebb értékek már bizonytalanok, a spektroszkópiai módszerekkel meghatározható csillagtávolság felső határa már nem függ szögmérő műszereink finomságától, hanem csak műszereink fényerejétől és ezért mindazon csillagra kiterjeszthető, amelyről intenzitásviszonyok mérését megengedő spektrumokat nyerhetni. Míg megfelelő fényerővel bíró műszerrel néhány óra alatt készíthetők ilyen spektrumok, addig a trigonometrikus módszernél éveken át kell magunkat a Nap körül hordatnunk, hogy a parallaxisgyanus csillagok legnagyobb parallaxikus eltolódását exakt módon kimérhessük s emellett az évekig tartó munka negatív eredménnyel is végződhetik. Kohlschütter érdemét az Ackermann-alapítvány azzal honorálta, hogy 1925 évi nagydíját egyhangulag neki ítélte „az Astrophysical Journal 40. kötetében 1914-ben közétett azon felfedezéseért, melylyel a csillagok abszolút fényességét bizonyos spektrumvonalak intenzitásviszonyából meghatározta, miáltal a csillagok térbeli eloszlására vonatkozó ismereteinket új alapra helyezte.“

A spektroszkópikus és fotometrikus parallaxis meghatározási módszerek mellett a többi modern módszer alárendelt jelentőségű. De e módszerek a legújabb időkig a spirális ködök távolságának meghatározására irányuló kísérleteknél nem vezettek eredményre, mert ezen objektumok fizikai tulajdonságairól csak keveset tudunk. Egyéb újabb módszerek pedig csak annyit derítettek ki, hogy igen távoli testek. Minthogy a spirálködök száma közel félmillió, fölöttébb fontos tudnunk, vajjon ezek az objektumok csillagrendszerünknek tagjai-e, vagy csillagrendszerünkhöz koordinált, önálló távoli csillagrendszerek-e?

Seeliger és Kapteyn stellarstatisztikai módszereiből, mint már erre rámutattunk, azon eredmény adódott, hogy a mi szűkebb csillagrendszerünk első közelítésben egy lapos ellipszoid. Ha a külső alak után Tejútrendszerünket kétágú, mintegy 30.000 fényévnyi átmérővel bíró spirálisködnek vesszük és ha a spirálisködöket Tejútrendszerünkhöz koordinált és vele egyenlő nagyságúnak tekintjük, úgy a tíz ivpernyi látszó kiterjedéssel bíró spirálisködök távolára 1.000.000 fényévnnyi érték, a kisebbel bírókra pedig még nagyobb távolság adódik. Az ég szerkezetének kikutatása szempontjából tehát nagy fontossággal bír a spirálisködök távolának ismerete.

A bennök feltűnt új csillagokkal való távolság meghatározási kísérletek meddők maradtak, de legeslegújában erre a kérdésre is fény derült. Hubblenek sikerült az Andromeda-ködben 12 Cepheidát felfedezni és ezek fényváltozásának megfigyeléséből a Shapley-Leavitt-féle eljárással $0^m.000.0034$ értékűnek találta e köd parallaxisát, vagyis 1.000.000 fényévnnyinek távolát; az a körülmény, hogy legújában a Wilson-hegyi csillagvizsgáló 252 cm nyílású reflektorával az Andromeda-ködot végtelen sok apró csillagra sikerült bontani, oda mutat hogy e köd távoli világsziget, idegen világ, önálló világrendszer. Ebben a ködben eddig 44 új csillag felvillanását észlelték. Ezek közül az 1885-ben Hartwig által felfedezett Nováról, melynek fénye egészen 6-odrendig emelkedett, legújában megállapították, hogy abszolút fényessége 10 parsecnyi távolban — 14.34 csillagrendnyi volt. Ezzel szemben Napunké, mint láttuk + 4.7 csillagrend. Ezen új csillag legnagyobb látszó fénye idejében Napunknál

tehát kereken 19 csillagrenddel, vagyis 43,000.000-szer volt fényesebb. Ez az adat nemcsak az Andromeda-köd óriási arányaira vall, hanem a mi naprendszerünk középponti testének, Napunknak törpe voltára is nyomatékosan utal.

Az Andromeda-ködre nyert eredmény azonban nem magában álló. Így az *NGC 6822.* sz. spirálköd távolára Shapley négyféle módszerrel 250.000—500.000 parsecnyi értékeket vezetett le. Ha távolát tehát kereken 300.000 parsecnyinek vagyis közel millió fényévnyinek vesszük, alábecsültük azt. Ha pedig tekintetbe vesszük, hogy az Andromeda-köd, mely látszólag a legnagyobb köd a spirális-ködkök között, hozzánk legközelebb áll és ha feltesszük, hogy nála a többi spirálisköd pl. a Vadászkutyában levő nem lényegtelenül kisebb, több millió fényévnyi távolságokban lévőnek kell a spirálisködköket tekintenünk.

A nagy számokhoz szokott csillagászok néhány évvel ezelőtt még ilyen távolságokról nem is álmodhattak. Ezért az univerzum szerkezetéről eddig táplált felfogásukat alapos revízióknak lesznek kénytelenek alávetni, ha ezek az eredmények újabb támpontokat nyernek. És ha idővel a mi szűkebb csillagrendszerünkhöz koordinált ily idegen, tőlünk és egymástól több milliónyi fényévnyi távolságban levő világokat elegendő számban fedeztünk fel, úgy megfigyelésüknél tekintetünk geológiai korszakokat fog áttekinteni, oly hosszú korszakokat, melyek a csillagrendszerek fejlődéstörténetébe engednek bepillantást.

Fájdalmas csak az a tény, hogy e felfedezések lehetőségét az amerikai obszervatóriumok kisajátították maguknak és alig remélhető, hogy két-három évtizeden belül a helyzet az európai csillagvizsgálók javára megváltoznék. És ha a következő évek tempója az utolsó évtizedhez képest a reális eredményeket illetőleg el nem marad, úgy a parallaxisokon alapuló ismereteink rövid időn belül úgy minőség, mint mennyiség tekintetében lezárt egésznek lesznek tekinthetők, amikor a matematikai fizika törvényeitől megfékezett fantázia a Kozmos szerkezetének megismerésére szolgáló elméletet felépítheti.

A LÉGI FOTOGRAMMETRIÁRÓL.

Írta: RÉDEY ISTVÁN okl. mérnök.

A megismerés vágya örök időktől fogva él az emberben. A világegyetem titkai, a Föld helyzete a világegyetemben, a Föld alakja, összetétele mindenkor foglalkoztatta a kutató elméket s azok az emberi szorgalom határtalanságával vitték lépésről-lépésre tovább a megismerés fáklyáit, hogy bevilágítsák a tudomány előtt eddig még ismeretlen területeket.

Természetesen a kutatások, különösen a reális gyakorlattal kapcsolatos kutatások elsősorban a Föld megismerését célozzák, mert hiszen kicsinyke életünk jelenleg még ide van kötve a világegyetem e parányi bolygójához. S mégis mily hatalmas ez a kicsiny bolygó, ha alaposan meg akarjuk ismerni!

A csillagász a Földnek mint bolygónak a helyzetét vizsgálja a többi égitesthez képest, s így elvégzi a jelenleg ismeretes legnagyobb vonalú helymeghatározást. A gyakorlati embernek ez nem elég, neki szüksége van a Föld további ismeretére, a Föld alakjának és milyenségének szabatosabb meghatározására. A megismerés ilyen irányú munkáját a geodézia, a földi helymeghatározások tudománya végzi. A szabatos nemzetközi felmérések, a felsőrendű háromszögelések rögzítik meg elsősorban szabatos pontossággal egyes földi pontoknak helyét a föld tengelyeihez viszonyítva. A megismerésnek ez a mértéke még mindig nem elég, nemcsak egyes földi pontok helyét akarjuk ismerni szabatosan, de tudni akarjuk minden pont fekvését a föld tengelyeihez viszonyítva. A pontok ilyen helyzetét több-kevesebb pontossággal azok a *térképek* tüntetik fel, melyeken a föld tengelyeihez viszonyított fokbeosztás van, ez meghatározza — mint mondani szokás — a pont vízszintes helyzetét s melyeken az egyes pontok magassága is fel van tüntetve egy meghatározott alapfelület felett. Egy ilyen térkép, melyet teljes térképnek nevezhetünk, a szakértő szem előtt a rajta ábrázolt terep minden egyes pontjáról teljesen tájékoztat, azoknak a föld tengelyeihez viszonyított helyzete a térképről olvasható.

A háromszögelések csak egyes pontok helyét adják meg,

ezen pontok alapján aztán a többi pontok helyzetét meghatározni a *részletmérés* feladata.

A föld kiterjedése az ilyen felmérések szempontjából igen nagy, úgyhogy a háromszögelések és a részletmérések elvégzése az egész föld felületére igen nagy anyagi áldozatot követel, annál is inkább, mert ezek, de különösen a részletmérések az igények növekedtével néha ismételten végzendők, hogy nagyobb pontosságot kapjunk.

