CSILLAGÁSZATI ÉVKÖNYV 1985

Gondolat

CSILLAGÁSZATI ÉVKÖNYV

CSILLAGÁSZATI ÉVKÖNYV
az 1985. évre

Szerkesztette
a TIT Csillagászati és Űrkutatási Szakosztályainak
Országos Választmánya
az Eötvös Loránd Fizikai Társulat Csillagászati Csoportjának
és
az MTESZ Központi Aszronautikai Szakosztályának
közreműködésével

GONDOLAT · BUDAPEST, 1984

Címképünkön: az Io

ISSN 0526—233 X

A fedélterv Szalay Gábor munkája

A kiadásért felel a Gondolat Könyvkiadó igazgatója

84. 41556 Petőfi Nyomda, Kecskemét, 1984

Felelős vezető: Ablaka István igazgató
Felelős szerkesztő: Várkonyi Judit
Műszaki vezető: Tóbi Attila
Műszaki szerkesztő: Haiman Ágnes
Megjelent 19,25 (A/5) ív + 4 oldal színes melléklet terjedelemben,
az MSZ 5601—59 és 5602—55 szabvány szerint

TARTALOM

I. CSILLAGÁSZATI ADATOK AZ 1985. ÉVRE

Az adatokat összeállították
az MTA Csillagászati Kutató Intézete
Napfizikai Obszervatóriumának
kutatói

FIGYELEM!

A közép-európai zónaidőben (KözEI) megadott
időadatokhoz a nyári időszámítás tartama alatt
1^h-t hozzá kell adni!

HIBAIGAZÍTÓ

oldal	sor*	hibás szöveg	helyes szöveg
11	27	0 56,0	0 55,9
11	29	0 22,3	2 22,3
13	4	21 10,2	21 10,3
15	29	26 23	26 53
17	13	20 24,4	20 24,7
19	3	—4 57	—3 57
19	11	22 25	—22 21
19	26	9 18,8	9 17,9
23	1	18 35 57,705	18 35 57,703
23	1	+27,08	+23,08
23	21	8 01,1	8 01,2
25	13	14 50	14 45
26	1	19 29	19 25
27	20	16 22,4	16 22,9
27	27	22 57,2	22 57,1
29	5	5 00,2	5 02,0
31	17	26 08	—26 09
31	28	16 15,1	16 15,2
32	8	13 46	13 36
33	8	5 06 46,056	5 06 46,605
33	18	22 23	—23 23
33	23	16 13	16 31
34	6	235,0	355,0
34	13	254,4	254,1
34	33	+0,4	+0,3
35	12	IV.	VI.
35	12	15 54	16 28
35	19	15 55	15 51
37	10	0,68	0,70
37	13	3,22	3,12
37	23	1,26	1,28
38	14	0,39	0,38
39	19	10 00,4	11 00,4
40	37	—23 10	—13 01
44	17	—1,2	—1,9
44	24	45,2	42,4
45	27	238,2	238,3
47	8	f (d=10-nél)	á
47	7	I (d=21-nél)	IV
47	15	40 (d=31-nél)	41
49	4	*f á* *á* (=18-nál)	*á* (1. sor) *f* (2. sor)
51	16	II (d=11-nél)	I
51	14	*v* (d=25-nél)	*k*
55	28	19 35 (d=13-nál)	20 35
57	14	20 99 (d=13-nál)	20 09
65	16	*v*	*δ* delta
65	31	*σ*	o omikron
66	2	*σ*	o omikron
66	7	*σ*	o omikron
66	9	*v*	*μ* nü
66	14	REri	Eri
66	16	*v*	*μ* nü
67	6	*δ*	*σ* szigma
68	39	*γ*	*μ* nü
69	6	*v*	*μ* nü
69	7	—14.41 40	—14 41 50
69	10	*χ*	*χ* khi
71	39	*v*	*μ* nü
72	fejléc	jr	r
72	6	*χ*	*χ* khi
77	9	(NGC= 6723-nál)	a megjegyzés az előző sorra vonatkozik
77	28	(NGC= 7023-nál)	
77	37	(NGC= 7635-nél)	

* A táblázat feje a sorszámításnál figyelmen kívül hagyandó

oldal		helyesen
174.	3 sor	BO-nál $v_e \simeq 210$ km/s
186.	(4) képlet	$K_v(\Delta t) = \dfrac{\overline{v(x,y,t)\, v\,(x,y,t+\Delta t)}}{\overline{v^2}}$
187.	(5) képlet	$K_I(\Delta t) = \dfrac{\overline{\Delta I(x,y,t)\, \Delta I\,(x,y,t+\Delta t)}}{\overline{\Delta I_z}}$
		ahol
		$\Delta I\,(x,y,t) = I(x,y,t) - \bar{I}$
		a szimbólumok feletti vízszintes vonal átlagolást jelent.
189.	18. sor s	P
221.	1. táblázat 4. sor	200 R_{Nap}
228.	(1) képlet	a gyökjel csak az egyenlőségjelig tart
229.	(2) képletben $\frac{2}{3}$	$\frac{3}{2}$
231.	(7) képletben C_{Nap}	L_{Nap}
235.	5. sor $10^{m}2$	$0^{m},2$

I. A Nap és a Hold kelte és fontosabb adatai

Dátum	A hét napjai	Év hányadik hete	Év hányadik napja	Közép-európai zónaidőben (KözEI) Budapesten a Nap kel	a Nap delel	a Nap nyugszik	a Hold kel	a Hold nyugszik	a Hold fényváltozásai
				h m	h m	h m	h m	h m	h m
1	K	1	1	7 32	11 48	16 03	12 24	1 38	
2	Sz		2	7 32	11 48	16 04	12 45	2 44	
3	Cs		3	7 32	11 49	16 05	13 09	3 53	
4	P		4	7 32	11 49	16 06	13 40	5 03	
5	Sz		5	7 32	11 50	16 07	14 21	6 12	
6	V		6	7 32	11 50	16 09	15 14	7 16	
7	H	2	7	7 31	11 50	16 10	16 18	8 11	○ 03 17
8	K		8	7 31	11 51	16 11	17 33	8 56	
9	Sz		9	7 31	11 51	16 12	18 53	9 31	
10	Cs		10	7 30	11 52	16 14	20 14	9 59	
11	P		11	7 30	11 52	16 15	21 33	10 22	
12	Sz		12	7 29	11 53	16 16	22 52	10 42	
13	V		13	7 29	11 53	16 17	—	11 02	
14	H	3	14	7 28	11 53	16 19	0 11	11 23	☾ 00 28
15	K		15	7 28	11 54	16 20	1 31	11 45	
16	Sz		16	7 27	11 54	16 21	2 51	12 12	
17	Cs		17	7 26	11 54	16 23	4 10	12 45	
18	P		18	7 25	11 55	16 24	5 25	13 28	
19	Sz		19	7 25	11 55	16 26	6 31	14 22	
20	V		20	7 24	11 55	16 27	7 25	15 26	
21	H	4	21	7 23	11 56	16 29	8 06	16 36	● 03 29
22	K		22	7 22	11 56	16 30	8 37	17 48	
23	Sz		23	7 21	11 56	16 32	9 02	19 00	
24	Cs		24	7 20	11 56	16 33	9 22	20 08	
25	P		25	7 19	11 57	16 35	9 39	21 14	
26	Sz		26	7 18	11 57	16 36	9 55	22 19	
27	V		27	7 17	11 57	16 38	10 10	23 24	
28	H	5	28	7 16	11 57	16 39	10 27	—	
29	K		29	7 14	11 57	16 41	10 45	0 29	☽ 04 30
30	Sz		30	7 13	11 58	16 42	11 08	1 36	
31	Cs		31	7 12	11 58	16 44	11 36	2 45	

Hold: $12^d\ 05^h$-kor földközelben
$27^d\ 10^h$-kor földtávolban

Julián-dátum 2446...	csillagidő ($\lambda = 0^h$-nál)	0^h világidőkor				
		Nap			Hold	
		RA	D	látszó sugara	RA	D
	h m s	h m	° ′	′ ″	h m	° ′
...066,5	6 42 21,066	18 45,8	− 23 02	16 18	1 53,8	+ 9 10
067,5	6 46 17,621	18 50,2	22 57	16 18	2 38,6	14 04
068,5	6 50 14,179	18 54,6	22 51	16 18	3 26,0	18 29
069,5	6 54 10,739	18 59,0	22 45	16 18	4 16,8	22 12
070,5	6 58 07,302	19 03,4	22 39	16 18	5 11,3	24 56
071,5	7 02 03,866	19 07,8	22 32	16 18	6 09,1	26 24
072,5	7 06 00,431	19 12,1	22 24	16 18	7 09,0	26 23
073,5	7 09 56,995	19 16,5	22 17	16 18	8 09,3	24 46
074,5	7 13 53,557	19 20,9	22 09	16 18	9 08,3	21 38
075,5	7 17 50,115	19 25,2	22 00	16 17	10 05,1	17 13
076,5	7 21 46,670	19 29,6	21 51	16 17	10 59,2	11 48
077,5	7 25 43,223	19 33,9	21 41	16 17	11 51,3	+ 5 46
078,5	7 29 39,775	19 38,2	21 31	16 17	12 42,2	− 0 34
079,5	7 33 36,327	19 42,5	21 21	16 17	13 33,1	6 50
080,5	7 37 32,882	19 46,8	21 10	16 17	14 25,0	12 45
081,5	7 41 29,439	19 51,1	20 59	16 17	15 18,8	17 58
082,5	7 45 26,000	19 55,4	20 48	16 17	16 15,1	22 10
083,5	7 49 22,563	19 59,7	20 36	16 17	17 13,8	25 05
084,5	7 53 19,128	20 04,0	20 24	16 17	18 13,8	26 30
085,5	7 57 15,691	20 08,2	20 11	16 17	19 13,6	26 20
086,5	8 01 12,254	20 12,4	19 58	16 17	20 11,4	24 40
087,5	8 05 08,813	20 16,7	19 44	16 17	21 06,2	21 45
088,5	8 09 05,370	20 20,9	19 30	16 17	21 57,3	17 50
089,5	8 13 01,924	20 25,1	19 16	16 16	22 45,1	13 13
090,5	8 16 58,476	20 29,2	19 02	16 16	23 30,2	8 10
091,5	8 20 55,027	20 33,4	18 47	16 16	0 13,5	− 2 54
092,5	8 24 51,577	20 37,6	18 32	16 16	0 56,0	+ 2 26
093,5	8 28 48,128	20 41,7	18 16	16 16	1 38,6	7 39
094,5	8 32 44,681	20 45,8	18 00	16 16	0 22,3	12 37
095,5	8 36 41,236	20 50,0	17 44	16 16	3 08,2	17 10
096,5	8 40 37,793	20 54,1	− 17 27	16 16	3 57,1	+21 06

Föld: 3^d 21^h04^m-kor napközelben

Dátum	A hét napjai	Év hányadik hete	Év hányadik napja	Közép-európai zónaidőben (KözEI) Budapesten a Nap kel	delel	nyugszik	a Hold kel	nyugszik	a Hold fényváltozásai
				h m	h m	h m	h m	h m	h m
1	P	(5)	32	7 11	11 58	16 45	12 11	3 53	
2	Sz		33	7 10	11 58	16 47	12 58	4 59	
3	V		34	7 08	11 58	16 48	13 57	5 59	
4	H	6	35	7 07	11 58	16 50	15 08	6 47	
5	K		36	7 05	11 58	16 52	16 29	7 27	○ 16 20
6	Sz		37	7 04	11 58	16 53	17 52	7 59	
7	Cs		38	7 03	11 58	16 55	19 15	8 24	
8	P		39	7 01	11 58	16 56	20 38	8 47	
9	Sz		40	7 00	11 58	16 58	21 58	9 07	
10	V		41	6 58	11 58	17 00	23 20	9 28	
11	H	7	42	6 56	11 58	17 01	--|	9 49	
12	K		43	6 55	11 58	17 03	0 41	10 15	☾ 08 58
13	Sz		44	6 53	11 58	17 04	2 00	10 46	
14	Cs		45	6 52	11 58	17 06	3 17	11 25	
15	P		46	6 50	11 58	17 07	4 25	12 15	
16	Sz		47	6 49	11 58	17 09	5 21	13 15	
17	V		48	6 47	11 58	17 11	6 06	14 22	
18	H	8	49	6 45	11 58	17 12	6 39	15 33	
19	K		50	6 43	11 58	17 14	7 05	16 45	● 19 44
20	Sz		51	6 42	11 58	17 15	7 26	17 54	
21	Cs		52	6 40	11 58	17 17	7 45	19 01	
22	P		53	6 38	11 58	17 18	8 01	20 06	
23	Sz		54	6 36	11 58	17 20	8 15	21 11	
24	V		55	6 34	11 57	17 21	8 31	22 17	
25	H	9	56	6 33	11 57	17 23	8 48	23 22	
26	K		57	6 31	11 57	17 24	9 09	—	
27	Sz		58	6 29	11 57	17 26	9 33	0 30	
28	Cs		59	6 27	11 57	17 27	10 04	1 38	☽ 00 42

Hold: 8^d 05^h-kor földközelben
24^d 05^h-kor földtávolban

Julián-dátum 2446...	csillagidő ($\lambda = 0^h$-nál)	0^h világidőkor				
		Nap			Hold	
		RA	D	látszó sugara	RA	D
	h m s	h m	° ′	′ ″	h m	° ′
...097,5	8 44 34,353	20 58,1	−17 11	16 16	4 49,5	+24 11
098,5	8 48 30,915	21 02,2	16 53	16 15	5 45,5	26 07
099,5	8 52 27,477	21 06,3	16 36	16 15	6 44,5	26 40
100,5	8 56 24,039	21 10,2	16 18	16 15	7 45,1	25 39
101,5	9 00 20,600	21 14,4	16 00	16 15	8 45,5	23 01
102,5	9 04 17,157	21 18,4	15 42	16 15	9 44,3	18 54
103,5	9 08 13,711	21 22,4	15 23	16 15	10 40,8	13 36
104,5	9 12 10,262	21 26,4	15 05	16 14	11 35,1	7 30
105,5	9 16 06,812	21 30,4	14 46	16 14	12 27,8	+ 1 00
106,5	9 20 03,361	21 34,3	14 26	16 14	13 19,9	− 5 31
107,5	9 23 59,913	21 38,3	14 07	16 14	14 12,4	11 40
108,5	9 27 56,467	21 42,2	13 47	16 14	15 06,3	17 08
109,5	9 31 53,025	21 46,1	13 27	16 13	16 02,1	21 34
110,5	9 35 49,585	21 50,1	13 07	16 13	16 59,9	24 45
111,5	9 39 46,146	21 54,0	12 46	16 13	17 58,9	26 28
112,5	9 43 42,707	21 57,9	12 26	16 13	18 57,8	26 39
113,5	9 47 39,267	22 01,7	12 05	16 13	19 55,3	25 22
114,5	9 51 35,825	22 05,6	11 44	16 12	20 50,1	22 46
115,5	9 55 32,380	22 09,5	11 22	16 12	21 41,7	19 07
116,5	9 59 28,932	22 13,3	11 01	16 12	22 30,1	14 40
117,5	10 03 25,482	22 17,1	10 39	16 12	23 15,8	9 42
118,5	10 07 22,030	22 21,0	10 18	16 12	23 59,6	− 4 26
119,5	10 11 18,578	22 24,8	9 56	16 11	0 42,3	+ 0 57
120,5	10 15 15,127	22 28,6	9 34	16 11	1 24,7	6 15
121,5	10 19 11,676	22 32,4	9 11	16 11	2 07,9	11 20
122,5	10 23 08,228	22 36,2	8 49	16 11	2 52,7	16 01
123,5	10 27 04,782	22 39,9	8 27	16 11	3 39,9	20 08
124,5	10 31 01,338	22 43,7	− 8 04	16 10	4 30.2	+23 28

Dátum	A hét napjai	Év hányadik hete	Év hányadik napja	Közép-európai zónaidőben (KözEI) Budapesten a Nap kel	a Nap delel	a Nap nyugszik	a Hold kel	a Hold nyugszik	a Hold fényváltozásai
				h m	h m	h m	h m	h m	h m
1	P	(9)	60	6 25	11 57	17 29	10 44	2 43	
2	Sz		61	6 23	11 56	17 30	11 37	3 45	
3	V		62	6 21	11 56	17 32	12 43	4 38	
4	H	10	63	6 19	11 56	17 33	13 58	5 21	
5	K		64	6 17	11 56	17 35	15 20	5 55	
6	Sz		65	6 16	11 55	17 36	16 45	6 23	
7	Cs		66	6 14	11 55	17 38	18 10	6 47	○ 03 14
8	P		67	6 12	11 55	17 39	19 35	7 09	
9	Sz		68	6 10	11 55	17 41	20 59	7 29	
10	V		69	6 08	11 54	17 42	22 24	7 50	
11	H	11	70	6 06	11 54	17 44	23 48	8 15	
12	K		71	6 04	11 54	17 45	—	8 45	
13	Sz		72	6 02	11 54	17 47	1 08	9 23	☾ 18 35
14	Cs		73	6 00	11 53	17 48	2 19	10 10	
15	P		74	5 58	11 53	17 49	3 20	11 07	
16	Sz		75	5 56	11 53	17 51	4 07	12 12	
17	V		76	5 54	11 53	17 52	4 43	13 22	
18	H	12	77	5 52	11 52	17 54	5 10	14 33	
19	K		78	5 50	11 52	17 55	5 33	15 43	
20	Sz		79	5 48	11 52	17 57	5 51	16 50	
21	Cs		80	5 46	11 51	17 58	6 06	17 56	● 13 00
22	P		81	5 44	11 51	17 59	6 22	19 01	
23	Sz		82	5 42	11 51	18 01	6 37	20 07	
24	V		83	5 40	11 50	18 02	6 54	21 12	
25	H	13	84	5 38	11 50	18 04	7 13	22 19	
26	K		85	5 36	11 50	18 05	7 35	23 27	
27	Sz		86	5 33	11 50	18 07	8 03	—	
28	Cs		87	5 31	11 49	18 08	8 39	0 33	
29	P		88	5 29	11 49	18 09	9 24	1 36	☽ 17 12
30	Sz		89	5 27	11 49	18 11	10 23	2 30	
31	V		90	5 25	11 48	18 12	11 32	3 16	

Hold: $8^d\ 09^h$-kor földközelben
$23^d\ 16^h$-kor földtávolban

Julián-dátum 2446...	csillagidő ($\lambda = 0^h$-nál)	0^h világidőkor				
		Nap			Hold	
		RA	D	látszó sugara	RA	D
	h m s	h m	° ′	′ ″	h m	° ′
...125,5	10 34 57,896	22 47,5	− 7 41	16 10	5 23,9	+25 47
126,5	10 38 54,456	22 51,2	7 18	16 10	6 20,6	26 52
127,5	10 42 51,016	22 54,9	6 55	16 10	7 19,6	26 28
128,5	10 46 47,575	22 58,7	6 32	16 09	8 19,4	24 29
129,5	10 50 44,132	23 02,4	6 09	16 09	9 18,6	20 58
130,5	10 54 40,685	23 06,1	5 46	16 09	10 16,3	16 04
131,5	10 58 37,235	23 09,8	5 23	16 09	11 12,2	10 07
132,5	11 02 33,783	23 13,5	5 00	16 08	12 06,6	+ 3 31
133,5	11 06 30,330	23 17,2	4 36	16 08	13 00,5	− 3 18
134,5	11 10 26,879	23 20,9	4 13	16 08	13 54,6	9 54
135,5	11 14 23,431	23 24,6	3 49	16 08	14 49,9	15 50
136,5	11 18 19,986	23 28,3	3 26	16 07	15 46,8	20 46
137,5	11 22 16,544	23 31,9	3 02	16 07	16 45,5	24 22
138,5	11 26 13,104	23 35,6	2 38	16 07	17 45,2	26 28
139,5	11 30 09,664	23 39,3	2 15	16 06	18 44,7	26 58
140,5	11 34 06,223	23 42,9	1 51	16 06	19 42,5	25 58
141,5	11 38 02,780	23 46,6	1 27	16 06	20 37,6	23 38
142,5	11 41 59,334	23 50,2	1 04	16 06	21 29,4	20 13
143,5	11 45 55,885	23 53,9	0 40	16 05	22 18,0	15 57
144,5	11 49 52,434	23 57,5	− 0 16	16 05	23 03,8	11 05
145,5	11 53 48,982	0 01,2	+ 0 08	16 05	23 47,7	5 52
146,5	11 57 45,529	0 04,8	0 31	16 05	0 30,4	− 0 29
147,5	12 01 42,076	0 08,5	0 55	16 04	1 12,7	+ 4 54
148,5	12 05 38,624	0 12,1	1 19	16 04	1 55,6	10 06
149,5	12 09 35,175	0 15,7	1 42	16 04	2 39,8	14 56
150,5	12 13 31,727	0 19,4	2 06	16 03	3 26,1	19 14
151,5	12 17 28,282	0 23,0	2 29	16 03	4 15,1	22 48
152,5	12 21 24,839	0 26,7	2 53	16 03	5 07,0	25 26
153,5	12 25 21,397	0 30,3	3 16	16 03	6 01,8	26 23
154,5	12 29 17,956	0 33,9	3 40	16 02	6 58,7	27 00
155,5	12 33 14,515	0 37,6	+ 4 03	16 02	7 56,7	+25 37

Föld: 20^d 17^h14^m-kor tavasz kezdete

Dátum	A hét napjai	Év hányadik hete	Év hányadik napja	Közép-európai zónaidőben (KözEI) Budapesten a Nap kel	a Nap delel	a Nap nyugszik	a Hold kel	a Hold nyugszik	a Hold fényváltozásai
				h m	h m	h m	h m	h m	h m
1	H	14	91	5 24	11 48	18 14	12 50	3 53	
2	K		92	5 21	11 48	18 15	14 12	4 23	
3	Sz		93	5 19	11 47	18 16	15 37	4 47	
4	Cs		94	5 17	11 47	18 18	17 01	5 09	
5	P		95	5 15	11 47	18 19	18 27	5 30	○ 12 33
6	Sz		96	5 13	11 47	18 21	19 54	5 51	
7	V		97	5 11	11 46	18 22	21 22	6 15	
8	H	15	98	5 09	11 46	18 24	22 48	6 42	
9	K		99	5 07	11 46	18 25	—	7 18	
10	Sz		100	5 06	11 45	18 26	0 06	8 01	
11	Cs		101	5 04	11 45	18 28	1 14	8 57	
12	P		102	5 02	11 45	18 29	2 07	10 02	☾ 05 42
13	Sz		103	5 00	11 45	18 31	2 46	11 12	
14	V		104	4 58	11 44	18 32	3 16	12 24	
15	H	16	105	4 56	11 44	18 33	3 39	13 33	
16	K		106	4 54	11 44	18 35	3 58	14 42	
17	Sz		107	4 52	11 44	18 36	4 15	15 47	
18	Cs		108	4 50	11 43	18 38	4 30	16 52	
19	P		109	4 49	11 43	18 39	4 45	17 58	● 06 23
20	Sz		110	4 47	11 43	18 40	5 00	19 03	
21	V		111	4 45	11 43	18 42	5 19	20 10	
22	H	17	112	4 43	11 43	18 43	5 39	21 18	
23	K		113	4 41	11 42	18 45	6 05	22 24	
24	Sz		114	4 39	11 42	18 46	6 38	23 29	
25	Cs		115	4 38	11 42	18 47	7 20	—	
26	P		116	4 36	11 42	18 49	8 13	0 26	
27	Sz		117	4 34	11 42	18 50	9 17	1 14	
28	V		118	4 33	11 42	18 51	10 29	1 53	☽ 05 26
29	H	18	119	4 31	11 41	18 53	11 47	2 24	
30	K		120	4 29	11 41	18 54	13 08	2 49	

Hold: 5ᵃ 19ʰ-kor földközelben
19ᵈ 18ʰ-kor földtávolban

Julián-dátum 2446...	csillagidő (λ = 0ʰ-nál)	0ʰ világidőkor Nap RA	Nap D	Nap látszó sugara	Hold RA	Hold D
	h m s	h m	° ′	′ ″	h m	° ′
...156,5	12 37 11,072	0 41,2	+ 4 26	16 02	8 54,6	+22 45
157,5	12 41 07,627	0 44,9	4 49	16 02	9 51,5	18 29
158,5	12 45 04,178	0 48,5	5 12	16 01	10 47,1	13 01
159,5	12 49 00,727	0 52,2	5 35	16 01	11 41,6	+ 6 39
160,5	12 52 57,274	0 55,8	5 58	16 01	12 35,7	− 0 12
161,5	12 56 53,822	0 59,5	6 21	16 00	13 30,4	7 06
162,5	13 00 50,373	1 03,1	6 44	16 00	14 26,5	13 34
163,5	13 04 46,928	1 06,8	7 06	16 00	15 24,7	19 10
164,5	13 08 43,486	1 10,4	7 28	16 00	16 25,0	23 27
165,5	13 12 40,047	1 14,1	7 51	15 59	17 26,6	26 10
166,5	13 16 36,608	1 17,8	8 13	15 59	18 28,2	27 10
167,5	13 20 33,169	1 21,5	8 35	15 59	19 28,0	26 33
168,5	13 24 29,727	1 25,2	8 57	15 59	20 24,4	24 29
169,5	13 28 26,283	1 28,8	9 19	15 58	21 17,6	21 15
170,5	13 32 22,835	1 32,5	9 40	15 58	22 06,9	17 08
171,5	13 36 19,386	1 36,2	10 02	15 58	22 53,2	12 23
172,5	13 40 15,935	1 39,9	10 23	15 57	23 37,2	7 14
173,5	13 44 12,483	1 43,7	10 44	15 57	0 19,8	− 1 52
174,5	13 48 09,031	1 47,4	11 05	15 57	1 02,0	+ 3 32
175,5	13 52 05,581	1 51,1	11 25	15 57	1 44,6	8 49
176,5	13 56 02,132	1 54,8	11 46	15 56	2 28,4	13 48
177,5	13 59 58,685	1 58,6	12,06	15 56	3 14,2	18 17
178,5	14 03 55,241	2 02,3	12 26	15 56	4 02,6	22 05
179,5	14 07 51,798	2 06,1	12 46	15 56	4 53,7	24 58
180,5	14 11 48,358	2 09,8	13 06	15 55	5 47,5	26,45
181,5	14 15 44,918	2 13,6	13 26	15 55	6 43,2	27 13
182,5	14 19 41,479	2 17,4	13 45	15 55	7 39,9	26 17
183,5	14 23 38,038	2 21,2	14 04	15 55	8 36,5	23 55
184,5	14 27 34,595	2 25,0	14 23	15 54	9 32,0	20 12
185,5	14 31 31,149	2 28,8	+14 41	15 54	10 26,2	+15 18

Dátum	A hét napjai	Év hónapjának hete	Év hónapjának napja	Közép-európai zónaidőben (KözEI) Budapesten a Nap kel	a Nap delel	a Nap nyugszik	a Hold kel	a Hold nyugszik	a Hold fényváltozásai
				h m	h m	h m	h m	h m	h m
1	Sz	(18)	121	4 28	11 41	18 56	14 30	3 11	
2	Cs		122	4 26	11 41	18 57	15 54	3 31	
3	P		123	4 25	11 41	18 58	17 20	3 51	
4	Sz		124	4 23	11 41	19 00	18 47	4 13	○ 20 54
5	V		125	4 21	11 41	19 01	20 15	4 39	
6	H	19	126	4 20	11 41	19 03	21 41	5 09	
7	K		127	4 18	11 41	19 04	22 57	5 50	
8	Sz		128	4 17	11 41	19 05	23 59	6 42	
9	Cs		129	4 15	11 41	19 07	—	7 45	
10	P		130	4 14	11 40	19 08	0 45	8 57	
11	Sz		131	4 13	11 40	19 09	1 19	10 10	☾ 18 35
12	V		132	4 11	11 40	19 11	1 44	11 22	
13	H	20	133	4 10	11 40	19 12	2 05	12 32	
14	K		134	4 09	11 40	19 13	2 23	13 38	
15	Sz		135	4 07	11 40	19 14	2 37	14 43	
16	Cs		136	4 06	11 40	19 15	2 52	15 48	
17	P		137	4 05	11 40	19 17	3 08	16 53	
18	Sz		138	4 04	11 41	19 18	3 25	18 00	
19	V		139	4 03	11 41	19 19	3 45	19 08	● 22 42
20	H	21	140	4 01	11 41	19 20	4 09	20 15	
21	K		141	4 00	11 41	19 22	4 39	21 21	
22	Sz		142	3 59	11 41	19 23	5 18	22 22	
23	Cs		143	3 58	11 41	19 24	6 08	23 13	
24	P		144	3 57	11 41	19 25	7 08	23 54	
25	Sz		145	3 56	11 41	19 26	8 18	—	
26	V		146	3 56	11 41	19 27	9 34	0 27	
27	H	22	147	3 55	11 41	19 28	10 51	0 54	☽ 13 57
28	K		148	3 54	11 41	19 29	12 09	1 16	
29	Sz		149	3 53	11 41	19 30	13 29	1 35	
30	Cs		150	3 52	11 42	19 31	14 50	1 55	
31	P		151	3 52	11 42	19 32	16 15	2 14	

Hold: 4^d 06^h-kor földközelben
17^d 01^h-kor földtávolban

Julián-dátum 2446...	csillagidő ($\lambda=0^h$-nál)	0^h világidőkor Nap RA	Nap D	Nap látszó sugara	Hold RA	Hold D
	h m s	h m	° ′	′ ″	h m	° ′
...186,5	14 35 27,700	2 32,6	+15 00	15 54	11 19,3	+ 9 25
187,5	14 39 24,250	2 36,4	15 18	15 54	12 12,1	+ 2 53
188,5	14 43 20,799	2 40,2	15 36	15 53	13 05,4	− 4 57
189,5	14 47 17,351	2 44,1	15 53	15 53	14 00,3	10 39
190,5	14 51 13,906	2 47,9	16 11	15 53	14 57,8	16 46
191,5	14 55 10,465	2 51,8	16 28	15 53	15 58,1	21 47
192,5	14 59 07,027	2 55,7	16 44	15 53	17 01,0	25 18
193,5	15 03 03,591	2 59,5	17 01	15 52	18 04,8	27 03
194,5	15 07 00,155	3 03,4	17 17	15 52	19 07,5	27 00
195,5	15 10 56,717	3 07,3	17 33	15 52	20 07,1	25 20
196,5	15 14 53,276	3 11,2	17 49	15 52	21 02,6	22 25
197,5	15 18 49,832	3 15,1	18 04	15 51	21 53,9	18 23
198,5	15 22 46,385	3 19,1	18 19	15 51	22 41,4	13 43
199,5	15 26 42,937	3 23,0	18 34	15 51	23 26,1	8 37
200,5	15 30 39,487	3 26,9	18 48	15 51	0 09,1	− 3 16
201,5	15 34 36,038	3 30,9	19 02	15 51	0 51,2	+ 2 08
202,5	15 38 32,589	3 34,9	19 16	15 50	1 33,6	7 28
203,5	15 42 29,142	3 38,8	19 29	15 50	2 17,0	12 33
204,5	15 46 25,697	3 42,8	19 43	15 50	3 02,3	17 11
205,5	15 50 22,254	3 46,8	19 55	15 50	3 50,2	21 12
206,5	15 54 18,814	3 50,8	20 08	15 50	4 41,0	24 21
207,5	15 58 15,375	3 54 8	20 20	15 49	5 34,5	26 26
208,5	16 02 11,938	3 58,8	20 32	15 49	6 30,1	27 13
209,5	16 06 08,501	4 02,9	20 43	15 49	7 26,7	26 37
210,5	16 10 05,062	4 06,9	20 54	15 49	8 22,9	24 36
211,5	16 14 01,622	4 11,0	21 05	15 49	9 18,0	21 15
212,5	16 17 58,178	4 15,0	21 15	15 49	10 11,3	16 44
213,5	16 21 54,732	4 19,1	21 25	15 48	11 03,1	11 17
214,5	16 25 51,284	4 23,1	21 35	15 48	11 54,2	+ 5 08
215,5	16 29 47,836	4 27,2	21 44	15 48	12 45,4	− 1 25
216,5	16 33 44,388	4 31,3	+21 53	15 48	13 37,9	− 8 01

Dátum	A hét napjai	Év hányadik hete	Év hányadik napja	Közép-európai zónaidőben (KözEI) Budapesten a Nap kel	a Nap delel	a Nap nyugszik	a Hold kel	a Hold nyugszik	a Hold fényváltozásai
				h m	h m	h m	h m	h m	h m
1	Sz	(22)	152	3 51	11 42	19 33	17 41	2 36	
2	V		153	3 50	11 42	19 34	19 09	3 04	
3	H	23	154	3 50	11 42	19 35	20 32	3 39	○ 04 51
4	K		155	3 49	11 42	19 36	21 42	4 26	
5	Sz		156	3 49	11 43	19 37	22 37	5 25	
6	Cs		157	3 48	11 43	19 37	23 17	6 36	
7	P		158	3 48	11 43	19 38	23 47	7 50	
8	Sz		159	3 47	11 43	19 39	—	9 05	
9	V		160	3 47	11 43	19 40	0 09	10 17	
10	H	24	161	3 47	11 44	19 40	0 28	11 26	☾ 09 20
11	K		162	3 47	11 44	19 41	0 44	12 32	
12	Sz		163	3 46	11 44	19 42	0 59	13 38	
13	Cs		164	3 46	11 44	19 42	1 14	14 43	
14	P		165	3 46	11 44	19 43	1 30	15 49	
15	Sz		166	3 46	11 45	19 43	1 49	16 56	
16	V		167	3 46	11 45	19 43	2 12	18 04	
17	H	25	168	3 46	11 45	19 44	2 40	19 12	
18	K		169	3 46	11 45	19 44	3 17	20 15	● 12 59
19	Sz		170	3 46	11 45	19 44	4 02	21 09	
20	Cs		171	3 46	11 46	19 45	5 01	21 54	
21	P		172	3 47	11 46	19 45	6 09	22 30	
22	Sz		173	3 47	11 46	19 45	7 23	22 58	
23	V		174	3 47	11 46	19 45	8 41	23 41	
24	H	26	175	3 47	11 47	19 45	9 58	23 21	☽ 19 54
25	K		176	3 48	11 47	19 45	11 16	23 59	
26	Sz		177	3 48	11 47	19 45	12 34	—	
27	Cs		178	3 48	11 47	19 45	13 55	0 19	
28	P		179	3 49	11 47	19 45	15 18	0 39	
29	Sz		180	3 49	11 48	19 45	16 43	1 04	
30	V		181	3 50	11 48	19 45	18 06	1 34	

Hold: 1^d 14^h-kor földközelben
13^d 15^h-kor földtávolban
29^d 10^h-kor földközelben

Julián-dátum 446...	csillagidő ($\lambda = 0^h$-nál)	0^h világidőkor				
		Nap			Hold	
		RA	D	látszó sugara	RA	D
	h m s	h m	° ′	′ ″	h m	° ′
...217,5	16 37 40,944	4 35,4	+22 01	15 48	14 32,9	−14 17
218,5	16 41 37,503	4 39,5	22 09	15 48	15 31,2	19 44
219,5	16 45 34,066	4 43,6	22 17	15 48	16 32,8	23 56
220,5	16 49 30,631	4 47,7	22 24	15 47	17 36,9	26 29
221,5	16 53 27,198	4 51,8	22 31	15 47	18 41,3	27 12
222,5	16 57 23,763	4 55,9	22 38	15 47	19 43,8	26 08
223,5	17 01 20,325	5 00,0	22 44	15 47	20 42,4	23 32
224,5	17 05 16,884	5 04,2	22 49	15 47	21 36,5	19 46
225,5	17 09 13,440	5 08,3	22 55	15 47	22 26,3	15 12
226,5	17 13 09,994	5 12,4	23 00	15 47	23 12,6	10 08
227,5	17 17 06,546	5 16,6	23 04	15 47	23 56,5	− 4 47
228,5	17 21 03,098	5 20,7	23 08	15 47	0 39,1	+ 0 40
229,5	17 24 59,651	5 24,9	23 12	15 46	1 21,4	6 02
230,5	17 28 56,204	5 29,0	23 15	15 46	2 04,5	11 11
231,5	17 32 52,760	5 33,2	23 18	15 46	2 49,2	15 58
232,5	17 36 49,318	5 37,3	23 20	15 46	3 36,4	20 10
233,5	17 40 45,879	5 41,5	23 22	15 46	4 26,6	23 35
234,5	17 44 42,441	5 45,7	23 24	15 46	5 19,9	25 58
235,5	17 48 39,005	5 49,8	23 25	15 46	6 15,6	27 06
236,5	17 52 35,569	5 54,0	23 26	15 46	7 12,6	26 50
237,5	17 56 32,132	5 58,1	23 27	15 46	8 09,7	25 07
238,5	18 00 28,693	6 02,3	23 27	15 46	9 05,4	22 01
239,5	18 04 25,251	6 06,5	23 26	15 46	9 59,2	17 44
240,5	18 08 21,806	6 10,6	23 25	15 46	10 51,0	12 29
241,5	18 12 18,359	6 14,8	23 24	15 46	11 41,5	6 33
242,5	18 16 14,911	6 18,9	23 22	15 46	12 31,4	+ 0 13
243,5	18 20 11,464	6 23,1	23 20	15 46	13 22,1	− 6 13
244,5	18 24 08,019	6 27,2	23 18	15 45	14 14,6	12 25
245,5	18 28 04,577	6 31.4	23 15	15 45	15 10,1	18 00
246,5	18 32 01,138	6 35,5	+23 11	15 45	16 09,0	−22 33

Föld: $21^d 11^h 44^m$-kor nyár kezdete

Dátum	A hét napjai	Év hónapjának hete	Év hónapjának napja	Közép-európai zónaidőben (KözEI) Budapesten a Nap kel	a Nap delel	a Nap nyugszik	a Hold kel	a Hold nyugszik	a Hold fényváltozásai
				h m	h m	h m	h m	h m	h m
1	H	27	182	3 51	11 48	19 45	19 22	2 15	
2	K		183	3 51	11 48	19 45	20 24	3 07	○ 13 09
3	Sz		184	3 52	11 48	19 44	21 10	4 12	
4	Cs		185	3 52	11 48	19 44	21 45	5 26	
5	P		186	3 53	11 49	19 44	22 11	6 43	
6	Sz		187	3 54	11 49	19 43	22 31	7 59	
7	V		188	3 55	11 49	19 43	22 49	9 10	
8	H	28	189	3 56	11 49	19 42	23 05	10 19	
9	K		190	3 56	11 49	19 42	23 20	11 24	
10	Sz		191	3 57	11 49	19 41	23 36	12 30	☾ 01 50
11	Cs		192	3 58	11 50	19 40	23 53	13 35	
12	P		193	3 59	11 50	19 40	—	14 43	
13	Sz		194	4 00	11 50	19 39	0 14	15 51	
14	V		195	4 01	11 50	19 38	0 40	16 59	
15	H	29	196	4 02	11 50	19 38	1 13	18 04	
16	K		197	4 03	11 50	19 37	1 56	19 01	
17	Sz		198	4 04	11 50	19 36	2 50	19 51	
18	Cs		199	4 05	11 50	19 35	3 56	20 30	● 00 57
19	P		200	4 06	11 50	19 34	5 10	21 00	
20	Sz		201	4 07	11 50	19 33	6 28	21 25	
21	V		202	4 08	11 51	19 32	7 47	21 47	
22	H	30	203	4 10	11 51	19 31	9 06	22 05	
23	K		204	4 11	11 51	19 30	10 25	22 24	
24	Sz		205	4 12	11 51	19 29	11 43	22 44	
25	Cs		206	4 13	11 51	19 28	13 04	23 06	☽ 00 40
26	P		207	4 14	11 51	19 26	14 26	23 34	
27	Sz		208	4 15	11 51	19 25	15 48	—	
28	V		209	4 17	11 51	19 24	17 06	0 10	
29	H	31	210	4 18	11 51	19 23	18 13	0 56	
30	K		211	4 19	11 51	19 21	19 03	1 55	
31	Sz		212	4 20	11 50	19 20	19 43	3 05	○ 22 42

Hold: $11^d\ 09^h$-kor földtávolban
$25^d\ 19^h$-kor földközelben

Julián-dátum 2446...	csillagidő ($\lambda = 0^h$-nál)	0^h világidőkor				
		Nap			Hold	
		RA	D	látszó sugara	RA	D
	h m s	h m	° ′	′ ″	h m	° ′
...247,5	18 35 57,705	6 39,7	+27 08	15 45	17 11,1	−25 41
248,5	18 39 54,269	6 43,8	23 04	15 45	18 15,0	27 06
249,5	18 43 50,835	6 47,9	22 59	15 45	19 18,4	26 42
250,5	18 47 47,399	6 52,0	22 54	15 45	20 19,2	24 39
251,5	18 51 43,959	6 56,2	22 49	15 45	21 15,8	21 14
252,5	18 55 40,517	7 00,3	22 43	15 45	22 08,0	16 50
253,5	18 59 37,071	7 04,4	22 37	15 45	22 56,2	11 49
254,5	19 03 33,624	7 08,5	22 31	15 45	23 41,5	6 26
255,5	19 07 30,175	7 12,6	22 24	15 45	0 25,0	− 0 56
256,5	19 11 26,727	7 16,7	22 16	15 45	1 07,6	+ 4 31
257,5	19 15 23,280	7 20,8	22 09	15 45	1 50,5	9 46
258,5	19 19 19,835	7 24,8	22 01	15 45	2 34,7	14 40
259,5	19 23 16,391	7 28,9	21 52	15 46	3 21,0	19 03
260,5	19 27 12,950	7 33,0	21 43	15 46	4 10,2	22 42
261,5	19 31 09,512	7 37,0	21 34	15 46	5 02,6	25 25
262,5	19 35 06,074	7 41,1	21 25	15 46	5 57,8	26 56
263,5	19 39 02,638	7 45,1	21 15	15 46	6 55,1	27 04
264,5	19 42 59,200	7 49,1	21 05	15 46	7 53,0	25 43
265,5	19 46 55,761	7 53,1	20 54	15 46	8 50,1	22 55
266,5	19 50 52,319	7 57,1	20 43	15 46	9 45,4	18 49
267,5	19 54 48,875	8 01,1	20 32	15 46	10 38,4	13 40
268,5	19 58 45,427	8 05,1	20 20	15 46	11 29,7	7 46
269,5	20 02 41,978	8 09,1	20 08	15 46	12 19,9	+ 1 27
270,5	20 06 38,529	8 13,1	19 56	15 46	13 10,2	− 4 59
271,5	20 10 35,082	8 17,1	19 43	15 46	14 01,6	11 11
272,5	20 14 31,637	8 21,0	19 30	15 46	14 55,3	16 51
273,5	20 18 28,196	8 24,9	19 17	15 46	15 52,0	21 35
274,5	20 22 24,759	8 28,9	19 03	15 47	16 51,8	25 02
275,5	20 26 21,322	8 32,8	18 49	15 47	17 53,8	26 55
276,5	20 30 17,887	8 36,7	18 35	15 47	18 56,4	27 05
277,5	20 34 14,449	8 40,6	+18 20	15 47	19 57,4	−25 34

Föld: $5^d 11^h 28^m$-kor naptávolban

Dátum	A hét napjai	Év hányadik hete	Év hányadik napja	Közép-európai zónaidőben (KözEI) Budapesten a Nap kel	a Nap delel	a Nap nyugszik	a Hold kel	a Hold nyugszik	a Hold fényváltozásai
				h m	h m	h m	h m	h m	h m
1	Cs	(31)	213	4 21	11 50	19 19	20 12	4 21	
2	P		214	4 23	11 50	19 17	20 34	5 38	
3	Sz		215	4 24	11 50	19 16	20 53	6 51	
4	V		216	4 25	11 50	19 14	21 10	8 02	
5	H	32	217	4 27	11 50	19 13	21 25	9 10	
6	K		218	4 28	11 50	19 11	21 39	10 16	
7	Sz		219	4 29	11 50	19 10	21 56	11 22	
8	Cs		220	4 30	11 50	19 08	22 16	12 29	☾ 19 30
9	P		221	4 32	11 50	19 06	22 39	13 36	
10	Sz		222	4 33	11 49	19 05	23 09	14 43	
11	V		223	4 34	11 49	19 03	23 47	15 50	
12	H	33	224	4 36	11 49	19 02	—	16 51	
13	K		225	4 37	11 49	19 00	0 36	17 44	
14	Sz		226	4 38	11 49	18 58	1 38	18 27	
15	Cs		227	4 40	11 49	18 56	2 50	19 00	
16	P		228	4 41	11 48	18 55	4 08	19 28	● 11 06
17	Sz		229	4 42	11 48	18 53	5 28	19 50	
18	V		230	4 44	11 48	18 51	6 49	20 11	
19	H	34	231	4 45	11 48	18 50	8 11	20 30	
20	K		232	4 46	11 47	18 48	9 31	20 49	
21	Sz		233	4 48	11 47	18 46	10 53	21 10	
22	Cs		234	4 49	11 47	18 44	12 15	21 36	
23	P		235	4 50	11 47	18 42	13 38	22 09	☽ 05 37
24	Sz		236	4 52	11 46	18 40	14 56	22 51	
25	V		237	4 53	11 46	18 38	16 05	23 45	
26	H	35	238	4 54	11 46	18 37	17 01	—	
27	K		239	4 56	11 46	18 35	17 42	0 52	
28	Sz		240	4 57	11 45	18 33	18 14	2 04	
29	Cs		241	4 58	11 45	18 31	18 38	3 20	
30	P		242	5 00	11 45	18 29	18 57	4 35	○ 10 28
31	Sz		243	5 01	11 44	18 27	19 14	5 46	

Hold: $8^{d}03^{h}$-kor földtávolban
$20^{d}05^{h}$-kor földközelben

Julián-dátum 2446...	csillagidő ($\lambda = 0^h$-nál)	0^h világidőkor				
		Nap			Hold	
		RA	D	látszó sugara	RA	D
	h m s	h m	° ′	′ ″	h m	° ′
...278,5	20 38 11,009	8 44,5	+18 05	15 47	20 55,1	−22 35
279,5	20 42 07,566	8 48,4	17 50	15 47	21 48,9	18 28
280,5	20 46 04,119	8 52,2	17 35	15 47	22 38,7	13 34
281,5	20 50 00,671	8 56,1	17 19	15 47	23 25,3	8 13
282,5	20 53 57,221	8 59,9	17 03	15 48	0 09,7	− 2 39
283,5	20 57 53,770	9 03,8	16 47	15 48	0 52,8	+ 2 54
284,5	21 01 50,321	9 07,6	16 30	15 48	1 35,8	8 17
285,5	21 05 46,873	9 11,4	16 13	15 48	2 19,5	13 20
286,5	21 09 43,427	9 15,2	15 56	15 48	3 05,0	17 53
287,5	21 13 39,983	9 19,0	15 39	15 48	3 53,0	21 47
288,5	21 17 36,542	9 22,8	15 21	15 48	4 43,9	24 47
289,5	21 21 33,102	9 26,6	15 03	15 49	5 37,9	26 42
290,5	21 25 29,663	9 30,4	14 50	15 49	6 34,4	27 18
291,5	21 29 26,224	9 34,2	14 27	15 49	7 32,3	26 27
292,5	21 33 22,784	9 37,9	14 08	15 49	8 30,2	24 05
293,5	21 37 19,341	9 41,7	13 50	15 49	9 26,8	20 18
294,5	21 41 15,895	9 45,4	13 31	15 49	10 21,5	15 20
295,5	21 45 12,446	9 49,1	13 11	15 50	11 14,4	9 28
296,5	21 49 08,995	9 52,9	12 52	15 50	12 05,9	+ 3 02
297,5	21 53 05,543	9 56,6	12 32	15 50	12 57,2	− 3 34
298,5	21 57 02,093	10 00,3	12 13	15 50	13 49,1	10 00
299,5	22 00 58,646	10 04,0	11 53	15 50	14 42,7	15 53
300,5	22 04 55,202	10 07,7	11 32	15 51	15 38,8	20 51
301,5	22 08 51,762	10 11,3	11 12	15 51	16 37,5	24 35
302,5	22 12 48,323	10 15,0	10 51	15 51	17 38,4	26 49
303,5	22 16 44,885	10 18,7	10 31	15 51	18 40,0	27 22
304,5	22 20 41,446	10 22,3	10 10	15 51	19 40,4	26 16
305,5	22 24 38,004	10 26,0	9 49	15 52	20 38,1	23 41
306,5	22 28 34,559	10 29,6	9 27	15 52	21 32,2	19 53
307,5	22 32 31,112	10 33,3	9 06	15 52	22 22,6	15 12
308,5	22 36 27,661	10 36,9	+ 8 45	15 52	23 09,9	− 9 57

Dátum	A hét napjai	Év hányadik hete	Év hányadik napja	Közép-európai zónaidőben (KözEI) Budapesten a Nap kel	delel	nyugszik	a Hold kel	nyugszik	a Hold fényváltozásai
				h m	h m	h m	h m	h m	h m
1	V	(35)	244	5 02	11 44	18 25	19 29	6 55	
2	H	36	245	5 04	11 44	18 23	19 44	8 02	
3	K		246	5 05	11 43	18 21	20 00	9 08	
4	Sz		247	5 06	11 43	18 19	20 18	10 15	
5	Cs		248	5 08	11 43	18 17	20 40	11 22	
6	P		249	5 09	11 42	18 15	21 06	12 29	
7	Sz		250	5 10	11 42	18 13	21 40	13 37	☾ 13 17
8	V		251	5 12	11 42	18 11	22 24	14 39	
9	H	37	252	5 13	11 41	18 09	23 19	15 34	
10	K		253	5 14	11 41	18 07	—	16 21	
11	Sz		254	5 16	11 41	18 05	0 26	16 58	
12	Cs		255	5 17	11 40	18 03	1 42	17 27	
13	P		256	5 18	11 40	18 01	3 02	17 52	
14	Sz		257	5 20	11 40	17 59	4 24	18 13	● 20 21
15	V		258	5 21	11 39	17 57	5 47	18 33	
16	H	38	259	5 22	11 39	17 55	7 10	18 52	
17	K		260	5 24	11 39	17 53	8 35	19 13	
18	Sz		261	5 25	11 38	17 51	9 59	19 37	
19	Cs		262	5 26	11 38	17 48	11 25	20 08	
20	P		263	5 28	11 38	17 46	12 47	20 48	
21	Sz		264	5 29	11 37	17 44	14 00	21 39	☽ 12 04
22	V		265	5 30	11 37	17 42	15 00	22 41	
23	H	39	266	5 32	11 37	17 40	15 44	23 53	
24	K		267	5 33	11 36	17 38	16 18	—	
25	Sz		268	5 34	11 36	17 36	16 44	1 07	
26	Cs		269	5 36	11 35	17 34	17 04	2 21	
27	P		270	5 37	11 35	17 32	17 21	3 34	
28	Sz		271	5 38	11 35	17 30	17 36	4 43	
29	V		272	5 40	11 34	17 28	17 51	5 49	○ 01 09
30	H	40	273	5 41	11 34	17 26	18 06	6 57	

Hold: $4^{d}22^{h}$-kor földtávolban
$16^{d}20^{h}$-kor földközelben

Julián-dátum 2446...	csillagidő (λ = 0ʰ-nál)	0ʰ világidőkor Nap RA	Nap D	Nap látszó sugara	Hold RA	Hold D
	h m s	h m	° ′	′ ″	h m	° ′
...309,5	22 40 24,209	10 40,5	+ 8 23	15 52	23 54,9	− 4 24
310,5	22 44 20,757	10 44,2	8 01	15 53	0 38,4	+ 1 14
311,5	22 48 17,305	10 47,8	7 39	15 53	1 21,4	6 45
312,5	22 52 13,855	10 51,4	7 17	15 53	2 04,9	11 57
313,5	22 56 10,406	10 55,0	6 55	15 53	2 49,8	16 42
314,5	23 00 06,960	10 58,6	6 33	15 54	3 36,7	20 50
315,5	23 04 03,515	11 02,2	6 10	15 54	4 26,2	24 08
316,5	23 08 00,073	11 05,8	5 48	15 54	5 18,6	26 24
317,5	23 11 56,632	11 09,4	5 25	15 54	6 13,5	27 28
318,5	23 15 53,191	11 13,0	5 03	15 55	7 10,2	27 08
319,5	23 19 49,749	11 16,6	4 40	15 55	8 07,5	25 20
320,5	23 23 46,306	11 20,2	4 17	15 55	9 04,3	22 05
321,5	23 27 42,860	11 23,8	3 54	15 55	9 59,8	17 31
322,5	23 31 39,410	11 27,4	3 31	15 56	10 53,7	11 51
323,5	23 35 35,958	11 31,0	3 08	15 56	11 46,5	+ 5 27
324,5	23 39 32,505	11 34,6	2 45	15 56	12 39,0	− 1 21
325,5	23 43 29,053	11 38,1	2 22	15 56	13 32,0	8 07
326,5	23 47 25,604	11 41,7	1 59	15 57	14 26,6	14 25
327,5	23 51 22,158	11 45,3	1 35	15 57	15 23,5	19 51
328,5	23 55 18,716	11 48,9	1 12	15 57	16 22,4	24 02
329,5	23 59 15,276	11 52,5	0 49	15 57	17 24,3	26 40
330,5	0 03 11,837	11 56,1	0 25	15 58	18 26,2	27 36
331,5	0 07 08,397	11 59,7	+ 0 02	15 58	19 26,9	26 51
332,5	0 11 04,955	12 03,3	− 0 21	15 58	20 24,8	24 34
333,5	0 15 01,510	12 06,9	0 45	15 58	21 19,1	21 03
334,5	0 18 58,062	12 10,5	1 08	15 59	22 09,7	16 36
335,5	0 22 54,612	12 14,1	1 31	15 59	22 57,2	11 30
336,5	0 26 51,159	12 17,7	1 55	15 59	23 42,1	6 01
337,5	0 30 47,706	12 21,3	2 18	16 00	0 25,6	− 0 23
338,5	0 34 44,254	12 24,9	− 2 41	16 00	1 08,5	+ 5 12

Föld: 23ᵈ 3ʰ08ᵐ-kor ősz kezdete

Dátum	A hét napjai	Év hányadik hete	Év hányadik napja	Közép-európai zónaidőben (KözEI) Budapesten a Nap kel	a Nap delel	a Nap nyugszik	a Hold kel	a Hold nyugszik	a Hold fényváltozásai
				h m	h m	h m	h m	h m	h m
1	K	(40)	274	5 43	11 34	17 24	18 23	8 03	
2	Sz		275	5 44	11 33	17 22	18 43	9 10	
3	Cs		276	5 45	11 33	17 20	19 07	10 18	
4	P		277	5 47	11 33	17 18	19 37	11 25	
5	Sz		278	5 48	11 33	17 16	20 16	12 29	
6	V		279	5 50	11 32	17 14	21 06	13 27	
7	H	41	280	5 51	11 32	17 12	22 06	14 15	☾ 06 05
8	K		281	5 52	11 32	17 10	23 17	14 56	
9	Sz		282	5 54	11 31	17 08	—	15 27	
10	Cs		283	5 55	11 31	17 06	0 33	15 53	
11	P		284	5 57	11 31	17 04	1 53	16 15	
12	Sz		285	5 58	11 31	17 02	3 15	16 34	
13	V		286	5 59	11 30	17 00	4 39	16 54	
14	H	42	287	6 01	11 30	16 59	6 04	17 14	● 05 34
15	K		288	6 02	11 30	16 57	7 31	17 37	
16	Sz		289	6 04	11 30	16 55	9 00	18 06	
17	Cs		290	6 05	11 30	16 53	10 28	18 43	
18	P		291	6 07	11 29	16 51	11 48	19 31	
19	Sz		292	6 08	11 29	16 49	12 55	20 31	
20	V		293	6 10	11 29	16 48	13 45	21 41	☽ 21 14
21	H	43	294	6 11	11 29	16 46	14 22	22 56	
22	K		295	6 13	11 29	16 44	14 50	—	
23	Sz		296	6 14	11 28	16 42	15 11	0 11	
24	Cs		297	6 16	11 28	16 40	15 28	1 23	
25	P		298	6 17	11 28	16 39	15 44	2 33	
26	Sz		299	6 19	11 28	16 37	15 59	3 41	
27	V		300	6 20	11 28	16 35	16 13	4 46	
28	H	44	301	6 22	11 28	16 34	16 30	5 52	○ 18 38
29	K		302	6 23	11 28	16 32	16 48	7 00	
30	Sz		203	6 25	11 28	16 30	17 10	8 07	
31	Cs		304	6 26	11 28	16 29	17 38	9 14	

Hold: 2^d14^h-kor földtávolban
15^d02^h-kor földközelben
29^d23^h-kor földtávolban

Julián-dátum 2446...	csillagidő ($\lambda = 0^h$-nál)	0^h világidőkor Nap RA	Nap D	Nap látszó sugara	Hold RA	Hold D
	h m s	h m	° ′	′ ″	h m	° ′
...339,5	0 38 40,802	12 28,5	— 3 05	16 00	1 51,8	+10 33
340,5	0 42 37,352	12 32,1	3 28	16 00	2 36,1	15 29
341,5	0 46 33,905	12 35,7	3 51	16 01	3 22,3	19 50
342,5	0 50 30,460	12 39,4	4 14	16 01	4 10,9	23 24
343,5	0 54 27,017	12 43,0	4 38	16 01	5 00,2	26 00
344,5	0 58 23,575	12 46,7	5 01	16 01	5 55,5	27 26
345,5	1 02 20,134	12 50,3	5 24	16 02	6 50,7	27 35
346,5	1 06 16,693	12 54,0	5 47	16 02	7 46,6	26 20
347,5	1 10 13,250	12 57,6	6 09	16 02	8 42,3	23 40
348,5	1 14 09,805	13 01,3	6 32	16 03	9 37,1	19 40
349,5	1 18 06,357	13 05,0	6 55	16 03	10 30,7	14 30
350,5	1 22 02,906	13 08,7	7 18	16 03	11 23,3	8 24
351,5	1 25 59,454	13 12,4	7 40	16 03	12 15,8	+ 1 41
352,5	1 29 56,002	13 16,1	8 03	16 04	13 09,0	— 5 15
353,5	1 33 52,552	13 19,8	8 25	16 04	14 04,0	11 59
354,5	1 37 49,106	13 23,5	8 47	16 04	15 01,6	18 00
355,5	1 41 45,663	13 27,2	9 09	16 04	16 02,1	22 52
356,5	1 45 42,224	13 31,0	9 31	16 05	17 05,1	26 09
357,5	1 49 38,787	13 34,7	9 53	16 05	18 09,0	27 38
358,5	1 53 35,349	13 38,5	10 14	16 05	19 11,7	27 19
359,5	1 57 31,909	13 42,3	10 36	16 06	20 11,4	25 21
360,5	2 01 28,466	13 46,0	10 57	16 06	21 07,0	22 04
361,5	2 05 25,020	13 49,8	11 18	16 06	21 58,4	17 47
362,5	2 09 21,572	13 53,6	11 39	16 06	22 46,1	12 49
363,5	2 13 18,121	13 57,5	12 00	16 07	23 31,2	7 26
364,5	2 17 14,670	14 01,3	12 21	16 07	0 14,6	— 1 51
365,5	2 21 11,219	14 05,1	12 41	16 07	0 57,3	+ 3,44
366,5	2 25 07,768	14 09,0	13 02	16 07	1 40,2	9 09
367,5	2 29 04,320	14 12,8	13 22	16 08	2 24,1	14 14
368,5	2 33 00,873	14 16,7	13 41	16 08	3 09,8	18 46
369,5	2 36 57,430	14 20,6	—14 01	16 08	3 57,7	+22 34

Dátum	A hét napjai	Év hányadik hete	Év hányadik napja	Közép-európai zónaidőben (KözEI) Budapesten a Nap kel	a Nap delel	a Nap nyugszik	a Hold kel	a Hold nyugszik	a Hold fényváltozásai
				h m	h m	h m	h m	h m	h m
1	P	(44)	305	6 28	11 28	16 27	18 13	10 20	
2	Sz		306	6 29	11 28	16 26	18 58	11 20	
3	V		307	6 31	11 28	16 24	19 54	12 12	
4	H	45	308	6 32	11 28	16 23	22 13	12 54	
5	K		309	6 34	11 28	16 21	22 13	13 28	☾ 21 07
6	Sz		310	6 35	11 28	16 20	23 29	13 55	
7	Cs		311	6 37	11 28	16 18	—	14 17	
8	P		312	6 38	11 28	16 17	0 47	14 37	
9	Sz		313	6 40	11 28	16 16	2 07	14 56	
10	V		314	6 41	11 28	16 14	3 29	15 15	
11	H	46	315	6 43	11 28	16 13	4 55	15 36	
12	K		316	6 44	11 28	16 12	6 24	16 01	● 15 21
13	Sz		317	6 46	11 28	16 11	7 54	16 34	
14	Cs		318	6 47	11 29	16 09	9 22	17 18	
15	P		319	6 49	11 29	16 08	10 38	18 14	
16	Sz		320	6 50	11 29	16 07	11 38	19 24	
17	V		321	6 52	11 29	16 06	12 22	20 41	
18	H	47	322	6 53	11 29	16 05	12 53	21 58	
19	K		323	6 55	11 30	16 04	13 17	23 13	☽ 10 05
20	Sz		324	6 56	11 30	16 03	13 35	—	
21	Cs		325	6 58	11 30	16 02	13 52	0 23	
22	P		326	6 59	11 30	16 01	14 06	1 32	
23	Sz		327	7 00	11 31	16 00	14 21	2 37	
24	V		328	7 02	11 31	16 00	14 36	3 44	
25	H	48	329	7 03	11 31	15 59	14 54	4 49	
26	K		330	7 05	11 31	15 58	15 15	5 57	
27	Sz		331	7 06	11 32	15 58	15 42	7 05	○ 13 43
28	Cs		332	7 07	11 32	15 57	16 14	8 11	
29	P		333	7 08	11 32	15 56	16 56	9 14	
30	Sz		334	7 10	11 33	15 56	17 49	10 09	

Hold: 12^d14^h-kor földközelben
25^d23^h-kor földtávolban

Julián-dátum 2446...	csillagidő ($\lambda = 0^h$-nál)	0h világidőkor				
		Nap			Hold	
		RA	D	látszó sugara	RA	D
	h m s	h m	° ′	″	h m	° ′
...370,5	2 40 53,988	14 24,5	− 14 20	16 08	4 48,1	+25 27
371,5	2 44 50,548	14 28,4	14 40	16 09	5 40,8	27 13
372,5	2 48 47,108	14 32,4	14 59	16 09	6 35,2	27 44
373,5	2 52 43,669	14 36,3	15 17	16 09	7 30,1	26 54
374,5	2 56 40,228	14 40,3	15 36	16 09	8 24,8	24 42
375,5	3 00 36,786	14 44,2	15 54	16 10	9 18,3	21 14
376,5	3 04 33,341	14 48,2	16 12	16 10	10 10,6	16 36
377,5	3 08 29,893	14 52,2	16 29	16 10	11 01,9	11 01
378,5	3 12 26,444	14 56,2	16 47	16 10	11 52,8	+ 4 42
379,5	3 16 22,994	15 00,3	17 04	16 11	12 44,4	− 2 03
380,5	3 20 19,545	15 04,3	17 21	16 11	13 37,9	8 52
381,5	3 24 16,099	15 08,4	17 37	16 11	14 34,2	15 18
382,5	3 28 12,658	15 12,4	17 53	16 11	15 34,3	20 50
383,5	3 32 09,221	15 16,5	18 09	16 11	16 37,9	24 57
384,5	3 36 05,786	15 20,6	18 25	16 12	17 43,7	27 16
385,5	3 40 02,351	15 24,7	18 40	16 12	18 49,4	27 38
386,5	3 43 58,915	15 28,9	18 55	16 12	19 52,4	26 08
387,5	3 47 55,477	15 33,0	19 10	16 12	20 51,1	23 08
388,5	3 51 52,034	15 37,2	19 24	16 13	21 44,8	19 01
389,5	3 55 48,589	15 41,3	19 38	16 13	22 34,2	14 08
390,5	3 59 45,142	15 45,5	19 51	16 13	23 20,2	8 47
391,5	4 03 41,693	15 49,7	20 04	16 13	0 04,0	−3 14
392,5	4 07 38,244	15 53,9	20 17	16 13	0 46,7	+2 22
393,5	4 11 34,796	15 58,1	20 30	16 14	1 29,2	7 49
394,5	4 15 31,350	16 02,4	20 42	16 14	2 12,7	12 58
395,5	4 19 27,905	16 06,6	20 53	16 14	2 57,8	17 39
396,5	4 23 24,463	16 10,9	21 05	16 14	3 45,2	21 40
397,5	4 27 21,024	16 15,1	21 15	16 14	4 35,2	24 48
398,5	4 31 17,586	16 19,4	21 26	16 14	5 27,6	26 51
399,5	4 35 14,149	16 23,7	− 21 36	16 15	6 21,8	+ 27 40

Dátum	A hét napjai	Év hányadik hete	Év hányadik napja	Közép-európai zónaidőben (KözEI) Budapesten a Nap kel	a Nap delel	a Nap nyugszik	a Hold kel	a Hold nyugszik	a Hold fényváltozásai
				h m	h m	h m	h m	h m	h m
1	V	(48)	335	7 11	11 33	15 55	18 52	10 53	
2	H	49	336	7 12	11 34	15 55	20 01	11 29	
3	K		337	7 13	11 34	15 54	21 15	11 59	
4	Sz		338	7 14	11 34	15 54	22 31	12 21	
5	Cs		339	7 16	11 35	15 54	23 46	12 42	☾ 10 02
6	P		340	7 17	11 35	15 54	—	12 59	
7	Sz		441	7 18	11 36	15 53	1 04	13 17	
8	V		342	7 19	11 36	15 53	2 24	13 46	
9	H	50	343	7 20	11 36	15 53	3 48	13 59	
10	K		344	7 21	11 37	14 53	5 17	14 27	
11	Sz		345	7 22	11 37	15 53	6 46	15 04	
12	Cs		346	7 23	11 38	15 53	8 10	15 53	● 01 55
13	P		347	7 24	11 38	15 53	9 20	16 58	
14	Sz		248	7 24	11 39	15 53	10 13	18 15	
15	V		349	7 25	11 39	15 53	10 51	19 36	
16	H	51	350	7 26	11 40	15 53	11 19	20 55	
17	K		351	7 26	11 40	15 54	11 41	22 09	
18	Sz		352	7 27	11 41	15 54	11 58	23 20	
19	Cs		353	7 28	11 41	15 54	12 13	—	☽ 02 59
20	P		354	7 28	11 42	15 55	12 28	0 27	
21	Sz		355	7 29	11 42	15 55	12 42	1 33	
22	V		356	7 30	11 43	15 56	13 00	2 40	
23	H	52	357	7 30	11 43	15 56	13 19	3 46	
24	K		358	7 30	11 44	15 57	13 43	4 54	
25	Sz		359	7 31	11 44	15 58	14 14	6 01	
26	Cs		360	7 31	11 45	15 58	14 53	7 06	
27	P		361	7 31	11 45	15 59	15 43	8 03	○ 08 31
28	Sz		362	7 32	11 46	16 00	16 44	8 52	
29	V		363	7 32	11 46	16 01	17 52	9 31	
30	H	53	354	7 32	11 47	16 02	19 06	10 02	
31	K		365	7 32	11 47	16 02	20 21	10 26	

Hold: 11^d02^h-kor földközelben
23^d08^h-kor földtávolban

Julián-dátum 2446...	csillagidő ($\lambda = 0^h$-nál)	0^h világidőkor				
		Nap			Hold	
		RA	D	látszó sugara	RA	D
	h m s	h m	° ′	′ ″	h m	° ′
...400,5	4 39 10,712	16 28,0	−21 46	16 15	7 16,8	+27 09
401,5	4 43 07,274	16 32,4	21 55	16 15	8 11,3	25 17
403,5	4 47 03,834	16 36,7	22 04	16 15	9 04,5	22 09
404,5	4 51 00,392	16 41,0	22 17	16 15	9 56,0	17 54
405,5	4 54 56,947	16 45,4	22 20	16 15	10 46,1	12 44
406,5	4 58 53,501	16 49,7	22 28	16 16	11 35,3	6 49
407,5	5 02 50,053	16 54,1	22 35	16 16	12 24,7	+ 0 26
408,5	5 06 46,056	16 58,5	22 41	16 16	13 15,4	− 6 09
409,5	5 10 43,160	17 02,9	22 48	16 16	14 08,8	12 35
410,5	5 14 39,719	17 07,2	22 53	16 16	15 05,9	18 26
411,5	5 18 36,282	17 11,6	22 59	16 16	16 07,3	23 12
412,5	5 22 32,848	17 16,1	23 04	16 16	17 12,5	26 23
413,5	5 26 29,416	17 20,5	23 08	16 16	18 19,6	27 38
414,5	5 30 25,983	17 24,9	23 12	16 16	19 25,6	26 54
415,5	5 34 22,548	17 29,3	23 15	16 17	20 28,0	24 23
416,5	5 38 19,109	17 33,7	23 18	16 17	21 25,4	20 30
417,5	5 42 15,667	17 38,2	23 21	16 17	22 17,8	15 42
418,5	5 46 12,222	17 42,6	22 23	16 17	23 06,0	10 20
419,5	5 50 08,775	17 47,0	23 25	16 17	23 51,1	− 4 43
420,5	5 54 05,327	17 51,5	23 26	16 17	0 34,5	+ 0 56
421,5	5 58 01,880	17 55,9	23 26	16 17	1 17,3	6 28
422,5	6 01 58,435	18 00,3	23 27	16 17	2 00,5	11 43
423,5	6 05 54,991	18 04,8	23 26	16 17	2 45,1	16 13
424,5	6 09 51,550	18 09,2	23 26	16 17	3 31,8	20 42
425,5	6 13 48,110	18 13,7	23 24	16 17	4 21,2	24 04
426,5	6 17 44,673	18 18,1	23 23	16 17	5 13,2	26 24
427,5	6 21 41,237	18 22,5	23 21	16 17	6 07,4	27 33
428,5	6 25 37,801	18 27,0	23 18	16 17	7 02,8	27 20
429,5	6 29 34,364	18 31,4	23 15	16 17	7 58,1	25 45
430,5	6 33 30,925	18 35,8	23 11	16 18	8 52,0	22 51
431,5	6 37 27,484	18 40,2	−23 07	16 18	9 44,1	+18 48

Föld: $21^d 23^h 08^m$-kor tél kezdete

II. A Nap forgási tengelyének helyzete és a napkorong középpontjának heliografikus koordinátái (0^h világidőkor)

Dátum	P	B_0	L_0	Dátum	P	B_0	L_0
I. 1	+2,1	−3 1	311,0	VII. 4	−1,4	+3,2	42,5
5	+0,1	3,5	258,3	9	+0,9	3,8	336,4
10	−2,3	4,1	192,5	14	3,2	4,3	270,2
15	4,7	4,6	126,7	19	5,4	4,7	204,0
20	7,0	5,1	60,8	24	7,5	5,2	137,9
25	9,2	5,5	235,0	29	9,6	5,6	71,7
30	11,4	5,9	289,2				
				VIII. 3	11,6	5,9	5,6
II. 4	13,4	6,3	223,3	8	13,5	6,3	299,5
9	15,3	6,6	157,5	13	15,3	6,6	233,4
14	17,1	6,8	91,7	18	17,0	6,8	167,3
19	18,7	7,0	25,8	23	18,6	7,0	101,2
24	20,2	7,1	320,0	28	20,0	7,1	35,2
III. 1	21,6	7,2	254,4	IX. 2	21,3	7,2	329,1
6	22,7	7,3	188,2	7	22,5	7,3	263,1
11	23,8	7,2	122,4	12	23,5	7,2	197,0
16	24,6	7,1	56,5	17	24,4	7,2	131,0
21	25,3	7,0	350,6	22	25,1	7,1	65,0
26	25,8	6,8	284,6	27	25,7	6,9	359,0
31	26,2	6,6	218,7				
				X. 2	26,1	6,7	293,1
IV. 5	26,3	6,3	152,7	7	26,3	6,4	227,1
10	26,3	6,0	86,7	12	26,3	6,1	161,1
15	26,1	5,6	20,7	17	26,2	5,7	95,2
20	25,7	5,2	314,7	22	25,8	5,3	29,2
25	25,1	4,7	248,6	27	25,3	4,9	323,3
30	24,4	4,3	182,6				
				XI. 1	24,5	4,4	257,3
V. 5	23,4	3,7	116,5	6	23,6	3,8	191,4
10	22,3	3,2	50,4	11	22,5	3,3	125,5
15	21,0	2,6	344,2	16	21,2	2,7	59,6
20	19,6	2,1	278,1	21	19,7	2,1	353,7
25	18,0	1,5	212,0	26	18,0	1,5	287,8
30	16,2	0,9	145,8				
				XII. 1	16,1	0,9	221,9
VI. 4	14,3	−0,3	79,6	6	14,1	+0,2	156,0
9	12,4	+0,4	13,5	11	12,0	−0,4	90,1
14	10,3	0,9	307,3	16	9,8	1,1	24,2
19	8,1	1,5	241,1	21	7,5	1,7	318,4
24	5,9	2,1	174,9	26	5,1	2,3	252,5
29	−3,6	+2,7	108,7	31	+2,7	−2,9	186,6

P: A Nap forgási tengelyének helyzetét a napkorong „geocentrikus" észak—dél irányától számítjuk, pozitívnak véve a keleti irányú elhajlást.

III. A holdkorong sugara (0^h világidőkor)

Dátum	′ ″	Dátum	′ ″	Dátum	′ ″
I. 1	14 50	V. 1	16 18	IX. 1	15 01
4	15 13	4	16 42	4	14 47
7	15 44	7	16 23	7	14 52
10	16 06	10	15 38	10	15 20
13	16 09	13	15 00	13	16 02
16	16 00	16	14 14	15	16 23
19	15 42	19	14 46	18	16 27
22	15 17	22	15 01	21	16 02
25	14 53	25	15 26	24	15 31
28	14 46	28	15 59	27	15 06
31	15 04	31	16 28	30	14 49
II. 3	15 41	IV. 3	15 54	X. 1	14 46
6	16 16	6	15 54	4	14 46
9	16 23	9	15 12	7	15 07
12	16 04	12	14 48	10	15 48
15	15 38	15	14 47	13	16 30
18	15 13	18	15 03	16	16 38
21	14 53	21	15 27	19	16 07
24	14 44	24	15 55	22	15 28
27	14 54	27	16 13	25	14 59
		30	16 20	28	14 45
				31	14 43
III. 2	15 27	VII. 3	16 00	XI. 3	14 57
5	16 12	6	15 23	6	15 29
8	16 37	9	14 54	9	16 14
11	16 22	12	14 47	12	16 44
14	15 45	15	15 03	15	16 28
17	15 12	18	15 31	18	15 44
20	14 52	21	15 55	21	15 05
23	14 43	24	16 08	24	14 45
26	14 47	27	16 09	27	14 43
29	15 12	30	15 55	30	14 54
IV. 1	15 55	VIII. 2	15 28	XII. 3	15 17
4	16 36	5	15 00	6	15 53
7	16 40	8	14 47	9	16 30
10	16 04	11	14 59	12	16 37
13	15 21	14	15 30	15	16 04
16	14 53	17	16 02	18	15 19
19	14 42	20	16 16	21	14 50
22	14 46	23	16 08	24	14 44
25	15 03	26	15 49	27	15 55
28	15 36	29	15 25	30	15 16

Merkur

Dátum	0^h világidőkor				KözEI-ben Budapesten			
	RA	D	látszó sugár	r	m	kel	delel	nyugszik
	h m	° ′	″	cs.e.	magn.	h m	h m	h m
I. 1	17 08,6	−20 42	3,47	0,96	+0,0	5 44	10 10	14 37
6	17 29,6	21 47	3,14	1,06	−0,1	5 51	10 12	14 33
11	17 55,7	22 42	2,91	1,15	0,1	6 03	10 19	14 35
16	18 24,7	23 16	2,73	1,22	0,2	6 16	10 29	14 41
21	18 55,9	23 24	2,61	1,28	0,2	6 28	10 40	14 52
26	19 28,2	23 02	2,51	1,33	0,3	6 39	10 53	15 07
31	20 01,4	22 07	2,45	1,36	0,4	6 47	11 06	15 25
II. 5	20 35,1	20 37	2,41	1,39	0,5	6 53	11 20	15 48
10	21 09,2	18 33	2,39	1,40	0,7	6 57	11 35	16 13
15	21 43,6	15 52	2,39	1,40	1,0	6 58	11 50	16 41
20	22 18,3	12 36	2,43	1,38	1,2	6 57	12 05	17 12
25	22 52,9	8 47	2,50	1,34	1,3	6 55	12 20	17 47
III. 2	23 27,2	4 30	2,63	1,27	1,3	6 51	12 34	18 18
7	24 00,0	− 0 00	2,84	1,17	1,1	6 44	12 47	18 50
12	0 28,9	+ 4 16	3,18	1,05	0,7	6 34	12 56	19 17
17	0 50,6	7 45	3,65	0,91	−0,0	6 19	12 57	19 34
22	1 02,3	9 54	4,26	0,78	+0,8	6 00	12 47	19 34
27	1 02,4	10 21	4,91	0,68	1,7	5 37	12 27	19 16
IV. 1	0 53,2	9 06	5,45	0,61	2,7	5 14	11 57	18 41
6	0 40,0	6 42	5,70	0,59	2,9	4 52	11 24	17 57
11	0 29,4	4 09	5,61	0,60	2,2	4 33	10 55	17 16
16	0 25,6	2 18	5,28	0,63	1,6	4 19	10 32	16 45
21	0 29,3	1 30	4,86	0,69	1,2	4 07	10 17	16 26
26	0 39,6	1 43	4,43	0,75	0,9	3 57	10 08	16 18
V. 1	0 55,3	2 51	4,04	0,83	0,7	3 48	10 04	16 20
6	1 15,3	4 41	3,69	0,91	0,5	3 41	10 05	16 28
11	1 39,1	7 07	3,38	0,99	0,3	3 34	10 09	16 44
16	2 06,5	10 00	3,12	1,07	+0,0	3 29	10 17	17 05
21	2 37,7	13 11	2,90	1,15	−0,4	3 26	10 29	17 32
26	3 13,2	16 30	2,73	1,22	0,8	3 26	10 45	18 04
31	3 53,3	19 42	2,60	1,28	1,3	3 30	11 06	18 42
VI. 5	4 37,8	22 27	2,54	1,32	1,7	3 40	11 31	19 22
10	5 25,1	24 21	2,53	1,32	1,8	3 57	11 59	20 02
15	6 12,3	25 06	2,60	1,28	1,3	4 19	12 27	20 34
20	6 56,7	24 46	2,73	1,22	0,8	4 46	12 51	20 56
25	7 36,6	23 31	2,90	1,15	0,4	5 10	13 08	21 05
30	8 11,4	+21 38	3,12	1,07	−0,0	5 39	13 25	12 11

látható bolygók adatai

Merkur

Dátum	0ʰ világidőkor				KözEI-ben Budapesten			
	RA	D	látszó sugár	r	m	kel	delel	nyugszik
	h m	° ′	″	cs.e.	magn.	h m	h m	h m
VII. 5	8 41,0	+19 21	3,38	0,99	+0,3	6 01	13 34	21 08
10	9 05,5	16 54	3,68	0,91	0,6	6 18	13 39	21 00
15	9 24,7	14 27	4,02	0,83	0,7	6 29	13 37	20 46
20	9 38,1	12 14	4,40	0,76	1,0	6 32	13 30	20 29
25	9 44,9	10 28	4,81	0,69	1,2	6 27	13 17	20 07
30	9 44,4	9 25	5,21	0,64	1,6	6 11	12 56	19 41
VIII. 4	9 36,2	9 19	5,50	0,61	2,2	5 43	12 27	19 12
9	9 22,4	10 16	5,56	0,60	2,8	5 05	11 54	18 42
14	9 08,1	11 58	5,31	0,63	2,6	4 23	11 20	18 17
19	9 00,0	13 48	4,79	0,68	1,7	3 48	10 53	17 59
24	9 03,2	15 07	4,16	0,80	+0,8	3 26	10 38	17 50
29	9 19,0	15 24	3,58	0,93	−0,1	3 22	10 35	17 48
IX. 3	9 45,5	14 25	3,22	1,07	0,6	3 34	10 43	17 51
8	10 18,6	12 10	2,80	1,19	1,1	3 59	10 56	17 54
13	10 54,0	8 58	2,59	1,29	1,3	4 29	11 12	17 55
18	11 29,0	5 14	2,47	1,35	1,3	5 01	11 27	17 54
23	12 02,5	+ 1 18	2,40	1,39	1,3	5 32	11 41	17 50
28	12 34,4	− 2 37	2,37	1,41	1,0	6 01	11 53	17 45
X. 3	13 05,1	6 24	2,37	1,41	0,7	6 29	12 04	17 39
8	13 34,8	9 59	2,40	1,39	0,5	6 55	12 14	17 33
13	14 03,9	13 17	2,44	1,37	0,3	7 19	12 23	17 27
18	14 32,6	16 18	2,52	1,33	0,2	7 43	12 32	17 22
23	15 01,0	18 57	2,62	1,26	0,2	8 05	12 41	17 17
28	15 28,9	21 12	2,76	1,21	0,1	8 25	12 49	17 13
XI. 2	15 55,9	23 00	2,94	1,14	0,1	8 42	12 56	17 10
7	16 20,7	24 16	3,19	1,05	−0,0	8 54	13 01	17 08
12	16 41,0	24 54	3,54	0,94	+0,1	8 58	13 01	17 04
17	16 52,9	24 47	3,99	0,84	0,4	8 48	12 52	16 55
22	16 50,3	23 42	4,52	0,74	1,1	8 17	12 28	16 38
27	16 30,3	21 28	4,90	0,68	2,5	7 24	11 47	16 09
XII. 2	16 03,8	18 49	4,79	0,70	2,0	6 24	11 01	15 38
7	15 49,4	17 19	4,29	0,78	0,7	5 44	10 29	15 13
12	15 52,6	17 29	3,74	0,89	+0,1	5 30	10 14	14 57
17	16 08,4	18 42	3,31	1,01	−0,2	5 33	10 11	14 48
22	16 31,5	20 15	3,00	1,11	0,3	5 45	10 14	14 44
27	16 59,0	−21 45	2,78	1,20	−0,3	6 01	10 22	14 44

Vénusz

Dátum	0ʰ világidőkor				KözEl-ben Budapesten			
	RA	D	látszó sugár	r	m	kel	delel	nyugszik
	h m	° ′	″	cs.e.	magn.	h m	h m	h m
I. 1	21 56,6	−14 13	9,98	0,84	−3,8	9 59	14 59	19 58
6	22 17,5	11 59	10,43	0,81	3,9	9 50	14 60	20 10
11	22 37,7	9 39	10,92	0,77	4,0	9 40	15 00	20 21
16	22 57,1	7 15	11,47	0,73	4,0	9 28	14 60	20 31
21	23 15,6	4 49	12,08	0,70	4,0	9 16	14 59	20 41
26	23 33,4	−2 21	12,76	0,66	4,1	9 04	14 57	20 50
31	23 50,3	+0 05	13.52	0,62	4,2	8 50	14 54	20 57
II. 5	0 06,2	2 29	14,37	0,59	4,2	8 35	14 50	21 04
10	0 20,9	4 49	15,34	0,55	4,2	8 20	14 45	21 09
15	0 34,4	7 02	16,42	0,51	4,3	8 04	14 38	21 12
20	0 46,4	9 07	17,64	0,48	4,3	7 47	14 30	21 14
25	0 56,6	11 01	19,01	0,44	4,3	7 28	14 20	21 13
III. 2	1 04,5	12 41	20,54	0,41	4,3	7 08	14 08	21 09
7	1 09,7	14 03	22,22	0,39	4,3	6 47	13 53	21 00
12	1 11,6	15 02	24,01	0,35	4,2	6 24	13 35	20 47
17	1 10,1	15 33	25,82	0,33	4,1	6 00	13 14	20 28
22	1 04,8	15 31	27,51	0,31	3,9	5 35	12 49	20 03
27	0 56,5	14 52	28,86	0,29	3,6	5 10	12 20	19 31
IV. 1	0 46,1	13 36	29,64	0,28	3,3	4 45	11 50	18 55
6	0 35,2	11 53	29,68	0,28	3,2	4 23	11 20	18 16
11	0 25,8	9 57	28,95	0,29	3,5	4 04	10 51	17 38
16	0 19,3	8 05	27,60	0,30	3,7	3 46	10 25	17 04
21	0 16,3	6 30	25,89	0,32	4,0	3 31	10 03	16 35
26	0 17,0	5 19	24,03	0,35	4,1	3 18	9 44	16 11
V. 1	0 21,2	4 36	22,18	0,38	4,2	3 06	9 29	15 52
6	0 28,3	4 18	20,43	0,41	4,2	2 54	9 17	15 39
11	0 37,9	4 24	18,84	0,45	4,2	2 44	9 07	15 29
16	0 49,5	4 51	17,42	0,48	4,2	2 34	8 59	15 23
21	1 02,8	5 34	16,15	0,52	4,2	2 25	8 52	15 20
26	1 17,5	6 30	15,04	0,56	4,1	2 16	8 48	15 19
31	1 33,4	7 38	14,05	0,60	4,1	2 07	8 44	15 21
VI. 5	1 50,2	8 53	13,17	0,64	4,0	1 58	8 41	15 24
10	2 08,0	10 14	12,39	0,68	4,0	1 50	8 39	15 28
15	2 26,6	11 38	11,70	0,72	3,9	1 43	8 38	15 33
20	2 45,9	13 04	11,08	0,76	3,9	1 36	8 38	15 40
25	3 05,9	14 28	10,52	0,80	3,8	1 29	8 38	15 47
30	3 26,6	+15 50	10,03	0,84	−3,8	1 23	8 39	15 55

látható bolygók adatai

Vénusz

Dátum	0^h világidőkor				KözEI-ben Budapesten			
	RA	D	látszó sugár	r	m	kel	delel	nyugszik
	h m	° ′	″	cs.e.	magn.	h m	h m	h m
VII. 5	3 47,9	+17 07	9,58	0,88	−3,8	1 19	8 41	16 03
10	4 09,9	18 18	9,17	0,92	3,7	1 15	8 43	16 11
15	4 32,5	19 21	8,80	0,96	3,7	1 12	8 46	16 20
20	4 55,7	20 15	8,47	0,99	3,6	1 11	8 49	16 28
25	5 19,4	20 57	8,16	1,03	3,6	1 11	8 53	16 36
30	5 43,5	21 28	7,88	1,07	3,6	1 12	8 58	16 43
VIII. 4	6 07,9	21 46	7,63	1,10	3,5	1 16	9 03	16 50
9	6 32,7	21 50	7,39	1,14	3,5	1 20	9 08	16 55
14	6 57,7	21 39	7,18	1,17	3,5	1 26	9 13	17 00
19	7 22,7	21 14	6,98	1,20	3,5	1 34	9 18	17 02
24	7 47,7	20 34	6,80	1,24	3,5	1 43	9 24	17 04
29	8 12,6	19 40	6,63	1,27	3,4	1 53	9 29	17 04
IX. 3	8 37,4	18 32	6,47	1,30	3,4	2 04	9 34	17 03
8	9 01,9	17 11	6,33	1,33	3,4	2 16	9 39	17 01
13	9 26,2	15 37	6,20	1,36	3,4	2 29	9 43	16 58
18	9 50,1	13 52	6,08	1,38	3,4	2 41	9 47	16 53
23	10 13,8	11 57	5,96	1,41	3,4	2 55	9 51	16 48
28	10 37,2	9 54	5,86	1,44	3,4	3 08	9 55	16 42
X. 3	10 00,4	7 43	5,76	1,46	3,4	3 21	9 58	16 36
8	11 23,4	5 27	5,67	1,48	3,4	3 35	10 02	16 29
13	11 46,2	3 05	5,59	1,50	3,4	3 48	10 05	16 22
18	12 09,0	+ 0 41	5,52	1,52	3,4	4 02	10 08	16 14
23	12 31,9	− 1 45	5,45	1,54	3,4	4 15	10 11	16 07
28	12 54,8	4 10	5,38	1,56	3,4	4 29	10 14	15 59
XI. 2	13 17,9	6 34	5,32	1,58	3,4	4 43	10 18	15 52
7	13 41,3	8 55	5,27	1,60	3,4	4 57	10 21	15 45
12	14 05,0	11 12	5,22	1,61	3,4	5 12	10 25	15 39
17	14 29,0	13 21	5,17	1,63	3,4	5 26	10 30	15 33
22	14 53,5	15 23	5,13	1,64	3,4	5 41	10 35	15 29
27	15 18,5	17 15	5,10	1,65	3,4	5,55	10 40	15 25
XII. 2	15 44,0	18 55	5,06	1,66	3,4	6 10	10 46	15 22
7	16 10,0	20 22	5,04	1,67	3,4	6 24	10 52	15 21
12	16 36,4	21 35	5,01	1,68	3,4	6 37	10 59	15 21
17	17 03,3	22 32	4,99	1,69	3,4	6 49	11 06	15 23
22	17 30,5	23 12	4,97	1,69	3,4	7 01	11 14	15 27
27	17 57,9	−23 35	4,95	1,70	−3,4	7 10	11 21	15 32