A gyakorlattal foglalkozók mindenkori törekvése, hogy az egyes ilyen felmérési eljárásokat minél gyorsabbá és gazdaságosabbá tegyék anélkül azonban, hogy a velük kapott térképek pontossága csökkenne. Ez a gondolat volt egyik leghatalmasabb előmozdítója a részletmérések egyikének, a fotogrammetriának kifejlesztésénél. A többi részletfelvételi eljárásoknál ugyanis a térképező mérnöknek igen sok időt kell kint töltenie a felméréndő terepen, ami természetszerűleg anyagi áldozattal jár. A fényképezés feltalálásával alkalom nyílt arra, hogy a fényképen a terep képét megrögzítsük s így azt mintegy haza vigyük. A fényképből aztán megfelelő irodai munkával vesszük ki a térképezésre szükséges adatokat, amivel egyrészt elkerültük a drága huzamos terepmunkát, másrészt pedig függetlenítettük magunkat az időjárás esetleges szeszélyeitől.

Már maga ez a két gondolat is elég arra, hogy megnyissa a fotográfiákból való térképezés, a fotogrammetria előtt az utat.

A fényképezés feltalálása óta a fotogrammetria mint térképező eljárás igen sokat fejlődött. Messzire vezetne nagyon, ha itt a fotogrammetria fejlődésére és az összes eljárására kitérnék. De ez nem is célunk, mert jelen cikk keretében csak a fényképek alapján való térképezés legmodernebbjét, a légi fotogrammetriát akarjuk ismertetni.

A repülőgép feltalálása előtt a térképezés céljaira szolgáló felvételeket legnagyobb részben a földről, hegycsúcsokról készítették. Ezek a felvételek nem igen voltak alkalmasak arra, hogy azokból egy nagy terület térképét készíthessük el, mert hiszen ezen felvételeknél az egyes tereptárgyak esetleg igen sokat takar-

nak, de meg sík vidéken esetleg térképezésre egyáltalán nem alkalmasak. A földről készített fényképek alapján való térképezés, a földi fotogrammetria tényleg a gyakorlatban épen főként a takarások miatt csaknem kizárólag meredek hegyvidékek felvételére alkalmaztatott.

Megváltozott a helyzet a repülőgép feltalálásával és a gyakorlatba való bevezetésével. A repülőgépről készített fényképfelvétel jól belelát a terepbe, vele a sík vidékek is térképezés céljaira megfelelően fotografálhatók. A repülőgépekről való fényképezésnek különösen a háború alatti elterjedése vetette meg az alapját a légi fényképek alapján való térképezésnek, a légi fotogrammetriának.

A légi fotogrammetria is, mint fotogrammetria, részletfelvételi eljárás, tehát térképek készítésére csak akkor használható, ha a terepen már háromszögeléssel, vagy egyéb úton meghatározott geodéziai értelemben ismeretes pontjaink vannak.

A légi fotogrammetriának két különböző fő eljárási módjáról beszélhetünk aszerint, amint a terep a térképezés szempontjából egészen síknak vehető, vagy pedig dombos.

Teljesen sík területen egyetlenegy fényképfelvétel elegendő a fényképen ábrázolt terület térképének elkészítésére.

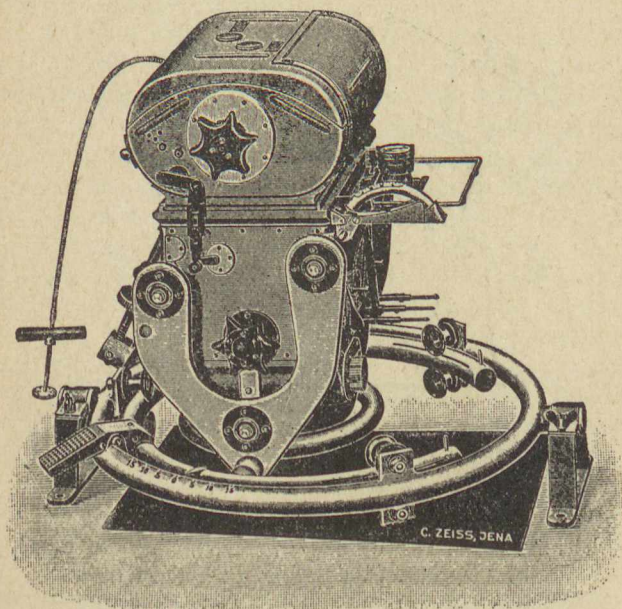
Ezt a légi felvételt a repülőgépről különféleképp készíthetjük a speciálisan e célra készített fényképezőgéppel. Nevezetesen tartathatjuk fényképezéskor a kamrát úgy, hogy annak tengelye megközelítőleg függőleges legyen, ekkor álló tengelyű felvételekkel dolgozunk, de fényképezhetünk úgy is, hogy a kamara tengelye szándékosan egy bizonyos 90° -tól eltérő szöveget zár be a vízszintessel, mikor is a felvétel ferde tengelyű. A kamara tengelye helyesen készített kamara esetében összeesik az objektív optikai tengelyével.

Egy ilyen légi felvételek készítésére szolgáló modern felvevő kamarát (*Zeiss-féle*) mutat az 1. ábra. (Egy van az Állami Térképészet tulajdonában.) A kamarát teljesen beépítik a felvételek elkészítése előtt a repülőgépbe.

A sík terepről készített fényképfelvételeből egyszerűen készíthetünk térképet akkor, ha a fényképnek a terephez viszonyí-

tott helyzete ismeretes. A fénykép ugyanis nem más, mint a terep egy olyan centrális vetülete, ahol a vetületi középpont a fényképezőgép objektívjének hátsó főtárcsája.

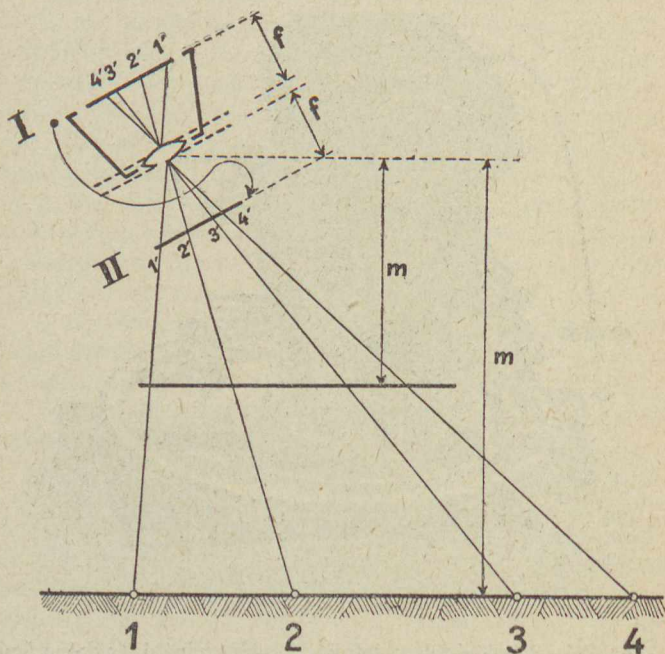
A fényképezett terep egyes pontjaiból (lásd 2. ábrán 1, 2, 3, 4.) ugyanis fénysugarak haladnak a fényképezőgép objektívjének



1. ábra. Zeiss-féle légi felvételek készítésére szolgáló fényképezőgép.

elülső főtárcsája felé. Ezek a fénysugarak az objektívból úgy lépnek ki a fénytörvényei értelmében, mintha a hátsó főtárcsából jönnének s a kilépő sugarak párhuzamosak a megfelelő érkező sugarakkal. Így a fényképezéskor előáll a fényérzékeny lemezen az 1, 2, 3, 4 pontok 1', 2', 3', 4' képe. Természetesen ha éles fényképet akarunk, akkor a lemez fényérzékeny síkjának a hátsó főtárcsától éppen a gyújtótávolsággal egyenlő távolságban (f) kell

lennie, mert hiszen a fényképezés mindig olyan magasságból történik, hogy a terep a fényképezés szempontjából mindig a végtelenség megfelelő távolságban fekszik. Fordítsuk most már meg a lemezt az ábrának megfelelő módon, úgy, hogy az most az elülső fókusponttól legyen „ f ” távolságra (II-vel jelölt lemezhelyzet). Lát-

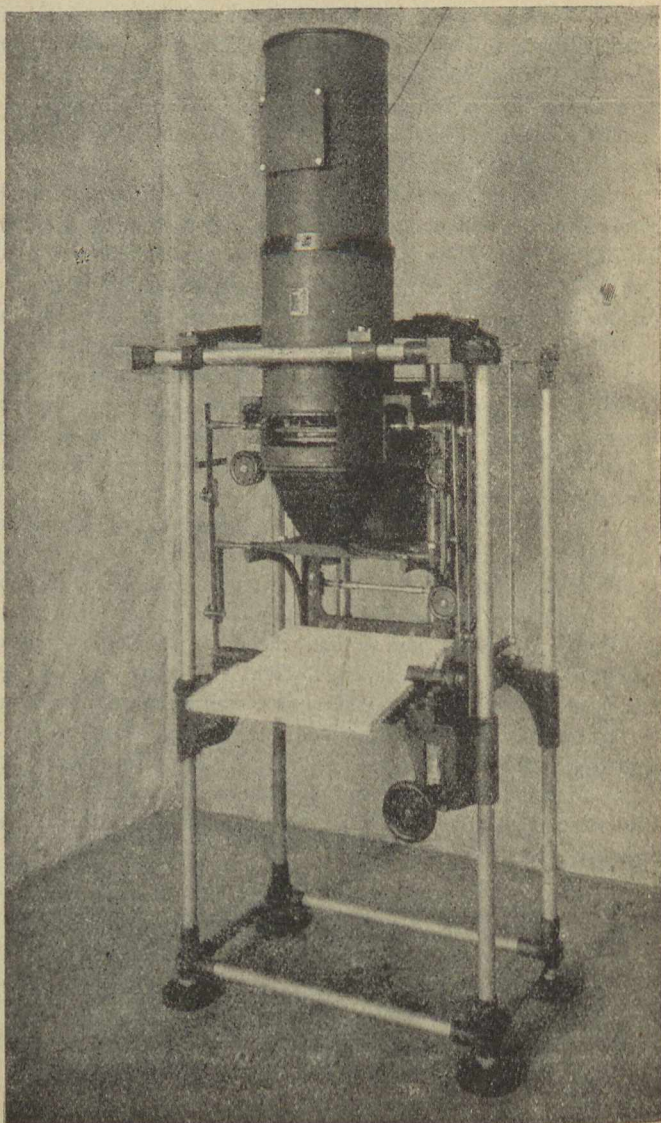


2. ábra. A fénykép mint centrális vetület.