Mars

Dátum	0^h világidőkor				KözEI-ben Budapesten			
	RA	D	látszó sugár	r	m	kel	delel	nyugszik
	h m	° ′	″	cs.e.	magn.	h m	h m	h m
I. 1	22 29,3	−10 31	2,72	1,72	+1,1	10 14	15 31	20 47
11	22 57,7	7 31	2,63	1,78	1,2	9 49	15 20	20 50
21	23 25,7	4 25	2,54	1,85	1,3	9 24	15 08	20 52
31	23 53,3	− 1 17	2,45	1,91	1,3	8 59	14 56	20 54
II. 10	0 20,6	+ 1 51	2,37	1,97	1,4	8 33	14 44	20 55
20	0 47,9	4 54	2,30	2,03	1,5	8 07	14 32	20 57
III. 2	1 15,2	7 52	2,23	2,09	1,5	7 42	14 20	10 58
12	1 42,7	10 41	2,17	2,15	1,6	7 17	14 08	20 59
22	2 10,3	13 19	2,12	2,21	1,6	6 53	13 56	20 59
IV. 1	2 38,3	15 44	2,06	2,27	1,7	6 30	13 45	21 00
11	3 06,6	17 53	2,02	2,32	1,7	6 08	13 34	21 00
21	3 35,2	19 46	1,97	2,37	1,7	5 47	13 23	20 59
V. 1	4 04,2	21 21	1,93	2,42	1,8	5 28	13 13	20 57
11	4 33,4	22 36	1,90	2,46	1,8	5 10	13 02	20 54
21	5 02,8	23 31	1,87	2,50	1,8	4 55	12 52	20 50
31	5 32,3	24 05	1,84	2,54	1,9	4 42	12 42	20 43
VI. 10	6 01,6	24 18	1,82	2,57	1,9	4 30	12 32	20 34
20	6 30,8	24 10	1,80	2,60	1,9	4 21	12 22	20 23
30	6 59,5	23 42	1,79	2,62	1,9	4 13	12 11	20 10
VII. 10	7 27,8	22 56	1,78	2,63	1,9	4 06	12 00	19 54
20	7 55,6	21 51	1,77	2,64	1,9	4 01	11 48	19 36
30	8 22,7	20 31	1,77	2,65	1,9	3 56	11 36	19 16
VIII. 9	8 49,2	18 56	1,77	2,64	2,0	3 52	11 23	18 55
19	9 15,1	17 09	1,78	2,64	2,0	3 47	11 10	18 32
29	9 40,3	15 10	1,79	2,62	2,0	3 43	10 55	18 08
IX. 8	10 05,0	13 02	1,80	2,60	2,0	3 39	10 41	17 43
18	10 29,2	10 47	1,82	2,57	2,0	3 34	10 25	17 17
28	10 53,0	8 25	1,85	2,53	2,0	3 29	10 10	16 50
X. 8	11 16,5	5 59	1,88	2,49	2,0	3 24	9 54	16 23
18	11 39,7	3 31	1,91	2,44	2,0	3 19	9 38	15 56
28	12 02,7	+ 1 01	1,96	2,39	2,0	3 14	9 21	15 29
XI. 7	12 25,7	− 1 29	2,01	2,33	2,0	3 08	9 05	15 02
17	12 48,7	3 57	2,07	2,26	1,9	3 02	8 48	14 34
27	13 11,8	6 22	2,14	2,19	1,9	2 57	8 32	14 08
XII. 7	13 35,0	8 42	2,22	2.11	1,8	2 51	8 16	13 41
17	13 58,4	10 55	2,31	2,03	1,8	2 45	8 00	13 15
27	14 22,0	−23 10	2,41	1,94	+1,7	2 39	7 44	12 49

látható bolygók adatai

Jupiter

Dátum		0h világidőkor				KözEI-ben Budapesten			
		RA	D	látszó sugár	r	m	kel	delel	nyugszik
		h m	° ′	″	cs.e.	magn.	h m	h m	h m
I.	1	19 32,9	− 21 59	15,02	6,12	− 1,4	8 14	12 33	16 53
	11	19 42,9	21 37	14,98	6,13	1,4	7 42	12 04	16 26
	21	19 52,8	21 12	15,00	6,13	1,4	7 10	11 34	15 59
	31	20 02,6	20 46	15,06	6,10	1,4	6 38	11 05	15 31
II.	10	20 12,2	20 18	15,18	6,05	1,5	6 06	10 35	15 04
	20	20 21,5	19 49	15,35	5,99	1,5	5 34	10 05	14 37
III.	2	20 30,5	19 19	15,58	5,90	1,5	5 01	9 35	14 09
	12	20 38,9	18 50	15,85	5,80	1,6	4 27	9 04	13 40
	22	20 46,8	18 21	16,19	5,68	1,6	3,53	8 32	13 11
IV.	1	20 54,1	17 54	16,57	5,55	1,7	3 19	8 00	12 42
	11	21 00,6	17 29	17,02	5,40	1,7	2 44	7 27	12 11
	21	21 06,2	17 07	17,51	5,25	1,8	2 08	6 53	11 39
V.	1	21 10,9	16 49	18,05	5,09	1,8	1 32	6 19	11 06
	11	21 14,5	16 34	18,63	4,93	1,9	0 55	5 43	10 31
	21	21 17,0	16 25	19,24	4,78	2,0	0 17	5 06	9 55
	31	21 18,3	16 22	19,86	4,63	2,1	23 36	4 28	9 17
VI.	10	21 18,3	16 24	20,49	4,49	2,1	22 56	3 49	8 38
	20	21 17,1	16 32	21,08	4,36	2,2	22 17	3 08	7 57
	30	21 14,7	16 46	21,62	4,25	2,2	21 36	2 27	7 14
VII.	10	21 11,2	17 04	22,06	4,17	2,3	20 54	1 39	6 25
	20	21 06,8	17 25	22,39	4,10	2,3	20 12	1 00	5 44
	30	21 01,8	17 48	22,57	4,07	2,4	19 30	0 16	4 58
VIII.	9	20 56,6	18 11	22,59	4,07	2,4	18 47	23 27	4 11
	19	20 51,5	18 32	22,44	4,10	2,3	18 04	22 43	3 25
	29	20 47,0	18 51	22,15	4,15	2,3	17 22	21 59	2 40
IX.	8	20 43,3	19 05	21,73	4,23	2,3	16 40	21 16	1 55
	18	20 40,6	19 15	21,21	4,33	2,2	15 59	20 34	1 13
	28	20 39,2	19 20	20,62	4,46	2,2	15 19	19 53	0 31
X.	8	20 39,2	19 20	20,01	4,59	2,1	14 40	19 14	23 48
	18	20 40,5	19 14	19,39	4,74	2,0	14 02	18 36	23 11
	28	20 43,0	19 04	18,78	4,89	2,0	13 24	18 00	22 35
XI.	7	20 46,8	18 48	18,20	5,05	1,9	12 47	17 24	22 01
	17	20 51,7	18 29	17,67	5,20	1,8	12 11	16 50	21 28
	27	20 57,6	18 04	17,18	5,35	1,8	11 36	16 16	20 57
XII.	7	21 04,3	17 36	16,75	5,49	1,7	11 01	15 44	20 27
	17	21 11,7	17 03	16,38	5,61	1,7	10 26	15 12	19 57
	27	21 19,6	− 16 27	16,06	5,72	− 1,6	9 52	14 40	19 29

IV. A szabad szemmel látható bolygók adatai
Szaturnusz

Dátum		0^h világidőkor				KözEl-ben Budapesten			
		RA	D	látszó sugár	r	m	kel	delel	nyugszik
		h m	° ′	″	cs.e.	magn.	h m	h m	h m
I.	1	15 31,6	−16 56	7,05	10,57	+0,8	3 46	8 32	13 19
	11	15 35,3	17 08	7,14	10,44	0,8	3 11	7 57	12 42
	21	15 38,5	17 18	7,24	10,30	0,8	2 36	7 20	12 05
	31	15 41,2	17 25	7,35	10,14	0,7	2 00	6 44	11 28
II.	10	15 43,3	17 30	7,47	9,98	0,7	1 23	6 07	10 50
	20	15 44,7	17 33	7,60	9,81	0,7	0 45	5 29	10 12
III.	2	15 45,5	17 34	7,73	9,65	0,6	0 07	4 50	9 33
	12	15 45,5	17 32	7,86	9,49	0,6	23 24	4 11	8 54
	22	15 44,9	17 28	7,98	9,34	0,5	22 44	3 31	8 14
IV.	1	15 43,6	17 22	8,10	9,21	0,5	22 03	2 50	7 34
	11	15 41,8	17 15	8,19	9,10	0,4	21 21	2 09	6 54
	21	15 39,4	17 06	8,27	9,02	0,4	20 38	1 27	6 13
V.	1	15 36,7	16 56	8,32	8,96	0,3	19 55	0 45	5 32
	11	15 33,7	16 46	8,35	8,93	0,3	19 12	0 03	4 50
	21	15 30,7	16 36	8,35	8,93	0,3	18 29	23 17	4 09
	31	15 27,7	16 26	8,32	8,96	0,3	17 46	22 34	3 27
VI.	10	15 25,0	16 17	8,27	9,02	0,4	17 03	21 52	2 46
	20	16 22,6	16 10	8,19	9,10	0,5	16 21	21 11	2 05
	30	15 20,7	16 05	8,09	9,21	0,5	15 39	20 30	1 24
VII.	10	15 19,4	16 02	7,98	9,34	0,6	14 58	19 49	0 44
	20	15 18,6	16 02	7,86	9,49	0,6	14 18	19 09	24 00
	30	15 18,5	16 04	7,73	9,64	0,7	14 39	18 30	23 20
VIII.	9	15 19,1	16 09	7,61	9,80	0,7	13 01	17 51	22 41
	19	15 20,3	16 16	7,48	9,97	0,8	12 23	17 13	22 02
	29	15 22,1	16 26	7,36	10,13	0,8	11 46	16 35	21 24
IX.	8	15 24,5	16 37	7,25	10,29	0,8	11 10	15 58	20 46
	18	15 27,4	16 50	7,14	10,44	0,8	10 35	15 22	20 09
	28	15 30,8	17 04	7,05	10,57	0,8	10 00	14 46	19 32
X.	8	15 34,7	17 19	6,97	10,69	0,8	9 26	14 11	18 55
	18	15 38,8	17 35	6,91	10,79	0,8	8 52	13 35	18 18
	28	15 43,3	17 51	6,86	10,87	0,7	8 19	13 01	17 42
XI.	7	15 48,0	18 07	6,83	10,92	0,7	7 46	12 26	17 06
	17	15 52,8	18 23	6,81	10,95	0,7	7 12	11 51	16 30
	27	15 57,7	18 38	6,81	10,95	0,7	6 39	11 17	15 55
XII.	7	16 02,6	18 52	6,82	10,93	0,7	6 06	10 43	15 19
	17	16 07,4	19 06	6,85	10,88	0,7	5 33	10 08	14 43
	27	16 12,1	−19 18	6,90	10,80	+0,7	4 59	9 33	14 08

IVa Az Uránusz és Neptunusz adatai

Dátum		0^h világidőkor				KözEI-ben Budapesten			
		RA	D	látszó sugár	r	m	kel	delel	nyugszik
		h m	° ′	″	cs.e.	magn.	h m	h m	h m
				Uránusz					
I.	1	16 56,4	−22 38	1,72	19,94	+6,0	5 41	9 57	14 13
	31	17 02,9	22 48	1,75	19,62	6,0	3 50	8 05	12 21
III.	2	17 06,9	22 54	1,79	19,15	6,0	1 57	6 11	10 26
IV.	1	17 07,6	22 55	1,84	18,65	5,9	0 00	4 14	8 29
V.	1	17 05,1	22 52	1,88	18,26	5,9	21 55	2 14	6 28
	31	17 00,3	22 46	1,90	18,07	5,8	19 52	0 11	4 26
VI.	30	16 55,2	22 38	1,89	18,15	5,8	17 48	22 04	2 24
VII.	30	16 51,4	22 33	1,86	18,46	5,9	15 45	20 02	0 23
VIII.	29	16 50,5	22 31	1,81	18,92	5,9	13 46	18 03	22 20
IX.	28	16 52,7	22 35	1,76	19,43	6,0	11 51	16 08	20 24
X.	28	16 58,0	22 44	1,73	19,84	6,0	9 59	14 15	18 31
XI.	27	17 05,2	22 54	1,71	20,07	6,1	8 09	12 24	16 39
XII.	27	17 13,0	−23 04	1,71	20,06	+6,1	6 20	10 34	14 48
				Neptunusz					
I.	1	18 06,4	−22 19	1,17	31,23	+7,8	6 49	11 07	15 25
	31	18 11,0	22 18	1,18	31,02	7,8	4 55	9 13	13 31
III.	2	18 14,3	22 17	1,19	30,61	7,8	3 00	7 18	11 37
IV.	1	18 15,6	22 15	1,21	30,11	7,7	1 04	5 22	9 40
V.	1	18 14,9	22 15	1,23	29,64	7,7	23 01	3 23	7 41
	31	18 12,4	22 15	1,25	29,32	7,7	21 01	1 23	5 41
VI.	30	18 09,0	22 16	1,25	29,24	7,7	18 59	23 17	3 40
VII.	30	18 05,8	22 17	1,24	29,42	7,7	16 58	21 16	1 38
VIII.	29	18 03,9	22 19	1,23	29,81	7,7	14 58	19 16	23 34
IX.	28	18 04,0	22 20	1,21	30,30	7,8	13 01	17 19	21 36
X.	28	18 06,1	22 21	1,19	30,78	7,8	11 05	15 23	19 41
XI.	27	18 09,9	22 21	1,17	31,12	7,8	9 11	13 29	17 46
XII.	27	18 14,7	−22 20	1,17	31,23	+7,8	7 18	11 35	15 53

Dátum	Merkur		Vénusz		Föld	
	λ	β	λ	β	λ	β
	°	°	°	°	°	0,001°-ban
I. 5	191,1	+4,2	49,7	−1,5	104,1	−4
15	223,7	+0,5	65,8	−0,6	114,3	−4
25	252,0	−2,9	81,9	+0,3	124,5	−4
II. 4	279,8	−5,5	98,0	+1,3	134,6	−3
14	310,8	−7,0	114,2	+2,1	144,7	−2
24	349,7	−6,0	130,5	+2,8	154,8	−1
III. 6	41,6	−0,7	146,7	+3,2	164,9	−1
16	103,7	+5,8	163,0	+3,4	174,9	0
26	158,2	+6,6	179,2	+3,3	184,8	+1
IV. 5	198,3	+3,5	195,4	+3,0	194,7	+2
15	229,7	−0,2	211,4	+2,4	204,5	+3
25	257,5	−3,5	227,5	+1,6	214,3	+3
V. 5	285,7	−6,0	243,4	+0,7	223,9	+4
15	317,9	−7,0	259,3	−0,2	233,6	+4
25	359,0	−5,3	275,1	−1,1	243,2	+5
VI. 4	53,9	+0,8	291,0	−1,2	252,8	+5
14	116,0	+6,5	306,8	−2,6	262,4	+5
24	167,4	+6,1	322,6	−3,1	271,9	+5
VII. 4	205,2	+2,7	338,4	−3,4	281,5	+5
14	235,5	−1,0	354,3	−3,4	291,0	+4
24	263,1	−4,1	10,2	−3,1	300,6	+4
VIII. 3	291,8	−6,3	26,2	−2,6	310,1	+3
13	325,3	−6,9	45,2	−1,9	319,7	+3
23	9,0	−4,4	58,2	−1,0	329,3	+2
IX. 2	66,5	+2,3	74,3	−0,1	339,0	+1
12	127,7	+6,9	90,4	+0,8	348,7	0
22	175,9	+5,5	106,6	+1,7	358,5	−1
X. 2	211,7	+1,9	122,8	+2,5	8,3	−1
12	241,2	−1,6	139,1	+3,0	18,1	−2
22	268,8	−4,6	155,3	+3,3	28,0	−3
XI. 1	298,1	−6,6	171,6	+3,4	38,0	−4
11	333,2	−6,8	187,8	+3,2	48,0	−4
21	19,6	−3,3	203,9	+2,7	58,1	−5
XII. 1	79,3	+3,7	220,0	+2,0	68,2	−5
11	138,7	+7,0	235,9	+1,2	78,4	−5
21	184,0	+4,9	251,8	+0,3	88,6	−5
31	218,1	+1,2	267,7	−0,7	98,8	−5

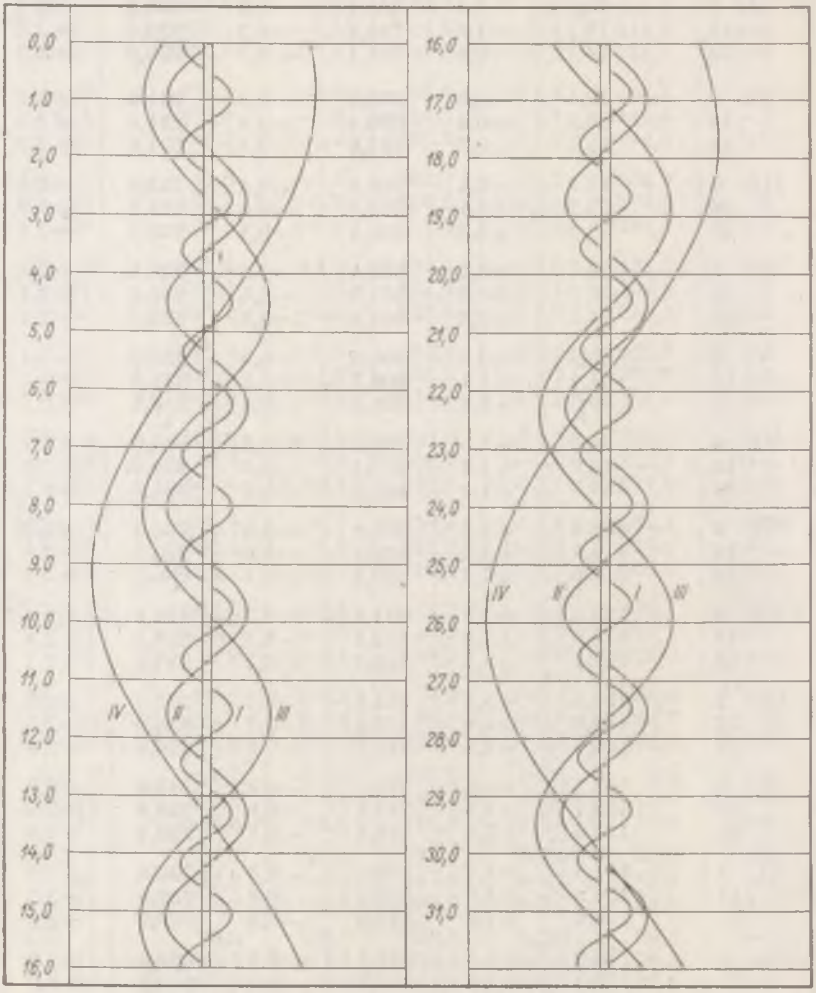
λ: ekliptikai hosszúság
β: ekliptikai szélesség

ekliptikai koordinátái (0^h világidőkor)

Dátum	Mars		Jupiter		Szaturnusz	
	λ	β	λ	β	λ	β
	°	°	°	°	°	°
I. 5	12,0	—1,1	293,4	—0,3	230,3	+2,2
15	18,1	—1,0	294,2	—0,3	230,6	+2,2
25	24,1	—0,8	295,1	—0,3	230,9	+2,2
II. 4	30,1	—0,6	295,9	—0,4	231,2	+2,2
14	35,9	—0,4	296,8	—0,4	231,5	+2,2
24	41,7	—0,2	297,6	—0,4	231,8	+2,2
III. 6	47,3	—0,1	298,5	—0,4	232,2	+2,2
16	52,9	+0,1	299,3	—0,4	232,5	+2,2
26	58,3	+0,3	300,2	—0,4	232,8	+2,2
IV. 5	63,7	+0,5	301,1	—0,5	233,1	+2,2
15	69,0	+0,6	301,9	—0,5	233,4	+2,1
25	74,2	+0,8	302,8	—0,5	233,7	+2,1
V. 5	79,3	+0,9	303,6	—0,5	234,0	+2,1
15	84,4	+1,1	304,5	—0,5	234,3	+2,1
25	89,3	+1,2	305,3	—0,6	234,6	+2,1
VI. 4	94,2	+1,3	306,2	—0,6	234,9	+2,1
14	99,0	+1,4	307,1	—0,6	235,2	+2,1
24	103,7	+1,5	307,9	—0,6	235,5	+2,1
VII. 4	108,4	+1,6	308,8	—0,6	235,9	+2,1
14	113,1	+1,7	309,7	—0,6	236,2	+2,1
24	117,6	+1,7	310,5	—0,7	236,5	+2,1
VIII. 3	122,2	+1,8	311,4	—0,7	236,8	+2,1
13	126,6	+1,8	312,3	—0,7	237,1	+2,1
23	131,1	+1,8	313,1	—0,7	237,4	+2,1
IX. 2	135,5	+1,8	314,0	—0,7	237,7	+2,0
12	140,0	+1,8	314,9	—0,7	238,0	+2,0
22	144,4	+1,8	315,8	—0,8	238,2	+2,0
X. 2	148,7	+1,8	316,6	—0,8	238,6	+2,0
12	153,1	+1,8	317,5	—0,8	238,9	+2,0
22	157,5	+1,8	318,4	—0,8	239,2	+2,0
XI. 1	161,8	+1,7	319,3	—0,8	239,5	+2,0
11	166,2	+1,6	320,2	—0,8	239,9	+2,0
21	170,6	+1,6	321,0	—0,9	240,2	+2,0
XII. 1	175,0	+1,5	321,9	—0,9	240,5	+2,0
11	179,0	+1,4	322,8	—0,9	240,8	+2,0
21	183,9	+1,3	323,7	—0,9	241,1	+2,0
31	188,4	+1,2	324,6	—0,9	241,4	+2,0

VI a A Jupiter-holdak helyzetei (világidőben)

Május					
a holdak a bolygó					
nap	nyugati oldalán	keleti oldalán	nap	nyugati oldalán	keleti oldalán



A Jupiter-holdak jelenségei (KözEI-ben)

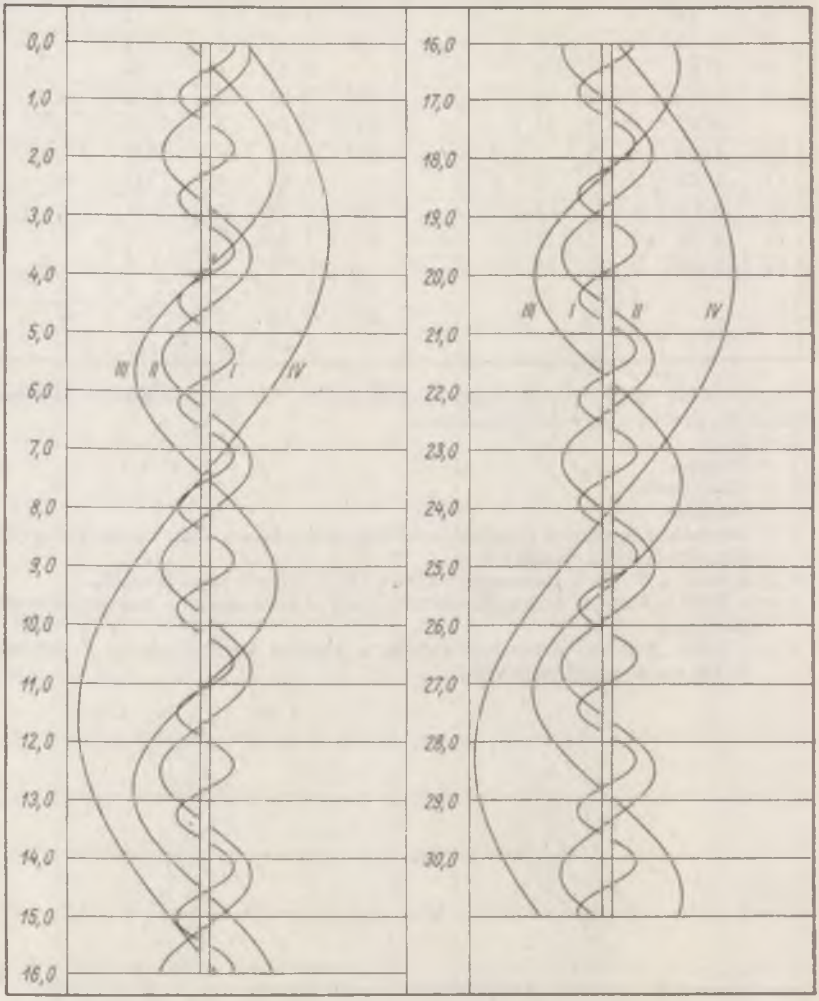
d	h	m		hold	jelenség
3	2	16	*k*	I	*á*
	3	34	*k*	I	*e*
4	3	13	*v*	I	*m*
5	2	17	*v*	IV	*e*
6	3	21	*v*	III	*á*
7	3	13	*k*	II	*e*
	3	22	*v*	II	*á*
10	4	09	*k*	I	*f*
11	1	28	*k*	I	*f*
12	2	13	*v*	I	*e*
13	3	48	*k*	III	*á*
14	3	09	*k*	II	*á*
16	2	47	*v*	II	*m*
17	2	42	*v*	III	*m*
18	3	22	*k*	I	*f*
19	1	49	*k*	I	*e*
	2	47	*v*	I	*á*
20	1	27	*v*	I	*m*
21	2	53	*k*	I	*á*
24	1	17	*v*	III	*f*
	2	55	*k*	III	*m*
25	0	25	*v*	II	*e*
26	2	25	*k*	I	*á*
	3	40	*k*	I	*e*
27	3	18	*v*	I	*m*
30	0	42	*k*	IV	*m*
31	1	40	*k*	III	*f*

k vagy *v* betű azt mutatja, hogy a szomszédos oszlop időadata a jelenség kezdetére, illetve végére vonatkozik-e

I = Io
II = Europa
III = Ganymedes
IV = Callisto
f = fogyatkozás van (a Jupiter-hold fogyatkozásban van, tehát a Jupiter árnyékkúpjába került)
m = a hold a Jupiter korongja mögött (Földünkről nem látszik)
e = a hold a Jupiter korongja előtt (a hold látszólagosan a bolygó korongján van)
á = a hold „fekete" árnyéka vetődik a Jupiter korongjára (a Jupiteren teljes napfogyatkozás van)

VI a A Jupiter-holdak helyzetei (világidőben)

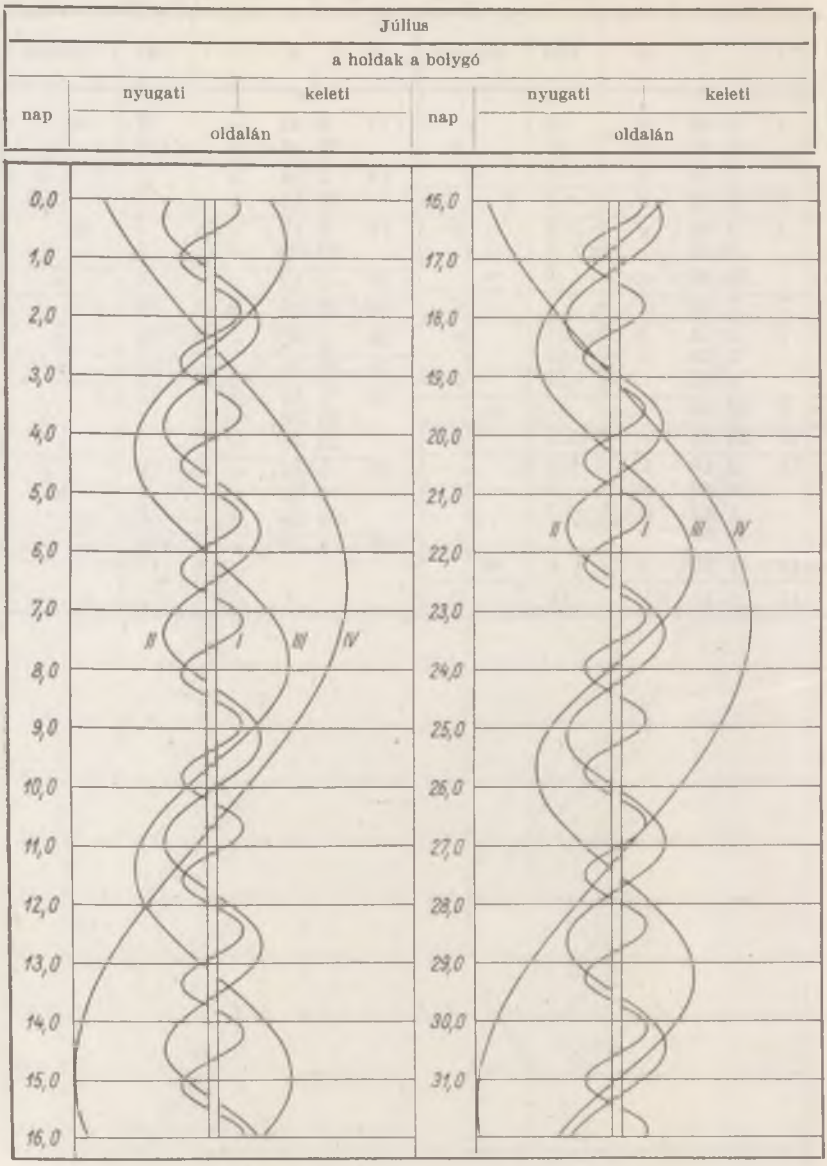
Június					
a holdak a bolygó					
nap	nyugati	keleti	nap	nyugati	keleti
	oldalán			oldalán	



A Jupiter-holdak jelenségei (KözEI-ben)

d	h	m	hold	jelenség
1	0	03	*k*	II	*e*
	0	26	*v*	II	*á*
	2	53	*v*	II	*e*
3	1	38	*k*	I	*f*
4	1	03	*v*	I	*á*
	2	15	*v*	I	*e*
	23	36	*v*	I	*m*
7	1	40	*v*	IV	*á*
8	0	11	*k*	II	*á*
	2	29	*k*	II	*e*
	3	01	*v*	II	*á*
9	23	30	*v*	II	*m*
10	23	18	*v*	III	*á*
11	0	16	*k*	III	*e*
	0	40	*k*	I	*á*
	1	47	*k*	I	*e*
	2	57	*v*	I	*á*
12	1	25	*v*	I	*m*
15	2	46	*k*	II	*á*
17	0	54	*v*	II	*m*
	23	44	*k*	III	*á*
18	2	34	*k*	I	*f á*
	23	54	*k*	I	
19	3	12	*v*	I	*m*
	23	20	*v*	I	*á*
20	0	19	*v*	I	*e*
23	23	29	*k*	II	*f*
24	0	00	*k*	IV	*e*
25	23	15	*v*	II	*e*
26	1	47	*k*	I	*f*
	22	56	*k*	I	*á*
	23	49	*k*	I	*e*
27	1	14	*v*	I	*á*
	2	06	*v*	I	*e*
	23	25	*v*	I	*m*
29	0	42	*v*	III	*m*

VI a A Jupiter-holdak helyzetei (világidőben)

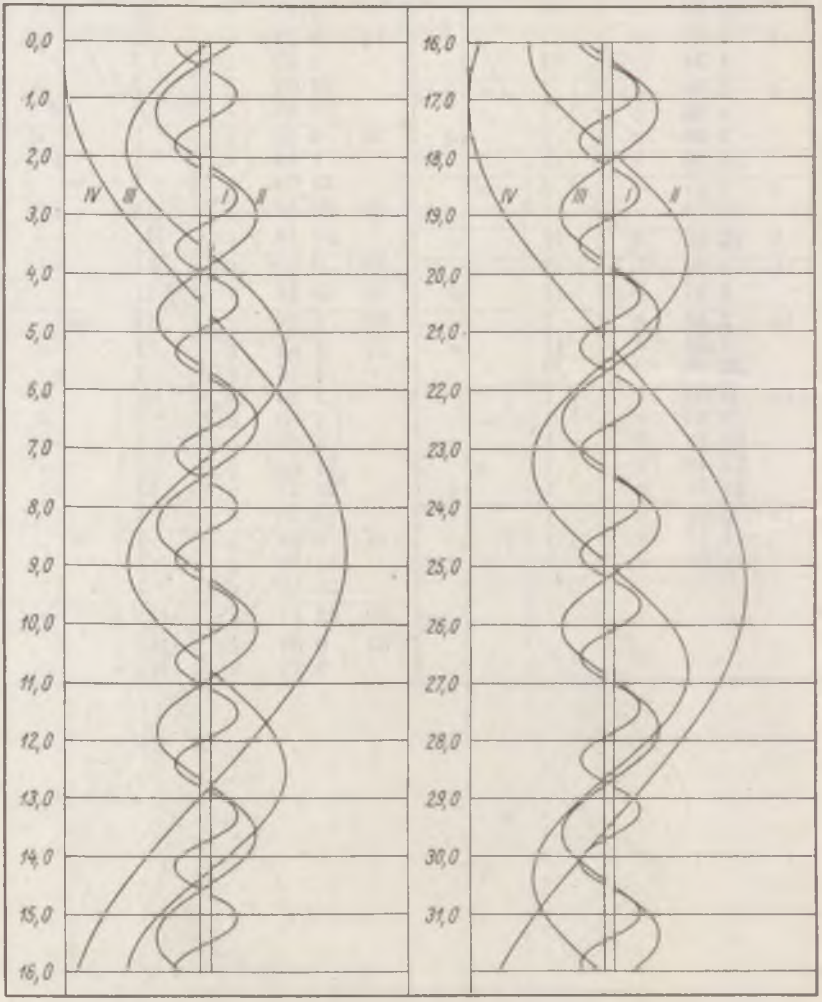


A Jupiter-holdak jelenségei (KözEI-ben)

d	h	m	hold	jelenség
1	2	05	*k*	II	*f*
2	1	12	*k*	IV	*f*
	22	43	*k*	II	*e*
3	0	03	*v*	II	*á*
	1	34	*v*	II	*e*
4	0	50	*k*	I	*á*
	1	35	*k*	I	*e*
	3	08	*v*	I	*á*
	22	10	*k*	I	*f*
5	1	11	*v*	I	*m*
	22	19	*v*	I	*e*
9	23	46	*k*	II	*á*
10	1	00	*k*	II	*e*
	2	37	*v*	II	*á*
11	2	44	*k*	I	*á*
	3	20	*k*	II	*e*
	22	06	*v*	II	*m*
12	0	03	*k*	I	*f*
	2	55	*v*	I	*m*
	21	13	*k*	I	*á*
	21	46	*k*	I	*e*
	23	31	*v*	I	*á*
13	0	04	*v*	I	*e*
	1	37	*k*	III	*f*
	21	21	*v*	I	*m*
16	21	11	*v*	III	*e*
17	2	21	*k*	II	*á*
	3	15	*k*	II	*e*
19	0	22	*v*	II	*m*
	1	57	*k*	I	*f*
	23	07	*k*	I	*á*
	23	31	*k*	I	*e*
20	1	25	*v*	I	*á*
	1	49	*v*	I	*e*
	23	05	*v*	I	*m*
23	20	52	*k*	III	*e*
	23	19	*v*	III	*á*
24	0	30	*v*	III	*e*
25	23	14	*v*	II	*f*
26	2	38	*v*	II	*m*
27	1	02	*k*	I	*á*
	1	15	*k*	I	*e*
	3	20	*k*	IV	*á*
	3	20	*v*	I	*á*
	3	33	*v*	I	*e*
	21	04	*v*	II	*á*
	21	27	*v*	II	*e*
	22	20	*k*	I	*f*
28	0	49	*v*	I	*m*
	21	49	*v*	I	*á*
	21	59	*v*	I	*e*
30	23	41	*k*	III	*á*
31	0	09	*k*	III	*e*
	3	19	*v*	III	*á*

VI a A Jupiter-holdak helyzetei (világidőben)

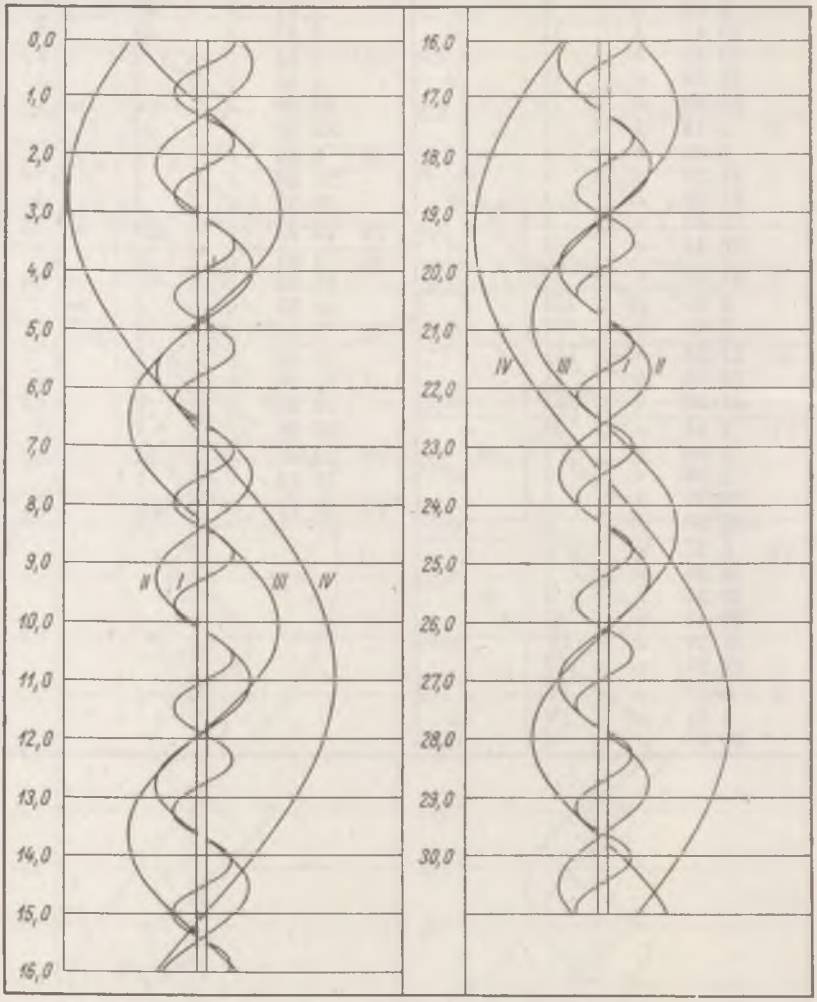
Augusztus					
a holdak a bolygó					
nap	nyugati	keleti	nap	nyugati	keleti
	oldalán			oldalán	



A Jupiter-holdak helyzetei (KözEI-ben)

d	h	m	hold	jelenség
2	1	51	*k*	II	*f*
3	2	56	*k*	I	*á*
	2	59	*k*	I	*e*
	20	47	*k*	II	*á*
	20	49	*k*	II	*e*
	23	39	*v*	II	*á*
	23	40	*v*	II	*e*
4	0	14	*k*	I	*f*
	2	32	*v*	I	*m*
	21	25	*k*	I	*e*
	21	25	*k*	I	*á*
	23	43	*v*	I	*e*
	23	44	*v*	I	*á*
5	21	00	*v*	I	*f*
7	3	25	*k*	III	*e*
	3	42	*k*	III	*á*
10	21	15	*v*	III	*f*
	23	03	*k*	II	*e*
	23	22	*k*	II	*á*
11	1	54	*v*	II	*e*
	1	59	*k*	I	*m*
	2	14	*v*	II	*á*
	23	09	*k*	I	*e*
	23	20	*k*	I	*á*
12	1	27	*v*	I	*e*
	1	38	*v*	I	*á*
	20	25	*k*	I	*m*
	20	42	*v*	II	*f*
	21	29	*k*	IV	*á*
	22	54	*v*	I	*f*
13	0	17	*v*	IV	*e*
	2	21	*v*	IV	*á*
	20	07	*v*	I	*á*
17	20	15	*k*	III	*m*
18	1	15	*v*	III	*f*
	1	17	*k*	II	*e*
	1	57	*k*	II	*á*
19	0	53	*k*	I	*e*
	1	15	*k*	I	*á*
	22	09	*k*	I	*m*
	23	20	*v*	II	*f*
20	0	49	*v*	I	*f*
	21	38	*v*	I	*e*
	22	02	*v*	I	*á*
24	23	33	*k*	III	*m*
26	2	38	*k*	I	*e*
	21	55	*k*	II	*m*
	23	53	*k*	I	*m*
27	1	58	*v*	II	*f*
	21	05	*k*	I	*e*
	21	39	*k*	I	*á*
	23	23	*v*	I	*e*
	23	58	*v*	I	*á*
28	20	41	*v*	II	*á*
	21	12	*v*	I	*f*
29	20	32	*v*	IV	*á*

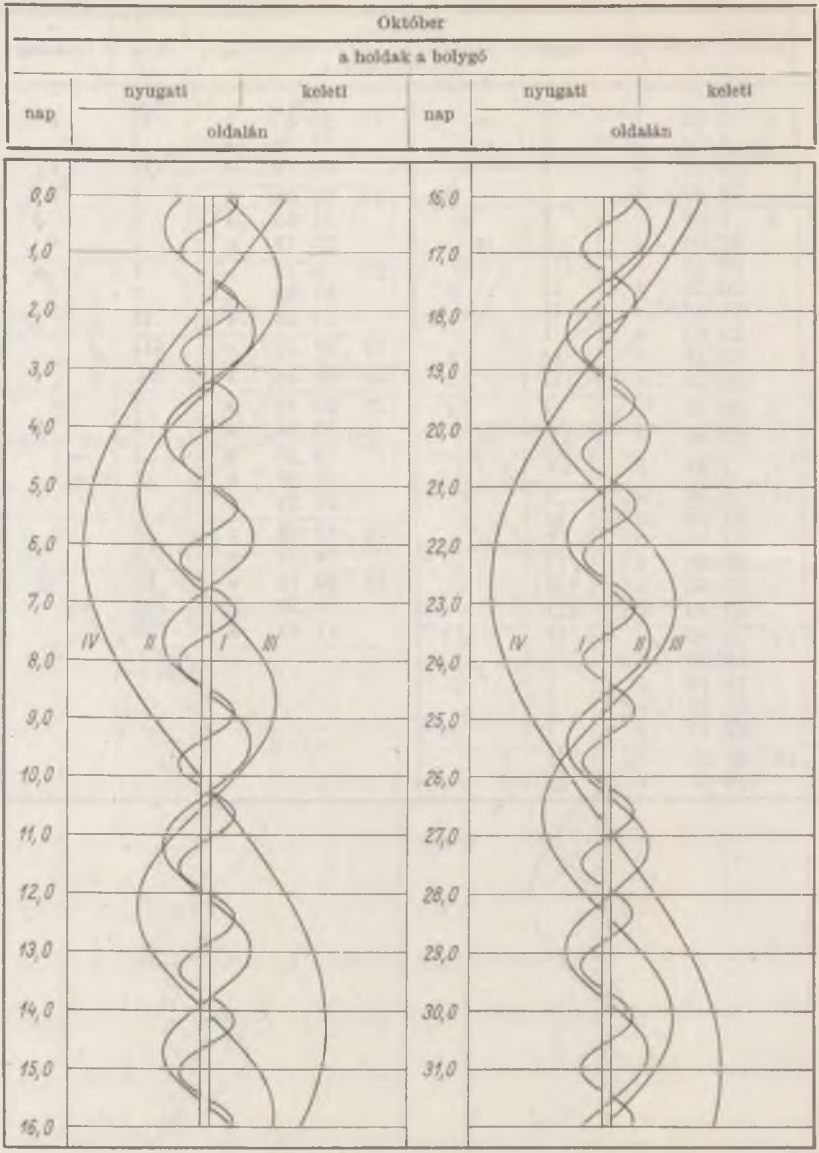
VI a A Jupiter-holdak helyzetei (világidőben)



A Jupiter-holdak helyzetei (KözEI-ben)

d	h	m	hold	jelenség
3	0	14	*k*	II	*m*
	1	39	*k*	I	*m*
	22	51	*k*	I	*e*
	23	35	*k*	I	*á*
4	1	09	*v*	I	*e*
	20	05	*k*	I	*m*
	20	21	*v*	III	*e*
	20	25	*k*	II	*á*
	21	47	*v*	II	*e*
	23	07	*v*	I	*f*
	23	16	*v*	II	*á*
	23	23	*v*	III	*á*
5	20	22	*v*	I	*á*
6	23	09	*v*	IV	*m*
7	1	43	*k*	IV	*f*
11	0	38	*k*	I	*e*
	21	16	*k*	II	*e*
	21	52	*k*	I	*m*
	23	00	*k*	II	*á*
	23	46	*k*	III	*á*
	23	49	*v*	III	*e*
12	0	06	*v*	II	*e*
	19	05	*k*	I	*e*
	19	59	*k*	I	*á*
	21	23	*v*	I	*e*
	22	17	*v*	I	*á*
13	19	31	*v*	I	*f*
	19	35	*v*	II	*f*
18	23	37	*k*	II	*e*
	23	39	*k*	I	*m*
	23	44	*k*	III	*e*
19	20	54	*k*	I	*e*
	21	55	*k*	I	*á*
	23	11	*v*	I	*e*
20	0	12	*v*	I	*á*
	21	26	*v*	I	*f*
	23	13	*v*	II	*f*
22	21	19	*v*	III	*f*
23	19	53	*k*	IV	*f*
26	22	43	*k*	I	*e*
	23	50	*k*	I	*á*
27	19	56	*k*	I	*m*
	20	38	*k*	II	*m*
	23	21	*v*	I	*f*
28	19	28	*v*	I	*e*
	20	37	*v*	I	*á*
29	20	19	*v*	II	*á*
	20	39	*v*	III	*m*
	21	41	*k*	III	*f*

VI a A Jupiter-holdak helyzetei (világidőben)

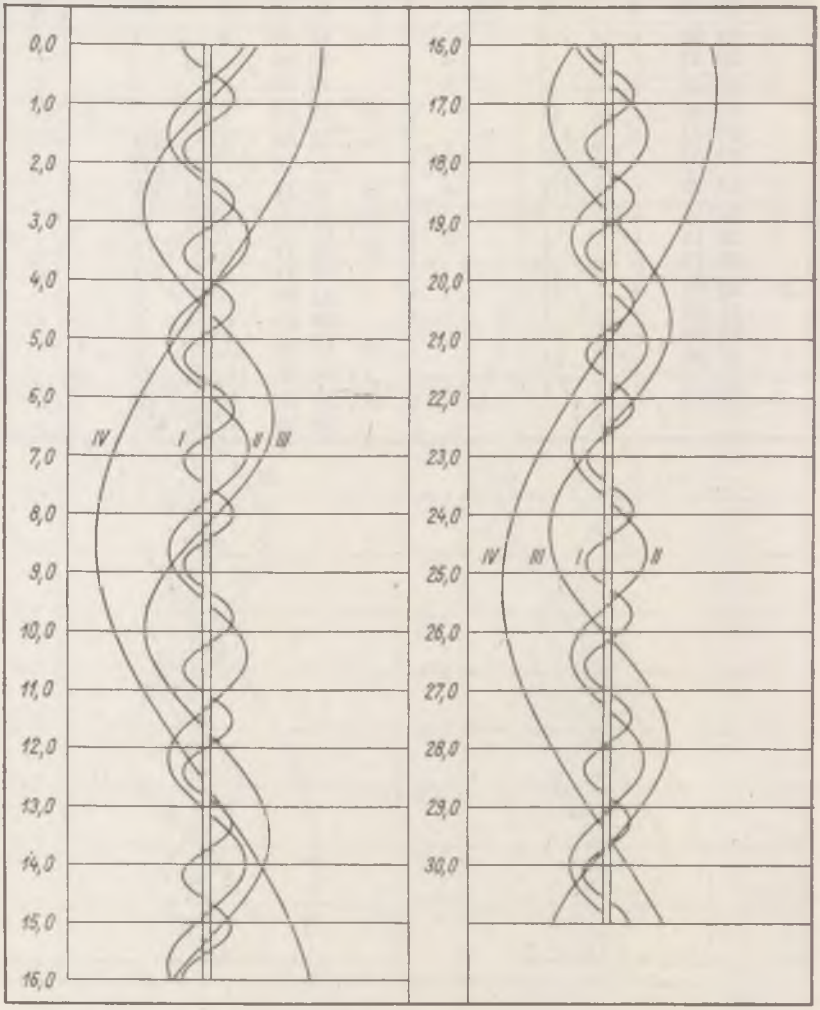


A Jupiter-holdak jelenségei (KözEI-ben)

d	h	m	hold	jelenség
1	21	39	*v*	IV	*e*
4	21	46	*k*	I	*m*
	23	06	*k*	II	*m*
5	21	20	*v*	I	*e*
	22	32	*v*	I	*á*
6	20	04	*k*	II	*á*
	20	30	*v*	II	*e*
	20	44	*k*	III	*m*
	22	54	*v*	II	*á*
10	19	29	*v*	III	*á*
12	20	55	*k*	I	*e*
	22	11	*k*	I	*á*
	23	12	*v*	I	*e*
13	20	99	*k*	II	*e*
	21	40	*v*	I	*f*
	22	39	*k*	II	*á*
	22	59	*v*	II	*e*
14	18	57	*v*	I	*á*
17	18	15	*v*	III	*e*
	19	53	*k*	III	*á*
18	22	20	*k*	IV	*á*
21	18	36	*k*	I	*á*
	19	34	*v*	I	*e*
	20	53	*v*	I	*á*
22	18	04	*v*	I	*f*
24	18	34	*k*	III	*e*
	22	10	*v*	III	*e*
26	19	48	*k*	IV	*m*
27	21	53	*k*	I	*m*
28	19	12	*k*	I	*e*
	20	31	*k*	I	*á*
	21	29	*v*	I	*e*
	22	48	*v*	I	*á*
29	19	59	*v*	I	*f*
	20	06	*k*	II	*m*
31	20	00	*v*	II	*á*
	22	34	*k*	III	*e*

VI a A Jupiter-holdak helyzetei (világidőben)

November					
a holdak a bolygó					
nap	nyugati	keleti	nap	nyugati	keleti
	oldalán			oldalán	



A Jupiter-holdak jelenségei (KözEI-ben)

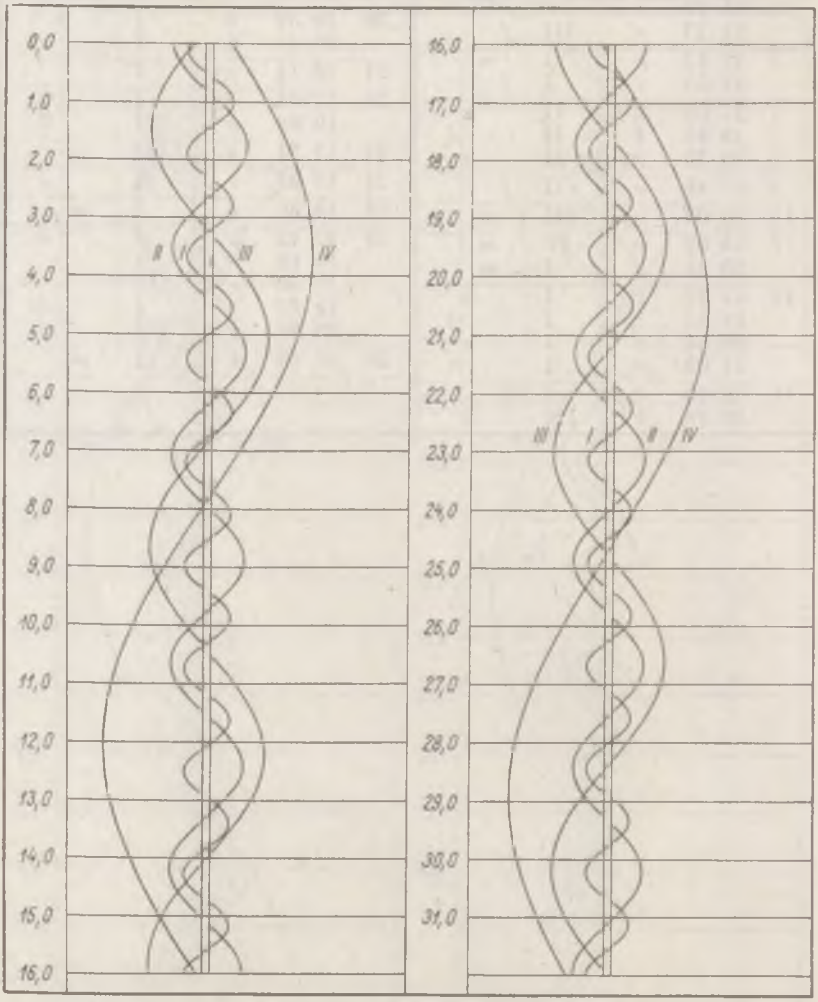
d	h	m	hold	jelenség
4	17	47	*k*	III	*f*
	20	08	*k*	I	*e*
	21	23	*v*	IV	*á*
	21	27	*v*	III	*f*
5	18	17	*k*	I	*m*
	21	55	*v*	I	*f*
7	17	09	*k*	II	*e*
	19	45	*k*	II	*á*
	19	59	*v*	II	*e*
9	17	41	*v*	II	*f*
11	20	09	*v*	III	*m*
12	19	02	*v*	IV	*m*
	20	14	*k*	I	*m*
13	17	34	*k*	I	*e*
	18	52	*k*	I	*á*
	19	51	*v*	I	*e*
	21	09	*v*	I	*á*
14	18	19	*v*	I	*f*
	19	48	*k*	II	*e*
16	20	19	*v*	II	*f*
18	20	39	*k*	III	*m*
20	19	32	*k*	I	*e*
	20	48	*k*	I	*á*
21	20	14	*v*	I	*f*
22	17	34	*v*	I	*á*
	19	39	*v*	III	*á*
23	17	31	*k*	II	*m*
25	17	07	*v*	II	*á*
28	18	39	*k*	I	*m*
29	17	12	*k*	I	*á*
	18	18	*v*	I	*e*
	18	50	*v*	III	*e*
	19	29	*v*	I	*á*
	20	03	*k*	III	*á*
30	20	16	*k*	II	*m*

VI a Jupiter-holdak helyzetei (világidőben)

December

a holdak a bolygó

nap	nyugati	keleti	nap	nyugati	keleti
	oldalán			oldalán	



A Jupiter-holdak jelenségei (KözEI-ben)

d	h	m	hold	jelenség
2	17	25	*v*	II	*e*
	19	44	*v*	II	*á*
6	18	00	*k*	I	*e*
	19	08	*k*	I	*á*
	19	30	*k*	III	*e*
7	18	17	*k*	IV	*e*
	18	34	*v*	I	*f*
9	18	18	*k*	II	*e*
	19	29	*k*	II	*á*
10	17	34	*v*	III	*f*
11	17	31	*v*	II	*f*
14	17	08	*k*	I	*m*
15	16	48	*v*	I	*e*
	17	49	*v*	I	*á*
16	19	36	*v*	IV	*f*
	20	04	*k*	II	*e*
17	17	31	*v*	III	*m*
	17	56	*k*	III	*f*
21	19	09	*k*	I	*m*
22	17	28	*k*	I	*á*
	18	49	*v*	I	*e*
	19	45	*v*	I	*á*
23	16	53	*v*	I	*f*
24	18	14	*k*	III	*m*
	19	20	*v*	IV	*e*
27	16	54	*v*	II	*á*
29	18	33	*k*	I	*e*
	19	23	*k*	I	*á*
30	18	49	*v*	I	*f*

VII. A Mars és a Jupiter centrálmeridiánjának planetografikus hosszúsága

Dátum		Mars	Jupiter		Szaturnusz	
			I.	II.	*a*	*b*
		°	°	°	″	″
I.	4	70	61	56	35,63	14,13
	8	31	332	296	35,81	14,24
	12	351	242	176	36,00	14,35
	16	311	153	56	36,19	14,46
	20	271	64	296	36,40	14,57
	24	231	334	176	36,61	14,69
	28	191	245	56	36,84	14,80
II.	1	151	156	297	37,07	14,91
	5	112	67	177	37,31	15,03
	9	72	337	57	37,55	15,14
	13	32	248	298	37,81	15,26
	17	352	159	178	38,06	15,37
	21	312	70	58	38,32	15,48
	25	273	341	299	38,58	15,58
III.	1	233	252	179	38,84	15,69
	5	194	163	59	39,10	15,79
	9	154	74	300	39,36	15,89
	13	114	345	180	39,62	15,98
	17	75	256	61	39,87	16,07
	21	36	167	301	40.12	16,15
	25	356	78	182	40,36	16,23
	29	317	349	63	40,58	16,30
IV.	2	277	260	303	40,80	16,36
	6	238	172	184	41,00	16,41
	10	199	83	65	41,19	16,46
	14	160	354	306	41,37	16,50
	18	121	265	186	41,52	16,53
	22	82	177	67	41,66	16,55
	26	43	88	308	41.78	16,56
	30	3	0	189	41,88	16,56
V.	4	324	271	70	41,96	16,55
	8	286	183	311	42,02	16,53
	12	247	94	192	42,05	16,50
	16	208	6	73	42,06	16,46
	20	169	278	315	42,05	16,42
	24	130	190	196	42,01	16,36
	28	91	101	77	41,96	16,30
VI.	1	52	13	318	41,88	16,23
	5	13	285	200	41,78	16,16
	9	334	197	81	41,66	16,08
	13	295	109	323	41,52	16,00
	17	257	21	204	41,36	15,91
	21	218	293	85	41,19	15,82
	25	179	205	327	41,00	15,72
	29	140	117	209	40,80	15,63

A közölt planetografikus hosszúságok a bolygó forgási tengelyével definiált koordinátákat adják meg; a Szaturnusz gyűrűjére megadott *a* és *b* a gyűrű nagy- és kistengelyét jelenti.

és adatok a Szaturnusz gyűrűjére vonatkozólag (0^h világidőkor)

Dátum		Mars	Jupiter		Szaturnusz	
			I.	II.	b	a
		°	°	°	″	″
VII.	3	101	29	90	40,58	15,53
	7	62	301	332	40,36	15,44
	11	23	213	213	40,13	15,34
	15	345	126	95	39,88	15,24
	19	306	38	337	39,63	15,15
	23	267	310	218	39,38	15,06
	27	228	222	100	39,12	14,97
	31	189	134	342	38,87	14,89
VIII.	4	150	46	223	38,61	14,80
	8	111	318	105	38,35	14,73
	12	72	231	346	38,09	14,65
	16	33	143	228	37,83	14,58
	20	354	55	109	37,58	14,51
	24	315	327	351	37,34	14,45
	28	276	238	232	37,10	14,40
IX.	1	237	150	114	36,86	14,34
	5	198	62	355	36,64	14,30
	9	159	334	236	36,42	14,25
	13	119	246	117	36,20	14,22
	17	80	157	358	36,00	14,18
	21	41	69	239	35,81	14,16
	25	2	340	120	35,63	14,13
	29	323	252	1	35,45	14,11
X.	3	284	163	242	35,29	14,10
	7	244	74	123	35,14	14,09
	11	205	346	4	35,00	14,09
	15	166	257	244	34,87	14,09
	19	127	168	125	34,76	14,09
	23	88	79	5	34,65	14,10
	27	49	350	246	34,56	14,12
	31	9	261	126	34,48	14,14
XI.	4	330	172	7	34,41	14,16
	8	291	83	247	34,36	14,19
	12	252	353	127	34,32	14,22
	16	213	264	8	34,29	14,25
	20	174	175	248	34,27	14,29
	24	135	86	128	34,27	14,33
	28	96	356	8	34,28	14,38
XII.	2	57	267	248	34,30	14,43
	6	18	178	129	34,34	14,49
	10	339	88	9	34,39	14,55
	14	300	359	249	34,45	14,61
	18	261	270	129	34,52	14,68
	22	222	180	9	34,61	14,75
	26	184	91	249	34,71	14,82
	30	145	1	129	34,82	14,90

A Jupiter esetében az I. és II. adatok nagyjából a bolygó egyenlítő környéki sávjára, illetve a bolygófelület egyéb helyeire vonatkoznak.

VIII. Bolygókorongok megvilágításának adatai

Dátum		Merkur		Vénusz		Mars	
		K	I	K	I	K	I
		%	°	%	°	%	°
I.	1	57	82	61	77	91	35
	11	77	57	57	81	92	33
	21	87	42	52	88	93	32
	31	94	29	46	93	93	30
II.	10	98	17	40	101	94	29
	20	100	6	33	108	95	27
III.	2	94	29	25	121	95	25
	12	66	71	15	131	96	23
	22	25	120	7	150	96	22
IV.	1	½	166	1	164	97	20
	11	7	151	3	162	98	18
	21	25	121	9	148	98	16
V.	1	42	99	19	129	98	15
	11	58	81	27	119	99	13
	21	75	60	35	107	99	11
	31	93	30	42	101	99	9
VI.	10	99	11	48	92	100	7
	20	85	46	53	87	100	5
	30	66	71	58	81	100	3
VII.	10	50	91	63	76	100	2
	20	33	110	67	71	100	1
	30	15	135	70	67	100	2
VIII.	9	2	166	73	61	100	4
	19	11	142	77	58	100	6
	29	46	95	80	53	100	8
IX.	8	84	48	83	49	99	10
	18	99	13	86	44	99	12
	28	99	11	88	41	99	14
X.	8	95	25	90	36	98	16
	18	90	38	92	33	98	18
	28	81	52	94	29	97	20
XI.	7	66	72	95	26	97	22
	17	37	105	97	21	96	23
	27	2	166	98	19	95	25
XII.	7	24	122	98	14	95	27
	17	63	76	99	12	94	29
	27	82	50	100	8	93	30

K: a bolygó korongjának a Nap által megvilágított hányada
I: a bolygó centrumából nézve a Nap és a Föld látszólagos szögtávolsága

IX. Csillagkatalógus (fényességhatár: 4ᵐ0)

Csillag		m	r	RA 1985,0	D 1985,0	Spektrum
		magn.	fényév	h m s	° ′ ″	
α	And	2,2	136	00 07 36,5	+29 00 28	B8 III
β	Cas	2,4	45	08 22,2	+59 04 02	F2 IV
γ	Peg	2,9	570	12 27,7	+15 06 01	B2 IV
ι	Cet	3,8	325	18 39,7	—08 54 25	K2 III
β	Hyi	2,9	21	24 58,9	—77 20 19	G1 IV
α	Phe	2,4	93	25 32,7	—42 23 15	K0 III
ζ	Cas	3,7	820	36 07,7	+53 48 52	B2,5 IV
δ	And	3,5	140	38 31,3	+30 46 45	K3 III
α	Cas	2,5	150	39 38,9	+56 27 19	K0 II
β	Cet	2,2	62	42 50,2	—18 04 08	K1 III
η	Cas	3,6	19	48 10,9	+57 44 13	G0 V
γ	Cas	1,6 v	96	55 47,6	+60 38 09	B0 IV
μ	And	3,9	102	55 55,0	+38 25 06	A5 V
η	Cet	3,6	88	01 07 50,0	—10 15 42	K3 III
β	And	2,4	76	08 53,3	+35 32 29	M0 III
υ	Cet	3,8	96	23 16,3	—08 15 38	K0 III
δ	Cas	2,8	115	24 49,5	+60 09 28	A5 V
η	Psc	3,7	180	30 40,7	+15 16 08	G8 III
51	And	3,8	155	37 03,9	+48 33 10	K3 III
α	Eri	0,6	140	37 09,4	—57 18 46	B5 IV
τ	Cet	3,7	12	43 22,2	—16 00 58	G8 V
ζ	Cet	3,9	135	50 43,1	—10 24 32	K2 III
α	Tri	3,6	65	52 13,3	+29 30 23	F6 IV
ε	Cas	3,4	520	53 18,2	+63 35 49	B3 III
β	Ari	2,7	52	53 48,5	+20 44 06	A5 V
α	Hyi	3,0	80	58 17,9	—61 38 33	F0 V
γ	And	2,3	260	02 02 58,4	+42 15 30	K3 II
α	Ari	2,2	76	06 19,5	+23 23 31	K2 III
β	Tri	3,1	270	08 38,8	+34 55 01	A5 III
α	UMi	2,1	680	16 23,4	+89 11 48	F8 Ib
σ	Cet	2,0v	250	18 35,1	—03 02 43	gM6e
γ	Cet	3,6	68	42 31,3	+03 10 23	A2
41	Ari	3,7	105	49 05,8	+27 11 58	B8
η	Per	4,0	820	49 35,6	+55 50 03	K3 Ib + B9 V
θ	Eri	3,4	120	57 41,5	—40 21 52	A3 V
α	Cet	2,8	1100	03 01 29,6	+04 01 53	M2 III
γ	Per	3,1	300	03 42,1	+53 26 55	G8 III + A3
ϱ	Per	3,3v	410	04 12,6	+38 46 59	M4 II—III
β	Per	2,2v	88	07 11,3	+40 53 55	B8 V
α	For	4,0	47	11 26,0	—29 02 45	F8 IV

IX. Csillagkatalógus (fényességhatár: 4^m0)

Csillag		m	r	RA 1985,0	D 1985,0	Spektrum	
		magn.	fényév	h m s	° ′ ″		
α	Per	+1,9	115	03 23 14,7	+49 48 31	F5	Ib
σ	Tau	3,8	300	24 00,2	+08 58 36	G8	III
ξ	Tau	3,8	190	26 21,2	+09 40 52	B8	V
ε	Eri	3,8	11	32 13,3	—09 30 30	K2	V
δ	Per	3,1	450	41 51,1	+47 44 26	B5	III
δ	Eri	3,7	30	42 31,7	—09 48 49	K0	IV
σ	Per	3,9	200	43 22,5	+32 14 30	B1	III
17	Tau	3,8	170	43 58,9	+24 04 01	B6	III
υ	Per	3,9	230	44 10,2	+42 31 55	F5	II
η	Tau	3,0	650	46 35,4	+24 03 34	B7	III
27	Tau	3,8	300	48 16,0	+24 00 30	B8	III
ζ	Per	2,9	450	53 11,1	+31 50 24	B1	Ib
ε	Per	3,0	1100	56 50,6	+39 58 04	B0,5	V
γ	REri	3,2	1100	57 19,7	—13 33 02	M0	III
λ	Tau	3,8v	450	59 50,8	+12 26 56	B3	V+A4 IV
υ	Tau	3,9	150	04 02 21,4	+05 56 54	A1	V
48	Per	4,0	220	07 34,0	+47 40 25	B3p	
γ	Tau	3,9	130	18 56,3	+15 35 32	K0	III
δ	Tau	3,9	200	22 04,0	+17 30 29	K1	III
ε	Tau	3,6	180	27 44,3	+19 08 53	K0	III
ϑ^2	Tau	3,6	130	27 48,2	+15 50 18	A7n	IV
α	Tau	1,1	68	35 03,5	+16 28 48	K5	III
53	Eri	4,0	91	37 29,5	—14 19 58	K0	
π^3	Ori	3,3	26	49 01,4	+06 56 09	F5	V
π^4	Ori	3,8	1600	50 24,3	+05 34 49	B2	III
π^5	Ori	3,9	1600	53 28,1	+02 25 01	B2	III
ι	Aur	2,9	220	56 00,8	+33 08 36	K3	II
ε	Aur	3,1v	800	05 00 53,4	+43 48 08	F0p	Ia
ζ	Aur	3,9	1600	01 25,6	+41 03 18	K5	II + B
ε	Lep	3,3	550	04 49,5	—22 23 26	K5	III
η	Aur	3,3	250	05 27,6	+41 12 55	B3	V
β	Eri	2,9	78	07 06,6	—05 06 18	A3	III
β	Ori	0,3	1100	13 48,9	—08 13 06	B8	Ia
α	Aur	0,2	45	15 34,7	+45 59 02	G8	III + F
τ	Ori	3,7	400	16 52,6	—06 51 36	B5	III
η	Ori	3,4	820	23 43,3	—02 24 36	B0,5	V
γ	Ori	1,7	126	24 19,5	+06 20 13	B2	III
β	Tau	1,8	170	25 20,5	+28 35 45	B7	III
β	Lep	3,0	235	27 36,1	—20 46 15	G5	III
δ	Ori	2,5	800	31 14,3	—00 18 34	O9,5	II

IX. Csillagkatalógus (fényességhatár: 4^m0)

Csillag		m	r	RA 1985,0	D 1985,0	Spektrum	
		magn.	fényév	h m s	° ′ ″		
α	Lep	+2,7	1600	05 32 04,0	—17 49 57	F0	Ib
λ^1	Ori	3,7	550	34 18,6	+09 55 30	O8	+ B0,5 V
ι	Ori	2,9	150	34 41,9	—05 55 08	O9	III
ε	Ori	1,8	1600	35 27,1	—01 12 39	B0	Ia
ζ	Tau	3,0	540	36 44,8	+21 08 03	B2p	III
δ	Ori	3,8	1600	37 59,5	—02 36 29	O9,5	V
α	Col	2,8	150	39 06,3	—34 04 54	B8e	V
ζ^1	Ori	2,1	150	40 00,0	—01 56 59	O9,5	Ib
γ	Lep	3,8	27	43 50,2	—22 27 10	F6	V
κ	Ori	2,2	365	47 02,6	—09 40 27	B0,5	Ia
δ	Lep	3,9	150	50 40,5	—20 52 47	G8	III
α	Ori	0,1v	650	54 21,5	+07 24 18	M2	Iab
η	Lep	3,8	53	55 43,2	—14 10 11	F0	V
δ	Aur	3,9	165	58 17,5	+54 17 05	K0	III
β	Aur	2,1	88	58 25,6	+44 56 49	A2	V
θ	Aur	2,7	180	58 41,9	+37 12 45	B9,5p	V
η	Gem	3,2v	250	06 13 58,3	+22 30 43	M3	III
ζ	CMa	3,1	250	19 44,2	—30 03 22	B2,5	V
β	CMa	2,0	235	22 02,3	—17 56 52	B1	II—III
μ	Gem	3,2	205	22 03,1	+22 31 20	M3	III
α	Car	—0,9	190	23 37,2	—52 41 14	F0	Ib—II
γ	Gem	+1,9	91	36 50,7	+16 24 47	A1	IV
ε	Gem	3,2	360	43 00,5	+25 08 49	G8	Ib
ξ	Gem	3,4	64	44 26,8	+12 54 45	F5	IV
α	CMa	—1,6	9	44 29,2	—16 41 42	A1	V
τ	Pup	+2,8	130	49 33,8	—50 35 47	K0	III
θ	Gem	3,6	155	51 48,0	+33 58 49	A3	III
ε	CMa	1,6	680	58 02,1	—28 57 04	B2	II
o^2	CMa	3,1	470	07 02 23,8	—23 48 39	B3	Ia
ζ	Gem	3,7v	800	03 13,1	+20 35 35	F7	Ib
δ	CMa	2,0	1100	07 46,8	—26 22 08	F8	Ia
π	Pup	2,7	140	16 36,7	—37 04 12	K4	III
λ	Gem	3,7	80	17 13,8	+16 34 06	A3	V
δ	Gem	3,5	55	19 13,6	+22 00 39	F0	IV
η	CMa	2,4	270	23 30,0	—29 16 24	B5	Ia
ι	Gem	3,9	105	24 47,7	+27 49 44	K0	III
β	CMi	3,1	180	26 20,2	+08 19 13	B8e	V
α	Gem	2,0v	49	33 38,6	+31 55 20	A1	V + A1m
α	CMi	0,5	12	38 31,0	+05 15 51	F5	IV—V
κ	Gem	3,7	130	43 32,6	+24 26 05	G8	III

IX. Csillagkatalógus (fényességhatár: 4^m0)

Csillag	m	r	RA 1985,0	D 1985,0	Spektrum
	magn.	fényév	h m s	° ′ ″	
β Gem	+1,2	35	07 44 23,9	+28 03 48	K0 III
ξ Pup	3,5	1100	48 39,7	—24 49 18	G3 Ib
ζ Pup	2,3	800	08 03 03,4	—39 57 38	O5f
ϱ Pup	2,9	105	06 54,3	—24 15 38	F6p II
γ Vel	1,9	550	09 04,2	—47 17 31	WC 7 + B1 IV
β Cnc	3,8	230	15 42,1	+09 13 57	K4 III
ε Car	1,7	330	22 12,4	—59 27 39	K0 II + B
Br 1197 Hya	4,0	170	24 54,6	—03 51 25	A0
o UMa	3,5	800	29 01,6	+60 45 10	G5 II—III
α Pyx	3,7	460	42 59,3	—33 07 55	B1,5 III
δ Vel	2,0	76	44 17,4	—54 39 11	A0 V
ε Hya	3,5	250	45 58,9	+06 28 28	G0 III + gF7
ζ Hya	3,3	115	54 36,0	+06 00 12	K0 II—III
ι UMa	3,1	49	58 11,1	+48 06 04	A7 V
κ UMa	3,7	330	09 02 36,3	+47 12 00	Aln V
λ Vel	2,2	220	07 26,6	—43 22 18	K4 Ib—IIa
β Car	1,8	86	13 02,5	—69 39 19	Al V
ϑ Hya	3,3	170	13 35,0	+02 22 41	B9,5p V
ι Car	2,3	300	16 41,3	—59 12 43	F0 Ib
38 Lyn	3,8	99	17 54,8	+36 52 00	A3 V
α Lyn	3,3	155	20 08,6	+34 27 24	M0 III
α Hya	2,2	190	26 51,0	—08 35 35	K3 III
23 UMa	3,8	96	30 21,4	+63 07 41	F0
N Vel	3,0	220	30 45,9	—56 58 05	K3 III
ϑ UMa	3,3	63	31 51,5	+51 44 47	F6 IV
o Leo	3,8	120	40 21,0	+09 57 40	A5 V + F8 III
ε Leo	3,1	340	45 00,1	+23 50 38	G0 II
υ UMa	3,9	91	49 55,9	+59 06 35	F2 IV
η Leo	3,6	1600	10 06 30,9	+16 50 10	A0 Ib
α Leo	1,3	84	07 34,4	+12 02 27	B7 V
λ Hya	3,8	155	09 51,3	—12 16 47	K0 III
ζ Leo	3,7	360	15 51,4	+23 29 33	F0 III
λ UMa	3,5	155	16 11,7	+42 59 23	A2 IV
γ^1 Leo	2,6	170	19 08,8	+19 55 04	K0 III/G7 III
μ UMa	3,2	105	21 26,3	+41 34 31	M0 III
ϱ Leo	3,9	650	32 01,3	+09 23 03	B1 Ib
ϑ Car	3,0	470	42 25,1	—64 18 56	O9,5 V
μ Vel	2,8	150	46 07,3	—49 20 26	G5 III
γ Hya	3,3	150	48 53,0	—16 06 54	K2 III
46 LMi	3,9	190	52 28,5	+34 17 45	K1 III—IV

IX. Csillagkatalógus (fényességhatár 4^m0)

Csillag		m	r	RB 1985,0	D 1985,0	Spektrum	
		magn.	fényév	h m s	° ′ ″		
β	UMa	+2,4	78	11 00 56,5	+56 27 47	A1	V
α	UMa	2,0	105	02 48,6	+61 49 55	K0	III
Ψ	UMa	3,2	93	08 49,4	+44 34 48	K1	III
δ	Leo	2,6	82	13 18,7	+20 36 22	A4	V
ϑ	Leo	3,4	170	13 27,2	+15 30 42	A2	V
υ	UMa	3,7	230	17 40,2	+33 10 34	K3	III
δ	Crt	3,8	170	18 35,3	—14 41 40	G8	III—IV
ι	Leo	4,0	69	23 08,6	+10 36 43	F2	IV
ξ	Hya	3,7	170	32 15,7	—31 46 28	G7	III
κ	UMa	3,9	230	45 15,7	+47 51 45	K0	III
β	Leo	2,2	43	48 17,7	+14 39 21	A3	V
β	Vir	3,8	33	49 54,8	+01 50 57	F8	V
γ	UMa	2,5	165	53 02,7	+53 46 41	A0	V
δ	Cen	2,9	165	12 07 34,6	—50 38 20	B2e	V
ε	Crv	3,2	165	09 21,0	—22 32 11	K2	III
δ	Cru	3,1	550	14 20,5	—58 39 55	B2	IV
δ	UMa	3,4	63	14 41,2	+57 06 57	A3	V
γ	Crv	2,8	135	15 01,9	—17 27 31	B8	III
η	Vir	4,0	330	19 08,2	—00 35 01	A2	V
α	Cru A	1,6	400	25 45,4	—63 00 57	B1	IV + B1 V
γ	Cru	1,6	220	30 19,6	—57 01 45	M3	II
κ	Dra	3,9	330	32 50,8	+69 52 15	B5e	III
β	Crv	2,8	120	33 01,9	+41 46 20	G5	III
α	Mus	2,9	220	36 16,6	—69 03 11	B3	IV
γ	Cen	2,4	330	40 41,0	—48 52 39	A0	III
γ	Vir	3,7v	35	40 53,9	—01 22 02	F0	V + F0 V
β	Cru	1,5	470	46 50,2	—59 36 25	B0,5	IV
ε	UMa	1,7	400	53 22,3	+56 02 28	A0p	V
δ	Vir	3,7	190	54 50,8	+03 28 43	M3	III
α	CVn	2,9	140	55 19,6	+38 23 57	B9,5p	I + F0 V
ε	Vir	3,0	91	13 01 25,7	+11 02 22	G9	II—III
γ	Hya	3,3	155	18 06,2	—23 05 34	G8	III
ι	Cen	2,9	73	19 44,9	—36 38 00	A2	V
ζ	UMa	2,4	88	23 19,3	+55 00 12	A2	V + A2VV
α	Vir	1,2	170	24 24,0	—11 05 00	B1	V + B3 V
ζ	Vir	3,4	93	33 55,6	—00 31 11	A3	V
ε	Cen	2,6	270	38 55,8	—53 23 25	B1	V
η	UMa	1,9	115	46 57,0	+49 23 16	B3	V
η	Boo	2,8	32	53 58,1	+18 28 21	G0	IV
ζ	Cen	3,1	250	54 35,8	—47 12 54	B2	IV

IX. Csillagkatalógus (fényességhatár 4^m0)

Csillag		m	r	RA 1985,0	D 1985,0	Spektrum	
		magn.	fényév	h m s	° ′ ″		
β	Cen	+0,9	200	14 02 45,3	—60 18 04	B1	II
α	Dra	3,6	300	03 58,8	+64 26 50	A0	III
π	Hya	3,5	84	05 30,8	—26 36 38	K2	III
θ	Cen	2,3	55	05 47,7	—36 17 48	K0	III—IV
α	Boo	0,2	36	14 58,5	+19 15 36	K2p	III
ϱ	Boo	3,8	130	31 10,9	+30 26 13	K3	III
γ	Boo	3,0	200	31 28,4	+38 22 24	A7	III
η	Cen	2,7	270	34 32,9	—42 05 33	B1 5ne	V
α	Cen	0,3v	4	38 34,4	—60 46 27	G2	V + K5 V
ζ	Boo	3,9	470	40 25,8	+13 47 32	A2	III
α	Lup	2,9	360	40 55,5	—47 19 28	B1	III
μ	Vir	4,0	84	42 16,0	—05 35 37	F3	IV
ε	Boo	2,7	250	44 19,8	+27 08 13	K0	II—III + A2 V
109	Vir	3,8	110	45 29,3	+01 57 20	A0	V
α^2	Lib	2,9	67	50 02,7	—15 58 48	A3	IV
β	UMi	2,2	105	50 44,2	+74 13 00	K4	III
β	Lup	2,8	270	57 32,6	—43 04 27	B2	IV
β	Boo	3,6	150	15 01 22,8	+40 26 57	G8	III
δ	Lib	3,4	58	03 11,3	—25 13 25	M4	III
δ	Boo	3,5	115	14 53,8	+33 22 13	G8	III
β	Lib	2,7	150	16 11,8	—09 19 42	B8	V
γ	TrA	3,1	650	17 29,6	—68 37 30	A1	V
γ	UMi	3,1	180	20 44,5	+71 53 15	A3	II—III
φ^1	Lup	3,6	400	20 51,0	—36 12 28	K5	III
ι	Dra	3,5	100	24 35,5	+59 01 06	K2	III
β	CrB	3,7	105	27 12,5	+29 09 25	F0p	III
α	CrB	2,3	76	34 03,1	+26 45 53	A0	V
γ	Lup	3,0	400	34 08,2	—41 07 02	B2n	V
υ	Lib	3,8	88	36 06,6	—28 05 10	K3	III
γ	CrB	3,9	125	42 06,7	+26 20 33	Als	V
α	Ser	2,8	71	43 31,6	+06 28 20	K2	III
β	Ser	3,7	96	45 29,6	+15 28 05	A3	V
μ	Ser	3,6	3000	48 50,1	—03 23 06	A0	V
ε	Ser	3,8	99	50 04,0	+04 31 20	A2n	
γ	Ser	3,9	41	55 45,5	+15 42 36	F6	V
π	Sco	3,0	650	57 56,5	—26 04 18	B1	V + B2
δ	Sco	2,5	71	59 26,6	—22 34 47	B0	V
β	Sco	2,9	800	16 04 33,7	—19 45 54	B0,5	V + B2 V
δ	Oph	3,0	130	13 33,4	—03 39 23	M1	III
ε	Oph	3,3	91	17 31,5	—04 39 24	G9	III

IX. Csillagkatalógus (fényességhatár 4^m0)

Csillag		m	r	RA 1985,0	D 1985,0	Spektrum	
		magn.	fényév	h m s	° ′ ″		
τ	Her	+3,9	120	16 19 17,3	+46 20 55	B5	IV
σ	Sco	3,0v	360	20 16,4	—25 33 28	B1	III
γ	Her	3,8	220	21 15,4	+19 11 16	A9	III
η	Dra	2,9	76	23 47,0	+61 32 53	G8	III
α	Sco	1,2	170	28 29,1	—26 23 58	M1	Ia + dB4
β	Her	2,8	190	29 34,4	+21 31 18	G8	III
λ	Oph	3,9	3000	30 09,3	+02 00 58	A1	V
τ	Sco	2,9	230	34 56,7	—28 11 09	B0	V
ζ	Oph	2,7	550	36 19,8	—10 32 15	O9,5	V
ζ	Her	3,0	32	40 43,2	+31 37 46	G0	IV
η	Her	3,6	62	42 22,8	+38 57 01	G7	III—IV
α	TrA	1,9	140	47 04,0	—69 00 06	K4	III
ε	Sco	2,4	67	49 11,3	—34 16 01	K2,5	III
κ	Oph	3,4	126	56 57,4	+09 23 51	K2	III
ζ	Ara	3,1	91	57 22,4	—55 58 03	K5	III
ε	Her	3,9	150	59 42,8	+30 56 53	A0	V
ζ	Dra	3,2	190	17 08 44,3	+65 43 59	B6	III
η	Oph	2,6	69	09 30,9	—15 42 26	A2	V
α	Her	3,5	55	13 57,7	+14 24 24	M5	II + G5 III
δ	Her	3,2	96	14 24,8	+24 51 23	A3n	V
π	Her	3,4	165	14 31,4	+36 49 32	K3	II
θ	Oph	3,4	400	21 05,2	—24 59 08	B2	IV
β	Ara	2,8	126	24 03,0	—55 31 01	K3	Ib
β	Dra	3,0	360	30 05,5	+52 18 44	G2	II
α	Ara	3,0	3000	30 40,8	—49 51 56	B2,5	V
λ	Sco	1,7	270	32 35,3	—37 05 38	B1	V
α	Oph	2,1	58	34 14,2	+12 34 13	A5	III
θ	Sco	2,0	165	36 14,3	—42 59 22	F0	Ib
ι	Her	3,8	1600	39 02,4	+46 00 50	B3	V
κ	Sco	2,5	360	41 26,9	—39 01 24	B2	IV
β	Oph	2,9	126	42 43,8	+04 34 22	K2	III
μ	Her	3,5	28	45 52,2	+27 43 44	G5	IV
γ	Oph	3,7	102	47 08,3	+02 42 44	A0	V
G	Sco	3,3	102	48 50,1	—37 02 22	K1	III
ξ	Dra	3,9	105	53 16,0	+56 52 29	K2	III
θ	Her	4,0	400	55 44,2	+37 15 07	K1	II
γ	Dra	2,4	165	56 15,3	+51 29 25	K5	III
ξ	Her	3,8	220	57 10,8	+29 14 56	K0	III
υ	Oph	3,5	220	58 11,9	—09 46 22	G9	III
67	Oph	4,0	3000	59 53,5	+02 55 53	B5	Ib