juk, hogy a lemez eme helyzetében az egyes pontokból kiinduló eredeti fénysugár átmegy ugyanazon pont képen. Ez azonban csak akkor következik be, ha a lemezt csakugyan a terephez viszonyítva a helyes II-vel jelölt helyzetbe tudom hozni. Azok az adatok, amelyek ezt a helyzetet meghatározzák, a fénykép külső adatai. Ezekre vonatkozólag jegyezzünk meg annyit, hogy amikor az el-

készített fényképen rajta van három olyan pont képe, melyek vízszintes helyzete és magassága ismeretes, akkor ezen pontok alapján a térbeli hátrametszés segítségével pontosan megtudjuk mondani azt, hogy hol volt a kamara a levegőben a felvétel pillanatában a terephez viszonyítva, mekkora volt a kamaratengely hajlása a lemez elfordulása, tájékozása.

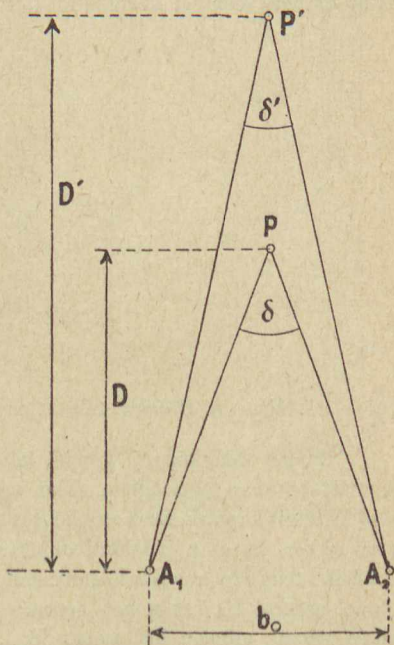
A térbeli hátrametszés megoldásával tehát a lemezt mindig olyan helyzetbe tudom hozni, amilyen helyzetben az a felvétel pillanatában volt. Előtudom természetesen ekkor állítani a lemez II-vel jelölt helyzetét is. Ha most egy vízszintes síkot helyeznék el az elülső főpont alatt a repülési magassággal egyenlő „*m*“ magasságban s azután a II. helyzetbe hozott lemezt hátulról az objektíven keresztül megvilágítanám, akkor ezen a síkon megkapnám az ugyancsak teljesen sík térszín képét és pedig úgy, hogy ezen a képen minden ugyanakkora lenne, mint a térszínen. Nekem azonban egy térkép kell, tehát a terep egy kicsinyített rajza. Ha a vízszintes síkot közelebb hozom a lemezhez, vagyis az „*m*“-et csökkentem, akkor a térszín képének egy kicsinyített olyan rajzát kapom, ahol minden teljesen hasonló az eredeti rajzhoz. Ez tehát már egy kicsinyített rajz, egy térkép lesz. Ha tehát „*m*“-et addig csökkentem, míg az előállott rajz méretaránya meg fog egyezni a kívánt méretarányval, akkor megkapom ezen a vízszintes síkon a kívánt térképet. Nem kell most egyebet tennem, mint erre a vízszintes síkra egy fényérzékeny papírt fektetnem s erre mindjárt ráfotografálódik a térkép. Ezen az alapon dolgozó készülékek a képtranszformátorok. Egy ilyen a m. kir. Állami Térképészet tulajdonában lévő készüléket mutat a 3. ábra. (Konsortium Luftbild G. m. b. H. Stereographik G. m. b. H. készítménye Münchenből.).



Nem ilyen egyszerű azon terepek térképezése légi fotogrammetriával, amelyek nem tekinthetők térképészeti szempontból teljesen síkoknak, ahol tehát a pontok magassági helyzetét is fel kell tüntetni.

Dombos és hegyes vidékek térképezése csak akkor lehetséges a rétegvonalakkal együtt, ha a térképezendő területről két különböző pontból készítünk felvételt. Az ilyen dombvidéket térképező készülékek legjobbjai jelenleg (1925) csaknem mind a sztereoszkópikus látás felhasználásán alapulnak, s épen ezért, mielőtt azokat ismertetjük, foglalkozni kell a sztereoszkópia fogalmával.

Ha két szemmel ránézek egy tőlem D távolságra fekvő P pontra (lásd 4. ábra), akkor a két szentengely konvergálnifog, azok között valami δ szög keletkezik. (A szemek helyzetét A_1 és A_2 jelölik.) Ha most szememet egy D' távolságban levő P' pontra irányítom, akkor a szentengelyek közti szög kisebb lesz, az lecsökken valami δ' -re. A szögnek eme megváltozását a szemünk megérzi, s a szentengelyeknek ez az elfordulása kelti bennünk azt az érzetet, hogy P' pont hátrább fekszik mint P . Szemünk eme tulajdonságát nevezzük sztereoszkópikus látásnak.



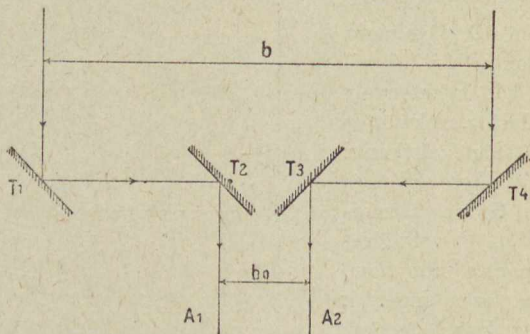
4. ábra.

A szentengelyek közti szög tehát megváltozott valami

$$\omega = \delta - \delta'$$

értékkel. Ezt a változást szemünk csak egy bizonyos határig érzi meg. Akkor tudjuk tehát csak megmondani azt, hogy P' messzebb van tőlünk mint P , amíg ez az ω érték egy bizonyos határszögnél, az úgynevezett fiziológiai határszögnél nagyobb. Ez a határszög átlagosan egy embernél $30''$, de gyakorlott szemnél $10''$ -re is lecsökkenhet.

Két szemünk átlagos távolsága „ b_0 ” aránylag igen kicsiny (átlag 6.5 cm), ezért sztereoszkópiusan csak egy aránylag kis környezetben látunk. Annak a gömbnek a sugarát, melyen belül sztereoszkópiusan látunk, sztereoszkópikus sugárnak nevezzük. Ez az emberi szemnél körülbelül 450 m.



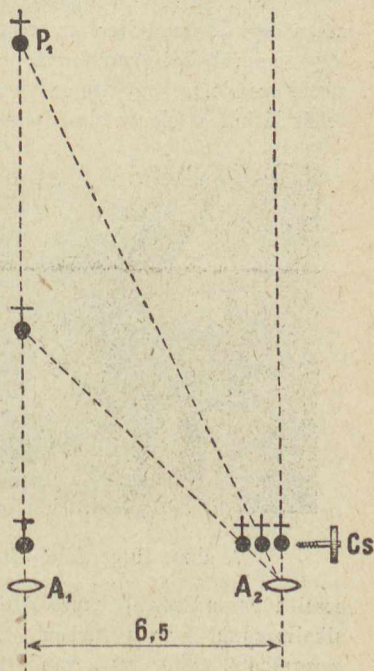
5. ábra. A Helmholtz-féle telesztereoszkóp sémája.

Ha két fényképező géppel két fényképfelvételt készítünk egymástól 6.5 cm. távolságban, akkor ugyanazon terepről két különböző felvételt kapunk. Ezek egyike lesz az a kép, melyet a balszemünk látna akkor, ha az a baloldali objektív helyén volna. Ugyanígy a a másik fénykép a hasonló helyzetű jobbszemünkben keletkező képpel azonos. Ha ezt a két egymás mellé tett fényképet egyszerre nézzük mind a két szemünkkel, akkor nem két képet, hanem a két kép egy egyesített képét, a táj sztereoszkópikus modelljét látjuk. De ezen képeknél is, míg a két felvétel közti távolság csak 6.5 cm., a sztereoszkópikus hatás csak 450 m.-ig tart. A sztereoszkópikus látás eme körzetét azonban megnövelhetjük ha

egyrészt nagyítást alkalmazunk, másrészt pedig ha a sztereoszkópikus bázist „ b_0 ”-t mesterséges úton megnöveljük. Ez a megnövelés történhet a *Helmholtz*-féle telesztereoszkóppal (lásd 5. ábra). Legyen megint két szemünk egymástól „ b_0 ” távolságra A_1 és A_2 -ben. Tegyük 45° alatt a szemünk elé két tükröt T_2 és T_3 -at s ezekkel párhuzamosan még kettőt T_1 és T_4 -et. A szemeinkből kiinduló fénysugarakat T_2 és T_3 tükrök úgy verik vissza, hogy azok a T_1 és T_4 -re esve onnan a terep felé haladnak. Így evvel a berendezéssel úgy látunk, mintha szemünk a T_1 és T_4 helyén volna. Ezzel szemeink „ b_0 ” bázisát „ b ”-re növeltük, amivel aránylagosan megnőtt azon körzet sugara is, amelyen belül sztereoszkópicusan látunk. Ha most a T_1 és T_4 helyéről készítünk egy-egy fénykép-felvételt s ezeket szemléljük egy ilyen sztereoszkóp segítségével, akkor megint a táj egy plasztikus modelljét látjuk, de most már a plaszticitás jóval nagyobb lesz, mint a szabad szemmel való szemléléskor, vagyis a terepet túlplasztikával látjuk.