IX. Csillagkatalógus (fényességhatár 4^m0)

Csillag		m	jr	RA 1985,0	D 1985,0	Spektrum	
		magn.	fényév	h m s	° ′ ″		
γ	Sgr	+3,1	180	18 04 50,6	—30 25 31	K0	III
72	Oph	3,7	88	06 38,2	+09 33 40	A4s	IV
o	Her	3,8	250	06 57,3	+28 45 35	B9,5	V
δ	Sgr	2,8	84	20 02,0	—29 50 08	K2	III
η	Ser	3,4	60	20 31,9	—02 54 13	K0	III—IV
κ	Dra	3,7	25	21 19,5	+72 43 36	F7	V
109	Her	3,9	135	23 03,4	+21 45 44	K2	III
ε	Sgr	2,0	220	23 10,5	—34 23 34	A0	V
λ	Sgr	2,9	71	27 02,6	—25 25 51	K2	III
α	Lyr	0,1	36	36 25,8	+38 46 09	A0	V
β	Lyr	3,4v	1100	49 31,5	+33 20 41	Bpe	
σ	Sgr	2,1	155	54 20,1	—26 18 59	B2	V
R	Lyr	4,0v	550	54 52,6	+43 55 33	M5	III
ξ^2	Sgr	3,6	550	56 50,0	—21 07 38	K1	III
γ	Lyr	3,3	300	58 22,8	+32 40 06	B9	III
ζ	Sgr	2,7	170	19 01 39,4	—29 54 10	A2	III
ζ	Aql	3,0	91	04 43,2	+13 50 26	B9,5n	V
λ	Aql	3,6	130	05 27,1	—04 54 21	B9n	V
π	Sgr	3,0	200	08 52,3	—21 02 54	K1	III
δ	Dra	3,2	115	12 33,1	+67 38 07	G9	III
κ	Cyg	4,0	180	16 45,3	+53 20 26	G9	III
δ	Aql	3,4	49	24 44,4	+03 05 03	F0	IV
ι	Cyg	3,9	200	29 19,6	+51 41 51	A5n	V
β	Cyg	3,2	330	30 06,9	+27 55 39	K3	II + B0 V
δ	Cyg	3,0	155	44 30,3	+45 05 37	B9,5	III
γ	Aql	2,8	550	45 32,7	+10 34 34	K3	II
δ	Sge	3,8	400	46 43,1	+18 29 48	M2	II + A0 V
ε	Dra	4,0	330	48 13,6	+70 13 47	G8	III
α	Aql	0,9	17	50 03,0	+08 49 41	A7	IV—V
η	Aql	3,7v	650	51 42,5	+00 57 59	F6	Ib
β	Aql	3,9	49	54 34,5	+06 22 07	B8	IV
η	Cyg	4,0	360	55 44,5	+35 02 35	K0	III
γ	Sge	3,7	300	58 05,3	+19 27 03	K5	III
ϑ	Aql	3,4	400	20 10 31,8	—00 52 00	B9,5	III
310^2	Cyg	4,0	400	13 09,5	+46 41 44	K3	Ib + A3
α^2	Cap	3,8	99	17 13,3	—12 35 31	G9	III
γ	Cyg	2,3	550	21 41,3	+40 12 30	F8	Ib
α	Pav	2,1	230	24 28,0	—56 47 03	B3	IV
ε	Del	4,0	200	32 29,7	+11 15 06	B6	III
β	Del	3,7	126	36 50,7	+14 32 33	F5	IV

IX. Csillagkatalógus (fényességhatár $4^m_{,}0$)

Csillag		m	r	RA 1985,0	D 1985,0	Spektrum	
		magn.	fényév	h m s	° ′ ″		
α	Del	+3,9	1600	20 38 56,4	+15 51 31	B9	V
α	Cyg	1,3	800	40 55,1	+45 13 35	A2	Ia
η	Cep	3,6	46	44 59,1	+61 46 49	K0	IV
ε	Cyg	2,6	74	45 36,2	+33 54 49	K0	III
ε	Aqr	3,8	220	46 51,8	—09 33 05	A2	V
ξ	Cyg	3,9	1600	21 04 23,0	+43 52 04	K5	Ib
ζ	Cyg	3,4	155	12 17,8	+30 09 54	G8	II
τ	Cyg	3,8	71	14 11,4	+37 58 52	F0	IV
α	Cep	2,6	52	18 13,2	+62 31 19	A7	IV—V
ζ	Cap	3,9	550	25 48,7	—22 28 37	G4p	Ib
β	Cep	3,3	650	28 28,2	+70 29 42	B2	III
β	Aqr	3,1	1100	30 46,1	—05 38 16	G0	Ib
γ	Cap	3,8	130	39 15,6	—16 43 50	F0p	III
ε	Peg	2,5	820	43 26,9	+09 48 21	K2	Ib
δ	Cap	3,0	50	46 12,8	—16 11 45	A6m	
γ	Gru	3,2	400	53 01,4	—37 26 09	B8	III
α	Aqr	3,2	1100	22 05 00,8	—00 23 35	G2	Ib
ι	Peg	4,0	44	06 18,6	+25 16 17	F5	V
α	Gru	2,2	64	07 17,5	—47 02 03	B5	V
ϑ	Peg	3,7	78	09 26,5	+06 07 25	A3n	V
ζ	Cep	3,6	165	10 19,9	+58 07 38	K1	Ib
α	Tuc	2,9	170	17 29,0	—60 20 06	K3	III
γ	Aqr	4,0	82	20 52,8	—01 27 48	A9	III
δ	Cep	3,7v	650	28 36,6	+58 20 18	F5	Ib
α	Lac	3,9	91	30 40,2	+50 12 19	A1	V
ζ	Peg	3,6	190	40 42,7	+10 45 10	B8	V
β	Gru	2,2	1100	41 46,5	—46 57 49	M5	III
η	Peg	3,1	230	42 17,8	+30 08 33	G8	II—III + F0
ι	Cep	3,7	91	49 08,5	+66 07 17	K1	III
μ	Peg	3,7	102	49 16,6	+24 31 20	G8	III
λ	Aqr	3,8	270	51 49,9	—07 39 35	M2	III
δ	Aqr	3,5	84	53 51,2	—15 54 03	A3	V
α	PsA	1,3	23	56 49,4	—29 42 07	A3	V
o	And	3,5v	470	23 01 13,6	+42 14 43	B5	III + A2p
β	Peg	2,1v	220	03 02,7	+28 00 05	M2	II—III
α	Peg	2,6	110	04 00,7	+15 07 28	B9	V
88	Aqr	3,8	650	08 38,8	—21 15 14	K2	II
γ	Psc	3,9	130	16 23,2	+03 12 01	G8	III
λ	And	4,0	76	36 49,5	+46 22 37	G8	III—IV
γ	Cep	3,4	51	38 43,3	+77 32 55	K1	IV

X. A legfényesebb NGC-objektumok

NGC	Obj.	RA 1985	D 1985	m	Méret	Típus	Megjegyzés	
		h m	° ′	magn.	′			
55	G	0 14,3	—39 19	7,8	5,4	SB(s)m: sp		
185	G	0 38,2	+48 15	10,0	1,9	E3p		L
205	G	0 39,6	+41 36	8,8	2,9	E5p		L
221	G	0 42,0	+40 47	9,1	1,3	cE2		
224	G	0 42,0	+41 11	4,4	29,6	SA(s)b	M31 „Andromeda"	L
246	K	0 46,4	+12 20	8,5	4	plan.	$m^* = 11^m,3$	
247	G	0 46,4	—20 50	9,5	3,3	SAB(s)d		
253	G	0 46,9	—25 23	8,1	4,2	SAB(s)c		
288	GH	0 52,0	+26 47	9,0	12,4			
300	G	0 54,4	+37 53	8,7	3,3	SA(s)d		
581	Ny	1 32,4	+60 38	6,9	6,5	II3m	M103	
598	G	1 33,1	+30 35	6,3	10,3	SA(s)cd	M33 „Triangulum"	L
628	G	1 35,9	+15 43	9,8	1,7	SA(s)c		
752	Ny	1 57,0	+37 36	6,6	45	III1m		
869	Ny	2 18,0	+57 05	4,3	30	IV3r		
884	Ny	2 21,4	+57 06	4,4	30	IV3r		
1039	Ny	2 41,1	+42 43	5,8	30	I3m	M34	
1068	G	2 41,9	—00 05	9,6	1,2	(R)SA(rs)b		
1316	G	3 22,0	—37 18	9,8	1,2	LAB(s)Op		
1435	HK	3 45,4	+23 44	1,6	120	II3r+refl.	M45 „Plejádok"	
1444	Ny	3 48,3	+52 37	6,4	3,5	II3p		
1499	K	4 02,5	+36 23	—	160		„Kalifornia"	
1502	Ny	4 06,1	+62 17	5,6	8	II3p		
1528	Ny	4 14,3	+51 12	6,4	22	II2m		
1535	K	4 13,7	—12 46	9,3	0,7	plan.	$m^* = 11^m,8$	
1582	Ny	4 31,1	+43 49	7,0	35	Plei		
1647	Ny	4 45,3	+19 03	6,2	35	III2m		
1746	Ny	5 02,8	+23 48	6,1	40	IV2m		
1904	GH	5 23,7	—24 32	8,4	7,8	dF3	M79	
1912	Ny	5 27,7	+35 49	7,0	18	II2r	M38	
1952	K	5 33,7	+22 00	—	5	sz.m.	M1 „Rák"	
1960	Ny	5 35,3	+34 07	6,5	16	I3m	M36	
1976	HK	5 34,7	—05 24	—	30	HII	M42 „Orion"	
1980	HK	5 34,6	—05 56	2,5	14			
2099	Ny	5 51,5	+32 32	6,2	24	I1r	M37	
2129	Ny	5 60,3	+23 18	7,0	7	II3p		
2168	Ny	6 08,0	+24 21	5,6	29	III3r	M35	
2169	Ny	6 07,6	+13 58	7,0	6	II3p		
2175	HK	6 09,0	+20 20	6,8	16			

X. A legfényesebb NGC-objektumok

NGC	Obj.	RA 1985	D 1985	m	Méret	Típus	Megjegyzés
		h m	° ′	magn.	′		
2232	Ny	6 26,1	—04 43	4,1	30	Plei	
2244	HK	6 32,1	+04 53	5,2	27	IV3m+HII	„Rozetta”
2264	HK	6 40,4	+09 54	4,0	30	II3pN	
2287	Ny	6 46,5	—20 45	5,0	32	I3r	M41
2301	Ny	6 51,0	+00 29	6,3	15	I3m	
2353	Ny	7 14,1	—10 16	5,2	20	I3mU	
2362	Ny	7 18,1	—24 56	3,8	7	I3p	
2392	K	7 28,4	+20 57	8,3	0,8	plan.	„Bohócarc” $m_*=10^m,5$
2403	G	7 35,5	+65 39	8,9	3,0	SAB(s)cd	
2422	Ny	7 35,9	—14 26	4,3	30	II3m	M47
2423	Ny	7 36,5	—13 49	7,0	19	I2m	
2437	Ny	7 41,2	—14 47	6,6	27	II2r	M46
2447	Ny	7 44,0	—23 50	6,5	18	I3r	M93
2451	Ny	7 44,9	—37 56	3,7	37	I3p	
2467	HK	7 51,9	—26 22	7,1	15		
2477	Ny	7 52,8	—38 31	5,7	25	I2r	
2546	Ny	8 11,9	—37 36	5,2	45	III2p	
2548	Ny	8 13,0	—05 45	5,5	30	I2r	M48
2632	Ny	8 39,2	+20 03	3,9	90	I2r	„Praesepe” M44
2903	G	9 31,3	+21 33	9,6	2,1	SAB(rs)bc	
3031	G	9 54,5	+69 08	7,9	4,3	SA(s)ab	M81 „Bode”
3034	G	9 54,7	+69 45	9,3	1,9	IOsp	M82
3115	G	10 04,6	—07 38	10,0	1,4	LO—sp	
3242	K	10 24,2	—18 34	9,0	0,7	plan.	„Jupiter szellemé” $m_* = 11^m4$
3521	G	11 05,1	+00 03	10,0	1,6	SAB(rs)bc	
3627	G	11 19,4	+13 05	9,7	1,5	SAB(s)b	M66
4258	G	12 18,3	+47 24	9,0	3,0	SAB(s)bc	
4449	G	12 27,6	+44 11	9,9	0,9	IBm	
4472	G	12 29,0	+08 06	9,3	1,5	E2	M49
4486	G	12 30,1	+12 29	9,6	1,2	E^+0—1p	
4590	GH	12 38,7	—26 40	9,1	9,8	A6	M68
4594	G	12 39,1	—11 32	9,3	1,5	SA(s)a sp	M104 „Sombrero”
4631	G	12 41,5	+32 38	9,8	2,5	SB(s)d sp	
4649	G	12 42,9	+11 39	9,8	1,2	E2	
4725	G	12 49,8	+25 38	10,0	1,8	SAB(r)abp	
4736	G	12 50,3	+41 13	8,9	1,8	(R)SA(r)ab	M94
4826	G	12 56,1	+21 46	9,4	1,5	(R)SA(rs)ab	M64 „Fekete szem”
5024	GH	13 12,3	+18 15	8,7	14,4	A8n	M53
5055	G	13 15,2	+42 07	9,4	2,1	SA(rs)bc	M63 „Napraforgó”

X. A legfényesebb NGC-objektumok

NGC	Obj.	RA 1985	D 1985	m	Méret	Típus	Megjegyzés
		h m	° ′	magn.	′		
5194	G	13 29,4	+47 16	9,0	1,8	SA(s)bcp	M51 „Örvényköd"
5236	G	13 36,3	—29 47	8,2	1,9	SAB(s)c	M83
5272	GH	13 41,6	+28 27	7,2	18,6	dF2	M3
5457	G	14 02,8	+54 26	8,2	4,5	SAB(rs)cd	M101 „Tűzkerék"
5897	GH	15 16,5	—20 57	9,6	8,7		
5904	GH	15 17,8	+02 09	7,0	19,9	dF7	M5
5986	GH	15 45,2	—37 44	8,7	6,0	G0	
6093	GH	16 16,3	—22 57	8,4	5,1	dF4	M80
6121	GH	16 22,8	—26 28	7,4	22,8		M4
6205	GH	16 41,2	+36 29	6,8	23,2	dF2	M13
6210	K	16 44,0	+23 49	9,7	0,3	plan.	$m_* = 12^m,5$
6218	GH	16 46,4	—01 56	8,0	12,2	F7	M12
6254	GH	16 56,3	—04 05	7,6	12,2	G0	M10
6266	GH	17 00,4	—30 06	8,2	6,3	F8	M62
6273	GH	17 01,7	—26 14	8,3	5,3	F5	M19
6293	GH	17 09,4	—26 33	9,4	3,5	F5	
6304	GH	17 13,7	—29 27	9,7	3,8	G5	
6333	GH	17 18,3	—18 31	8,9	5,5	F2	M9
6341	GH	17 16,8	+43 09	7,3	12,2	A5n	M92
6355	GH	17 23,2	—26 20	9,6	1:		
6356	GH	17 22,8	—17 48	9,7	3,5	G5	
6383	Ny	17 33,8	—32 34	5,4	5,5	II3p	
6402	GH	17 36,8	—03 16	9,4	6,7	G0	M14
6405	Ny	17 39,2	—32 12	4,6	26	II3m	M6
6441	GH	17 49,2	—37 02	8,9	3,0	G2	
6475	Ny	17 53,0	—34 48	3,3	50	I3m	M7
6494	Ny	17 56,1	—19 01	5,9	27	I2r	M23
6514	HK	18 01,5	—23 02	5,2	28	HII	M20 „Trifid"
6523	HK	18 02,3	—24 23	5,2	45	HII	M8 „Lagúna"
6530	HK	18 03,9	—24 20	7,7	14		
6543	K	17 58,6	+66 38	8,8	0,5	plan.	$m_* = 11^m,1$
6572	K	18 11,5	+06 50	9,6	0,3	plan.	$m_* = 12^m$
6595	HK	18 16,2	—19 53	7,2	15		
6611	HK	18 18,0	—13 47	6,6	8	II3mN	M16 „Sas"
6618	HK	18 19,9	—16 11	6,9	20		M17 „Omega", „Lópatkó"
6624	GH	18 22,8	—30 22	9,5	2,7	G2	
6626	GH	18 23,7	—24 53	8,5	15,0	F9	M28
6633	Ny	18 26,9	+06 33	5,6	25	I2pE	
6637	GH	18 30,5	—32 22	,89	3,8	G5	M69

NGC	Obj.	RA 1985	D 1985	m	Méret	Típus	Megjegyzés
		h m	° ′	magn.	′		
6652	GH	18 34,9	—33 01	10,0	2,3	G2	
6656	GH	18 35,5	—23 56	6,5	17,0	F6	M22
6681	GH	18 42,4	—32 19	9,0	4,1	G2	M70
6705	Ny	18 50,3	—06 17	6,8	12,5	II2r	M11
6712	GH	18 52,3	—08 44	10,0	4,2	G2	
6715	GH	18 54,3	—30 29	8,7	5,5	F7	M54
6716	Ny	18 53,8	—19 54	6,8	8	plei	
6720	K	18 53,0	+33 01	9,3	1,4	plan.	M57 „Gyűrű”
6723	GH	18 58,6	—36 39	7,8	7,5	G3	$m_* = 14^m,7$
6779	GH	19 16,0	+30 09	9,6	5,0	F5	M56
6809	GH	19 39,2	—30 59	7,1	14,8		M55
6818	K	19 43,1	—14 11	9,9	0,4	plan.	$m_* = 15^m,0$
6822	G	19 44,1	—14 48	9,3	1,7	IB(s)m	L
6826	K	19 44,5	+50 29	8,8	0,5	plan.	„Hunyorgó” $m_* = 10^m,8$
6838	GH	19 53,1	+18 45	8,3	6,1	G2	M71
6853	K	19 59,0	+22 41	7,6	12	plan.	M27 „Súlyzó” $m_* = 13^m,4$
6864	GH	20 05,3	—21 58	9,5	4,6	G1	M75
6871	Ny	20 05,3	+35 44	5,8	25	IV3p	
6882	Ny	20 11,1	+26 30	5,7	8	I2p	
6934	GH	20 33,5	+07 21	10,0	6,2	F9	
6940	Ny	20 34,0	+28 15	6,7	26	III1m	
6946	GG	20 34,5	+60 06	9,7	1,8	SAB(rs)cd	
6960	K	20 45,1	+30 39	—	140	sz.m.	„Fátyol” (nyugati rész)
6992	K	20 55,8	+31 28	—	60	sz.m.	„Fátyol” (keleti rész)
6996	HK	20 56,0	+44 34	10,0	8		
7000	K	21 01,3	+44 08	—	120	HII	„Észak-Amerika”
7009	K	21 03,5	—11 26	8,4	0,7	plan.	„Szaturnusz”
7023	HK	21 00,4	+68 06	7,1	5		$m^* = 11^m,7$
7039	Ny	21 11,7	+45 35	6,9	25	Plei	
7078	GH	21 29,4	+12 07	7,3	12,3	dF0	M15
7089	GH	21 32,7	—00 53	7,3	11,7	dF0′	M2
7092	Ny	21 31,7	+48 23	5,3	32	II2p	M39
7099	GH	21 39,5	—23 15	8,5	8,9	A7n	M30
7160	Ny	21 53,4	+62 32	6,4	10	I3p	
7243	Ny	22 14,7	+49 48	6,7	21	III2p	
7293	K	22 28,9	—20 52	6,5	15	plan.	„Csiga”
7635	K	23 20,1	+61 33	8,5	3,4	plan.	$m_* = 13^m,3$
7662	K	23 25,3	+42 27	8,9	0,5	plan.	$m_* = 12^m,5$
7793	G	23 57,1	—32 40	9,6	1,5	SA(s)d	

Kiegészítő tudnivalók a táblázatokhoz

Figyelem! A nyári időszámítás tartama alatt a táblázatok közép-európai zónaidőben megadott időadatait +1 órával korrigálni kell!

RA és D: az I., IV., IVa, IX. és X. táblázatokban *rektaszcenziót*, illetve *deklinációt* jelent. A koordináták 1985-re vonatkoznak.

A „csillagidő": az I. táblázatban a greenwichi meridiánra, azaz a nulla földrajzi hosszúságra vonatkozik.

m: a IV., IVa.,IX. és X. táblázatokban magnitúdókban megadott vizuális, látszólagos fényességeket jelent.

cse.: alatt a IV. és IVa táblázat „r" oszlopában a bolygók geocentrikus távolságai szerepelnek, csillagászati egységben.

Spektrum: a IX. táblázatban a Harvard- és a Morgan—Keenan-féle klasszifikáció alapján a kétdimenziós színképosztályozást jelenti.

A X. táblázat jelölései az „Obj." oszlopban:
G — galaxis,
GH — gömbhalmaz,
K — köd,
Ny — nyílthalmaz,
HK — halmaz ködben
a „Típus" oszlopban:
G-re vonatkozóan: de Vaucouleurs-féle klasszifikáció*
GH-ra vonatkozóan: spektráltípus
K-ra vonatkozóan: plan. — planetáris,
sz. m. — szupernóva-maradvány,
HII — ionizált hidrogén.
Ny-re vonatkozóan: Trumpler-klasszifikáció
I—IV: centrális koncentráció csökkenő rendben;
1—3: magnitúdókülönbségek növekvő rendben;
p (poor): 50-nél kevesebb, m (medium): 50 és 100 közötti, r (rich): 100-nál több csillag.
HK-ra vonatkozóan: lásd az előző két rovatot!
a „Megjegyzés" oszlopban:
az objektumok Messier-számát, illetve elnevezését közöltük (ha létezik); további jelölések:
L — lokális csoport tagja,
m_* — planetáris ködöknél a központi csillag fényessége magnitúdóban.

* Lásd Szécsényi-Nagy Gábor: Az extragalaktikus objektumok morfológiai vizsgálata és néhány különösen jellemző tulajdonságuk című cikkét; CsÉvk. 1981/281.

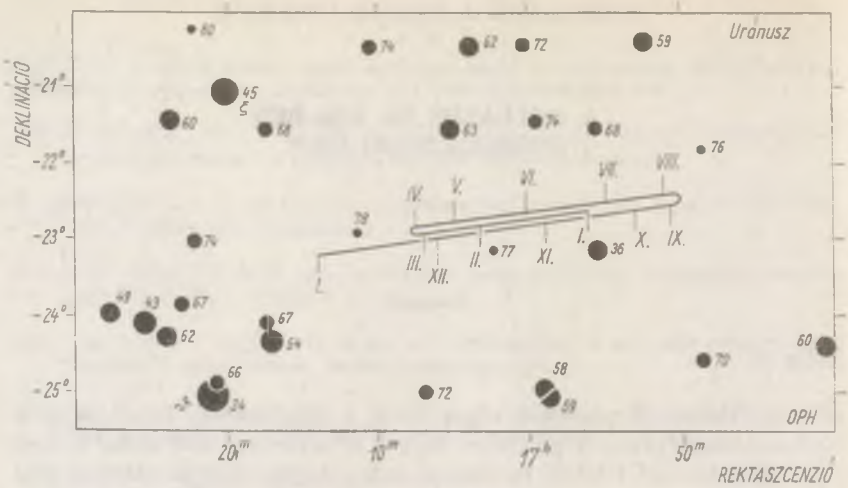
A CSILLAGOS ÉG 1985-BEN
(Időpontok KözEI-ben)*

Január

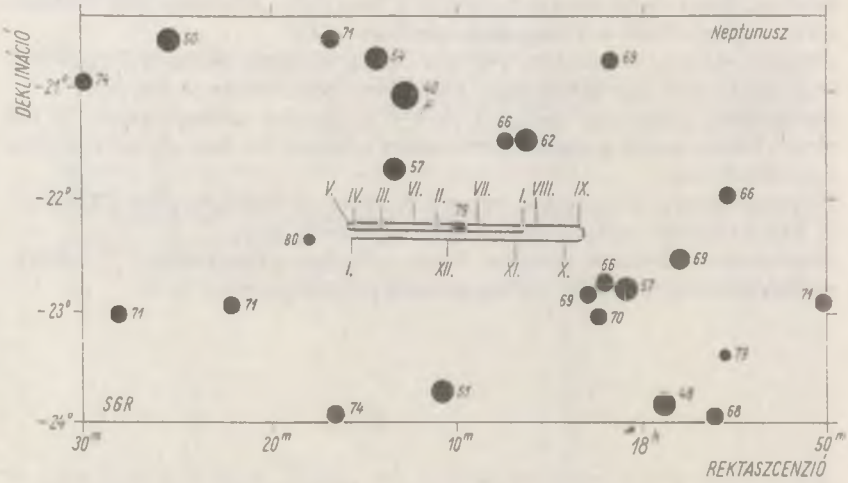
Bolygók

Merkur: előretartó mozgást végez 18-ig a Kígyótartó, 18-tól 31-ig a Nyilas csillagképben. A hó elején másfél, közepén egy órával kel a Nap előtt, és a hó első felében figyelhető meg a hajnali szürkületben a délkeleti égbolton. 3-án legnagyobb nyugati kitérésben, 23° távolságra a Naptól. 4-én fázisa 0,65, fényessége -0^m1, mindkettő növekedő.
Vénusz: előretartó mozgást végez 23-ig a Vízöntő, utána a Halak csillagképben. Négy órával nyugszik a Nap után, és a kora esti nyugati égbolton ragyog mint alkonycsillag. 22-én legnagyobb keleti kitérésben, 47° távolságra a Naptól. 16-án fázisa 0,54, csökkenő; fényessége -4^m0, növekedő.
Mars: előretartó mozgást végez 25-ig a Vízöntő, utána a Halak csillagképben. Négy és fél órával nyugszik a Nap után, és a kora esti órákban még megfigyelhető a délnyugati égbolton.
Jupiter: előretartó mozgást végez a Nyilas csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. 14-én szembenállásban a Nappal.
Szaturnusz: előretartó mozgást végez a Mérleg csillagképben. A hó elején három és fél, a végén öt órával kel a Nap előtt, és a hajnali órákban figyelhető meg.
Uránusz: előretartó mozgást végez a Kígyótartó csillagképben *(1. ábra)*. A Nap közelsége miatt e hóban nem figyelhető meg.
Neptunusz: előretartó mozgást végez a Nyilas csillagképben *(2. ábra)*. A Nap közelsége miatt e hóban nem figyelhető meg.

* Nyári időszámítás esetén az időpontokhoz 1 órát hozzá kell adni!


Uranusz
DEKLINÁCIÓ
-21°
-22°
-23°
-24°
-25°
20h
10m
17h
50m
REKTASZCENZIÓ
OPH
IV.
V.
VI.
VII.
VIII.
I.
X.
IX.
III.
XII.
II.
XI.
60
74
62
72
59
45
60
68
63
74
68
76
39
74
77
36
49
43
67
62
67
54
60
70
66
24
72
58
69

1. ábra


Neptunusz
DEKLINÁCIÓ
-21°
-22°
-23°
-24°
30m
20m
10m
18h
50m
REKTASZCENZIÓ
SGR
V.
IV.
III.
VI.
II.
VII.
I.
VIII.
IX.
I.
XII.
XI.
X.
60
71
54
69
74
48
66
62
57
66
80
69
66
57
69
70
71
71
71
71
51
74
48
68

2. ábra

Jelenségek

nap	óra	
3	—	*Quadrantidák meteorraj* gyakorisági maximuma; kékes fényűek, a kis fényességűek gyakoribbak
6	03,6	*Algol* minimumban
9	00,5	*Algol* minimumban
11	21,3	*Algol* minimumban
13	06,5	*Merkur* 1°-kal délre a Neptunusztól
14	18,1	*Algol* minimumban
16	08,8	*Szaturnusz* 2°-kal északra a Holdtól
19	14,2	*Merkur* 3°-kal északra a Holdtól
25	00,8	*Vénusz* 5°-kal északra a Holdtól
29	02,2	*Algol* minimumban
31	06,1	*Merkur* 1°-kal délre a Jupitertől
31	23,0	*Algol* minimumban.

Február

Bolygók

Merkur: előretartó mozgást végez 1-től 16-ig a Bak, utána a Vízöntő csillagképben. E hó folyamán nem kerül megfigyelésre kedvező helyzetbe. 19-én felső együttállásban a Nappal.
Vénusz: előretartó mozgást végez a Halak csillagképben. Négy órával nyugszik a Nap után, és mint alkonycsillag ragyog a kora esti nyugati égbolton. Legnagyobb fényességét ($-4^m,3$) 26-án éri el. Fázisa ugyanekkor 0,28, növekedő.
Mars: előretartó mozgást végez a Halak csillagképben. Három és fél órával nyugszik a Nap után, és az esti szürkületben még kereshető a délnyugati égbolton.
Jupiter: előretartó mozgást végez 3-ig a Nyilas, utána a Bak csillagképben. A hó második felében egy órával kel a Nap előtt, és újra látható a hajnali szürkületben a délkeleti égbolton.
Szaturnusz: előretartó mozgást végez a Mérleg csillagképben. Éjfél után kel, és az éjszaka második felében figyelhető meg a keleti égbolton.
Uránusz: előretartó mozgást végez a Kígyótartó csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg.
Neptunusz: előretartó mozgást végez a Nyilas csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg.

Jelenségek

nap	óra	
3	19,8	*Algol* minimumban
6	16,6	*Algol* minimumban
8	02,8	*Merkur* 3°-kal északra a Marstól
12	17,1	*Szaturnusz* 3°-kal északra a Holdtól
15	20,1	*Vénusz* 4°-kal északra a Marstól
17	11,4	*Jupiter* 4°-kal északra a Holdtól
21	00,7	*Algol* minimumban
23	07,2	*Vénusz* 8°-kal északra a Holdtól
23	08,4	*Mars* 3°-kal északra a Holdtól
23	21,5	*Algol* minimumban
26	18,3	*Algol* minimumban.

Március

Bolygók

Merkur: 24-ig hátráló, utána előretartó mozgást végez. 3-ig a Vízöntő, utána a Halak csillagképben tartózkodik. A hó elején és végén egy, a hó közepén másfél órával nyugszik a Nap után. Az egész hó folyamán megfigyelhető napnyugta után a délnyugati égbolton. 17-én legnagyobb keleti kitérésben, 18° távolságra a Naptól. Fázisa és fényessége 3-án 0,92 és $-1^{m}_{,}2$, 25-én 0,15 és $+1^{m}_{,}3$, mindkettő csökkenő.
Vénusz: 12-ig előretartó, utána hátráló mozgást végez a Halak csillagképben. A hó elején még három és fél, a végén már csak fél órával nyugszik a Nap után. A hó első felében még mint alkonycsillag ragyog az esti szürkületben, a hó végén már csak közvetlen napnyugta után látható. 5-én fázisa 0,22, fényessége $-4^{m}_{,}3$, mindkettő csökkenő.
Mars: előretartó mozgást végez 13-ig a Halak, utána a Kos csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg.
Jupiter: előretartó mozgást végez a Bak csillagképben. Két órával kel a Nap előtt, és a hajnali szürkületben látható a délkeleti égbolton.
Szaturnusz: 7-ig előretartó, utána hátráló mozgást végez a Mérleg csillagképben. Éjfélkor kel, és az éjszaka második felében figyelhető meg.
Uránusz: 22-ig előretartó, utána hátráló mozgást végez a Kígyótartó csillagképben. Éjfél után kel, és keresése a hajnali égbolton, délkeleten újra megkísérelhető.
Neptunusz: előretartó mozgást végez a Nyilas csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg.

Jelenségek

nap	óra	
12	00,4	*Szaturnusz* 3°-kal északra a Holdtól
13	09,9	*Uránusz* 2°-kal északra a Holdtól
14	13,0	*Neptunusz* 4°-kal északra a Holdtól
15	23,2	*Algol* minimumban
17	03,5	*Jupiter* 5°-kal északra a Holdtól
18	20,0	*Algol* minimumban
22	19,5	*Merkur* 6°-kal északra a Holdtól
23	03,4	*Merkur* 5°-kal délre a Vénusztól
24	12,8	*Mars* 1°-kal északra a Holdtól
25	—	*Hydridák meteorraj* (március 21-től április 4-ig) gyakorisági maximuma.

Április

Bolygók

Merkur: 15-ig hátráló, utána előretartó mozgást végez a Halak csillagképben, 15-től 29-ig a Cet csillagképet érintve. A hó második felében háromnegyed órával kel a Nap előtt, és keresése napkelte előtt kísérelhető meg a délkeleti égbolton. 3-án alsó együttállásban a Nappal. 24-én fázisa 0,30, fényessége $+1^{m},0$, mindkettő növekedő.
Vénusz: 22-ig hátráló, utána előretartó mozgást végez a Halak csillagképben. 3-án alsó együttállásban a Nappal, de ettől 8°-kal északra. Ezért a hó első napjaiban fél órával nyugszik a Nap után, de ugyanakkor fél órával kel a Nap előtt is. Így megkísérelhető észlelése hajnal- és alkonycsillagként egyaránt. Ez időben közvetlenül napkelte előtt és közvetlenül napnyugta után $-3^{m},2$ fényességű, 0,01 fázisú, egy ívperces sarlóként látható a horizont közelében. A hó végén már egy és egynegyed órával kel a Nap előtt, és mint hajnalcsillag látható a reggeli szürkületben a keleti égbolton. 26-án fázisa 0,14, fényessége $-4^{m},1$, mindkettő növekedő.
Mars: előretartó mozgást végez 15-ig, a Kos, utána a Bika csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg.
Jupiter: előretartó mozgást végez a Bak csillagképben. Két és fél órával kel a Nap előtt, és a hajnali szürkületben látható a délkeleti égbolton.
Szaturnusz: hátráló mozgást végez a Mérleg csillagképben. Az esti órákban kel, és a késő esti óráktól már megfigyelhető.

Uránusz: hátráló mozgást végez a Kígyótartó csillagképben. Éjfélkor kel, és a hajnali órákban figyelhető meg.
Neptunusz: 5-ig előretartó, utána hátráló mozgást végez a Nyilas csillagképben. Éjfélkor kel, és a hajnali órákban újból megfigyelhető.

Jelenségek

nap	óra	
3	—	*Virginidák meteorraj* (március 21-től május 10-ig) gyakorisági maximuma
7	21,0	*Algol* minimumban
8	08,0	*Szaturnusz* 3°-kal északra a Holdtól
9	17,4	*Uránusz* 2°-kal északra a Holdtól
10	20,1	*Neptunusz* 5°-kal északra a Holdtól
13	18,0	*Jupiter* 5°-kal északra a Holdtól
18	04,7	*Merkur* 3°-kal északra a Holdtól
21	—	*Lyridák meteorraj* (április 19-től 24-ig) gyakorisági maximuma; fényesek
22	13,6	*Mars* 0,2°-kal délre a Holdtól
30	20,2	*Algol* minimumban.

Május

Bolygók

Merkur: előretartó mozgást végez 15-ig a Halak, 15-től 27-ig a Bak, utána a Bika csillagképben. A hó elején háromnegyed órával kel a Nap előtt, és a hó első napjaiban kísérelhető meg keresése napkelte előtt a délkeleti égbolton. 1-én legnagyobb nyugati kitérésben, 27° távolságra a Naptól. 4-én fázisa 0,47, fényessége $+0^{m}_{,}6$, mindkettő csökkenő.
Vénusz: előretartó mozgást végez a Halak csillagképben. Másfél órával kel a Nap előtt, és mint hajnalcsillag ragyog a reggeli szürkületben a keleti égbolton. Legnagyobb fényességét ($-4^{m}_{,}2$) 9-én éri el. Fázisa ugyanekkor 0,25, növekedő.
Mars: előretartó mozgást végez a Bika csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg.
Jupiter: előretartó mozgást végez a Bak csillagképben. Éjfélkor kel, és a délkeleti hajnali égbolton figyelhető meg.
Szaturnusz: hátráló mozgást végez a Mérleg csillagképben. Az egész éjszaka folyamán megfigyelhető. 15-én szembenállásban a Nappal.

Uránusz: hátráló mozgást végez a Kígyótartó csillagképben. Az esti órákban kel, és az éjszaka második felében figyelhető meg.
Neptunusz: hátráló mozgást végez a Nyilas csillagképben. Az esti órákban kel, és az éjszaka második felében figyelhető meg.

Jelenségek

nap	óra	
4	—	*η Aquaridák meteorraj* (április 22-től május 12-ig) gyakorisági maximuma; maradandó nyommal
4	—	*Teljes holdfogyatkozás.* Tőlünk is látható. Belépés a félárnyékba 18^h 19^m8-kor, belépés a teljes árnyékba 19^h 16^m6-kor, teljes fogyatkozás kezdete 20^h 22^m1-kor, fogyatkozás közepe 20^h 56^m4-kor, kilépés a teljes árnyékból 21^h 30^m7-kor, kilépés a félárnyékból 22^h 36^m2-kor, fogyatkozás vége 23^h 33^m0-kor. A fogyatkozás nagysága 1,24 holdátmérő
5	15,9	*Szaturnusz* 3°-kal északra a Holdtól
7	02,2	*Uránusz* 3°-kal északra a Holdtól
8	04,7	*Neptunusz* 5°-kal északra a Holdtól
11	06,6	*Jupiter* 5°-kal északra a Holdtól
16	00,0	*Vénusz* 3°-kal északra a Holdtól
18	01,9	*Merkur* 1°-kal délre a Holdtól
19	23,2	*Részleges napfogyatkozás.* Tőlünk nem látható. A fogyatkozás Északkelet-Ázsiából, Alaszkából, Kanadából és az Északi-sarkvidékről figyelhető meg
21	11,4	*Mars* 2°-kal délre a Holdtól.

Június

Bolygók

Merkur: előretartó mozgást végez 13-ig a Bika, 13-tól 27-ig az Ikrek, utána a Rák csillagképben. A hó közepén egy, a végén másfél órával nyugszik a Nap után. Az év folyamán ez alkalommal kerül a megfigyelésre legkedvezőbb helyzetbe. A hó második felében látható az esti szürkületben a délnyugati égbolton. 28-án a Castor és Pollux alatt kereshető. 7-én felső együttállásban a Nappal. 25-én fázisa 0,75, fényessége -0^m4, mindkettő csökkenő.
Vénusz: előretartó mozgást végez 10-ig a Halak, 10-től 29-ig a Kos,

utána a Bika csillagképben. Két órával kel a Nap előtt, és mint hajnalcsillag látható a keleti hajnali égbolton. 12-én legnagyobb nyugati kitérésben, 46° távolságra a Naptól. 17-én fázisa 0,52, növekedő; fényessége -3^m9, csökkenő.

Mars: előretartó mozgást végez 7-ig a Bika, utána az Ikrek csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg.

Jupiter: 5-ig előretartó, utána hátráló mozgást végez a Bak csillagképben. A késő esti órákban kel, és az éjszaka második felében figyelhető meg a délkeleti égbolton.

Szaturnusz: hátráló mozgást végez a Mérleg csillagképben. A hajnali órákban nyugszik, és az egész éjszaka folyamán megfigyelhető.

Uránusz: hátráló mozgást végez a Kígyótartó csillagképben. Az egész éjszaka folyamán megfigyelhető. 6-án szembenállásban a Nappal.

Neptunusz: hátráló mozgást végez a Nyilas csillagképben. Az egész éjszaka folyamán megfigyelhető. 23-án szembenállásban a Nappal.

Jelenségek

nap	óra	
1	23,4	*Szaturnusz* 3°-kal északra a Holdtól
3	11,1	*Uránusz* 2°-kal északra a Holdtól
4	14,0	*Neptunusz* 5°-kal északra a Holdtól
7	02,8	*Algol* minimumban
7	17,0	*Jupiter* 5°-kal északra a Holdtól
14	—	*Scorpius-Sagittaridák meteorraj* (április 20-tól július 30-ig) gyakorisági maximuma
14	11,7	*Vénusz* 2°-kal délre a Holdtól
16	—	*Lyridák meteorraj* (június 10-től 21-ig) gyakorisági maximuma: kékes meteorok, halvány nyommal
19	17,1	*Merkur* 2°-kal délre a Holdtól
29	05,4	*Szaturnusz* 3°-kal északra a Holdtól
30	01,4	*Algol* minimumban
30	18,8	*Uránusz* 2°-kal északra a Holdtól.

Július

Bolygók

Merkur: 27-ig előretartó, utána hátráló mozgást végez; 13-ig a Rák, utána az Oroszlán csillagképben tartózkodik. A hó elején másfél, a közepén egy órával nyugszik a Nap után. A hó első felében látható napnyugta után a nyugati égbolton. 14-én legnagyobb keleti kitérésben, 27° távolságra a Naptól. 5-én fázisa 0,58, fényessége $+0^m3$, mindkettő csökkenő.

Vénusz: a hó végéig előretartó mozgást végez a Bika csillagképben. A hó elején két és fél, a végén három órával kel a Nap előtt, és mint hajnalcsillag látható a hajnali keleti égbolton. 15-én fázisa 0,65, növekedő; fényessége $-3^m,7$, csökkenő.
Mars: előretartó mozgást végez 20-ig az Ikrek, utána a Rák csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. 18-án együttállásban a Nappal.
Jupiter: hátráló mozgást végez a Bak csillagképben. A kora esti órákban kel, és az egész éjszaka folyamán megfigyelhető.
Szaturnusz: 26-ig hátráló, utána előretartó mozgást végez a Mérleg csillagképben. Éjfélkor nyugszik, és az éjszaka első felében figyelhető meg.
Uránusz: hátráló mozgást végez a Kígyótartó csillagképben. Éjfél után nyugszik, és az éjszaka első felében figyelhető meg.
Neptunusz: hátráló mozgást végez a Nyilas csillagképben. Éjfél után nyugszik, és az éjszaka első felében figyelhető meg.

Jelenségek

nap	óra	
1	22,7	*Neptunusz* 5°-kal északra a Holdtól
4	23,9	*Jupiter* 4°-kal északra a Holdtól
14	09,9	*Vénusz* 4°-kal délre a Holdtól
19	21,7	*Merkur* 7°-kal délre a Holdtól
20	03,1	*Algol* minimumban
22	23,9	*Algol* minimumban
26	10,8	*Szaturnusz* 3°-kal északra a Holdtól
28	—	*δ Aquaridák* meteorraj (július 15-től augusztus 15-ig) gyakorisági maximuma; kettős radiánssal
28	00,9	*Uránusz* 2°-kal északra a Holdtól
29	05,6	*Neptunusz* 5°-kal északra a Holdtól.

Augusztus

Bolygók

Merkur: 20-ig hátráló, utána előretartó mozgást végez. 10-ig az Oroszlán, 10-től 28-ig a Rák, utána újból az Oroszlán csillagképben tartózkodik. A hó végén másfél órával kel a Nap előtt, és a hó utolsó napjaiban figyelhető meg a hajnali szürkületben a keleti égbolton. 10-én alsó együttállásban a Nappal. 28-án legnagyobb nyugati kitérésben, 18° távolságra a Naptól. 28-án fázisa 0,42, fényessége $-0^m,1$, mindkettő növekedő.
Vénusz: előretartó mozgást végez 26-ig az Ikrek, utána a Rák csillag-

képben. Három órával kel a Nap előtt, és mint hajnalcsillag látható a keleti hajnali égbolton. 16-án fázisa 0,76, növekedő; fényessége -3^m5, csökkenő.

Mars: előretartó mozgást végez 20-ig a Rák, utána az Oroszlán csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg.

Jupiter: hátráló mozgást végez a Bak csillagképben. Az egész éjszaka folyamán megfigyelhető. 4-én szembenállásban a Nappal.

Szaturnusz: előretartó mozgást végez a Mérleg csillagképben. Az esti órákban nyugszik, és a kora esti órákban még megfigyelhető.