A modern légi térképező készülékek alapelvének megértéséhez még egy elv szükséges.

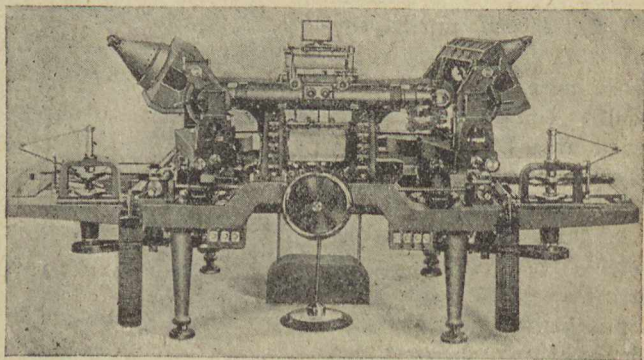
Rajzoljunk fel két indexet egymástól pontosan 6,5 cm. távolságra (6. ábra) s szemléljük ezeket egy sztereoszkópon keresztül. Ekkor a két index egy egyesített képét fogjuk látni és pedig úgy, mintha az a végtelenben lenne, mivel ekkor a szemtengelyek egymással párhuzamosak. Toljuk most el a jobboldali jelet a „Cs” csavar segítségével egy kis mértékkel. Ekkor a két szemmel való



6. ábra.

szemléléskor szintén csak egy jelet fogunk látni, de a P_1 helyen stb. Így az egyik jelnek a jobbra balra való eltolása bennünk azt az érzetet kelti, mintha a jel a térben előre-hátra mozogna, hozzánk közeledne illetőleg tőlünk távolodna. Az ilyen jelet, indexet, vándorlójegynek hívjuk.

Ezen elvek felhasználásával kapjuk a modern légi térképezés, a légi sztereofotogrammetria lényegét. Készítünk repülőgépről egy terepről két olyan fényképfelvételt, melyek a fenti berendezéssel szemlélve, együttesen sztereoszkópikus hatást adnak. Így tehát látjuk a felvett terep sztereoszkópikus modelljét. Ha most



7. ábra. Hegershoff—Heyde-féle autokartográf.

ezzel a berendezéssel kapcsolatban egy olyan vándorlójegyet is alkalmazunk, mely a térben előre-hátra, fel-le, jobbra és balra mozgatható, akkor ezt a vándorlójegyet a térbelileg látott terepmodell minden egyes pontjára ráállíthatjuk. A modern térképező készülékek feladata, hogy azokon ezek a ráállítások elvégezhetőek legyenek és hogy azon pontot, amelyre a vándorlójegyet ráállítottuk, mindjárt fel is rajzolja egy rajzolókészülék a térképre.

A térképező készülékek milyensége azután aszerint, hogy a készülék hogyan végzi a térképezést más és más.

Egyik ilyen modern térképező készülék a *Hegershoff—Heyde-féle autokartográf*. (Lásd 7. ábra.) A gyakorlatban általában ezt

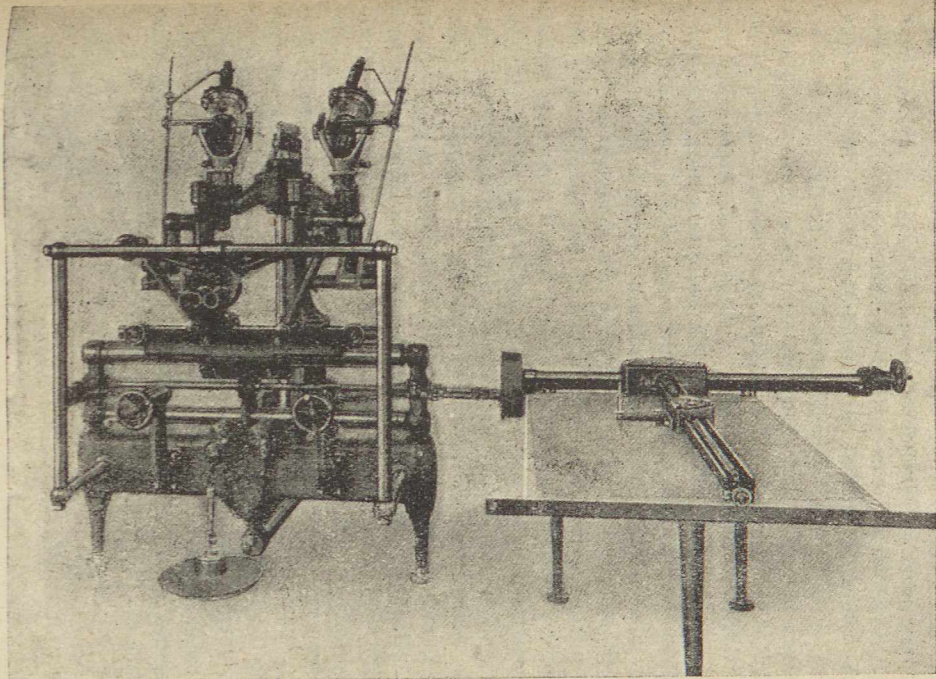
a készüléket ferde tengelyű felvételekkel kapcsolatban használják. Készítünk a repülőgépről kb. 30°-os hajlással a terepről két felvételt. Ezután a felvételeken kikeresünk 3 olyan pontot, mely a felvételen jól látható és a terepen jól azonosítható. Ezt a 3 pontot földi eljárásokkal a már ismeretes háromszögelési pontok alapján bemérjük, vagyis meghatározzuk azok vízszintes helyzetét és magasságát. Ezen adatok segítségével a fényképből meghatározhatjuk annak fenntebb említett külső adatait. Ezen külső adatok alapján a két összetartozó lemezt beilleszthetjük az autokartográf két képtartójába, mikor is azokat a készülék szemléző berendezésén keresztül szemlélve a terep egy sztereoszkópikus modelljét látjuk. A lemezek beillesztése illetőleg a külső adatok meghatározása ma már nem a térbeli hátrametszés számításával való megoldásával történik, hanem magával az autokartográfal optikai-mechanikai úton.

A szemléző berendezésbe belenézve nemcsak a felvett terep plasztikus térbeli modelljét látjuk, hanem egy vándorlójegyet is. Szerkezeti megoldások miatt itt azonban a kivitel olyan, hogy a vándorjegy és a terep térbeli modellje között fent vázolt viszony fordított, vagyis, hogy a vándorlójegy itt áll egy bizonyos távolságban és a terep modellje mozgatható úgy a térben, hogy annak minden pontját ráállíthatjuk az álló vándorlójegyre. A műszer elején látható egyik kerékkal a modellt jobbra-balra, a másikkal előre-hátra mozgathatjuk, míg az alul látható lábtárcsa a modell emelésére és süllyesztésére szolgál. A készülék úgy van szerkesztve, hogy a műszeren levő rajzolócsúcs mindig felrajzolja annak a pontnak a vízszintes helyét, amelyikre a vándorlójegy mutat, úgy, hogy ugyanebben a helyzetben a pont magassága is vagy egy beosztott skálán vagy pedig egy számozott dobon leolvasható. A helyszínrajz készítése úgy történik, hogy a modellt úgy mozgatjuk a megfelelő kerek segítségével, hogy az ábrázolandó utak, vasútak, házakon végigvezetjük a vándorlójegyet, illetőleg ezeket a tereptárgyakat vezetjük mindig úgy, hogy azokat az álló vándorlójegy érintse. Ezen vezetés közben a rajzolócsúcs felrajzolja az illető tereptárgy vízszintes vetületét, térképét.

A magassági viszonyokat jellemző rétegvonalakat úgy rajzoljuk fel, hogy a vándorlójegyet ráállítjuk pl. a 200 méteres magasságra s azután a magasságváltoztató berendezést megkötve, a terepet érintőlegesen végigvezetjük a vándorlójegyten. A magasságváltoztató berendezés megkötése után ugyanis a vándorlójegy a terephez viszonyított 200 méter magasságban marad mindig bárhogyan is mozgassuk el a térbeli modellt. Ha már most a terepet úgy vezetem, hogy az mindig érintse a vándorlójegyet, akkor felrajzoltam tulajdonképpen a terepnek és a tenger színe felett 200 méterre levő síknak a metszészvonalát, vagyis a 200 méteres rétegvonalat. Ha természetesen a magasság megkötését máshol, mondjuk 210 méternél végzem, úgy természetesen a 210 méteres rétegvonalat kapom. Jegyezzük még meg azt, hogy ez a készülék a térbeli előmetszés mechanikus megoldását fémvonalzók segítségével végzi.