Uránusz: 23-ig hátráló, utána előretartó mozgást végez a Kígyótartó csillagképben. Éjfélkor nyugszik, és a kora esti órákban még megfigyelhető a délnyugati égbolton.

Neptunusz: hátráló mozgást végez a Nyilas csillagképben. Éjfélkor nyugszik, és az esti órákban még megfigyelhető.

Jelenségek

nap	óra	
1	—	*Capricornidák meteorraj* (július 15-től augusztus 25-ig) gyakorisági maximuma; sárga tűzgömbökkel
1	03,5	*Jupiter* 4°-kal északra a Holdtól
6	—	ι *Aquaridák* meteorraj (július 15-től augusztus 25-ig) gyakorisági maximuma; kettős radiánssal
12	—	*Perseidák meteorraj* (július 25-től augusztus 15-ig) gyakorisági maximuma; fényes, széttöredező meteorok, halvány nyommal
12	01,6	*Algol* minimumban
13	09,3	*Vénusz* 5°-kal délre a Holdtól
14	22,4	*Algol* minimumban
20	—	κ *Cygnidák* meteorraj (augusztus 11-től 21-ig) gyakorisági maximuma; robbanó tűzgömbökkel
22	17,4	*Szaturnusz* 3°-kal északra a Holdtól
24	06,1	*Uránusz* 3°-kal északra a Holdtól
25	11,0	*Neptunusz* 5°-kal északra a Holdtól
28	05,1	*Jupiter* 4°-kal északra a Holdtól.

Szeptember

Bolygók

Merkur: előretartó mozgást végez 19-ig az Oroszlán, utána a Szűz csillagképben. A hó elején másfél órával kel a Nap előtt, így a hó első napjaiban figyelhető meg napkelte előtt a hajnali keleti égbolton. 22-én felső együtt-

állásban a Nappal. 3-án fázisa 0,67, fényessége $+0^m,6$, mindkettő csökkenő.

Vénusz: előretartó mozgást végez 12-ig a Rák, utána az Oroszlán csillagképben. A hó elején három, a közepén két és fél órával kel a Nap előtt. Mint hajnalcsillag látható a keleti hajnali égbolton. 13-án fázisa 0,85, növekedő; fényessége $-3^m,4$, csökkenő.

Mars: előretartó mozgást végez az Oroszlán csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg.

Jupiter: hátráló mozgást végez a Bak csillagképben. Éjfél után nyugszik, és az éjszaka első felében figyelhető meg.

Szaturnusz: előretartó mozgást végez a Mérleg csillagképben. A hó elején három, a végén két órával nyugszik a Nap után, és az esti szürkületben még megfigyelhető.

Uránusz: előretartó mozgást végez a Kígyótartó csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg.

Neptunusz: 12-ig hátráló, utána előretartó mozgást végez a Nyilas csillagképben. Az esti órákban nyugszik, és az esti szürkület után még megkísérelhető keresése a délnyugati égbolton.

Jelenségek

nap	óra	
1	04,3	*Algol* minimumban
4	00,1	*Algol* minimumban
4	22,0	*Merkur* 0,01°-kal délre a Marstól
6	20,9	*Algol* minimumban
12	—	*Piscidák meteorraj* (augusztus 16-tól október 8-ig) gyakorisági maximuma
12	09,1	*Vénusz* 5°-kal délre a Holdtól
13	09,1	*Mars* 4°-kal délre a Holdtól
19	02,7	*Szaturnusz* 3°-kal északra a Holdtól
20	12,3	*Uránusz* 3°-kal északra a Holdtól
21	16,3	*Neptunusz* 5°-kal északra a Holdtól
24	01,8	*Algol* minimumban
24	07,5	*Jupiter* 4°-kal északra a Holdtól
26	22,7	*Algol* minimumban
29	19,5	*Algol* minimumban.

Október

Bolygók

Merkur: előretartó mozgást végez 15-ig a Szűz, utána a hó végéig a Mérleg csillagképben. E hó folyamán nem kerül megfigyelésére kedvező helyzetbe.
Vénusz: előretartó mozgást végez 10-ig az Oroszlán, utána a Szűz csillagképben. Két órával kel a Nap előtt, és mint hajnalcsillag látható a reggeli szürkületben a keleti égbolton. 15-én fázisa 0,92, növekedő. Fényessége az egész hó folyamán $-3^{m}.4$.
Mars: előretartó mozgást végez 16-ig az Oroszlán, utána a Szűz csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg.
Jupiter: 3-ig hátráló, utána előretartó mozgást végez a Bak csillagképben. Éjfélkor nyugszik, és a késő esti órákig megfigyelhető.
Szaturnusz: előretartó mozgást végez a Mérleg csillagképben. A hó elején két, a végén egy órával nyugszik a Nap után. Megfigyelése az esti szürkületben a nyugati égbolton még megkísérelhető.
Uránusz: előretartó mozgást végez a Kígyótartó csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg.
Neptunusz: előretartó mozgást végez a Nyilas csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg.

Jelenségek

nap	óra	
5	00,0	*Vénusz* 0,1°-kal északra a Marstól
12	02,2	*Mars* 3°-kal délre a Holdtól
12	10,2	*Vénusz* 2°-kal délre a Holdtól
14	03,5	*Algol* minimumban
15	06,3	*Merkur* 1°-kal délre a Holdtól
16	15,5	*Szaturnusz* 3°-kal északra a Holdtól
17	00,0	*Algol* minimumban
19	21,2	*Algol* minimumban
21	13,9	*Jupiter* 4°-kal északra a Holdtól
22	18,0	*Algol* minimumban
24	06,0	*Orionidák meteorraj* (október 16-tól 24-ig) gyakoriságí maximuma; többszörös radiánssal, maradandó nyommal. Ez alkalommal, mivel a raj a Földünkhöz közeledő Halley-üstökössel van kapcsolatban, pontosabb időpontot adunk a várható, szokásosnál sűrűbb csillaghullásra

28	—	*Teljes holdfogyatkozás.* Tőlünk is látható. Belépés a félárnyékba 15^h 38^m-kor 16^h 30^m-kor kel a Hold), belépés a teljes árnyékba 16^h 54^m5-kor, teljes fogyatkozás kezdete 18^h 19^m7-kor, fogyatkozás közepe 18^h 42^m4-kor teljes fogyatkozás vége 19^h 5^m0-kor, kilépés a teljes árnyékból 20^h 30^m2-kor, kilépés a félárnyékból 21^h 46^m7-kor. A fogyatkozás nagysága 1,07 holdátmérő
30	22,3	*Merkur* 4°-kal délre a Szaturnusztól.

November

Bolygók

Merkur: 18-ig előretartó, utána hátráló mozgást végez. 1-től 7-ig a Skorpió, utána a hó végéig a Kígyótartó csillagképben tartózkodik. A hó első felében háromnegyed órával nyugszik a Nap után, és ekkor megkísérelhető keresése napnyugta után a délnyugati égbolton. 8-án legnagyobb keleti kitérésben, 23° távolságra a Naptól. 28-án alsó együttállásban a Nappal. 10-én fázisa 0,60, fényessége 0^m0, mindkettő csökkenő.
Vénusz: előretartó mozgást végez 14-ig a Szűz, utána a Mérleg csillagképben. A hó elején másfél, a végén egy órával kel a Nap előtt. Mint hajnalcsillag figyelhető meg a reggeli szürkületben. 16-án fázisa 0,97, növekedő. Fényessége az egész hó folyamán -3^m4.
Mars: előretartó mozgást végez a Szűz csillagképben. A hó elején három, végén négy órával kel a Nap előtt, és újra megfigyelhető a hajnali keleti égbolton.
Jupiter: előretartó mozgást végez a Bak csillagképben. Az esti órákban nyugszik, és a kora esti órákban figyelhető meg a délnyugati égbolton.
Szaturnusz: előretartó mozgást végez a Mérleg csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. 23-án együttállásban a Nappal.
Uránusz: előretartó mozgást végez a Kígyótartó csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg.
Neptunusz: előretartó mozgást végez a Nyilas csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg.

Jelenségek

nap	óra	
6	03,1	*Algol* minimumban
8	22,9	*Algol* minimumban
9	—	*Tauridák meteorraj* (október 18-tól november 30-ig)

		gyakorisági maximuma; kettős radiánssal, gyakori tűzgömbökkel
9	19,3	*Mars* 2°-kal délre a Holdtól
11	11,4	*Vénusz* 1°-kal északra a Holdtól
11	19,7	*Algol* minimumban
12	14,8	*Részleges napfogyatkozás.* Tőlünk nem látható; a fogyatkozás Dél-Amerika déli részén, az Antarktiszon és a Csendes- és Atlanti-óceán déli-sarki vidékeiről látható
14	04,5	*Merkur* 0,3°-kal északra a Holdtól
14	16,5	*Algol* minimumban
17	—	*Leonidák meteorraj* (november 15-től 19-ig) gyakorisági maximuma; fényesek, maradandó nyommal
18	01,5	*Jupiter* 5°-kal északra a Holdtól
26	03,8	*Algol* minimumban
27	23,8	*Halley-üstökös* földközelben; ez időponttól kezdve kerül észlelésre mind kedvezőbb helyzetbe
29	00,6	*Algol* minimumban.

December

Bolygók

Merkur: 8-ig hátráló, utána előretartó mozgást végez. 1-től 3-ig a Skorpió, 3-tól 14-ig a Mérleg, 14-től 20-ig újra a Skorpió, utána pedig a Kígyótartó csillagképben tartózkodik. A hó elején és végén egy, a közepén két órával kel a Nap előtt. Az egész hó folyamán látható, és a hajnali szürkületben a délkeleti égbolton figyelhető meg. 17-én legnagyobb nyugati kitérésben, 21° távolságra a Naptól. 10-én fázisa 0,37, fényessége $+0^m,3$, mindkettő növekedő.

Vénusz: előretartó mozgást végez 6-ig a Mérleg, 6-tól 9-ig a Skorpió, 9-től 20-ig a Kígyótartó, utána a Nyilas csillagképben. A hó elején egy, a végén már csak negyed órával kel a Nap előtt. A hó első felében még megfigyelhető mint hajnalcsillag, napkelte előtt a keleti égbolton. 2-án fázisa 0,98, növekedő. Fényessége az egész hó folyamán $-3^m,4$.

Mars: előretartó mozgást végez 25-ig a Szűz, utána a Mérleg csillagképben. Négy és fél órával kel a Nap előtt, és a hajnali égbolton figyelhető meg.

Jupiter: előretartó mozgást végez a Bak csillagképben. A hó elején öt, a végén három órával nyugszik a Nap után, és a kora esti órákban még megfigyelhető a délnyugati égbolton.

Szaturnusz: előretartó mozgást végez a Skorpió csillagképben. A hó végén

két és fél órával kel a Nap előtt, és megfigyelése újra megkísérelhető a hajnali szürkületben a délkeleti égbolton.
Uránusz: előretartó mozgást végez a Kígyótartó csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. 10-én együttállásban a Nappal.
Neptunusz: előretartó mozgást végez a Nyilas csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. 25-én együttállásban a Nappal.

Jelenségek:

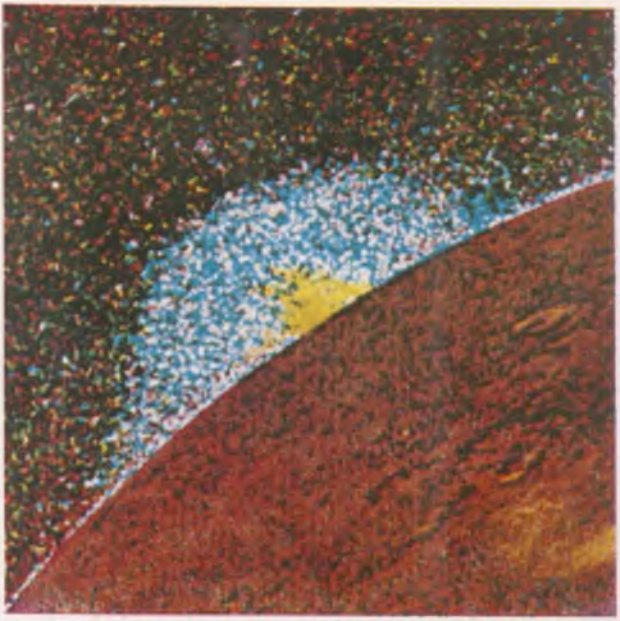
nap	óra	
1	21,4	*Algol* minimumban
4	05,5	*Merkur* 2°-kal északra a Vénusztól
4	18,2	*Algol* minimumban
5	11,7	*Vénusz* 1°-kal délre a Szaturnusztól
8	11,3	*Mars* 0,1°-kal délre a Holdtól
10	18,4	*Merkur* 5°-kal északra a Holdtól
10	23,1	*Szaturnusz* 4°-kal északra a Holdtól
14	—	*Geminidák meteorraj* (december 7-től 15-ig) gyakorisági maximuma; gyakran tűzgömbökkel, sok teleszkopikus meteorral
15	18,9	*Jupiter* 4°-kal északra a Holdtól
16	18,4	*Merkur* 0,5°-kal északra a Szaturnusztól
19	02,3	*Algol* minimumban
21	23,1	*Algol* minimumban
22	—	*Ursidák meteorraj* (december 7-től 24-ig) gyakorisági maximuma
24	19,9	*Algol* minimumban
27	16,7	*Algol* minimumban
29	12,6	*Merkur* 1°-kal északra az Uránusztól.

II.
BESZÁMOLÓK

1. melléklet. Hawaii-jellegű tűzhányó-tevékenység: lávazuhatag. Ilyen típusú vulkánosság képzelhető el a Marson és feltehetően a Vénuszon is

2. melléklet. Óceánperemi jellegű, erősen robbanásos kitörés (Mt. St. Helens, USA, Washington állam, 1980. május 18.). Ez a kitörési típus kizárólag csak a Földre jellemző

3. melléklet. Az Io. A korong közepéhez közel egy óriási méretű, „lópatkó" alakú vulkáni kalderát látunk, sok helyütt pedig sötét kén folyásnyomokat



4. melléklet. A legnagyobb felhő belső magja 280 km magasságig emelkedett, az ultraibolya felvétel azonban elárulja, hogy a finomabb részecskék még sokkal magasabbra is feljutottak és nagyobb területen szóródtak szét

5. melléklet. Az Europa felszínrészlete: egy befagyott óceán repedésekkel szabdalt jégkérge fedi

SZEIDL BÉLA

BESZÁMOLÓ AZ MTA CSILLAGÁSZATI KUTATÓ INTÉZETE 1983. ÉVI TEVÉKENYSÉGÉRŐL

Kutatással kapcsolatos fejlesztési munkák

Budapesten üzembe állítottuk az 1982 végén beszerzett TPA/L kisszámítógépet 32 K szó operatív memóriával, CM 5400 Cartridge-diszkkel, CM 5302 mágnesszalagegységgel és egy duál floppy-diszkkel mint háttérmemória-egységekkel. Az OS/i operációs rendszer azonos a piszkés-tetői gép operációs rendszerével. Beszereztünk néhány új CAMAC-modult is, elsősorban az új rendszerű impulzusszámláló-fotométer on-line csatlakoztatásához.

A korábban a Bjurakáni Obszervatóriumban működő integráló fotométert elláttuk automatikus szűrőváltással, és átépítettük impulzusszámlálásra. Kialakítottuk a fotométer vezérlését a CAMAC—ICC-ről, és elkészítettünk egy tucatnál is több programot annak vezérlésére, tesztelésére és az adatok feldolgozására.

A korábbi években igen sok gondot okozott az RCC-teleszkóp fotométerében a tranziensekre való érzékenység. Ezt jó részben sikerült kiküszöbölni. Elvégeztük a Schmidt-teleszkóp rekta-hajtóművének javítását. Munkák folytak az RCC-teleszkóp elöregedett óramotor-meghajtó erősítőjének teljes felújításán is.

Bajai obszervatóriumunkba Interkozmosz-támogatással beszereztünk egy Spectrum típusú mikroszámítógépet és néhány nélkülözhetetlen kisebb műszert (generátor, multiméter, memória-oszcilloszkóp stb.). A Szegedi úti obszervatóriumban az AFU-kamera folyamatos felújítását végeztük el. A másik műszerrel, a digit-vizuális távcsővel a rendszeres észleléseket az elektronika nem szisztematikus hibái gátolták. A mikroprocesszoros vezérlésre való á'térés hamarosan befejeződik, s a hibák kiküszöbölhetők.

Tudományos munkák és eredmények

Változócsillagok

A megfigyelési program keretében röntgensugárzó változócsillagok, foltos vörös törpecsillagok, RV Taurik, szemireguláris változók, δ Scuti, RR Lyrae, cefeida típusú változók, valamint RS CVn típusú kettősök fotoelektromos megfigyeléseit végeztük el.

Megfigyelési és elméleti eredményeink közül a következőket emelhetjük ki.

Vizsgáltuk *a kétmódusú csillagpulzáció* létrejöttében a 2:1 típusú rezonáns móduscsatolások szerepét. A pulzációs móduscsatolások vizsgálatához tisztáztuk a nemlineáris csatolást leíró egyenletek numerikus számításokra való alkalmasságát, valamint a nemadiabatikus fáziskülönbség szerepét (részben nemzetközi együttműködésben). Hozzáfogtunk a kétmódusú RR Lyrae csillagok alacsonyabb rendű rezonanciáinak feltérképezéséhez egy nemadiabatikus program számítógépes alkalmazásával.

Elvégeztük az *FM Com* nevű, δ Scuti típusú változócsillag periódusanalízisét a korábbi években nyert megfigyelési anyag alapján.

Az M 15 gömbhalmaz RR Lyrae csillagainak szekuláris periódusváltozásaira meghatároztuk a $\Delta P/\Delta t$ értékeket, melyek Gauss-eloszlást mutattak. Ez azt jelenti, hogy a periódusváltozások véletlenszerűek, és nem mutatnak fejlődési effektust.

További *öt mező RR Lyrae típusú változó* (UY Cyg, TW Her, VZ Her, AV Peg, TU UMa) periódusváltozásainak vizsgálatát zártuk le. Az O—C-diagramok két esetben egyenessel, két esetben pedig pozitív parabolával voltak közelíthetők, míg a TU UMa O—C-diagramja szinuszos jellegű volt, ami a csillag esetleges kettősségére utal.

Az *SU Dra*-ról nagy időfelbontással UBV-fotometriai észleléseket nyertünk (mintegy 35 órai észlelési időben 2—2 felszálló, illetve leszálló ágat), amit a csillaglégkör fizikai állapotának vizsgálatához kívánunk felhasználni.

A cefeidák parabolikus O—C-görbéinek periódus szerinti gyakoriságvizsgálatából kapott eredmények összhangban vannak a csillagfejlődési elméletek következtetéseivel. Vizsgáltuk a mágneses tér, a rotáció és a csillagkettősség hatását a cefeidák periódus—fényesség—szín-relációjára, s kvantitatív összefüggéseket állapítottunk meg.

A *HK Lac* (ami egy RS CVn típusú kettős) vizsgálatát is tovább folytattuk. A csillag differenciális rotációját tanulmányozva két módon is sikerült meghatározni a keringési periódusnak megfelelő korotáló sáv távolságát a csillag egyenlítőjétől, s ez kb. 30°-nak adódott. A csillagról 1983-ban is teljes fénygörbét sikerült kapni; a fényváltozás amplitúdója minden eddiginél nagyobb volt.

A *BY Dra* teljes megfigyelési anyagára — különböző adatcsoportokban — perióduselemzést végeztünk. A kapott periódusok közt csak kis különbségek mutatkoztak, így a fénygörbék foltmodellezése egy átlagos periódussal is elvégezhető. A nagyszámú megfigyelési anyagból két fler megjelenése is valószínűsíthető.

Az SV Cam fedési kettős fénygörbeváltozásainak vizsgálata azt mutatja, hogy — a törpe nóvák esetével szemben — a tömegátadás során létrejövő forró folt nem egy, a csillagot körülölelő, akkréciós korongon keletkezik, hanem a becsapódó anyag közvetlenül a főkomponens felszínére jut.

Sztellárstatisztika

A Tejútrendszer szerkezetével kapcsolatos vizsgálatainkhoz megkezdtük a közepes galaktikai szélességeken levő területekről korábban gyűjtött UBV-fotografikus anyag R és G színekkel való kiegészítését. A már eddig rendelkezésünkre álló megfigyelési anyagból kimértük az IC 4665 körüli terület késői típusú csillagait. Az abasztumáni 70 cm-es meniszkusztávcső 166 Å/mm diszperziójú objektívprizmájával felvételeket készítettünk az IC 4665 és az NGC 7686 körüli területekről. A lemezeken a csillagok luminozitás szerinti klasszifikációja folyamatban van.

A többszínfotometriai mérések feldolgozására (a Matematikai Kutatóintézettel történt rendszeres konzultáció alapján) a csillagok térbeli eloszlását, valamint az intersztelláris anyag szerkezetét meghatározó programot készítettünk.

Egy diszkriminanciaanalízisen alapuló módszert dolgoztunk ki a *csillaghalmazok tagjainak* az égi háttértől való elkülönítésére. E módszerrel meghatároztuk az NGC 2420 nyílthalmaz koronájának átmérőjét.

Rendszeresen észleltük a Praesepe és Plejádok nyílthalmazokat, valamint az NGC 7000 körüli területet, hogy újabb *flercsillagokat* fedezzünk fel. Folytattuk a Plejádokban eddig felfedezett flercsillagok fotografikus fotometriáját. A saját és irodalmi adatok feldolgozásával arra a következtetésre jutottunk, hogy ezen a területen, a korábbi becslésekkel ellentétben, 2500—3000 flercsillag van.

Folytattuk a *DI Cep* T Tauri típusú csillag, illetve az *RW Aur* fotoelektromos fotometriáját, és megkezdtük a Plejádok fényes flercsillagainak fotoelektromos figyelését.

A mátrai Schmidt-teleszkóppal rendszeresen észleltük az égbolt galaxisokban gazdag területeit újabb *szupernóvák* felkutatása céljából.

Felsőlégköri kutatások

Akcelerométeres sűrűségadatok szisztematikus elemzésével megállapítottuk, hogy az egyenlítői vidékeken is kimutathatók erősebb *geomágneses viharok*. A sűrűségnövekedés ilyenkor 300%-os, a hőmérséklet-növekedés pedig akár 400 K is lehet. A dT/dK_p fajlagos felmelegedés 16 óra helyi időben a legkisebb, 2 órakor ennek kétszerese. A nagynak tűnő hőmérsékleti értékek összhangban vannak a helyszíni mérésekkel (OGO—6, Nisbet). A jelenség értelmezése megkívánja a nagy léptékű meridionális áramlások felfedezését a geomágneses viharok idején.

Az akcelerométeres mérések nagy időbeli és térbeli felbontását felhasználva megkezdtük a lokális (nemglobális) és rövid időtartamú légköri jelenségek kimutatását.

Tovább folytattuk *a 27 napos légköri effektus* vizsgálatát, nagy megfigyelési anyagon, a matematikai statisztika módszereivel. Megtörtént a teljes anyag (60 mesterséges hold adatai) előkészítése, hogy a SZOCPROG matematikai-statisztikai programcsomaggal a vizsgálatokat elvégezzük a korábbi analízis mintájára, amely csak négy holdat vett tekintetbe.

Már korábban felismertük, hogy az extrém ultraibolya és közvetlen *napszélfűtésen* kívül kell léteznie egy késleltetett napszélfűtésnek is, melynek energiája a Föld magnetoszférájában különböző ideig tárolódik. Ennek a fűtésnek a modellezéséhez vizsgálatokat kezdtünk az energiabetáplálás és továbbjuttatásának (késleltetésének) nyomon követésére.

A Kozmikus Geodéziai Obszervatóriummal együttműködésben az 1000 km körüli magasságban keringő *Doppler-holdak* 1982/83-as periódusváltozásainak megfigyelése alapján vizsgáltuk a légsűrűségi változásokat a maximális naptevékenység időszakában. Eredményeinket összehasonlítottuk a felsőlégköri modellekkel, s megállapítottuk, hogy azok felülbecsülik a sűrűségnövekedéseket. Például a napszakos effektus amplitúdója kisebb, mint amit a modellek ebben a magasságban és ilyen nagy naptevékenységi szintre jósolnak.

Napfizika

Tovább folytattuk a *rendszeres fotoszféraészleléseket* Debrecenben és Gyulán, valamint nemzetközi programok keretében a *kromoszféraészleléseket* a debreceni nagy koronográfon. Kooperációs észleléseket folytattunk szovjet, NDK, cseh kollégákkal (KAPG-együttműködésben), valamint jugoszláv, finn és holland napfizikusokkal előzetes egyeztetés alapján, továbbá az Interkozmosz napfizikai űrkísérletekkel kapcsolatban (Vertyikál—11). Számos intézetnek küldtünk kérésre megfigyelési anyagot.

1983 folyamán folytattuk a *Nap Maximum Év* (SMY) anyagainak fel-

dolgozását. Tanulmányoztuk a napfoltokban a színképvonalak aszimmetriáját. Több foltcsoportra vizsgáltuk a kromoszferikus és fotoszferikus aktivitás kapcsolatát. Szovjet kollégákkal együttműködve vizsgáltuk a napfoltok mágneses terét, szovjet és cseh napfizikusokkal pedig az 1981. május 16-i nagy flert és az aktív vidékben lezajló foltmozgásokat.

Az Országos Meteorológiai Szolgálat Központi Előrejelzési Intézetével közös kutatásba kapcsolódtunk be, vizsgáljuk a *naptevékenység* esetleges hatásait az időjárásra, távlati céllal az előrejelzésben való alkalmazásra.

Tovább folytattuk a *greenwichi katalógus* folytatásához a mérési sorozatokat, valamint a szisztematikus hibák vizsgálatát.

Befejeztük a *„szimmetrikus Nap-dinamó"* kinematikus modelljével kapcsolatos sajátérték-számításokat. Értelmezni tudtuk a napaktivitás két ciklusát, és magyarázatot tudtunk adni a változás lefolyására. A két változás összetevője azonban várhatólag sokkal szeszélyesebb változásokat is értelmezni tud majd.

Egyéb munkák

Továbbra is részt vettünk a *Halley-üstökös megfigyelésével* kapcsolatos programok előkészítésében. A Halley-üstökös fotometriai modelljei alapján számításokat végeztünk, hogy milyen felületi megvilágítási viszonyok várhatók a CCD-detektorok képelemein a legnagyobb üstökös—űrszonda-közelség körüli ± 2 napon belül. A Vega-űrszonda előzetes pályaelemei felhasználásával navigációs-orientációs számításokat végeztünk a lehetséges űrszonda—üstökös-találkozási helyzetekre.

A Naprendszer kisebb égitestjei mozgásának tanulmányozása során elkezdtük a mozgásegyenletek nagy pontosságú numerikus integrációján alapuló pályaszámítási program fejlesztését, amely alkalmas lesz az üstökösnél fellépő nemgravitációs erőhatások elemzésére.

Az *IRAS-program* irányító központjának felkérésére az IRAS—Araki—Alcock 1983d, IRAS 1983j üstökösökről, valamint három IRAS-aszteroidáról készítettünk felvételeket. Felvételeket készítettünk továbbá több kisbolygóról és a P/Churjumov—Gerasimenko-, Austin-, P/Tempel—1, —2, P/Russel—3 és P/Kopf-üstökösökről is.

Folytattuk *a Phobosz morfológiai vizsgálatát.* A rétegárkok globális voltának bizonyítása nehézségekbe ütközött a Stickney-krátertől nyugatra és keletre, szimmetrikusan az egyenlítő körül. Nyugatra nincs nagy felbontású kép, keletre pedig porral fedett a terület. A poros területekről kapott nagy felbontású NASA-fotókon megkezdtük a már mások által publikált Phobosz-térképek kiegészítését a gyengén, de azért egyértelműen látható árkok berajzolásával. A Phobosz réteges szerkezetének kimutatására javaslatokat dolgoztunk ki: speciális súrlófényű fotózást, a mágneses tér mérését és a felszíni szeizmikus sztereoméréseket.

Kozmológiai vizsgálataink során fizikus kollégákkal együttműködve kimutattuk, hogy a hipernehéz részecskék viszkozitása az egészen korai Univerzum új típusú „inflációjához" (exponenciális tágulásához) vezethet. Ez megoldást kínál a kozmológiai „monopólusproblémára" és „horizontproblémára".

A kozmikus felfedezések ütemével és az *ETI* (Extraterrestrial Intelligence) hatásával kapcsolatosan egy érdekes kérdésre hívtuk fel a figyelmet. A csillagászati felfedezések várható számának alakulása függ attól is, hogy léteznek-e jelentős számban mesterséges jelenségek az égen.

Csillagászattörténeti témában külön kiemelést érdemel Tittel Pál munkásságát feltáró vizsgálódásunk.

Nemzetközi kapcsolataink, kutatóink oktató és népszerűsítő tevékenysége, részvételük a tudományos közéletben

Kutatóink több hazai és külföldi rendezvényen vettek részt. Közülük a legfontosabb hazai rendezvények:

— *II. Planetológiai Szeminárium* (1983. május 24—27., Debrecen).
— *Röntgen- és gammacsillagászat* (KFKI—CSKI közös szemináriuma, 1983. július 26—27., Budapest).
— *11. Regionális Napfizikai Konzultáció* (1983. szeptember 12—16., Debrecen).
— *Csillagászati őszi iskola* (1983. szeptember 29—október 1., Visegrád).
— *IAF 34. kongresszusa* (1983. október 10—15., Budapest).

Kutatóink számos külföldi tanácskozáson is részt vettek, többnyire igen élénk visszhangot kiváltó előadással: Interkozmosz kozmikus fizikai munkacsoport ülése, Bukarest (Almár I., Kálmán B.); IK 6. szekció ülése, Stara Zagora, Bulgária (Almár I., Ill M., Illés E., Nuspl J.); IK-tanácskozás a Halley-üstökös megfigyeléséről, Kijev (Balázs L., Szeidl B.); NDKTA tavaszi iskolája, Binz, NDK (Zsoldos E.): Csillagok fizikája és fejlődése szimpozion és problémabizottság ülése, Prága (Patkós L., Szabados L.); 2. albizottság ülése, Krím, SZU (Barcza Sz.); IAU-szimpozion a csillagfejlődésről, Genf (Barlai K., Szabados L.); IAU-kollokvium a Schmidt-teleszkópokról, Asiago, Olaszország (Balázs L.); Cospar/IAU kozmológiai szimpozion, Szófia (Paál Gy.); SMY-munkaértekezlet, Big Bear Obszervatórium, USA (Dezső L.); ERMA európai csillagászati találkozó, Firenze (Kelemen J., Oláh K.).

Az MTA egyezményes keretei terhére több kutatónknak adódott lehetősége, hogy külföldi obszervatóriumokban dolgozhasson. Kovács G. Lengyelországban (2 hét), Gesztelyi L. a Szovjetunióban és Csehszlovákiában (2—2 hét), Kovács Á. a Szovjetunióban (2 hét), Ludmány A. a

Szovjetunióban (2×1 hónap), Paparó M. a Szovjetunióban (2 hét) és Patkós L. Bulgáriában (2 hét) volt tanulmányúton. Jankovics I. egész évben a heidelbergi csillagvizsgálóban (NSZK) dolgozott Humboldt-ösztöndíjjal. Almár I. részt vett az IAF elnökségének ülésén Párizsban, Dezső L. a 11. Napfizikai Találkozó előkészítésének megbeszélésén Prágában járt. Almár I. a belgrádi, Szeidl B. pedig a bécsi csillagvizsgáló, illetve az Iraki Tudományos Tanács meghívásának tett eleget.

Intézetünk számos (73) külföldi kutatót fogadott 1983-ban is, főleg a Napfizikai Találkozó alkalmából.

Almár I., Balázs L., Barcza Sz., Szabados L., illetve Ill M. továbbra is rendszeresen tartottak előadásokat az ELTÉ-n, illetve a JATÉ-n. Az intézet kutatói az ismeretterjesztésben is igen aktívak voltak, számos előadást és bemutatást tartottak, valamint ismeretterjesztő cikket írtak.

Ill M. benyújtotta értekezését a tudományok doktora fokozatra.

Almár I.-t ismét megválasztották az IAF alelnökévé, és a Cospar X. munkabizottsága ülését előkészítő programbizottság tagjává.

A kutatók fontosabb közleményei

Balázs L.—Barcza Sz.: „A csillagászat újabb eredményeiből"; Csillagászati Évkönyv 1984., 125.

Balázs L. (T.: Tóth I.): „Possibility of the Three-dimensional Morphological Studies in Cometary Missions"; Cometary Exploration, Vol. 3., p. 169. (Central Research Inst. for Physics, Hung. Acad. of Sci.) Budapest, 1983.

Barcza Sz.: „Publikációs szokások a csillagászatban"; Fizikai Szemle, *33*, 118.

Barcza Sz.: „Száz éve született Eddington"; Fizikai Szemle, *33*, 290.

Barlai K.: (T.: Jónás I.): „Gondolatok a Gergely-naptárról"; Fizikai Szemle, *33*, 139.

Csada I.: „Evidences for the Phi-Dependent Rotation Oscillation of the Sun"; Solar Physics, *82*, 439.

Dezső L.—Kovács Á.: „A Note on Flare Loops"; Publ. Debrecen Obs., *5*, 317.

Gerlei O.: „Fényi Gyula és a kalocsai csillagvizsgáló"; Csillagászati Évkönyv 1984., 294.

Gesztelyi L.—Kondás L.: „The Development of Activity in Hale Region 17 098 (28 August—8 September 1980)"; Publ. Debrecen Obs., *5*, 133.

Jankovics I. (T.: Appenzeller, I. és Krautter, J.): „Blue-shifted Forbidden Lines in T Tauri Stars"; Mitteilungen d. Astr. Ges., *60*, 297.

Jankovics I. (T.: Appenzeller, I. és Krautter J.): „Spectroscopy and Infrared Photometry of Southern T Tauri Stars"; Astr. Astrophys. Suppl., *53*, 291.

Kálmán B. (T.: Ishkov, V. N.—Markeev, A. K.—Fomichev, V. V.—Chernov, G. P.—Chertok, I. M.—Likin, O. B.—Pisarenko, N. F.—Valnicek, B.—Karlicky, M.—Tlamicha, A. és Farnik, F.): „Pecularities of the Development of Flare on May 16, 1981 as Observed in Optical, X-rays and Radio Waves; Publ. Debrecen Obs.", *5*, 193.

Kálmán B.—Nagy I.: „Proper Motions in Hale Region 17 644 (May 1981) and the May 16 Flare"; Publ. Debrecen Obs., *5*, 207.

Kálmán B. (T.: Gopasyuk, S. I. és Romanov, V. A.): „Changes in the Large-Scale Current Systems in the Course of the Evolution of an Active Region"; Publ. Debrecen Obs., *5*, 249.

Kelemen J. (T.: Tóth I.): „On the Picture Processing of Photometrical Models of Comet Halley"; Cometary Exploration, Vol. 3., p. 243. (Central Research Inst. for Physics, Hung. Acad. of Sci.) Budapest, 1983.

Kovács G.: „On the Accuracy of Frequency Determination by an Autoregressive Spectral Estimator"; Solar Physics, *82*, 123.

Ludmány A.: „Asymmetry of Non-splitting Spectral Lines in Sunspots"; Publ. Debrecen Obs., *5*, 575.

Ludmány A. (T.: Baranyi T.): „Synthesis of H-Profiles from Filter Transmission Functions"; Publ. Debrecen Obs., *5*, 595.

Nagy I.: „Sunspot Proper Motions in the Western Part of Hale Region 16 864 (May 25—29. 1980)"; Publ. Debrecen Obs., *5*, 107.

Oláh K.: „HK Lacertae"; Proc. IAU Coll. 71, Activity in Red Dwarf Stars (eds. Byrne and Rodono), Reidel, 1982, p. 403.

Paál Gy. (T.: Diósi L., Keszthelyi B. és Lukács B.): „Viscosity and the Monopole Density of the Universe"; KFKI-preprint 1983.

Patkós L.: „Az RS CVn típusú csillagok"; Csillagászati Évkönyv 1984., 270.

Szabados L.: „Period Changes of Cepheid Variables I., Secular Period Changes"; Astrophys. Space Sci., *96*, 185.

Szeidl B.: „Period Changes of Dwarf Cepheids III., SZ Lyncis"; Comm. Konkoly Obs., No. 84.

Veres F.: „Gravitacionnoje polje szisztemü Zemlja-Luna-Szolnce sz tocski zrenyija evolucii orbit I. Sz. Z."; Proc. Int. Symp. Figure of the Earth, the Moon and Other Planets, Publ. Research Inst. of Geodesy, Topography and Cartography, Prague, 1983, p. 51.

Zsoldos E.: „On Possible Causes of Scatter in the Period Luminosity Colour Relation of Cepheids"; Astron. Nachrichten, *305*, 33.

MARIK MIKLÓS

AZ ELTE CSILLAGÁSZATI TANSZÉKÉNEK MŰKÖDÉSE AZ 1983. ÉVBEN

A tanszék személyi állománya 1983. szeptember 1-én a következő volt: dr. Balázs Béla, tanszékvezető egyetemi docens, kandidátus; dr. Marik Miklós, mb. tanszékvezető egyetemi docens, kandidátus; dr. Tóth György, obszervatóriumvezető, tud. munkatars (Szombathelyen); dr. Érdi Bálint, egyetemi adjunktus, kandidátus; dr. Szécsényi-Nagy Gábor, egyetemi adjunktus; Vízi Zsuzsanna, egyetemi tanársegéd; Tóth Imre, tudományos segédmunkatárs; Surek György, egyetemi tanársegéd; Vincze Ildikó, tudományos segédmunkatárs (Szombathelyen); Vámosi László, tanszéki mérnök (Szombathelyen); Horváth József, tudományos ügyintéző (Szombathelyen); Pap Judit, aspiráns; Nagy Ágnes, előadó; Gál Imréné, adminisztrátor (Szombathelyen); Csejtei Ferencné, gondnok, hivatalsegéd (Szombathelyen); Vörös Tibor tudományos munkatárs (részfoglalkozásban); Vámosi Péter, szakmunkás (részfoglalkozásban, Szombathelyen); Csejtei Ferenc, fűtő, parkgondozó (részfoglalkozásban Szombathelyen); Aszódi Sándorné, takarítónő (részfoglalkozásban).

Megbízott előadók voltak: dr. Almár Iván, igazgatóhelyettes, a fizikai-csillagászati tudományok doktora; dr. Balázs Lajos, tudományos főmunkatárs, kandidátus; dr. Barcza Szabolcs, tudományos főmunkatárs, kandidátus; Ponori-Thewrewk Aurél, ny. igazgató.

Tanszékünk jényegében két különálló egységből áll: a Kun Béla téren levő központi részlegből és a szombathelyi Gothard Obszervatóriumból.

Balázs Béla tanszékvezető 1983. szeptember 1-től egy év alkotói szabadságot kapott akadémiai doktori értekezésének elkészítésére. Vízi Zsuzsanna továbbra is külföldön tartózkodik.

A tanszék legfontosabb feladata továbbra is *a csillagászat oktatása* a csillagá sz, fizikus, matematika-fizika, kémia-fizika, földtudományi, meteorológus és földrajz szakos hallgatók számára. A beszámolási időszakban a következő tantárgyakat oktattuk:

Kötelező előadások:

Csillagászati földrajz. Heti 1+2 óra, I. félév;
I. éves földrajz-biológia szakos hallgatók számára.
(Marik Miklós, Gábris Gyula egy. adjunktus)

A Naprendszer. Heti 2+1 óra, I. félév;
I. éves földtudományi szakos hallgatók számára.
(Surek György)

Kozmikus fizika. Heti 2+0 óra, I. félév;
II. éves fizikus hallgatók számára.
(Szécsényi-Nagy Gábor, Barta György egy. tanár)

Csillagászat. Heti 2+0 óra, II. félév;
IV. éves kémia-fizika szakos hallgatók számára.
(Szécsényi-Nagy Gábor)

A csillagászat elemei. Heti 2+0 óra, II. félév;
IV. éves matematika-fizika szakos hallgatók számára.
(Marik Miklós)

Csillagászat. Heti 2+0 óra, II. félév;
II. éves meteorológus hallgatók számára.
(Marik Miklós)

Csillagászati műszertechnika. Heti 1+1 óra, I—II. félév;
III—V. éves csillagász hallgatók számára, hároméves ciklusban.
(Balázs Béla, Szécsényi-Nagy Gábor, Surek György)

Asztrofizika I. Heti 2+0 óra, I—II. félév;
III. éves csillagász hallgatók számára.
(Szécsényi-Nagy Gábor)

Asztrofizika II. Heti 2+0 óra, I—II. félév;
IV—V. éves csillagász szakos hallgatók számára, kétéves ciklusban.
(Marik Miklós)

Általános csillagászat. Heti 2+0 óra, I—II. félév;
III—V. éves csillagász szakos hallgatók számára, hároméves ciklusban.
(Szabados László)

Légkörön kívüli csillagászat. Heti 2+0 óra, II. félév;
IV. éves csillagász szakos hallgatók számára.
(Almár Iván)

Mesterséges holdak mozgása. Heti 2+0 óra, I. félév;
IV. éves csillagász szakos hallgatók számára.
(Érdi Bálint)

Bevezetés az égi mechanikába. Heti 2+0 óra, I—II. félév;
(Érdi Bálint)

A háromtest-probléma. Heti 2+0 óra, I. félév;
V. éves csillagász szakos hallgatók számára.
(Érdi Bálint)

A Hold mozgása. Heti 2+0 óra, II. félév;
V. éves csillagász szakos hallgatók számára.

(Érdi Bálint)

A csillagászat története. Heti 2+0 óra, I. félév;
III—V. éves csillagász szakos hallgatóknak, hároméves ciklusban.

(Ponori Thewrewk Aurél)

A csillagászat legújabb eredményei. Heti 1+1 óra, I—II. félév;
III—V. éves csillagász szakos hallgatók számára.

(Balázs Lajos, Barcza Szabolcs)

Csillagászati laboratórium. Heti 0+3 óra, I. félév;
III. éves csillagász szakos hallgatók számára.

(Szécsényi-Nagy Gábor)

Speciális előadások:

Bevezetés a csillagászatba I. Heti 2 + 1 óra, I—II. félév;
I. éves hallgatóknak.

(Marik Miklós, Tóth Imre)

Bevezetés a csillagászatba II. Heti 2 + 1 óra, I—II. félév;
II. éves hallgatóknak.

(Szécsényi-Nagy Gábor)

A Tejútrendszer szerkezete. Heti 2 + 0 óra, I—II. félév;
III—V. éves hallgatóknak.

(Balázs Béla)

Csillagászati megfigyelési gyakorlatok. Heti 0 + 2 óra;
IV. éves hallgatóknak.

(Surek György)

A továbbra is eredményesen működő *Csillagászati Tudományos Diákkör* vezetését 1982-ben Érdi Bálinttól *Surek György* vette át. A beszánolási időszakban a következő diákköri dolgozatok nyertek díjat az Országos Diákköri Konferencián, Szegeden:

Baranyi Tünde: *A H-alfa vonalra kalibrált Lyot-féle polarizációs monokromátor áteresztési tulajdonságainak vizsgálata;*
Váradi Ferenc: *A gravitációs n-test probléma regularizálása;*
Váradi Ferenc: *Az inverz probléma egy speciális esete;*
Ender János: *A napfoltcsoportok élettartamának vizsgálata és a relatívszám korrigálása.*

A tanszék továbbra is egyik fő feladatának tekintette *a csillagász szakemberek szakmai továbbképzését.* Ezt a célt szolgálja többek között az országos csillagászati szeminárium, amelyet az Eötvös Loránd Fizikai Társulat csillagászati csoportjával közösen rendezünk. Az utóbbi három évben az országos csillagászati szemináriumon a következő előadások hangzottak el:

Gesztelyi Lídia: *Az 1972-es augusztusi fleres napfoltcsoport;*
Oláh Katalin: *Foltos csillagok;*
Vető Balázs: *Pulzáló változók periodikus O—C görbéinek modellezése;*
Szécsényi-Nagy Gábor: *Modern csillagászati érzékelők;*
Ja. B. Zeldovics: *Generation of Cosmic Magnetic Fields;*
Tóth László: *Égi mechanika asztali modellen;*
Tóth Imre: *Az üstökösök;*
Szabados László: *A kettős- és változócsillagok kapcsolata;*
Illés Erzsébet: *A Voyager-űrszondák a Szaturnusznál;*
Érdi Bálint: *Rezonanciák a Naprendszerben;*
Barcza Szabolcs: *„Felületi fényesség"-módszer pulzáló változók távolságának meghatározására;*
Ádám József: *A kozmikus geodézia koordináta-rendszerei;*
Kovács Géza: *A periódusanalízis problémái;*
Pap Judit: *A napállandó;*
Balázs Béla: *A galaktikus karok szögsebessége és a Naprendszer őstörténete;*
Szécsényi-Nagy Gábor: *Csillagászat Finnországban;*
Barcza Szabolcs: *Eddington élete és munkássága;*
Tóth György: *Csillagászat és biofizika;*
Ludmány András: *Spektrumvonal-eltolódások és -aszimmetriák a Napon;*
Szemerédy Pál: *A napszéldinamó és a magnetoszféra;*
Patkós László: *Napaktivitás— „csillagaktivitás";*
Tóth Imre: *Aktív jelenségek üstökösökben.*

Ugyancsak a szakemberek szakmai továbbképzését szolgálta az 1983. szeptember 29. és október 1. között megrendezett *A csillagászati mérések kiértékelésének problémái* című nemzetközi nyári iskola is, amelyet szintén az Eötvös Loránd Fizikai Társulat közreműködésével, az egyetem visegrádi üdülőjében szerveztünk. A nyári iskolán többek között a következő előadások hangzottak el:
Teleki György: *A fundamentális rendszer problémái;*
Nagy Sándor: *Fotografikus asztrometria;*
Teleki György: *Kozmikus asztrometria;*
Balázs Lajos: *A halvány objektumok detektálásának problémái;*
Csornai György: *A digitális képfeldolgozás problémái;*
Ludmány András: *Hullámhosszmérés a Napon;*
Fejes István: *Az időmérés problémái;*
Tusnády Gábor: *Sztochasztikus rendszerek analízise;*
Kovács Géza: *Idősorok a változócsillagászatban;*
Tóth Imre: *Az üstökösök asztrometriája;*
Szeidl Béla: *A fotometriai mérések optimalizálásának kérdése;*
W. Seitter: *Astrometry with the PDS Micro-D in Münster;*
W. Seitter: *Photographic Reductions with the PDS Micro-D in Münster;*
H. Duerbeck: *High Accuracy Reductions of Digitized Spectrograms.*

Tanszékünk szombathelyi Gothard Asztrofizikai Obszervatóriumában a beszámolási időszakban a 60 cm-es Zeiss Cassegrain-távcsőhöz illeszkedő *fotoelektromos fotométer* készítése és kalibrálása folyt. A munka folyamán sok nehézség merült fel, így a műszer végleges üzembe helye-

zése csak 1983 végére történt meg. Megkezdődött a Tanszék Becker-fotométerének korszerűsítése, amelynek elektronikus részét modernebbre cseréljük ki.

Tanszékünkön a beszámolási időszakban a következő tudományos kutatások folytak

Nyílthalmazok többszín-fotometriája és galaktikus eloszlásuk vizsgálata (Témafelelős: dr. Balázs Béla. Kooperációban az MTA Csillagászati Kutató Intézetével.)

1983-ban „A csillagok fizikája és fejlődése" elnevezésű multilaterális akadémiai együttműködés keretében tovább folytattuk fotografikus felvételek készítését az MTA Csillagászati Kutató Intézete Piszkés-tetőn felállított Schmidt-teleszkópjával. Ennek keretében a Johnson-féle U-, B- és V-tartományban végeztünk megfigyeléseket a programban szereplő nyílthalmazokról. A programról Szécsényi-Nagy Gábor „The Present State of the International Star Cluster Photometry Programme' címmel tartott előadást az 1983 őszén Prágában megrendezett nemzetközi csillaghalmaz- és csillagasszociáció-szimpozionon.

A fiatal nyílthalmazok galaktikus eloszlását vizsgálva, a témafelelősnek sikerült meghatároznia (a karokat logaritmikus spirálokkal közelítve) a Sagittarius—Carina- és Perseus-kar környezetében a spirális minta legvalószínűbb alakját és szögsebességét, továbbá azt, hogy e két formáció az ún. „grand design" része. Eredményeiről előadást tartott az említett prágai szimpozionon On the Shape and Angular Velocity of the Galactic Spiral Patterns címmel.

Szécsényi-Nagy Gábor folytatta a Plejádok nevű nyílthalmazhoz tartozó, illetve az η Tauri környezetében megfigyelhető flercsillagok fotometriai és energetikai vizsgálatát. Saját megfigyelési eredményei és a szakirodalomban közreadott adatok összevetése és feldolgozása során arra a következtetésre jutott, hogy a nemzetközi kooperációban vizsgált — több mint 16 négyzetfok kiterjedésű — mezőben a korábban becsültnél lényegesen több, mintegy 2—3000 flercsillagnak kell rejtőznie — még a ma alkalmazott megfigyelési módszerek hatótávolságán belül is! Megállapította továbbá, hogy a flercsillagok legoptimálisabb eloszlása esetén is összesen legalább 23 000 fölvillanásukat kell regisztrálnunk ahhoz, hogy nagy többségüket azonosítani tudjuk. Szécsényi-Nagy a témáról (amelyből kandidátusi értekezést készít) On the Most Probable Number of Flare Stars in the Pleiades Field címmel tartott előadást az említett prágai tudományos rendezvényen.

A témakörben megjelent tudományos publikációk:

Balázs Béla: *The Shape and Angular Velocity of the Galactic Spiral Pattern;* Hvar Obs. Bull., Vol. *6*, Suppl. No. 1, p. 1—16., 1982.

Balázs Béla (T.: G. Linga): *Shape and Angular Velocity of the Galactic Spiral Pattern for the Distribution of open Clusters;* Proc. IAU Symp. No. 106., Reidel Publ. Co., sajtó alatt.

A plazmafizika csillagászati alkalmazásai (Témafelelős: dr. Marik Miklós)

A téma keretében tervezett mágnesescsillag-megfigyelések megkezdését hátráltatta a szombathelyi fotométer késedelmes üzembe állítása, így vizsgálataink elsősorban elméleti jellegűek voltak. Továbbfejlesztettük a napkromoszféra fűtési mechanizmusára és a többperiódusú változócsillagok fényességváltozásának magyarázatára vonatkozó elméleteket. „A csillagok fizikája és fejlődése" multilaterális együttműködés keretében tanszékünk rendezte meg az MTA-val közösen a „Mágneses és változócsillagok" szimpoziont Szombathelyen. A szervezőbizottság elnöke a témafelelős volt. A szimpozionon 4 bolgár, 5 csehszlovák, 1 egyiptomi, 7 NDK-beli, 9 lengyel, 5 szovjet és 23 magyar szakember vett részt, és összesen 34 előadás hangzott el. A szimpozion anyaga az MTA Csillagászati Kutató Intézete kiadványainak 83. számaként Magnetic and Variable Stars címmel jelent meg, a témafelelős és Szabados László szerkesztésében.

A témakörben a következő publikáció jelent meg:

Marik Miklós: *Model of Fluctuation of Period in Multiple Periodic Variables; Magnetic and Variable Stars*; Comm. from the Konkoly Observatory, No. 83., p. 225., 1983.

Égi mechanika (Témafelelős: dr. Érdi Bálint)

Tovább folytattuk az égi mechanika csillagászati alkalmazásai témakörének kutatását. Ezen belül az egyik kutatási terület a trójai kisbolygók mozgásának és pályaevolúciójának vizsgálata volt. Meghatároztuk ezen kisbolygók pályaelemeinek fő perturbációit, összefüggést vezettünk le a normalizált librációs periódus egyszerű kiszámítására, tanulmányoztuk és kritériumot adtunk a perihéliumlibráció jelenségére. Egy másik témakör az ún. „inverz probléma" volt, amikor is adott pályacsaládhoz keressük az azt generáló potenciált. Sikerült a mások által korábban még nem vizsgált ún. „térbeli esetben" a potenciál meghatározására szolgáló parciális differenciálegyenlet-rendszert levezetni, és megoldhatóságának általános feltételeit megadni. A két témakörben az alábbi publikációk jelentek meg:

Érdi Bálint: *A Note on the Normalized Period of Libration of Trojan Asteroids;* Celestial Mechanics, 1983, *30*, p. 3.

Érdi Bálint: *Orbital Evolution of Trojan Asteroids;* Dynamical Trapping and Evolution in the Solar System, p. 165. Eds. V. V. Markellos and Y. Kozai, D. Reidel Publ. Co., Dordrecht, Holland, 1983.

Érdi Bálint—Váradi Ferenc: *Motion of the Perihelion of Trojan Asteroids;* Asteroids, Comets and Meteors: Exploration and Theoretical Modelling. Eds. C.—I. Lagerkvist and H. Rickman, Uppsala Univ. Publ., 1983.
Molnár Sándor: *Applications of Szebehely's Equation;* Celestial Mechanics, 1981, *24*, p. 81.
Váradi Ferenc—Érdi Bálint: *Existence of theSolution of Szebehely's Equation in Three Dimensions Using a Two-Parametric Family of Orbits;* Celestial Mechanics, 1983, *31*.

Kisbolygó- és üstökösfizikai kutatások. (Témafelelős: Szécsényi-Nagy Gábor. Kooperációban az MTA Csillagászati Kutató Intézetével, az MTA Interkozmosz Tanáccsal és az International Halley Watch elnevezésű nemzetközi programmal.

A témafelelős tovább folytatta az ekvidenzitometriai módszerek üstökösfizikai kutatásokban való alkalmazhatóságának vizsgálatát. Eredményeiről előadást tartott az Uppsalában megrendezett európai üstökös-, kisbolygó-, és meteorkutatási szimpozionon.

Tóth Imre az üstökösköma háromdimenziós vizsgálatának lehetőségeit és a Halley-üstökös fotometriai modelljeit tanulmányozta.

A témafelelős 1982 novemberében különös viselkedésű kisbolygó nyomára bukkant a Plejádok egy infravörös felvételén. A később sikeresen azonosított aszteroidát nyomon követve 1983-ban sikerült megbecsülnie az égitest valószínű forgási periódusát, ami minden korábban ismertnél rövidebbnek adódott. Az eredmény azért váltott ki különösen nagy érdeklődést a már említett uppsalai konferencián való közzétételekor, mert további lehetőséget kínál a kisbolygók egy fontos fizikai jellemzőjének (szakítószilárdságának) becslésére.

A témakörben megjelent tudományos közlemények:

Szécsényi-Nagy Gábor: *On the Role of Equidensitometry inCometary Research;* Abstract No. 71., Uppsala Astr. Obs. Rep., No. *25*, p. 32. 1983.
Szécsényi-Nagy Gábor: *Extreme Quickspin Asteroid;* Abstract No. 72., Uppsala Astr. Obs. Rep, No. 25, p. 33. 1983.
Szécsényi-Nagy Gábor: *On Some Methods of Equidensitometry and on New Possibilities Affered by the Equidensitometric Investigation of Split Comets;* Cometary Exploration, Proceedings of the International Conference on Cometary Exploration, Ed.: T. I. Gombosi, 1983.
Szécsényi-Nagy Gábor: *127 Johanna: Is it Really the Most Quickly Spinning Asteroid Known at this Moment?;* Asteroids, Comets, Meteors, pp. 49—54. Eds.: C.—I. Lagerkvist and H. Rickman, 1983.
Szécsényi-Nagy Gábor: *On the Role of Equidensitometry in Cometary Research;* Asteroids, Comets, Meteors, pp. 363—369. Eds.: C.—I. Lagerkvist and H. Rickman, 1983.
Tóth Imre—Balázs Lajos: *Possibility of the Three-dimensional Morphological Studies in Cometary Missions;* Cometary Exploration, Proceedings of the International Conference on Cometary Exploration, p. 109. Ed.: T. I. Gombosi, 1983.

Tóth Imre—Kelemen János: *On the Picture Processing of Photometrical Models of Comet Halley;* Cometary Exploration, Proceedings of the International Conference on Cometary Exploration p. 243. Ed.: T.I. Gombosi, 1983.

Egyéb munkák

Foglalkoztunk csillagászattörténeti kutatásokkal is. Miután 1982-ben megjelent Marik Miklós és Gazda István *Csillagászattörténeti ABC* című munkája a Tankönyvkiadónál, 1983-ban Marik Miklós ifj. Bartha Lajossal elkészítette a *Csillagászattörténeti életrajzi lexikont*, amely összesen 210 magyar és külföldi csillagász életrajzát tartalmazza. A lexikon a Tudományos Ismeretterjesztő Társulat budapesti szervezetének kiadásában jelent meg. A készülő akadémiai nagylexikon számára szintén Marik Miklós készített körülbelül 200 csillagászéletrajzot. Peter Brosche, német csillagász és Vargha Domokosné, az MTA Csillagászati Kutató Intézetének könyvtárosa sajtó alá rendezte Zách Ferenc magyar származású csillagász levelezését, amely tanszékünk kiadásában fog megjelenni 1984-ben.

A tanszék szombathelyi Gothard Obszervatóriumában Tóth György tovább folytatta az egyes csillagászati jelenségek hatásának vizsgálatát különféle rovarfajták magatartására.

Az egyéb témakörben megjelent munkák:

Marik Miklós—Gazda István: *Csillagászattörténeti ABC;* Tankönyvkiadó, 1982.

Marik Miklós—ifj. Bartha Lajos: *Csillagászattörténeti életrajzi lexikon*; TIT budapesti szervezete, 1983.

HORVÁTH ANDRÁS—ZOMBORI OTTÓ

BESZÁMOLÓ A TIT BUDAPESTI PLANETÁRIUM ÉS URÁNIA CSILLAGVIZSGÁLÓ 1983. ÉVI TEVÉKENYSÉGÉRŐL

A TIT országos ügyvezető elnöksége 1983 júliusában hosszas vita után, többségi szavazással úgy döntött, hogy a Planetáriumot és Uránia csillagvizsgálót működtetésre átadja a TIT budapesti szervezetének. Ez a döntés nem érintette a kétrészlegű intézmény fő feladatát: az továbbra is a csillagászati és űrkutatási ismeretterjesztés különféle formáinak művelése maradt.

Planetárium

Műsorok

1983-ban a közönség havonta 12—14 különböző műsor közül válogathatott, az általános és középiskolások pedig a korábbiakban megszokottan a háromféle korosztálynak (4—7., 8—II., III—IV. osztályosoknak) szóló iskolai előadásból. A felsőoktatási intézmények csoportjainak speciális, magasabb szintű előadásokat, a turistáknak pedig angol, eszperantó, francia, német és orosz nyelvű rövid műsorokat tartottunk.

Ebben az évben két új nagy műsor készült el, és két korábbi került felújításra. A bemutatott új műsorok: Zombori Judit: *Irány a Mars* és Schalk Gyula—Trethon Judit: *Az UFÓ-k titka.*

Az *Irány a Mars* című műsor a gyermek korosztály számára magyarázza az űrhajózás legfontosabb törvényeit egy képzeletbeli Föld—Hold—Mars-expedíció ürügyén (46 perc, 100 db dia, 2 db panoráma).

Az UFÓ-k titka című műsor korunk egyik már-már vallásos hitté váló mítoszáról mondja el álláspontunkat: arról, hogy jártak-e földönkívüli civilizációk űrhajói és értelmes lényei a Földön, megtaláltuk-e már nyomaikat, illetve érdemes-e keresni őket (46 perc, 100 db dia, 2 db panoráma).

Felújítottuk Sajó Péter *A Világegyetem hangja* című műsorát, amelybe a rádiócsillagászat legújabb eredményeit is bedolgoztuk a szupergalaxi-

soktól a gravitációs lencsékig (45 perc, 70 db dia). Másik átalakított műsorunk *A betlehemi csillag* (46 perc, 60 db dia, 1 db panoráma), amelyet Ponori Thewrewk Aurél dolgozott át eszperantó nyelvre, és mutatott be a 68. eszperantó világkongresszus tiszteletére a Planetáriumban.

1983-ban a fentieken kívül az alábbi műsorok szerepeltek még programunkon: Csaba György: *Ikarosztól a Szputnyik—1-ig, Kalandozás az égbolton;* Csaba György—Taracsák Gábor: *Helyünk a Világegyetemben;* Ponori Thewrewk Aurél: *Az időmérés története, Naptárunk története;* Ponori Thewrewk Aurél—Schalk Gyula: *A betlehemi csillag;* Schalk Gyula: *Élet a Világegyetemben, Idegen égboltok, A Nap családja, Utazás térben és időben;* Sajó Péter—Zombori Judit: *Az űrkutatás negyedszázada;* Taracsák Gábor: *Földünk bolygótestvérei, Pillantás a végtelenbe.* 1983-ban a három iskolai programot leszámítva tehát 16 különböző műsort adtunk.

A háromféle iskolai előadás új, modernizált változatának forgatókönyvét is elkészítette Csaba György, egynek a magnószalagra vétele is megtörtént.

Egyéb programok

1983 első félévében az alábbi előadásokkal folytatódott a budapesti csillagászati és űrkutatási szakosztállyal közös szabadegyetemi sorozatunk, a *Műsormúzeum:*

Csaba György: *A csillagászat évezredei, Sorsunk és a csillagok, Lesz-e világvége;* Schalk Gyula: *Élet a Naprendszerben, Vendégek a világűrből?, A fény világa;* Sajó Péter: *A Világegyetem hangja, Űrkutatás—űrhajózás;* Csaba György—Taracsák Gábor: *Helyünk a Világegyetemben.* A *Műsormúzeumot* meghirdettük még az 1983/84-es évadra is, de a beiratkozottak kis létszáma jelzi azt, hogy a jövőben ezt az ismeretterjesztési formát nem gazdaságos beindítanunk.

A budapesti csillagászati és űrkutatási szakosztály hagyományainak megfelelően a Planetáriumban rendezte a *központi csillagászati hetet* (október 16—22.). Az előadások az *Életünk és a csillagok* sorozatcímmel azokról a csillagászati, kozmikus hatásokról szóltak, amelyeket a horoszkópok alkotói kifelejtenek „műveikből". A sorozat minden előadásához 10—15 perces bevezető programot készítettek a planetáriumi munkatársak.

Új kezdeményezésként az Országos Béketanács leszerelési bizottsága, a TIT budapesti szervezete, valamint a Planetárium — Uránia közösen *Űrkutatás—űrhadászat* címmel *szakértői tanácskozást* rendezett a Planetárium kupolatermében október 24-én. A tanácskozáson Abonyi Iván, Almár Iván, Both Előd, Farkas Bertalan, Gál Gyula, Kroó Norbert, Pirityi Sándor, Szentesi György, Tolnay László fejtették ki véleményü-

ket. A tanácskozás anyagát a televízió novemberi *Periszkóp* című adásához használták fel.

Az űrkutatás negyedszázada című általános űrhajózás-történeti kiállításunkat, melyet 1982 októberében nyitottunk meg, 1983 első felében mintegy 150 ezren tekintették meg. Ennek a kiállításnak az anyagát később kibővítettük és átalakítottuk.

Az IAF nemzetközi űrhajózási szövetség 34., Budapesten rendezett kongresszusának a tiszteletére *Planetáriumi Ősz '83* összefoglaló címmel rendeztünk négy űrhajózási kiállítást a planetáriumi körfolyosón, amelyet Almár Iván, az IAF alelnöke nyitott meg október 7-én. A *Gagarin nyomában* című rész az emberes űrhajózás főbb állomásait demonstrálta, színes fotótablókkal és makettekkel. *Az űrrepülőgép* ezt az új asztronautikai hordozóeszközt és lehetőségeit mutatta be, az űrrepülőgép 1:50, egy űrszkafander és a hővédő csempe 1:1 méretű makettjével, valódi űrételekkel és a pilótakabin életnagyságú fotomodelljével, valamint sok színes fotóval. A kiállítási tablók közötti videomagnetofonon folyamatosan látni lehetett a Space Shuttle indítását, űrrepülését, a

1. ábra. Sally Ride és F. Hauck amerikai űrhajósok a budapasti Planetárium űrrepülőgép-kiállításán

2. ábra. Berezovoj és K. Feoktyisztov szovjet űrhajósok a budapesti Planetáriumban

fedélzeti munkát és a siklórepüléssel történő leszállást. A *Barangolás a bolygók világában* színes fotótablói a Naprendszer csaknem valamennyi bolygójára elvittek bennünket az űrszondákkal készült legszebb felvételek segítségével. *A kozmosz országútjain* című sci-fi-tárlatunkon 15 magyar festő, grafikus és szobrász mutatta be tudományos-fantasztikus ihletésű alkotásait, 31 képet és 3 szobrot. Űrhajózási kiállításainkat az

IAF-kongresszuson részt vevő szakemberek és űrhajósok is meglátogatták. A november 2-án lebontott űrrepülőgép-kiállítást, amely ezután szocialista országokbeli körútra indult, mintegy 30 ezer látogató tekintette meg, míg a december végén zárult sci-fi-tárlatot 60 ezren látták.

Az IAF-kongresszuson részt vevő űrhajósok közül az első amerikai nő, Sally K. Ride és társa, Frederick H. Hauck *filmes élménybeszámolót* tartott a Planetáriumban az űrrepülőgép hetedik útjáról, amelynek résztvevői voltak (1. ábra). Az MTV riportot készített a planetáriumi kiállításokon a két amerikai űrhajóssal, valamint az ugyancsak idelátogató két szovjet űrhajóssal, a héthónapos repülést végrehajtott Anatolij Berezovojjal és a Voszhod—1 fedélzeti mérnökével, a Szaljut-űrállomások főtervezőjével, Konsztantyin Feoktyisztovval (2. ábra). Ezeket a riportokat a *Perpetuum mobile* tv sorozat 1984. jan. 19-i adásban közvetítették.

Az Országos Műszaki Múzeum 1983 őszén megszüntette planetáriumi csillagászattörténeti kiállítását.

A Planetáriumnál levő és éppen fel nem használt anyagokból Szolnokon, Debrecenben, Nyíregyházán és Kiskunhalason rendeztünk a helyi művelődési otthonokban *űrhajózási—űrkutatási kiállításokat.* A Szovjetunió Tudományos Akadémiája a Planetáriumnak ajándékozta az IAF-kongresszusra készült *űregyüttműködési fotókiállítását,* amelyet szintén a körfolyosón állítottunk fel.

A Planetárium 1983-ban is több *területi továbbképzőnek* adott otthont. A Pest megyei szakmunkásképző intézetek fizikatanárai, középiskolai földrajzmunkaközösség-vezetői, matematika-fizika szakos szakfelügyelői és vezető óvónői ismerkedtek meg a planetáriumi oktatási lehetőségekkel a Planetáriumban rendezett továbbképzésben. A Planetáriumban tartották a *Pest megyei földrajzi napot,* a Magyar Földrajzi Társaság vándorgyűlését, a MUOSZ tudományos-műszaki szakosztályának összejövetelét és a megyei művelődési osztályok képviselőinek találkozóját, amelyet a Fővárosi Tanács rendezett.

A Budapesti Műszaki Egyetem KISZ-bizottságának Multimédia stúdiója *Lézerszínház* elnevezéssel önköltséges terembérlettel tartotta előadásait a kupolateremben a Planetárium által nem használt időben. Új programjaik az *Egy kiállítás képei* és a *Mike Oldfield,* valamint a korábbi *Lézerotika* és a *Lézerock* 355 előadáson 73 690 nézőnek nyújtottak esti szórakozást (a teremkihasználtság 56,1%-os, ami 208 nézőt jelent előadásonként).

Látogatottság

1983-ban 954 nagyközönségi előadást tartottunk 175 375 néző számára, ez 49,7%-as teremkihasználtságot, azaz 184 nézőt jelent előadásonként.

A nagyközönségi előadásokon kívül 18 speciális, magas szintű előadást rendeztünk felsőoktatási intézetek 1197 hallgatójának, valamint tizenegyszer mutattuk be *Csillagrapszódia* című, 25 perces idegen nyelvű műsorunkat 727 külföldi turistának. Ezenkívül három propaganda jellegű előadást tartottunk 310 embernek.

Összesítve tehát *1983-ban a Planetárium 986 rendezvényén 177 609 látogató vett részt*, annyian mint az 1982-es évben.

Szervezés és propaganda

Az 1983/84-es *iskolai műsorfüzetünket* (20 ezer példány) kétszer, augusztusban és december végén küldtük szét az ország általános és középfokú iskoláiba, valamint felsőfokú tanintézetekbe. *Negyedéves műsorfüzetünket* (11 ezer példány) 1983-ban is négyszer jelentettük meg és küldtük ki az érdeklődőknek. Műsorainkat a *Föld és Ég* havonta, a *Pesti Műsor* hetente, a Magyar Rádió pedig naponta ismertette. Újdonság, hogy heti műsor-összefoglalót közlünk az *Élet és Tudomány*ban, valamint havonta a *Népszabadság*ban, s a *Programme* című idegen nyelvű turistatájékoztatóban is megjelenik műsorrendünk.

1983 januárjában és februárjában a televízióban öt alkalommal mutattuk be a Planetárium 30 másodperces *reklámfilmjét*, a nagy költségek miatt azonban a decemberre tervezett adásoktól már el kellett állnunk. Ehelyett olyan közvetett tv-propagandával kísérletezünk, hogy különböző műsoroknak felvételi helyszínt biztosítunk, s ezért az adásban szerepel, hogy a Planetáriumban milyen tevékenység folyik. Ilyen adások voltak például a *Tízen Túliak Társasága* vagy a *Perpetuum mobile*.

A 30 ezer példányban megjelent *kártyanaptár* az Carinae-ködöt ábrázolja a csillagos háttérrel.

Műszaki fejlesztés

1983-ban az öthetes *nyári karbantartási szünetben* a 15 éve gyártott, de kb. 30 éve konstruált planetáriumi műszert kellett olyan állapotba hozni, hogy ismét üzemképes maradjon egy éven át. Javításra kerültek a Zeiss-panorámavetítők, a naprendszervetítő, a középnaphajtás, a bolygómű, az évimozgásmotor és a precessziós mozgás. Átalakítottuk a hangosításelosztó táblát, a kupolába beépített, elromlott hangszórókat kijavítottuk, s új elemek kerültek a hangrendszerbe, a vezérlőpult kapcsolóinál további zavarszűrést végeztünk.

Elkészült egy *új, mozgó tükrös vetítő*, amelynek kezelőszervei a központi pultban kerültek beépítésre. A körfolyosóra *15 hangú jeladó rendszer* készült. Az előadások látványosságának fokozására két Kodak—2050

típusú diavetítőt szereztünk be, amelyeknek automatikus, mágnesszalagról történő vezérlését is megoldottuk.

Sajó Péter tervei alapján műszaki munkatársaink elkészítették az új *kecskeméti kisplanetárium vezérlőpultját*, és üzembe helyezték ZKP—1 típusú planetáriumműszerét, valamint átalakították a pécsi TIT-stúdió 40 cm-es Uránia-távcsövének optikai rendszerét.

Planetárium-tanács

A tanács tavaszi plenáris ülésén kooptálta tagjai sorába Korga György festőművészt és Patachich Iván zeneszerzőt, őszi ülésén elfogadta Schalk Gyula lemondását titkári tisztéről, és kooptálta Zombori Juditot, akit egyben meg is választott titkárának. A tanács mindkét ülésén két-két planetáriumi műsort is megtekintett, és hasznos javaslataival segítette előadóink munkáját.

Kiadványok

A *Planetárium-füzetek* sorozatban 1983-ban nem sikerült megjelentetni egyetlen kötetet sem, aminek főleg a nyomda lassúsága az oka. Nyolcadik füzetünk az *Ikarosztól a Szputnyik—1-ig*, több mint fél évig volt nyomdában! Kéziratban elkészült még Taracsák Gábor: *Földünk bolygótestvérei* és Sajó Péter—Zombori Judit: *Az űrkutatás negyedszázada* című füzeteinek anyaga is.

Hazai és nemzetközi kapcsolatok

A Planetárium munkatársai a hagyományokhoz híven 1983-ban is részt vettek a csillagászati és űrkutatási választmány *csillagászati levelező vizsgáinak* lebonyolításában.

Részt vettünk továbbá *A fakultatív oktatás és a természettudományos ismeretterjesztés közös gondjai, feladatai* című országos tanácskozás munkájában is, és a fakultáció gyakorlati megalapozásában, amennyiben vállalkoztunk két fakultációs modul tananyagának megírására (Csaba György: *Csillagászati megfigyelések* — 2 ív, 16 ábra; Both Előd—Horváth András: *Űrkutatás* — 3 ív, 38 ábra).

Horváth András és Zombori Ottó NDK-beli egyhetes kiküldetésükön tanulmányozták az ottani bemutató csillagdák és planetáriumok működését.

J. Rose, a Jénai Planetárium igazgatója és M. Schumacher, a Zeiss-cég szakembere 1983 novemberében meglátogatták a budapesti és kecskeméti planetáriumokat, s meghívást nyújtottak át Postdamba az NDK-beli kisplanetárium-vezetők tanácskozására.

Az IAF neves vendégei közül F. C. Durant, az IAF volt elnöke, W. W. Buedeler, a Német Repülési és Űrhajózási Társaság alelnöke és L. D. Friedman, az amerikai Planetary Society ügyvezető igazgatója látogatta meg a Planetáriumot.

Személyi ügyek

1983 őszétől Schalk Gyula, a Planetárium legrégebbi munkatársa megvált intézményünktől, mert elvállalta a csillagászati és űrkutatási választmány titkári posztját. A továbbiakban planetáriumi előadásainak egy részét (30—40%-át) tiszteletdíjasként tartja meg.

Belső átszervezéssel a propaganda- és szervezési csoportba került Mátis András műszerész, aki planetáriumi műsorok lebonyolítására is vállalkozott. A csökkent előadói létszámból és változatlan előadásszámból eredő problémák megoldásában nyújtott segítséget Bottlik Mihály szerződéses elektroműszerész, aki szintén önállóan tartott planetáriumi műsorokat.

Egyéb ügyek

1983-ban a Planetárium könyvtára 53 magyar, 11 külföldi könyvvel, 17 hanglemezzel és 23 folyóirattal gazdagodott.

Munkatársaink részt vettek a hazai *szakmai továbbképzések* fórumain (a Csillagászati Kutató Intézet szemináriumain és az országos csillagászati szemináriumon, a planetológiai szemináriumon, az ELFT iskoláján a csillagászati mérések kiértékelésének problémáiról, az IAF-kongresszuson).

Ebben az évben került sor az igazgatási épület helyiségeinek festésére és a pénztárak áthelyezésére, valamint mögöttük könyvek, térképek, lapok stb. részére szolgáló készletraktár kialakítására.

Pénztárainkban tovább folytattuk a csillagászati és űrkutatási könyvek, térképek és lapok árusítását. Népszerűek az 1983-ban készült térképes levelezőlapok, amelyeken Budapest térképén a Planetárium, az Uránia csillagvizsgáló és a citadellai távcsöves bemutatóhelyünk van feltüntetve.

Munkatársaink a korábbiaknak megfelelően részt vettek az Uránia csillagvizsgáló *csillagászati szakköreinek* vezetésében.

1983-ban a műsorok látványosságának fokozására négy darab ötelemes *panorámagrafika* készült el: egy holdbázisról, egy űrhajó vezérlőpultjáról, egy éjszakai farmról és egy távoli civilizáció bolygójáról (Mátis András).

A beszámolás évében két pályázatot nyújtottunk be; egyet az Országos Közművelődési Tanácshoz a Kodak-diaporámarendszer fejlesztésére, a másikat az UNESCO-hoz egy új planetáriumi nagyműszer beszerzésére.

Uránia

Közönségfogadás, előadások, szakkörök

Az Uránia csillagvizsgáló elsődleges feladata a csillagászat népszerűsítése, a korszerű természettudományos ismeretek terjesztése. Az idelátogatók csillagászati távcsövekkel figyelhetik meg minden derült hétköznap este a csillagos égbolt égitestjeit, jelenségeit.

A minden derült hétköznap este megtartott *távcsöves bemutatások* mellett a nagyközönség számára előadássorozatokat tartottunk. A hétfői előadássorozat (március 7—április 25.) előadója dr. Kulin György volt, előadásai: *A csillagos égbolt alatt, A valóság a látszat mögött, A Világegyetem üzenetközvetítői, A rakétaelv, Kozmikus sebességek, A csillagok energiatermelése, A csillagászat helye a természettudományokban, Csillagászat és fantázia.*

A tavaszi csütörtöki sorozat (április 7.—június 9.) előadói és előadásai: dr. Kulin György: *Helyünk a végtelenben,* Ponori Thewrewk Aurél: *A megtalált idő,* Tihanyi László: *A tér mélységei,* dr. Kelemen János: *Az anyag regénye,* Keszler László: *A Föld bolygó,* dr. Horváth András: *Meghódítjuk-e a világot?* Both Előd: *A kiszámítható és a véletlen világa,* Csaba György: *A csillagászat évezredei,* Schalk Gyula: *Az égbolt elragadott tüze,* Zombori Ottó: *Szép csillagos éjszakákon . . .*

Az őszi csütörtöki sorozat (november 3—december 15.) előadói és előadásai: Zombori Ottó: *Iótól Európáig,* dr. Kelemen János: *Más csillagok bolygói,* Both Előd: *Csillagászat az űrrepülőgépről,* Schlosser Tamás: *Űrprogramok az ezredfordulóig,* dr. Horváth András: *Űrszondákkal a csillagok felé,* Schalk Gyula: *Az idő genezise,* Bán András: *Üstökösök és kisbolygók.*

Új kezdeményezésként 1983 márciusában *Az Univerzumtól a mikroprocesszorig* címmel zártkörű előadássorozatot rendeztünk, amelynek előadója Kovács Ádám elektrotechnikus volt. Az előadások témái: rákkutatást segítő műszerfejlesztések, gondolatok a rákról, az anyagi rendszerek élővé történő szerveződése, az Univerzum fejlődésének egy lehetséges ismeretelméleti megközelítése. A rövid előadássorozat látogatottsága igen magas volt (50—60 fő), az átlag 1,5 órás előadások után 2—3 órás színvonalas vita alakult ki. Az előadássorozat mindenképpen sikeresnek mondható, és az új típusú rendezvények mintájának tekinthető, részben a hallgatóság iskolai végzettsége, de főképpen az előadássorozaton mutatott aktivitás szempontjából.

Az iskolai oktatásban igen kis idő jut csillagászati ismeretek megszerzésére, ezért előzetes megbeszélés alapján minden 20 főnél nagyobb létszámú *iskolai csoportnak* csillagászati, illetve űrkutatási témában előadást és ezt követően film- vagy diavetítést tartottunk.

Továbbra is igen népszerű az Uránia csillagvizsgáló *citadellai távcsöves bemutatóhelye*, ahol a budapesti panorámát tekinthetik meg látogatóink, számuk több mint 20 ezer fő v lt.

A beszámolási időszakban a Fővárosi Pedagógiai Intézettel közösen meghirdetett *csillagászati szakköreinkbe* több mint száz fiatal jelentkezett, őket korcsoportokra szétosztva az Uránia és a Planetárium munkatársai által vezetett szakkörökben foglalkoztattuk. A csillagászati szakköri munka korszerűsítését és hatékonyságát nagyban emelte az a lehetőség, hogy a Művelődési Minisztérium Közművelődési Főosztálya anyagi segítségével egy Commodore típusú számítógépet és tartozékait, valamint egy mágneses képrögzítő berendezést vásárolhattunk.

1983-ban a budapesti Uránia csillagvizsgáló rendezvényeinek száma 297 volt (1981-ben 250, 1982-ben 318).

Az országosan igen népszerű *Tájak—korok—múzeumok mozgalom* 0184-es számú bélyegzőhelye az Uránia csillagvizsgáló. Az intézetet meglátogató csoportok és egyéni látogatók igen gyakran veszik igénybe a bélyegzés lehetőségét is.

Csillagászat Baráti Köre

A Csillagászat Baráti Körébe jelentkezett száma 1983-ban meghaladta a 7500 főt.

A CSBK taglétszáma

megye	1982	1983
Budapest	1600	1704
Bács-Kiskun	380	402
Baranya	310	317
Békés	296	336
Borsod-Abaúj-Zemplén	612	652
Csongrád	322	386
Fejér	380	436
Győr-Sopron	206	187
Hajdú-Bihar	274	287
Heves	343	348
Komárom	354	391
Nógrád	145	154
Pest	465	500
Somogy	114	116
Szabolcs-Szatmár	312	306
Szolnok	356	386
Tolna	49	54
Vas	128	160
Veszprém	128	138
Zala	323	332
	7097	7592

A CSBK-mozgalom bázisintézménye az Uránia csillagvizsgáló, amely az országos tagnyilvántartást végzi, intézi a budapesti tagság adminisztrációját, szervezi és vezeti a CSBK megyei ügyintézőinek tevékenységét, előkészíti és lebonyolítja az országos találkozókat, aktív segítségadással támogatja a mozgalom helyi szervezeteinek életét, s ellátja a mozgalom jogi képviseletét hazai és nemzetközi viszonylatban (a Csillagászat Baráti Köre az Uránián keresztül 1976 óta tagja az IUAA-nak, az amatőr csillagászok nemzetközi szervezetének).

A CSBK tagságával a legszorosabb kapcsolatot természetesen *a CSBK megyei vezetőségei tartják* (tagkönyvkiállítás, tagnyilvántartás, rendezvényekre meghívó küldése stb.). Megyei szintű CSBK-találkozó hét megyében (Baranya, Csongrád, Fejér, Hajdú-Bihar, Komárom, Szabolcs-Szatmár, Vas) volt.

Az év folyamán a CSBK vezetősége kétszer ülésezett, legfontosabb határozatai:

— CSBK-alap létrehozása kiemelkedő mozgalmi munkát végző tagjainak jutalmazására;

— jóváhagyta a CSBK-alapszabály korszerűsítését;
— előkészítette az 1984. június 29-től július 3-ig Kiskunhalason rendezendő XIII. országos CSBK-találkozó szakmai és kulturális programját.

Szakmai-módszertani irányító munka

Az ismeretterjesztés magasabb szintjét jelentő *csillagászati szakköri mozgalom* módszertani bázisa az Uránia csillagvizsgáló. A Művelődési Minisztérium megbízása alapján az intézmény munkatársai látják el a csillagászati szakkörök szakmai és módszertani felügyeletét, a mintegy 150 szakkör nyilvántartását, az országosan egységes módszertani-szakmai elvek kialakítását, számonkérését, a szakkörvezetők minősítését, szakköri vetélkedők, találkozók, észlelőtáborok szervezését, s kidolgozták (a TIT Természettudományi Stúdió hasonló feladatokat ellátó munkatársaival közösen) a csillagászati és más természettudományosa szakkörvezetők minősítési rendszerének tervezetét.

Rendezvényeink 1983-ban

— *csillagászati szakkörök VI. országos vetélkedőjét és ugyanakkor a csillagászati szakkörvezetők VI. országos tanácskozását* rendeztük meg Pécsett, 1983. június 24—28. között;
— *csillagászati szakkörvezetők továbbképző-minősítő tanfolyamát* rendeztük meg Szolnokon, 1983. augusztus 7—14. között;
— egyidőben (1983. július 2—10. között) rendeztük meg a rókafarmi észlelőbázison, valamint a kaposvári Uránia csillagvizsgáló területén az *országos észlelőtáborokat.*

Kiadványok

A csillagászati szakkörök és bemutató csillagvizsgálók egy része fejti ki a hazai viszonylatban legmagasabb szintű amatőrcsillagászati tevékenységet, s végez — olykor világviszonylatban is elismerésre méltó — megfigyelőmunkát. Ennek segítésére és összefogására szerkeszti és terjeszti az Uránia csillagvizsgáló (a csillagászati és űrkutatási választmány megbízásából) az immár tizenharmadik éve rendszeresen megjelenő *Meteor* című havonta megjelenő lapot, illetve mellékleteit. Ez a kézirat gyanánt — hazai viszonylatban egyetlen ilyen jelleggel — megjelenő kiadvány hasznos ismereteket ad a CSBK észlelő amatőreinek és a csillagászati szakköröknek az elméleti és gyakorlati képzéshez, közli az amatőrök megfigyeléseinek adatait, ezeket nemzetközi gyűjtőközpontokhoz továbbítja, tanácsokat ad a távcsőépítéshez és más észlelési eszközök összeállításához.

Az 1983-ban 12 alkalommal, alkalmanként 1000 példányban és példányonként két ívben megjelenő *Meteor* mellett megjelentettük még Ujvárosy Antal: *Az üstökösök megfigyelése*, Mátis András: *A bolygók megfigyelése*, dr. Kálmán Béla: *Carrington-naprotációk*, Szőke Balázs—Mizser Attila: *PVH Report 2—3.* című kis füzeteit.

Az Uránia csillagvizsgáló év közbeni átszervezésével kapcsolatos (és a *Meteor* szerkesztését érintő fontosabb változás), hogy Both Előd a TIT csillagászati és űrkutatási választmány megbízásábó 1983 októberétől látja el a *Meteor* felelős szerkesztői tisztét Mizser Attila és Szőke Balázs „társadalmi szerkesztők" segítségével.

A szakkörök szakmai-módszertani segítésére kiadványainkon túl az Uránia munkatársai folytatták az 1982-ben elkezdett *tematikus diasorozatok* összeállítását, 1983-ban a következő témák szerepeltek: *Modern csillagászati műszerek* (20db-os), *Csillagászattörténet I.* (15 db-os), *A piszkés-tetői obszervatórium* (10 db-os).

Az Uránia műhelyeinek tevékenysége

Az Uránia csillagvizsgáló mechanikai és optikai műhelye az érdeklődő amatőrcsillagászok, valamint a csillagászati szakköri és baráti köri mozgalmak eszközellátásában továbbra is alapvető szerepet játszott.

1983-ban csökkentett látszámmal is sikerült a tervezett termelési érték előállítása. A beszámolási évben 672 db távcső és mikroszkóp, 236 db távcső összeállításához szükséges optikai készlet, 413 db okulár és 200 db különböző (10, 15, 20 cm) átmérőjű alumíniumozott távcsőtükör került értékesítésre. A műhely dolgozói ellátták a citadellai bemutatóhely távcsöveinek folyamatos ellenőrzését, javítását és természetesen az Uránia műszerparkjának tervszerű megelőző karbantartását.

Hazai és nemzetközi kapcsolatok

Az 1983. júliusi átszervezés automatikusan felvetette a TIT budapesti szakosztályával való még fokozottabb együttműködés lehetőségét is. A részletek kimunkálása a következő évek feladata lesz.

Az Uránia munkatársai részt vettek a hazai továbbképzéseken (MTA Csillagászati Kutató Intézete, ELTE Csillagászati Tanszék), valamint az IAF Budapesten megrendezésre került 34. nemzetközi asztronautikai kongresszusán.

A hazai kapcsolatokat jól példázza, hogy az Uránia munkatársai külső munkatársként részt vesznek az MTA Csillagászati Kutató Intézete kutatási programjaiban.