Maga a készülék minden olyan berendezéssel el van látva, mely annak a legkényelmesebb használatát szolgálja. Egy elektromotor segítségével mozgatható a térbeli modell tetszőleges irányban, hogy így a kéz munkája ilyen értelemben elesik s azon kívül az elől középen levő tárcsa segítségével a koordináta-tengelyek irányába eső mozgások egyesíthetők egy eredő mozgássá s így eme tárcsával az autó kormánykerekéhez hasonló módon változtatjuk a modell mozgásának az irányát, míg az analógiát tovább folytatva, az eme tárcsa közepén levő fogantyú a mozgás sebességét szabályozza. Alkalmas a készülék arra is, hogy vele a térkép-rajzolással egyidejűleg mindjárt a terep mérethű gipszmodelljét is elkészítsük.

Egy másik teljesen hasonló célokat szolgáló ilyen készülék a *Bauersfeld—Zeiss*-féle sztereoplanigráf. (Lásd 8. ábra.) Ezt a gyakorlatban többnyire álló tengelyű felvételekkel kapcsolatban használjuk. Az ezen készülékkel megoldható feladat a térkép-készítés művelete lényegében ugyanaz, csak az e célra szolgáló berendezés épült fel más alapokon. Míg ugyanis az autokartográfnál precíziós fémvonalzók és egyenes vezetők szerepelnek, addig itt ezek helyett fénysugarak szerepelnek. Az autokartográf megoldása olyan, hogy a terepszemlélet tulajdonképpen a felvételi



8. ábra. Bauersfeld—Zeiss-féle sztereoplanigráf.

álláspontokból történik, míg a sztereoplanigráfnál a szemlélés helye tulajdonképpen a meghatározandó tereppont helyén van. Ezen elrendezésből és a vele kapcsolatos vetítő berendezésből folyólag ezzel a készülékkel olyan felvételek is kidolgozhatók sztereoszkópius alapon, melyek egyébként a szemlélő berendezés más kialakítása mellett sztereoszkópius hatást nem adnának.

Ez a kétféle térképező készülék az, amelyik teljes szabátosságu topografiai térképek készítésére használható s amellet a földi térképező eljárásokkal szemben nagy anyagi előnyökkel jár. A térképezés sokkal gyorsabb, s megoldhatók ezentúl könnyen olyan speciális feladatok is, melyek eddig csak nagy nehézséggel voltak keresztülvihetők. Említsük itt meg például csak azt, hogy így az árvizek által elborított területek úgyszólván pillanatnyilag rögzíthetők, mert ezek térképezéséhez nem szükséges egyéb, mint az elöntött területeket végig repülni és lefotografálni a repülőgépről. Földi eljárással ez hónapokig tartana s addig már az árvíz levonult s annak határai esetleg határozottan meg nem állapíthatók.

Van még ezeken kívül számos olyan készülék (*Orell—Zeiss*-féle sztereoautográf, *Gasser*-féle készülék, a *Görz*-cég készülékei stb.), mely ugyancsak a légi felvételekből való térképkészítésre szolgál, de ezek ezt a feladatot vagy csak bizonyos korlátok között oldják meg, vagy pedig nem nyújtják a földi felvételeknek megfelelő pontosságot, úgyhogy ezek egy békés időben végzendő térképezési munkálatnál a fenti kettő mellett egyenlőre ma még nem jönnek tekintetbe. Az a bámulatos haladás azonban, amit ezen a téren úgyszólván hónapról-hónapra látunk, esetleg rövid időn belül megint megváltoztathatja, tovább fejlesztheti a jelenlegi helyzetet. Az azonban bizonyos, hogy már a jelenleg meglévő készülékek is teljesen megváltoztathatják az eddig alkalmazott topografiai részletfelvételi eljárásokat.

B.

APRÓBB KÖZLEMÉNYEK.

HUGO VON SEELIGER.

Írta: DR. WODETZKY JÓZSEF.

*H. v. Seeliger*nek 1924 december 2-án bekövetkezett halálával a modern tudományos asztronómia egyik legjelesebb és legjelentősebb reprezentánsát vesztette el. Klasszikus munkái nemcsak szám szerint imponálóak, hanem bennük a mélység és a hatalmas tudás vetekszik a sokoldalúsággal.

Seeliger 1849 szeptember 23-án született az osztrák-sziléziai Bialában. Atyjának jómódja gondtalan tanulást tett lehetővé *Seeliger*-nek, ki a tescheni gimnázium elvégzése után 1867-ben Heidelbergába, majd Lipcsébe ment egyetemi tanulmányai folytatására. *Bruhns*-nál csillagászatból promoveált, de tulajdonképeni mesterének a matematikus *Carl Neumann*-t tekintette. 1871—73-ig *Bruhns*-nál Lipcsében mint asszisztens, 1873—78-ig Bonnban *Argelander* mellett mint obszervátor működött. *Seeliger* itt megmutatta kiváló gyakorlati képességeit is: a bonni nagy csillag-katalogushoz szükséges észlelések nagy részét ő végezte. 1874-ben a Vénusz-átvonulás megfigyelésére küldött expedíciót is ő vezette.

Seeliger elsőrendű theoretikus volt, de azért a tapasztalati alapokat mindig kellően hangsúlyozta és a rendszeres hibák mérlegelését mindig a legbehatóbb gondnal végezte. Bonnban 1877-ben magántanár lett, de inkább Lipcsébe vonzódott, hol anyagi függetlensége lehetővé tette, hogy teljesen tudományos kutatásainak éljen. Itt írta meg a ζ -Cancri többszörös csillagról szóló munkáját, mely az égi mechanikának értékes gazdagodást jelentett.

1881—82-ig Gothában működött mint *Hansen* utóda, innét pedig a müncheni csillagda élére került *Lamont* örökébe, 1888 óta a csillagászat tanára az ottani egyetemen. *Seeliger* Münchenhez mindvégig hű maradt, bár 1908-ban Bécs és Potsdam egyidejűleg igyekeztek a hírneve delelőjén álló tudóst a maguk számára meg-

nyerni. 1896-ban az Astronomische Gesellschaft, 1919-ben a müncheni tud. akadémia elnöke lett. Számos tudományos társaság külső tagjává választotta, így 1899-ben a magyar tud. Akadémia is.

A ζ -Cancri hármas csillag sajátosságos mozgásainak okát *Seeliger* egy negyedik, láthatatlan, sötét komponensben találja. *Seeliger* két nagy értekezésben foglalkozott ezzel a kérdéssel s főcélja az volt, hogy a *Newton*-féle törvény feltétlen érvényességét bizonyítsa. Az amerikai *Burnham* a ζ -Cancri-ban mutatkozó sajátosságos ingadozásokat rendszeres észlelési hibáknak tulajdonította s *Seeliger* nézeteit nem osztotta. *Burmeister* és *Schnauder*, *Seeliger* tanítványai azután kimutatták, hogy az újabb észlelések igazolják mesterük elméletét.

A *Newton*-féle törvény érvényességének vizsgálata *Seeliger* egyik legkedveltebb tárgya volt. Erre vonatkozó nézeteit röviden így lehet összefoglalni: a mi észleléseinknek hozzáférhető térben a *Newton*-féle törvény korlátlanul és feltétlenül érvényes. Ha megfigyelés és elmélet között különbség mutatkozik, úgy ennek oka semmi esetre a *Newton*-féle törvényben keresendő. Erre vonatkozó egyik legszellemesebb és legfontosabb dolgozata az, melyben a *Merkur*-perihélium eltéréseit a Nap körül nagy számban rajzó apró testecskékre vezeti vissza, melyek a zodiakális fényt idézik elő, s melyeknek gravitációs hatására addig nem gondoltak. Ezzel a magyarázattal a többi bolygók mozgásában mutatkozó némely eltérések is teljes megoldást nyernek. Természetes, hogy *Seeliger* mindig a leghatározottabban elutasította a relativitástan sajátosságos magyarázatát.

Seeliger szerint a *Newton*-féle törvény érvényessége nehézségekbe ütközik, ha azt oly végtelen térre terjesztjük ki, melyben mindenütt véges tömegsűrűség uralkodik. A gravitáció elnyelésével is foglalkozott, s az ő indítványára a müncheni filozófiai fakultás pályadíjat is tűzött ki erre a kérdésre, melyet tanítványa *Bottlinger* oldott meg negatív értelemben.

Az égi mechanikán kívül az elméleti fotométriát is nagy jelentőségű eredményekkel gazdagította. Ide tartozik az ő fotométriái bizonyítéka a *Saturnus*-gyűrűknek meteorokból vagy koz-

mikus porból való összetettsége mellett, melyet *Maxwell* elmélete tett valószínűvé. *Seeliger* számításait a megfigyelés teljes mértékben igazolta. A porszerű kozmikus tömegek fényvisszaverő tulajdonságaira vonatkozó mélyreható egyéb vizsgálatai is igazolást nyertek pl. az 1902. évi Nova Perseinél észlelt jelenségekkel.

Másik fontos munkája *Seeliger*-nek a Föld-árnyéknak hold-fogyatkozások alkalmával mutatkozó nagyobbodására vonatkozik, mely szerinte tisztán fiziológiai-optikai jelenség. Erre vonatkozólag tanítványaival, *Anding*-gal, *Schwarzschild*-del és *Villiger*-rel kísérleteket is végzett, *Buchholz* és *Pritchett* pedig a Saturnus-holdak fogyatkozásaira alkalmazták mesterük elméletét, s *Kühl*-nek nagy-horderejű vizsgálatai is innét indulnak ki.

Seeliger munkásságának nagy részét a csillagok térbeli eloszlásának kutatására szentelte. Az első, jól megalapozott fogalmak felállításának érdeme őt illeti. Eredményeiről jelen Almanach más helyén röviden megemlékeztünk. A fénynek a világtérben való elnyeletéséről *Seeliger* kimutatta, hogy ahol ilyen elnyeletés mutatkozik, úgy az csak helyi természetű, oka pedig a térben elszórt sötét, kozmikus por, mely az új csillagoknál is névezetes szerepet játszik. *Hubble* kimutatta, hogy egyes diffúz égi ködök ilyen valójában sötét, porszerű tömegek, melyek a szomszédos csillagok visszavert fényében világítanak. Újabb észlelések *Seeliger*-nek erre vonatkozó nézeteit mindinkább alátámasztják.

A helyszüke nem engedi, hogy *Seeliger* nagyszabású tudományos munkássága szélesebb és behatóbb méltatást nyerjen, de a rövidre szabott ismertetés is meggyőz arról, hogy a legutóbbi időknek ő volt az ég egyik legképzetebb, legkomolyabb és legmélyebb kutatója. Tudományos gondolkodásnak komolyságára legjellemzőbb azok a szavai, melyeket előző Almanachunkban a relativitástan alkalmából idéztünk, s melyek minden exakt kutatásokkal foglalkozó tudósnak jelmondata kellene hogy legyenek: „A fizikai elméletek rövidéletűsége arra tanít, hogy az elméleteknek a világegyetemre való kiterjesztésénél nagyon óvatosak és nagyon szerények legyünk“.

CAMILLE FLAMMARION.

(1842—1925.)

(TASS ANTALTÓL.)

Nyolcvanhárom éves korában, 1925 január 3-án halt meg *Camille Flammarion*, a világszerte ismert csillagász-költő, kit tudomány-népszerűsítő munkássága révén sokkal jobban ismerünk, mint szakmunkássága révén. Kora ifjúságától élete utolsó napjáig a munka embere volt. Soha el nem öregedő lelkesedés, költői ihlet és a kicsapongásig szárnyaló költői fantázia jellemzi rendkívül gazdag és igen termékenyítő hatású irodalmi működését, de tudományos munkássága inkább sokoldalúsága, mint a gondolatok mélysége által tűnik ki.

„Falusi gyerek, a természet fia vagyok“, írja magáról Flammarion, mert apja földművelő volt. Két csillagászati tünemény; az 1847 október 9-iki napfogyatkozás — ekkor Flammarion 5 éves volt — és az 1851 július 28-iki napfogyatkozás, vallja Flammarion, kitörölhetetlen nyomot véssett lelkébe. Tizenhat éves korában, 1858-ban Párisban, mint vésnökinas, — tönkrement szülei a gimnáziumból kivették — már egyesületet alapított „l'Académie de Jeunesse“ címen, melynek programját a tudomány, az irodalom és rajzolás művelése képezte s melyet Flammarion „a természet csodáiról„ szóló beszédével nyitott meg. Ekkor már 230 kötetből álló könyvtára volt. Hajlamát és pályája irányát nemcsak ezen adatok, hanem kéziratban lévő „Cosmogonie universelle“ merész címet viselő első dolgozata¹ mutatják, melynek révén Le Verrier, a párizsi obszervatórium igazgatója csillagász tanulónak vette fel öt ötven frank havi fizetés mellett. Szabad idejét önművelésre fordította és megszerezte az egyetemi fokozatokat.

A segédszámoló száraz munkája Flammarion hevülő vérmeirsékletének nem igen felelhetett meg, de Le Verrier sem lehetett túlságosan elragadtatva hivatalos működésétől, sem Flammarionnak 1861-ben megjelent a lakott világok sokaságáról szóló könyvétől, mert ridegen elbocsátotta. A „La Pluralité des Mondes

¹ Megjelent 1885-ben erősen átalakítva „Le monde avant l'apparition de l'Homme“ cím alatt.

habítés“ által a fiatal csillagász azonban híressé vált. A „Bureau des Longitudes“-ben kapott kalkulátori állást, hol a francia csillagászati évkönyv, a „Commaissance des Temps ou des mouvements célestes“ részére a holdpozíciókat két éven át számította s emellett hirlapokba írt számtalan cikket. Majd belépett a „Cosmos“, 1865-ben pedig a „Siècle“ szerkesztőségébe rendkívül gazdag és sokoldalú hirlapi és irodalmi működést fejtván ki. Hírneve és népszerűsége napról-napra emelkedett. 1866/67 telén már hetedik: „Dieu dans la Nature ou le Matérialisme et le Spiritualisme devant la Science moderne“ c. munkáján dolgozott, melyen kívül 1867-ben még az „Études et lectures sur l'astronomie“ c. tudományos műve is jelent meg. Ezen csillagászati tanulmányaiból 1880-ig még nyolc kötet következett.

Ezen időszakban különböző címek alatt a csillagászatba való bevezetéseinek egész sorát jelentette meg a legkülönbözőbb műveltségű körök részére. A francia Akadémia jutalmával kitüntetett és 1880-ban megjelent „L'Astronomie populaire“-je Franciaországban 130.000-nél több példányban van elterjedve és a világ minden művelt nyelvére lefordítva. Közben egy kétkötetes munkában korának meteorológiai és geológiai ismereteit tette közzé.

Filozófiai munkái közül tizedik műve „Lumen“, „Mémoires biographiques et philosophiques d'un Astronome“, „Contes philosophiques“; továbbá regényei közül „La fin du Monde“, „Uranie“, „Stella“; „Dans le Ciel et sur la Terre“ terjedtek legjobban el. E művekben azonban a józan tudománynépszerűsítés határait nem egyszer túllépi.

A párisi Akadémia tudományos közlönyében, a „Comptes rendus“-ben megjelent tudományos dolgozatai közül legkiválóbb a kettős csillagokra vonatkozó vizsgálatairól írt tanulmánya; 1878-ban megjelent „Les étoiles doubles“ c. csillagkatalógusa a maga korában alapvető horderejű volt. Jelentőségét csak huszonöt évvel később Burnham kettőscsillag-katalógusa homályosította el. Tudományos művei közül legértékesebb Mars bolygóról írt két kötetes, 1900-ig végzett Mars-kutatásokról megjelent összes tanulmányokat felölelő, igen gondos kritikával készült gyűjteményes

munkája, mely bibliografikus volta miatt elévülés veszélye nélkül forrásmunkául szolgálhat.

Amilyen elbűvölő módon ragyogtatta írásaiban anyanyelvének minden finomságát, mint szónok is mesteri ötletességével és költői lendületével nagy hatást váltott ki. Tüzes előharcosa volt a díjtalan és kötelező nyilvános oktatásnak és 1860-tól kezdve díjtalan népies előadásaiban a csillagászatnak volt fáradhatatlan népszerűsítője. Bár a „vie universelle“, a világpolgárság eszméjének volt lelkes hirdetője, mindig tipikus francia maradt és Párist tekintette az egész világ szellemi élete központjának. Egyénisége azonban Franciaország határain túl is nagy hatást váltott ki.

1882-ben a „L'Astronomie“ című folyóiratot indította meg, melyet 1894-ben az általa 1887-ben alakított „Société astronomique de France“ folyóirata, a „Bulletin de la Société ast. de France“ váltott fel. A világ összes csillagászati egyesületei közül a Flammarion-féle a legnagyobb tagszámmal bír s sok leányegyesülete működik nemcsak Franciaország határain belül, hanem azokon kívül is.

Egyik lelkes tisztelője, Méret bordeauxi gazdag polgár Juvisyben (Páris mellett) lévő birtokát ajándékozta 1882-ben Flammarionnak. Itt épült obszervatóriumában munkatársaival, Antoniadival és Benoítval sok értékes megfigyelést végzett.

Mint tudománypopularizáló élete utolsó pillanatáig hatott Flammarion, de mint tudományos kutató már évtizedek óta nem szerepelt. Tudományos működése a múlt század azon éveire esik, amikor a fizikai gondolatoktól átitatott csillagászat még bölcsőjében ringott. A csillagászat fejlődésében ezen új gondolatok átfogó horderejét nem ismerte fel, noha szelleme az egyetemesség, a „vie universelle“ felé tört s bár a szellemi ébredésért, a világ megismeréséért lelkesedő körök prédikátorává, prófétájává vált. És ez volt tragikumja. Sokszor szélsőségekre ragadtatta magát, tudományos tévtanok makacs hirdetőjévé vált, melyeket előadásának káprázatos lendülete takar, de melyek a szigorúbb vizsgálat előtt meg nem állhatnak.

Elhunytával nemcsak a világ legnagyobb csillagászati társulata, hanem a világ minden csillagkedvelője legtüzezebb nyelvű

prédikátorát, leglángolóbb nyelvű és legnagyobb hatást keltő tanítómesterét vesztette el. És ezért a csillagászat nagy hálaára van kötelezve Flammarionnak.

1926-BAN ESEDEKES VISSZATÉRŐ ÜSTÖKÖSÖK.

(Közli: TASS ANTAL.)

A Nap körül zárt pályán mozgó huszonöt visszatérő üstökös közül hétnek visszatérése esedékes 1926-ra. Ezek az 1925. évi Stella-Almanach 36. lapján levő táblázat utolsó rovatának adatai szerint a De Vico—L. Swift-, a Giacobini-, a Kopff-, a Finlay-, a Biela-, a Holmes- és a Tuttle-féle periódikus üstökösök.

Perihelátmenetük ideje szerint a Tuttle-félének újra felfedezése várható legelőbb. Ezen 1790-ben felfedezett üstökös 1858-ban, 1871-ben, 1885-ben, 1899-ben és 1912-ben tért vissza, felfedezése és 1858 közötti jelenségeit, bár keringési ideje 12·15 év, nem észlelték. Legutolsó perihelátmenete 1912 október 28-án történt és így legközelebbi perihelátmenete 1926 elejére várható. 1926 január 1-én 75 Cygni 5·0-öndrendű csillag közelében lesz.

Ugyancsak az év elejére várható a Kopff-féle visszatérő üstökösnek újbóli feltűnése, mivel napközeli ideje február óra esik. Ezen Kopff által 1906-ban felfedezett üstökösre keringési időül 6·584 érték adódván, 1912-ben is vissza kellett volna térnie. Ekkor azonban a Naphoz való kedvezőtlen helyzete miatt nem volt fellelhető. A következő, 1919-re eső jelenségében Wolf Heidelbergben fotografikus úton fedezte fel 1919 július 30-án. Rendkívül gyengéfényű teleszkópikus üstökös lévén, 1926. évi jelenségében is csak nagyobb távcsőben lesz észlelhető.

1926 április óra esnék a híres Biela-féle üstökös legközelebbi perihelátmenetének ideje. Biela által még 1772-ben felfedezett és 6·692 évnyi keringési idővel bíró üstökös visszatértét öt ízben észlelték és pedig: 1805-ben, 1826-ban, 1832-ben, 1846-ban és 1852-ben. Az 1846. évi megjelenése alkalmával magja két részre szakadt s mindkét rész 1852-ben vissza is tért, de azóta az esedékes következő periódusok egyikében sem észlelték. Nagyon

valószínű, hogy ezen üstökös felbomlási folyamata tovább tartott és hogy hulló csillagrajra esett szét. Igazolja ezt a feltevést az a körülmény, hogy az 1872 november 27-iki és 1885 november 27-iki rendkívül gazdag csillaghullást alkotó raj pályaelemei azonosak a Biela-féle üstökösével. A rajt a Bielida rajának is nevezzük. Összehasonlítás végett közöljük a pályaelemeket:

	Biela-üstökös	Bielidák raja
Periheliosz	109° 40'	108° 16'
Felszálló csomó hossza	245° 46'	245° 57'
Hajlás	12° 22'	12° 8'
Periheltávolság (csill. egység) .	0.879	0.858
Keringési idő (évek)	6.69	6.6

1926 június havára várható a Finlay-féle üstökös perihelátmenete. Ez 1851-ben történt felfedezése óta 1857., 1870., 1877., 1890., 1897. és 1919. években tért vissza. Ebben az évben október 25-én Sasaki Kyotóban ψ Capricomi közelében fedezte fel. Nagy műszerekkel felszerelt csillagvizsgálók még 1920 elején is észlelték. Így Wolf Heidelbergben 1920 február 7-én már 16-odrendűnek találta fényét.

A De Vico—L. Swift-féle periódikus üstökös napközeli ideje 1926 szeptember havában következik be, ha újra felfedezhető lesz. Midőn 1678-ban feltűnt, szabad szemmel látható objektum volt, de 1844-ben történt első visszatérésekor még fényesebb, 1894-ben történt második jelenségében pedig már csak rendkívül gyenge teleszkópikus üstökösnek mutatkozott. Keringési ideje 6.4 év.

A folyó év október havában két periódikus üstökösnek: a Giacobini- és a Holmes-félének perihelátmenete fog bekövetkezni. A Giacobini által 1900-ban felfedezett és 6.5 évi keringési idővel bíró üstökös következő periódusában nem volt megtalálható és újramegjelenését 1914-re kellett várni. De már 1913 október 23-án fedezett fel Zinner Bambergben a Scutum csillagképében egy dél felé irányult mozgással bíró üstökösöt, melynek pályaelemei a Giacobini-félével azonosaknak mutatkoztak. A Giacobini—Zinner-féle periódikus üstökös 1919/20. évi jelensége azonban elmaradt. — Holmes a róla elnevezett üstökösöt 1892-ben fedezte fel. Ez 6.857 évi keringési idejének megfelelően 1899-ben jelent meg. Ekkor

Perrine a Lick-obszervatórium nagy refraktorával találta meg. Következő napközel ideje 1906 január 16-ra esett. De csak egy félévvel később, 1906 augusztus 28-án sikerült Wolfnak az üstököt fotografikus úton felfedeznie, amikor fénye már 15-ödrendűnél kisebb volt. Pozíciójának megfigyeléséből levezetett efemeridák szerint az előre számított napközel ideje mindössze -0.09 nappal volt hibás. A következő két (t. i. 1912. és 1819.) jelenségében nem volt feltalálható.

Tekintettel arra, hogy 1926-ban több új üstökös is fog feltűnni, az 1926. év üstökösökben époly gazdag lesz, amilyen az 1925. évi volt.

AZ 1925. ÉVI ÜSTÖKÖSJÁRÁS.

(Közli TASS ANTAL.)

Az elmúlt 1925. évben tíznegy üstökös jelent meg. Ezek közül öt periódikus, hat pedig új üstökös volt. Felfedezésük sorrendje szerint 1925a, 1925b, . . . jelöltettek.¹

Az 1925a-val jelölt, vagyis a múlt esztendő első üstökösét Schaïn Simeis-ben fedezte fel március 22-én az Oroszlán csillagképben. Tőle függetlenül Barcelonában Comas Solá március 23-án is felfedezte; két nappal később a kielii központ a két objektum azonos voltát már megállapította. Az üstököt május végéig sikerült az eddig megjelent közlések szerint követni. Gyenge teleszkópikus üstökös volt az 1925a, mely gyenge, mintegy 1'-nyi maggal bírt és elmosódott, kerek ködfolt benyomását keltette. Crommelin számítása szerint perihelátmenete 1925 szeptember 4.5379-én következett be.

1925 március 24-én Rondeboschban W. Reid felfedezte a múlt év második üstökösét, 1925b-t Felfedezésekor a Szűz csillagképben állott s akkor 8-adrendű csillag fényével volt egyenlő fényű. Perihelátmenetének ideje 1925 július 29.434-ére esett.

¹ Az újonnan felfedezett üstökösök ideiglenes jelölése a felfedezés éve mellé írt kisbetűab c-sorrendben történik. Mikor elegendő számú pozíció megfigyelésből perihelátmenetük ideje kiszámított, kapják végleges jelölésüket a perihelátmenet ideje szerint az évszám után írt római számmal (pl. 1925. I., 1925. II.)

A mult év harmadik, azaz 1925c-vel jelölt üstökösét Orkisz Krakóban fedezte fel április 4-én a Pegasus csillagképében. Pályájának meghatározási adatai szerint perihelátmenete már négy nappal felfedezése után következett be.

A Tempel II. periódikus üstököst (1925d.) Stobbe a bergedorfi csillagvizsgálón június 11-én fedezte fel δ Serpentis közelében. Az üstököst e felfedezéstől függetlenül a következő napon Delporte Uccleben is felfedezte. Crommelin számítása szerint perihelátmenete 1925 augusztus 7:029-kor következett be.

1925 július 13-án 23 ó. 7·1 p. világidőkor Baade Bergedorfban a Wolf-féle periódikus üstököst fedezte fel. Felfedezése pillanatában egyenes emelkedése: —0·5 p.-cel, elhajlása: —3-ív perccel tért el az előre számított értéktől és β Pegasi alatt állott. Ezen 1925-e-nek is nevezett üstökös fénye augusztus 13-án már 15-ödrendűnél kisebb volt.

Schaumasse Nizzában 1925 augusztus 14-én fedezte fel a Borelly-féle periódikus üstököst. Az 1925f (Schaumasse) üstökös fényessége felfedezésekor 13-adrendű csillagével volt egyenlő és Orion csillagképében tartózkodott.

Az 1925g-vel jelölt üstökös azonos a Brooks-félével, melyet Shaïn és Albitzky fedeztek fel 1925 szeptember 9-én Simeisben. Gyenge fénye miatt nehezen megfigyelhető objektum volt.

A Faye-féle periódikus üstökös visszatértét Bade Bergedorfban állapította meg 1925 október 20-án. Újra felfedezésekor a Rák csillagképében mozgott. Azonban utólag kiderült, hogy a bergedorfi csillagvizsgálón 1925 augusztus 29-én és szeptember 15-én készült fotografiai felvételen is rajta volt, de mint rendkívül nehéz objektum nem volt azonosítható (1925h.)

1925 november 17-én Van Biesbroeck felfedezte a mult év kilencedik üstökösét, 1925i-t Williamsbay-ben, mely felfedezésekor a Coma berenices csillagképében tartózkodott. Fénye 8·0-adrendű csillagével volt ekkor egyenlő, tehát az aránylag fényes teleszkópikus üstökösökhöz tartozik.

Továbbá Wilk Krakóban november 19-én és Peltier Delphosban (Ohio) november 21-én fedeztek fel egy-egy üstököst; kiderült azonban, hogy a két felfedezés ugyanazon objektumra vonat-

kozik. A Wilk—Peltier-féle üstökös perihelátmenete az első közelítő pályaszámítások szerint 1925 december 6·796-kor állott be.

Végül Ensor a Cap-csillagvizsgálón 1925 december 14-én 18 ó. 30.0 p. világidőkor felfedezte a mult év tizenegyedik, ideiglenesen 1925I-lel jelölt üstökösét. Ez felfedezése pillanatában a déli csillagos ég Reticulum csillagképének $\alpha = 3$ ó. 38 p.; $\delta = -61^\circ 12'$ koordinátákkal adta helyén állott. Napi mozgása hátráló és erősen déli irányú, fényessége felfedezésekor 8.0-adrendű volt.

A POTSDAMI CSILLAGVIZSGÁLÓ 50 ÉVES FENNÁLLÁSÁHOZ.

Az egységes német birodalom megalakulása után két nagyobb szabású csillagvizsgáló is létesült Németországban: a potsdami és a strassburgi; előbbi a csillagok fizikai sajátságának kutatására, utóbbi az asztrométria művelésére.

Berlinben még a mult század hatvanas éveiben foglalkoztak azzal a gondolattal, hogy az ottani egyetemi csillagvizsgálón kívül egy új, tisztán a Nap fizikai kutatására szolgáló obszervatórium állíttassék fel. A napobszervatórium gondolata csak 1774—75 években bővített keretben került kivitelre a potsdami asztrofizikai obszervatórium létesítésével.

Az új obszervatórium a Potsdamtól délre fekvő „Telegraphenberg“-en épült 97 méternyi tengerszín feletti magasságban. Három kupolás főépületének főbejárója meteorológiai toronynak van kiképezve. Már a mult század nyolcvanas éveiben kibővült az intézet gazdag felszerelése egy fotografikus normál-refraktorról, mely a főépülettől nyugatra s ettől mintegy 40 méternyi távolban emelt 6 méteres kupolában nyert elhelyezést. A mult század utolsó éveiben a főépülettől délre és tőle 90 méternyi távolban épült az obszervatórium „nagy kupolája“, melynek belső átmérője 21 méter, magassága pedig 18 méter. A kupola arányairól fogalmat nyújtunk annak felemlítésével, hogy forgó felső részének súlya 200.000 kg. Ebben a hatalmas méretű kupolában áll az európai kontinens legnagyobb kettős: egy 80 cm. nyílású fotografikus és 50 cm.

nyílású vizuális távcsőből álló refraktora; az elsőnek fókusz távolsága 12, a másodiké 12 $\frac{1}{2}$ méter. A műszer összsúlya 20.000 kg., mozgó részéé pedig 7000 kg.

A potsdami asztrofizikai obszervatórium első igazgatójának, H. C. Vogelnek vezetése alatt rendkívüli sokoldalú és alapvető tudományos tevékenységet fejtett ki és az asztrofizikai kutatásoknak irányt szabott. Vogel spektrumanalitikai vizsgálatai annak idején feltűnést keltettek s a legtöbb modern asztrofizikai vizsgálatnak kiinduló pontjául szolgáltak. A csillagszínképeknek tőle származó osztályozása az első, mely a csillagok fejlődési stádiumával számol és ezeket jellemzi. A modern amerikai csillagspektrumtípusok tulajdonképpen a Vogel-féle osztályozásnak csak a gyarapodó tapasztalatok szerinti bővítései. Ugyancsak Vogel volt az első, aki megmutatta azt az utat, mellyel a csillagok valódi mozgásának megállapításához szükséges radiális mozgási komponenst a spektroszkópia segítségével meg lehet határozni. A radiális mozgási komponens meghatározása terén az amerikai csillagvizsgálók csakhamar felülmúlták a potsdamit és ez indította a vezető köröket, köztük elsősorban Vilmos császárt arra, hogy a potsdami obszervatóriumot az említett nagy távcsővel szereljük fel.

Néhány évvel ezelőtt készült el az obszervatórium Einstein-tornya, melyben egy 60 cm. nyílású és 14.5 méter gyújtótávolságú „toronyteleszkóp” van felállítva. Ehhez a kupolához egy hatalmas, földalatti spektroszkópiai laboratórium is tartozik. Az egész berendezés — melynek költségeit a német ipari és kereskedelmi körök fedezték — az Einstein-féle elméletből vonható bizonyos következtetések kísérleti igazolására épült elsősorban.

Ha átlapozzuk az obszervatórium annaleseinek 34 kötetből álló eddigi sorozatát, annyi értékes dolgozatot találunk, hogy nehéz feladat, hogy a szerzők között kiket említsünk fel. Vogel úttörő munkálatai mellett találjuk Scheiner és Wilsing alapvető értekezéseit a csillaghőmérsékletek meghatározásáról, Lohse bolygótopográfiai munkálatait, Wilsing spektroszkópiai értekezéseit, Schwarzschild klasszikus vizsgálatait, Hartmann sokoldalú tevékenységének tanújelét, Ludendorff és Eberhard dolgozatait. Müller és Kempf fotometriai kutatásai több kötetnyi terjedelemmel bírnak; 14.199

csillag fotométriái fényrendjét nyújtó katalógusuk a modern fényességi katalógusok között a legkiválóbb és fundamentális jelentőségű.

A potsdami intézet arányaihoz hasonló a strassburgi, melynek épületeit 1877-ben kezdték építeni és már 1881-ben minden épület fel volt már szerelve és pedig az asztrométria művelésére addig nem kultivált tökéletességgel. Strassburg elvesztésével ez a nagy intézet is francia kézre került és azóta visszafejlődött. A veszteségért a német csillagászat bő kárpótlást talál a szintén nagyarányú heidelbergiben, az egészen modern és még nagyobb-arányú Hamburg-bergedorfiban és Berlin-babelsbergiben. *Tass.*

CSILLAGÁSZATI UJDONSÁGOK.

Az abszolút legfényesebb csillag. S Doradusnak, az NGC 1910 sz. nyílt csillaghalmazban levő változó csillagnak abszolút fényessége Shapley legújabb vizsgálatai szerint az összes csillagok között a legnagyobb. Ezen csillagóriásnak közepes látszó fénye 9.5 csillagrend, színképe pedig a ritka csillagszínképek csoportjához tartozik és azonos P Cygniével.

Az NGC 1910 jelzésű csillaghalmaz a nagy Magellán felhő része lévén, távola ismeretes. Így a benne levő S Doradus variabilis csillag távola is adva lévén, ki volt számítható abszolút fényessége; erre — 8.9 csillagrendnyi értékre jutottak, mi azt jelenti, hogy S Doradus 14 csillagrenddel fényesebb a Napnál, vagyis össz sugárzása 600,000 Napunkkal egyenlő nagyságú csillag össz sugárzásával egyenlő. Ebből előálló anyagvesztessége évi 10^{20} (=100 000 000 000 000 000 000) tonna. Átmérője pedig a földpályáénál (300.000.000 km) is nagyobb.

Nova Pictoris. A fokföldi csillagvizsgálón 1925 május 25-én Watson a Pictor csillagképében az égnak az $\alpha = 6$ ó 35 p.; $\delta = 62^\circ 34'$ koordinátákkal kijelölt helyén oly új csillagot fedezett fel, melynek viselkedése az új csillagok eddigi ismert fejlődésétől több tekintetben eltér és ezért a Nova-Problémát új oldalról világítja meg.

A fokföldi csillagvizsgáló csillagkatalógusa szerint Nova Pictoris azonos e katalógus — $62^\circ 679$ jelzésű csillagával. A Nova

környezetéről a Harvard csillagvizsgálón 100-nál több, 1890 óta készült fotogrammot őriznek. Ezek között van 1890—1924 időszakból eredő 103 olyan, melyeken a Nova még fényességváltozást sem mutat, de még a Nova környezetében sincsen változó csillag. Így még egy 1924 december 20-iki felvételen semmiféle rendelleneséget nem mutat a $-62^{\circ} 679$ csillag. Watson 1925 május 25-én közel másodrendűnek találván a csillagot, visszafelé átvizsgálták a fotogrammokot s azt találták, hogy a Nova már április 13-án harmadrendű, de január 13-án még normális fényű volt. Watson megállapítása után is fokozatosan nőtt az új csillag fénye és június 9-én érte el a fénymaximumát, amikor elsőrendű volt. Fényességének ezen lassú növekedése színképi viselkedésének tanulmányozására kiváló alkalmat nyújtott,

Ami újszerű Nova Pictoris kifejlődésében, az fényének lassú és fokozatos emelkedése, ezzel szemben a régebbi novák fényességének emelkedése robbanásszerűen, gyorsan folyt le. Az eddigi tapasztalatok szerint a novákat jellemző, széles és a spektrum vörös része felé eltolódott emissziós vonalakból álló színkép csak a fényességmaximum elérése után lépett fel. Hartmann, ki jelenleg a La Plata-obszervatóriumot vezeti, megállapíthatta, hogy a Nova Pictoris színképe még május végén F típusú volt és hogy spektruma az új csillagokat jellemző színképpé csak június hó folyamán fejlődött ki. Míg tehát fotometriai tekintetben rendellenesen viselkedett, addig spektroszkópiailag magatartása az eddigi tapasztalatokkal egyezik.

A szenzáció erejével hat azonban Hartmannak november 26-iki közlése, mely szerint a Nova felfúvódik és szétrobban. Ezzel a Nova-problema is új megoldást megenged; a tünetény lefolyásáról bővebb adatok jelenleg még hiányoznak.

Tass.