A nemzetközi kapcsolatokra elsősorban a *rendszeres kiadványcsere* jellemző. A személyes nemzetközi kapcsolattartás lehetőségei éppen az át-

szervezés miatt 1983-ban nem érték el az elmúlt évek színvonalát, leszámítva Horváth András és Zombori Ottó igen gyümölcsözőnek tekinthető tanulmányútját, melyet a Német Demokratikus Köztársaság amatőrés szakcsillagvizsgálóiban, valamint planetáriumaiban tettek.

Egyéb tevékenységek

Az Uránia munkatársai a hagyományokhoz híven 1983-ban is segítséget nyújtottak a TIT csillagászati és űrkutatási választmányával közösen szervezett programok előkészítésénél, illetve rendezésénél; az eddig felsoroltak mellett a választmány levelező tanfolyamának központi és kihelyezett (Pécs, Békéscsaba, Szolnok) vizsgáin (a vizsgákra jelentkező 70 főből 48 szerepelt sikeresen).

Személyi ügyek

A beszámolási időszak lényegi változásai: 1983. január 1-től Both Előd főmunkatársi kinevezést kapott, április 1-től Bársony Bertalanné gazdasági ügyintéző helyét Sós Józsefné gazdasági vezető tölti be. Hajnal Ferencné takarító halála után az Uránia takarítói feladatait Nagy Ferencné látja el, valamint 1983. december 15-től, Nagy Ferenc nyugállományba vonulása után, a gondnoki teendők ellátására Jáhl Attilát alkalmaztuk.

1983-ban Kürti Imre műhelyvezető befejezte tanulmányait a Bánki Donát Villamosipari és Műszaki Főiskolán, s mérnöktanári oklevelet szerzett.

Az Uránia csillagvizsgáló esti látogatóinak fogadásában aktívan részt vettek a következő társadalmi munkatársak is: Bán András, Holl András, Jáhl Attila, Kovács Attila, Kovács István, Mizser Attila, Molnár Tamás, Németh-Buhin Ákos, Róka László, Spányi Péter, Steiner András, Szánthó Lajos, Tarnay Kálmán és Závodi László.

SCHALK GYULA—ZOMBORI OTTÓ

BESZÁMOLÓ A TIT CSILLAGÁSZATI ÉS ŰRKUTATÁSI VÁLASZTMÁNYÁNAK ÉS SZAKOSZTÁLYAINAK 1982/83. ÉVI TEVÉKENYSÉGÉRŐL

A választmány munkája

Beszámolónk ezúttal két esztendő tevékenységét öleli fel. A választmány az ezen időszakra érvényes munkaterveinek megfelelően nyolc vezetőségi és három plenáris ülést tartott. A TIT VIII. tisztújító küldöttgyűlését követően az 1982. november 26-i plenáris ülésen megalakult az új választmány, majd megválasztotta vezetőségét az 1982—1987-es ciklusra. *Elnök: dr. Almár Iván*, a fizikai (csillagászati) tudományok doktora, az MTA Csillagászati Kutató Intézet (CSKI) igazgatóhelyettese; *társelnök: dr. Balázs Béla*, a fizikai tudományok kandidátusa, tanszékvezető egyetemi docens, ELTE TTK Csillagászati Tanszék; *alelnök: dr. Kanyó Sándor*, a fizikai tudományok kandidátusa, az MTA CSKI osztályvezetője; *titkár: Zombori Ottó*, a TIT Uránia csillagvizsgáló igazgatóhelyettese. *A vezetőség tagjai: dr. Horváth András, ifj. dr. Kálmán Béla, dr. Kulin György, dr. Marik Miklós, Ponori Thewrewk Aurél, dr. Szeidl Béla, dr. Szécsényi-Nagy Gábor.*

A választmány tagjai: *Béres István*, szakosztályelnök, Békés megye; *dr. Both Előd*, Budapest; *dr. Dankó Dándor*, Szolnok; *Dinga László*, szakosztályelnök, Komárom megye; *dr. Fejes István*, Budapest; *Gergely István*, szakosztályelnök, Nógrád megye; *Gesztesi Albert*, szakosztályelnök, Pest megye; *Gőcsei Zsolt*, szakosztályelnök, Zala megye; *dr. Gőőz Lajos*, szakosztályelnök, Szabolcs-Szatmár megye; *dr. Guman István*, szakosztályelnök, Hajdú-Bihar megye; *Hudoba György* Székesfehérvár; *dr. Ill Márton*, szakosztályelnök, Bács-Kiskun megye; *Illés Erzsébet*, Budapest; *Kallós Károly*, szakosztályelnök, Győr-Sopron megye; *dr. Károssy Csaba*, szakosztályelnök, Csongrád megye; *dr. Kelemen János*, Budapest; *Kemenes Lászlóné*, Pécs; *Kendrovics Miklós*, szakosztályelnök, Fejér megye; *Kovács Miklós*, szakosztályelnök, Szolnok megye; *Lendvai László*, szakosztályelnök, Veszprém megye; *Márki-Zay Lajos*, Gyula; *Nagy István György*, Budapest; *Pesti Gyula*, szakosztályelnök, Tolna megye; *dr. S. Tóth László*, Budapest; *dr. Szabados László*, Budapest; *dr. Szabó Gyula* szakosztályelnök, Borsod-Abaúj-Zemplén megye; *Tihanyi László*, Budapest; *dr. Tóth György*, szakosztályelnök, Vas megye; *dr. Tóth László*,

szakosztályelnök, Baranya megye; *Ujvárosy Antal*, Kecskemét; *Várvizi Imre*, szakosztályelnök, Somogy megye; *Vértes Ernő*, Szombathely; *dr. Vidó Imre*, szakosztályelnök, Heves megye.

Az újonnan megalakult választmány megvitatta a VIII. küldöttgyűlés határozataiból a választmányra háruló távlati feladatokat, majd az 1983. évi munkatervjavaslatot. Az alakuló plenáris ülés szakmai továbbképző előadással zárult. Az üstökösku tatás jelenlegi helyzete a budapesti konferencia tükrében címmel dr. Balázs Lajos és dr. Szécsényi-Nagy Gábor előadása hangzott el.

Vezetőségi ülések, a vezetőség munkája

Vezetőségi ülések 1982. február 24-én, június 10-én, szeptember 24-én és december 29-én voltak. Ezek során a vezetőség megjegyzéseket fűzött a Planetárium és Uránia távlati fejlesztési terveihez, az űrhajózás megindulásának 25. évfordulója alkalmából előterjesztett rendezvénytervezethez, valamint a megyei (budapesti) szakosztályok munkaterveihez. Foglalkozott az 1981. évi munka tartalmi értékelésével, a választmány rendezvényeivel összefüggő aktuális tennivalókkal, a csillagászati szakkörök és tudománybaráti körök kapcsolataival, a vidéki Urániák problémáival, az 1983. évi *Csillagászati Évkönyv* előkészítő munkálataival, az őszi plenáris ülés előkészítésével, valamint a szakosztály-vezetőségek újjáalakulásának tapasztalataival. Megvitatta az 1983. évi munkatervjavaslatot, és meghallgatta a Baranya megyei és a Somogy megyei szakosztály munkájának tapasztalatairól szóló beszámolókat.

1983-ban február 18-án, május 18-án, szeptember 21-én és december 28-án került sor vezetőségi ülésekre.

Ezek során a vezetőség értékelte a megyei (budapesti) szakosztályok munkaterveit, előkészítette a plenáris üléseket, foglalkozott az 1984. évi *Csillagászati Évkönyv* előkészítésével, megvitatta az 1984. évi munkatervjavaslatot, értékelte a vezetőség megyei látogatásai során szerzett tapasztalatokat, végül meghallgatta a Szolnok megyei, a Zala megyei, a Békés megyei és a Tolna megyei szakosztályok munkájáról szóló beszámolókat, valamint a CSBK tagozataként megalakult csillagászati adatgyűjtő csoport tevékenységéről és terveiről szóló beszámolót.

A választmány vezetősége és a Planetárium-tanács 1983. május 10-én rendkívüli együttes ülést tartott a TIT-központban, s megvitatta a TIT-központ javaslatát a Planetárium és az Uránia csillagvizsgáló tervezett átszervezéséről és üzemeltetésre a TIT budapesti szervezetéhez történő átadásáról. Az ülés résztvevői nyolc pontból álló határozatot hoztak, amelyben megfogalmazták, hogy milyen problémákat vet fel az országos csillagászati ismeretterjesztésben a tervezett átszervezés. Az átszervezés során a választmány, illetve a Planetárium-tanács együttes határozatát

is figyelembe vették. Az átadás a TIT ügyvezető elnöksége 1983. július 5-én kelt határozatában foglaltaknak megfelelően megtörtént. Ennek során Zombori Ottó, az Uránia igazgatóhelyettese a választmányi titkári tisztségről lemondott. Lemondását a választmány vezetősége az 1983. szeptember 21-én megtartott vezetőségi ülésen munkássága elismerése és köszönetnyilvánítás mellett elfogadta. Ezzel egyidejűleg a választmány vezetősége egyhangúlag *választmányi titkárrá választotta Schalk Gyulát*, a Planetárium főmunkatársát. Ezzel az országos csillagászati és űrkutatási választmány székhelye a TIT-központba (Budapest VIII., Bródy Sándor u. 16.) tevődött át. A választmány titkára a TIT-központ természettudományi titkársága főmunkatársaként látja el feladatait.

A vezetőség tagjai 1982/83-ban is több látogatást tettek az egyes szakosztályoknál, bemutató csillagvizsgálóknál, planetáriumoknál és szakköröknél.

A választmány titkára részt vett a budapesti szakosztály év végi vezetőségi ülésén, valamint a *Meteor* szerkesztő bizottsági és a Csillagászat Baráti Köre vezetőségi ülésén. A választmány vezetőségéből a TIT országos elnöksége ülésein dr. Almár Iván, dr. Kulin György, Ponori Thewrewk Aurél és Zombori Ottó vettek részt. A TIT-központ természettudományi titkársága szervezésében Schalk Gyula vett részt a megyei ügyvezető elnökségi üléseken, szakosztályi és szakosztályközi rendezvényeken, illetve vezetőségi üléseken (Pécs, Székesfehérvár, Győr, Sopron, Miskolc, Salgótarján, Kazincbarcika, Eger, Kalocsa). A Planetárium-tanács ülésein mint annak vezetőségi, illetve rendes tagjai dr. Almár Iván, dr. Balázs Béla, dr. Horváth András, dr. Kulin György, Ponori Thewrewk Aurél és Schalk Gyula vettek részt. A tanács újjáalakulását követően Kemenes Lászlóné és Ujvárosy Antal is rendes tagokként vettek részt az üléseken.

Plenáris ülések

1982-ben a tisztújító választmányi plenáris ülésen kívül a választmánynak ülése nem volt.

1983-ban június 1-én és november 23-án került sor plenáris ülésre, a TIT Stúdióban, illetve a Planetáriumban.

A választmány meghallgatta és megvitatta az 1982-ben végzett csillagászati és űrkutatási ismeretterjesztő tevékenységről és a választmány munkájáról szóló beszámolót. Foglalkozott a megyei (budapesti) szakosztály-vezetőségek újjáalakulásának tapasztalataival, valamint a választmány és a szakosztályvezetőségek együttműködésének, fejlesztésének kérdéseivel. Megvitatta A társulat közoktatást segítő munkájának távlati irányelvei című országos elnökségi határozatból a választmányra háruló feladatokat és A TIT feladatai a honvédelmi nevelőmunka

továbbfejlesztésében című ügyvezető elnökségi állásfoglalás választmányi vonatkozásait.

A választmány ezenkívül meghallgatta és megvitatta az 1983-ban végzett tevékenységről szóló beszámolót és az 1984. évi munkatervtervezetet.

A szakmai továbbképző előadásokon A spirálkarok mozgása és a Naprendszer őstörténete (dr. Balázs Béla), Az űrrepülőgép technikája (Gesztesi Albert) és Tudományos kísérletek az űrrepülőgépen (dr. Both Előd) című előadások hangzottak el, továbbá beszámolók a nemzetközi asztronautikai szövetség (IAF) 34. kongresszusának témaköreiből (dr. Almár Iván, dr. Horváth András, Nagy István György és Remetey-Fülöp Gábor).

Rendezvények, kiadványok

— A csillagászati hetek országos rendezvényei (1982 és 1983 őszén);
— központi előadói konferencia (1982. december 29., TIT Stúdió): „A csillagászat legújabb eredményeiről" (dr. Balázs Lajos), „A párizsi asztronautikai világkongresszus" (dr. Almár Iván), „A Sirius rejtélyei (dr. Guman István);
— a választmány levelező tanfolyamának központi vizsgái az Uránia csillagvizsgálóban (1982. június 16., december 30., 1983. június 22. és december 29.);
— a Csillagászat Baráti Köre XII. országos találkozója 1982. július 19 és 22 között Kaposvárott;
— a VI. és VII. amatőrcsillagász észlelő-építőtábor 1982. június 23 és 30, illetve 1983. július 2 és 10. között Rókafarmon és Kaposvárott;
— Posztóczky Károly emlékünnepség, születésének 100. évfordulója alkalmából (a Komárom megyei szakosztály és a választmány közös rendezvénye);
— úttörő-amatőrcsillagászati tanfolyam Turán 1982. július 1—5 között (a Pest megyei szakosztály és a választmány közös rendezvénye);
— „A csillagászat helye és szerepe az iskolákban" című rendezvény, Székesfehérvár, 1982. augusztus 23—24. (az Országos Pedagógiai Intézettel és a TIT Fejér megyei szakosztályával közös rendezésben);
— csillagászati szakkörvezetők VI. országos konferenciája és csillagászati szakköri vetélkedő, Pécs, 1983. június 25—29. (a Baranya megyei szakosztály és a választmány közös rendezvénye);
— a kelet-magyarországi csillagászatiszakkör-vezetők továbbképző minősítő tanfolyama 1983 augusztusában Szolnokon (a Szolnok megyei szakosztállyal közös rendezésben).

A választmány a szakosztályokat segítő tevékenysége keretében 1982/83-ra is kidolgozta a megyei előadói konferenciák témajavaslatait.

A választmány levelező tanfolyama központi vizsgáin 1983-ban 48 vizsgázó szerepelt sikeresen.

A legrendszeresebben megjelenő választmányi kiadvány a *Meteor*, valamint annak mellékletei. Ennek mint a Csillagászat Baráti Köre megfigyelési tájékoztatójának belső fejlécére az 1983/11. számtól kezdve kiadóként a csillagászati és űrkutatási választmány került. A szerkesztő bizottság kiegészült a választmányi titkárral. A szerkesztőség székhelye továbbra is a budapesti Uránia csillagvizsgáló. A választmány vezetősége a TIT természettudományi titkárságával egyetértésben dr. Both Előd öt bízta meg a felelős szerkesztői tisztséggel. Hasonló módon a *Csillagászati Értesítő* kiadója is a választmány, felelős szerkesztője pedig Schalk Gyula, a választmány titkára. Szerkesztő bizottsági tagok: dr. Both Előd és Zombori Ottó. A szerkesztőség székhelye a TIT országos központja.

Jubileumok és kitüntetések

1983. október 29-én tartotta fennállásának húszéves évfordulóját az esztergomi Petőfi Sándor Általános Művelődési Ház csillagászati szakköre. Az ekkor rendezett ünnepségen dr. Ádám György akadémikus, a TIT elnöke kitüntetéseket nyújtott át: dr. Jónás Lászlónak és Mécs Miklósnak (a szakkör vezetőjének és titkárának) a választmány elismerő oklevelét, a csillagászati szakkörnek pedig a TIT aranykoszorús emlékplakettjét adományozta. Ugyanekkor avatta fel dr. Kulin György a ház tetőteraszán felállított új 100/1000-es Zeiss-gyártmányú távcsövet.

A választmány tagjai közül Szocialista Kultúráért miniszteri kitüntetésben 1982, illetve 1983 során Béres István, Hudoba György, Zombori Ottó és Vidó Imre részesültek. TIT aranykoszorús jelvényét dr. Dankó Sándor, Dinga László, dr. Károssy Csaba és Nagy István György kapta. Dr. Tóth Lászlót, a Baranya megyei TIT-szervezet örökös tiszteletbeli elnökségi tagságával tüntették ki.

A szakosztályok működése

Beszámolónkat a szakosztályok által beküldött éves beszámolók összevont adatai alapján állítottuk össze.

Budapest

A szakosztályvezetőség az 1982/83. évi munkaterveiben előírt célkitűzéseket főként kiemelt rendezvényei révén valósította meg. A csillagászati —űrkutatási—űrhajózási és a társtudományokhoz is kapcsolódó

komplex ismeretek népszerűsítése, ezen ismeretek hasznosságának ismertetése, a modern csillagászati világkép kialakítására való törekvés volt a célunk a különböző előképzettségű, foglalkozású és életkorú hallgatóság körében.

Kiemelt rendezvények voltak 1982/83-ban

— a MTESZ—KASZ DATA munkabizottságával közösen rendezett előadói ülések;
— a csillagászklub ülései;
— a nyilvános diákköri ülések;
— az előadói konferenciák és klubestek;
— a Föld és Ég klub összejövetelei;
— az Asztroklub rendezvényei;
— a XXXI. és XXXII. csillagászati hét előadásai.

Az 1982-es csillagászati hét központi rendezvényeinek látogatottsága (a szokottnál erőteljesebb propaganda ellenére) az addig megszokott kb. 2500 fő helyett csak 1200 főnyi volt! A XXXI. csillagászati hét programjában Csillagászat: tegnap — ma holnapösszefoglaló cím alatt A természettudományok kozmikus jellege" (megnyitó, dr. Kulin György), Csillagászat és történelem — mire jók a régi feljegyzések? (dr. ifj. Gazda István, Ponori Thewrewk Aurél), Csillagászat és asztronautika — negyedszázad a kozmoszban (dr. Almár Iván, Farkas Bertalan), Csillagászat és napjaink technikája — űrkutatás és mindennapi életünk (Apáthy István, dr. Ferencz Csaba), Csillagászat és biológia — az anyag életté szerveződése (dr. Gánti Tibor, dr. Marik Miklós), Csillagászat és művészetek — zene, irodalom, képzőművészet (Zombori Ottó, Ordasi Péter, Pap Gábor), „Csillagászat és földtudományok — űrszondákkal a Naprendszerben" (Illés Erzsébet, dr. Béll Béla), „Csillagászat és fizika — tér, idő, anyag" (dr. Lukács Béla, Paál György) címmel hangzottak el előadások. Az egyes előadásokat ezúttal is rövid planetáriumi műsorokkal vezettük be.

Az 1983-as csillagászati hét központi előadássorozatát szintén a Planetáriumban tartottuk, egy héten keresztül nyolc előadásban, az azokat bevezető rövid planetáriumi programmal. A sorozat főcíme: „Életünk és a csillagok — ami a horoszkópokból kiamaradt" volt. Az egyes előadások: „Életünk és a csillagok" (dr. Kulin György megnyitó előadása), „Hatnak-e ránk a napfoltok?" (ifj. dr. Kálmán Béla), „Üstökös-járványok" (dr. Kelemen János); „Porból (és gázból) lettünk" (dr. Balázs Lajos), „Sugárözönben élünk" (dr. Makra Zsigmond), „Kozmikus robbanások" (dr. Lukács Béla), „Nagy Bumm: az Ősrobbanás" (Paál György), „Kozmikus éghajlattan" (dr. Marik Miklós). Látogatottságunkat az erős propaganda révén az 1982-es évihez képest 10—15%-kal sikerült javítani, így a sorozaton kb. 1400 hallgató vett részt.

A csillagászati hét területi előadásainak száma kb. 11%-os csökke-

nést mutatott: 1982-ben 102, 1983-ban csak 91 előadást rendeltek meg a különböző intézmények.

Az 1982 őszén meghirdetett *csillagászati szabadegyetemi sorozatok* közül az „Általános csillagászat I—II." sorozatok a szokott látogatottsággal (54 és 36 hallgató), a „Csillagokról a Planetáriumban" című sorozatunk pedig 80 jelentkezővel indult el. 1983-ban már a hagyományos és jegyzettel is ellátott „Általános csillagászat" évfolyamok, valamint a planetáriumi archív műsorokat bemutató „*Műsormúzeum*" sorozatunk mellett igen sikeres levelező tanfolyamokat, tagozatokat indítottunk ("Általános csillagászat I." és „Az égbolt felfedezése — csillagászattörténet"). Az e sorozatokra beiratkozottak többsége nem budapesti lakos.

A szakosztály taglétszáma a fluktuációk ellenére (átigazolás, új tagok felvétele) nem vagy csak alig változott: 1982-ben 65 fő, 1983-ban 75 fő volt. A tagság zöme aktív, foglalkoztatottságuk 1982-ben 84,6%-os, 1983-ban 84,9%-os volt. A szakosztály élén 11 (+ 1 tiszteletbeli) tagból álló vezetőség az 1983. évi munkatervben előírt minőségi célkitűzéseket megvalósította. A vezetőség 1983 őszén beszámolt a TIT budapesti elnökségének az 1977-től 1983 első félévéig terjedő időszakban végzett ismeretterjesztő munka jellegzetességeiről, eredményeiről és a szakosztályi életről. Az ismeretterjesztő tevékenység elismerése mellett a jelentésben foglaltakat az ügyvezető elnökség elfogadta.

A célfeladatok elvégzésére a vezetőség tagjaiból két-három fős munkacsoportokat alakítottunk (például a különböző tematikák kidolgozására stb.), s a vezetőség tagjai különböző tanácsokban és bizottságokban is képviselik a szakosztályt. A szakosztályi előadások és egyéb rendezvények szakmai-módszertani ellenőrzését gyakorlott TIT-tagok, a hospitálást pedig új, fiatal előadók végzik. A szakosztály 1983-ban 444 előadást és tanfolyami jellegű órát tartott. A tudománybaráti körök (csoportok) száma 18, az itt megtartott órák száma: 540.

Bács-Kiskun megye

Szakosztályunk munkatervében az űrkutatás 25 éves évfordulója alkalmával a hagyományos csillagászati témák mellett hangsúlyt kapott az űrkutatási-űrhajózási tematikájú, többnyire filmvetítéssel egybekötött komplex jellegű előadásforma is. Előadásaink többsége 1982-ben is a *csillagászati hetek* során hangzott el.

Az Univerzum 82 című szabadegyetemi sorozatban az ország legjobban képzett előadóit kértük fel szereplésre.

Szakosztályunk két fővel képviseltette magát a Posztóczky-centenáriumon Tatabányán és Tatán. A Csillagászat Baráti Köre országos találkozóján Kaposvárott öt fő vett részt. A csillagászatiszakkörvezetők országos tanácskozásán Újvárosy Antal vett részt.

Szakosztályunk két tagja részt vesz a *Meteor* rovatszerkesztési munkálataiban, s egyúttal a hazai amatőr észlelők munkájában is.

1983. május 17-én nyitotta meg kapuit a *kecskeméti planetárium*, amely az ország harmadik ilyen intézménye. A megnyitó ünnepség vendégeit dr. Király László, a TIT megyei elnöke köszöntötte, majd dr. Ádám György akadémikus, a TIT országos elnöke szólt a planetáriumnak az ismeretterjesztésben betöltött szerepéről, és mintegy jelképesen átadta azt a kecskeméti városi tanács elnökének, dr. Mező Mihálynak. Ezt követően rövid programot tekintettek meg a vendégek, amely ízelítőt adott a sokszínű műsorlehetőségekről. A planetárium a Lánchíd u. 18. sz. alatti általános iskola közvetlen szomszédságában, Kecskemét legnagyobb lakótelepén, a Széchenyi-városban kapott helyet. Az NDK-ban gyártott Zeiss—Medium típusú műszer szerelési munkálatait a budapesti TIT Planetárium műszaki csoportja végezte a nyolcméteres kupola alatt. Sajó Péter tervei alapján elkészült egy vezérlőpult, amelyről távirányítással kapcsolható az összes projektor, valamint a napi- és a szélességmozgás motorja, mely utóbbit kézi meghajtásról szerelték át motorikusra. Ezzel a műszer a gyári kivitelezés által nyújtottnál korszerűbb lett. Lehetőség nyílik magnószalagos nagyközönségi műsorok bemutatására is. A planetárium körfolyosóján időszakos csillagászati-űrkutatási kiállítást tekinthetnek meg a látogatók.

Baranya megye

Szakosztályunk legtöbb rendezvénye számára 1982-ben és 1983-ban is a Mecseki Természettudományi Stúdió helyiségei adtak otthont. Itt tartottuk reprezentatív előadássorozatunkat a csillagászati hét során, itt folytak a csillagászati szakosztály értekezletei, a szakköri és baráti köri foglalkozások, a távcsöves bemutatások és (az 1982-ben rekordlátogatottságot elérő) planetáriumi előadások is.

Az 1982-es év *csillagászati hetének* programja október végén, alkalmazkodva a központi választmányi témakörhöz, a következő volt: „Csillagászat és fizika" (Paál György), „Csillagászat és földtudományok (űrszondák a Naprendszerben)" (dr. Tóth László), „Csillagászat és biológia — csillagok és gének üzenete" (Zombori Ottó és dr. Tóth Géza), „Csillagászat és asztronautika — negyedszázad a kozmoszban" (Gesztesi Albert). Az előadásokat filmvetítés követte.

Évi rendezvényeinket nagyrészt az űrkutatás 25 éves évfordulója jegyében tartottuk meg. Kiemelkedő hely illeti meg ezek közül Farkas Bertalan élménybeszámolóját természettudományi stúdiónkban tett látogatása során.

Planetáriumunk folytatta az előző évben megkezdett Planetáriumi Vasárnap című, kéthetenként megrendezett sorozatát. Ezeken az

előadásokon főként fiatalok ismerkednek a csillagos égbolttal, az égitesi tek tulajdonságaival. A műsorvezetés feladatát időnként a szakosztályi tagok látták el. A planetáriumunk élére új vezető került: Nagyváradi László; Kemenes Lászlóné a közművelődés más területén helyezkedett el. A planetáriumi látogatók döntő többségét az egész országból idelátogató iskolai kirándulócsoportok, a helyi iskolák osztályai és a mecseki üdülők beutaltjai teszik ki. A látogatók között nemzetközi csoportok is akadnak. Sajnos, a stúdió udvarán létesített távcsőépület kupoláját csak 1983-ban sikerült üzembe helyezni.

Legreprezentatívabb rendezvényünk 1983-ban is a „Baranyai ismeretterjesztő hónap" programsorozatába illesztett *csillagászati hét* előadás sorozata volt. Ebben az évben is igazodtunk az országos programhoz; főcíme „Ami a horoszkópból kimaradt" volt. Előadások: „A Nagy Bumm" (Gombos Gábor), „Sugárözönben élünk" (dr. Tóth László), „Az ember és a kozmosz" (Nagyváradi László), „Az élet és tudat kozmológiája (Schalk Gyula), „A csillagok fejlődése — a törpe nóvák" (Mezősi Csaba). Az előadásokat most is filmvetítés, derült napokon pedig távcsöves bemutatás követte. Előadásainkat minden este telt ház előtt tartottuk meg.

A Mecseki Természettudományi Stúdió legtöbb előadása és rendezvénye, illetve foglalkozása szakosztályunk közreműködésével zajlik. A szemléltetésbe 1983 tavaszán bevontuk az újonnan vásárolt 200/3000-es Cassegrain, majd az ősz folyamán a 150/2200-as Zeiss—Meniscastípusú távcsövet is.

1983-ban Pécsett rendeztük meg a *csillagászati szakkörvezetők VI. országos konferenciáját és a csillagászati szakköri vetélkedőt* is. Ezek előkészítésében és lebonyolításában szakosztályi és szakköri tagjaink is részt vettek. Egy csapatunk a vetélkedőbe is benevezett.

Az újonnan választott vezetőség 1982-ben kezdte meg munkáját, tagjai között fiatalok is találhatók. Elnök: dr. Tóth László, titkár: Keszthelyi Sándor, vezetőségi tagok: Kemenes Lászlóné, Dalos Endre, Kolics Pálné.

1983. április 16-án a levelező tanfolyam Pécsett megrendezett helyi vizsgáján a legtöbben jól megfeleltek a követelményeknek.

Szakköri tagjaink Baranya megye és Pécs város területén már befejezték a napórák és egyéb csillagászati vonatkozású épületdíszek, valamint a pécsi csillagvizsgáló felmérését.

Néhány tagunk jelentős munkát végzett a *Meteor* című körlevél szerkesztésében, cikkeinek megírásában.

Két előadói konferenciát és két szakosztályi ülést tartottunk 1983-ban 15—15 fős részvétellel. Csillagászati előadásaink száma a planetáriumi bemutatókkal együtt 470 volt, 11 180 résztvevővel. 32 távcsöves bemu-

tatásunkon 130 látogató vett részt. A „Planetáriumi Vasárnapok" című rendezvényeinken 11 alkalommal 870 látogató volt jelen. Szakosztályunk taglétszáma 19.

Békés megye

Az 1982/83-as évek munkájának értékelésekor örömmel számolhatunk be a szakosztály munkáját segítő tárgyi és személyi feltételek javulásáról. Gyulán a TIT Békés megyei szervezete *bemutató csillagdát* hozott létre, amelyet 1983. május 9-én avatott fel dr. Ádám György akadémikus, a TIT elnöke.

A medgyesegyházi csillagda új távcsövet kapott, az előző távcsővel Mezőkovácsházán van folyamatban csillagda kialakítása. Az orosházi üveggyár támogatásával Orosházán is jó úton halad egy csillagvizsgáló létrehozása.

1982-ben megyénkben 508 csillagászati előadás és egyéb rendezvény volt, összesen 25 715 hallgatóval.

Békéscsabán alapfokú csillagászati tanfolyamot indítottunk, szakkör működik Békéscsabán, Orosházán, Nagyszénáson, Mezőberényben, Gyulán (kettő is) és Gyulaváriban.

A csillagászati hetet 1982-ben október 21—29 között rendeztük meg, mely idő alatt mintegy 80 előadás hangzott el a megyében, amelyeket távcsöves bemutatók is követtek. A résztvevők száma 4000 fő körül volt. Az 1983-as csillagászati hét keretében 57 előadás és 48 távcsöves bemutató volt október 10 és 17 között. A 105 rendezvényen 4098 résztvevő jelent meg.

Az elmúlt tanév végén minden nyolcadik osztályos tanuló részt vett *ismétlő-rendszerező földrajzórán*, ahol a meglevő szemléltető eszközök birtokában élményszerűen ismételhették át a csillagászati ismereteket. 1983-ban 47 ilyen rendkívüli órát tartottunk a csillagdában, összesen 1298 résztvevővel. 68 távcsöves bemutatót tartottunk az érdeklődő nagyközönség számára, összesen 1374 résztvevővel.

Vezetőségi üléseinken a TIT megyei titkára rendszeresen részt vesz. Vezetőségünk hattagú; elnök: Béres István, alelnök dr. Dövényi Zoltán, titkár: dr. Kókai László, vezetőségi tagok: Csepregi Lajos, Gál László és Szilágyi Ferenc.

Csongrád megye

Az 1982 nyarán Székesfehérváron megrendezett A csillagászat helye és szerepe az iskolában című országos konferencia határozatainak megfelelően lényeges előrelépést tettünk a földrajz és fizika szakos tanárokkal és szakfelügyelőkkel való kapcsolat kiépítésében.

Szakosztályunk taglétszáma 30 fölé emelkedett. Némiképpen növekedett a baráti köri taglétszám is, különösen az általános és főiskolai hallgatók körében.

Az új ciklust újjáválasztott vezetőséggel kezdtük meg — a szakosztálytitkári tisztségre végre végzett csillagászt állíthattunk Szatmáry Károly személyében A baráti kör titkárai teendőit Nagy Zoltán végzi. A szakosztály vezetősége negyedévenként tartotta üléseit.

1982-ben is megrendeztük a *Csongrád megyei csillagászati és űrkutatási napokat*, amelyek keretében a Juhász Gyula Tanárképző Főiskolán hat előadásból álló szabadegyetemi sorozatot, valamint a Bartók Művelődési Házban kiállítással egybekötött előadásokat rendeztünk. Meglátogattuk a budapesti Planetáriumot is 167 főiskolással.

Fejér megye

Ismeretterjesztő, szakköri, baráti köri és bemutató jellegű előadásaink, foglalkozásaink száma nem csökkent, de nem is növekedett 1983-ban. Örvendetes jelenség azonban, hogy az összevont jellegű rendezvényeink látogatottsága kb. 35%-kal volt nagyobb, mint a hagyományos rendezvényeké.

Közös biológiai és fizikai előadásokat rendeztünk a csillagászat és űrkutatás témaköreiben.

Az iskolai oktató-nevelő munka elősegítése céljából a szakosztály tagsága önzetlen tevékenységet folytatott, és szép eredményeket ért el. Ezt a munkásságot Huboda György esetében a város és a megye illetékesei kitüntetéssel is elismerték.

1983-ban 369 előadást tartottunk, amelyeken 10 150 volt a hallgatók száma. Március 23-án előadói konferenciát tartottunk 56 résztvevővel; „Erőforrás-kutatás az űrből" (Gesztesi Albert). A baráti köri központi előadásokat a tervezett számban és témakörben, átlagosan 55 fős hallgatói létszámmal tartottuk meg (vendég előadók voltak például dr. Marik Miklós, Paál György és Sinka József). A csillagászati hét rendezvényeit még túl is teljesítettük Schalk Gyula választmányi titkár A vége és végtelen filozófiája és kozmológiája, valamint Zombori Ottó Új eredmények a csillagászati kutatásokban című előadásaival.

Szakosztályunk taglétszáma 18 fő; a tervezett két szakosztály-vezetőségi ülés helyett négyet tartottunk és egy rendkívüli munkamegbeszélést, a választmányi titkár jelenlétében.

A központi választmányi rendezvényeken a lehetőségekhez mérten, esetenként még a tervezett létszámon felül is részt vettünk.

A pécsi szakköri vetélkedőn tízen vettek részt: a középiskolások első. az úttörők ötödik helyezést értek el. Négy országos rendezvényen képviseltük Fejér megyét.

Megyénkben öt működő szakkör van: Székesfehérváron három, Dunaújvárosban és Magyaralmáson pedig egy-egy.

Az Uránia 30 cm-es nagy műszerének meghajtó motorját és vezérlőegységét a Videoton szocialista brigádjainak közreműködésével lecseréltük, és így ismét lehetséges a fényképezés. Az ifjúsági ház vezetője azt is lehetővé tette, hogy a házban egy *állandó csillagászati-űrhajózási kiállítást* rendezzünk be.

A lakosság körében sikeres propagandamunkát fejt ki a megyei hírlap: központi rendezvényeinkről, az Uránia tevékenységéről, bemutatóiról rendszeres és módszeres tájékoztatást ad.

Győr-Sopron megye

Szitter Béla halála nemcsak a vagongyári szakkörnek jelentett veszteséget, hanem az egész város, sőt a megye is lelkes amatőrcsillagászát és ismeretterjesztő szervezőjét vesztette el távozásával. Kegyelettel őrizzük emlékét!

A vagongyári szakkör vezetését Dévay Antal mérnök vette át. A TIT nagy távcsövének elhelyezése folyamatban van Sopronban, Faller Antal szakosztályi titkár közreműködésével. Karácsony István tevékenységi területe főként faluja, az iskola szakköre. Jól felszerelt szaktantermében két távcső, hatalmas csillagtérkép és korszerű vetítőgép van. A győri csillagvizsgáló (a Rába gyár tulajdona) a befogadó épület hosszadalmas felújítása után nagy szerephez juthat a közművelődésben.

1982-ben 101 volt az előadások száma, három a működő szakköröké, a baráti kör tagjaié pedig 206. 1983-ra már közel tucatra emelkedett a működő szakkörök száma a megyében. Ez kb. 150 érdeklődőnek nyújt alapvető csillagászati ismereteket.

A szakosztály legnagyobb erőpróbája az évenként megrendezett *csillagászati hónap*. Az évi 100 előadás negyedrésze ez időben hangzik el.

Hajdú-Bihar megye

Fő célkitűzésünket — az 1981-es színvonal megtartását — sikerült elérni. 1982 folyamán a szakosztályi tagok számos előadást tartottak a megyében, és több alkalommal meghívták őket más megyékbe is. A legnépszerűbb témák az űrhajózás és a Naprendszer kutatásának eredményei voltak, s csökkent az érdeklődés a „modern babonák" iránt.

Tavasszal egynapos *előadói konferenciát* tartottunk a megyében élő előadók és a baráti kör tagjai számára. Az előadásokat a napfizikai obszervatórium dolgozói tartották. Kiemelkedő, igen nagyszabású rendezvénysorozat volt októberben a *debreceni csillagászati hónap*, melyen a következő előadások hangzottak el: „A Sirius rejtélyei" (dr. Guman

István), „Naprendszerünk holdjai" (Illés Erzsébet), „Újabb eredmények a napkutatás területén" (dr. Kálmán Béla), „Csillagászat és modern fizika" (dr. Kulin György), „Újdonságok a rádiócsillagászatban" (Kondás László).

Másik jelentős rendezvénysorozatunk a megye falvaiban és városaiban megtartott *csillagászati hét* volt. „Igaz mesék az égboltról" címmel 13 előadást ajánlottunk az iskoláknak és más művelődési intézményeknek. Végül is a napfizikai obszervatórium dolgozói 18 községben 41 előadást tartottak, összesen 2100 hallgató előtt.

Az egyik 14 emeletes ház tetejére kerülő csillagda építése is folytatódott. A szakkör tagjai jelentős társadalmi munkával segítették a kupola befejezését.

A baráti kör taglétszáma megközelíti a 300 főt.

Heves megye

1982-ben a távcsöves bemutatások száma örvendetesen növekedett, sajnos ezzel szemben az előadások száma csökkent.

Erőnkhöz mérten segítettük a szakkörök és a Csillagászat Baráti Köre tevékenységét. A szakosztály vezetősége segítette és irányította a Ho Si Minh Tanárképző Főiskolán évek óta működő *csillagász speciálkollégium* munkáját.

Megszerveztük Felsőtárkányban a *természettudományos tábort,* melynek keretében a távcsöves bemutatókat és előadásokat tartottuk.

A VI. amatőrcsillagász észlelő-építő táborban egy, a CSBK XII. országos találkozóján szintén egy fővel képviseltettük magunkat.

Kísérletet tettünk a főiskola kupolájában levő távcső üzembe helyezésére, s tervezzük a távcső új, stabilabb helyen történő elhelyezését is.

Komárom megye

1983-ban 226 előadást és egyéb rendezvényt tartottunk a megyében, s tovább erősödött a szakköri munka is. Jelenleg tíz helyen működik csillagászati szakkör.

1983-ban Komáromban rendeztük meg hetedik alkalommal a *megyei CSBK-találkozót,* amelyen a komáromi csillagászszakkör igen színvonalas kiállítással mutatkozott be. A megye 390 CSBK-tagjából 128-an vettek részt az egész napos programon.

Augusztus 4—10 között a „Föld és Ég" elnevezésű *kutató-megfigyelő tábor* volt az év egyik legsikeresebb rendezvénye.

Október 29-én ünnepelte fennállásának 20 éves jubileumát az *esztergomi csillagászati szakkör.* Ebből az alkalomból avatta fel dr. Kulin György a társadalmi munkával épített új obszervatóriumot.

November 12—13-án Esztergom adott otthont a csillagászattörténeti adatgyűjtő csoport első országos találkozójának.

A megye négy városában — Esztergom, Komárom, Tata és Tatabánya — szerveztünk az év folyamán *csillagászati szabadegyetemet.* Az 1983. május 14-i komáromi záróelőadást Magyari Béla, kiképzett űrhajós tartotta.

Nógrád megye

Szakosztályunk mintegy 20 fős tagsága és kb. 120 amatőrcsillagásza évről évre sikeresen folytatja csillagászati ismeretterjesztő tevékenységét. Évente mintegy 120—160 rendezvényünkön mintegy 4—5000 fő vesz részt. Az 1980—1983-as évek igen nagy aktivitást hoztak. Szabadegyetemet, szabadegyetemi szintű csillagászativizsga-előkészítő sorozatokat, szakköröket sikerült szerveznünk és működtetnünk, az amatőrcsillagászok részére pedig rendszeressé tettük az évi egy-két alkalommal szervezett egész napos találkozókat.

Megvalósult régi elképzelésünk: *csillagvizsgálót építhetünk Salgótarjánban.* A TIT Nógrád megyei szervezete több éve foglalkozott már a gondolattal, hogy a természettudományos ismeretterjesztés segítésére, a csillagászat iránt érdeklődő amatőrök és a nagyközönség részére olyan objektumot létesítsen, mellyel biztosítható az alapfokú érdeklődéstől a már szinte tudományos szintű vizsgálódásig minden tevékenységi forma feltétele. 1980-ban immár harmadízben újra elindult a tervező-, felmérőmunka. Sok gondot okozott a terület kiválasztása, ahol a csillagvizsgáló épülne. Hosszas vizsgálódás után a salgótarjáni strandtól dél-délkeletre fekvő Gedőc-tetőre esett a választás. Döntő szerepet játszott ebben az a tény, hogy innen zavartalan a kilátás, a hely tiszta levegőjű, és helyi járatú autóbusszal is megközelíthető. A TIT-nek itt működik a továbbképző központja, amely személyzetével, közművesítettségével biztosítani tudja az épület kiszolgálását is. A csillagvizsgáló tervezése igen nehéz feladatot jelentett, hiszen olyan „torony" és egyéb kiszolgáló létesítmények szükségesek, amelyek környezetbe illők, de a speciális csillagászati igényeket is kielégítik. 1983 nyarán kezdődött el a munka, s az év végére állt a több mint 10 m magas és 4,5 m átmérőjű „torony". Eközben a kupola is elkészült, s a tél elmúltával, várhatóan 1984 márciusában kerül sor felhelyezésére. Főműszerünket már beszereztük, de mindazokat is, amelyeket a szakkörök és amatőrcsillagászok időközben készítettek, itt fogjuk üzemeltetni. Reméljük, hogy az 1984-es esztendő a csillagvizsgáló avatásával tevékenységünk eredményességét, hatékonyságát nagymértékben fokozni fogja.

Pest megye

1982-ben sajnos visszaesés mutatkozott előadásaink és rendezvényeink számában. A csillagászati és űrkutatási előadások száma 265 volt, az egyéb rendezvényeké pedig 24. Ezeken összesen 9759 résztvevő volt. Jelentős visszaesést látunk az előadások számában Cegléden és Dunakeszin, valamint a gödöllői, a monori és a nagykátai járásban. Emelkedést tapasztaltunk viszont a dabasi és a váci járásban, valamint Nagykőrösön. Indokolatlanul kevés volt a távcsöves bemutatók száma.

A CSBK-tagok létszáma tovább növekedett. 1982-ben 464 igazolt tagunk volt.

Szakosztályunk aktív közreműködésével *Turán úttörőtábort létesítettünk amatőrcsillagászok részére* 50 gyerek részvételével. A választmány vizsgáin 10 gyerek szerepelt sikeresen.

Somogy megye

A szakosztály létszáma 1982-ben változatlanul alacsony, mindössze 14 fő. A CSBK-tagok száma 114 a megyénkben. Hat ifjúsági szakkörünk működik, közülük legeredményesebb a csurgói és a tabi szakkör. A kaposvári Uránia csillagvizsgáló lehetőséget kínál arra, hogy Kaposvárott a bemutató ismeretterjesztés módszertani központja alakuljon ki.

1982 legsikeresebb rendezvénye a *CSBK július 15—18. közötti országos találkozója* volt, 390 fő részvételével. Szentmártoni Béla amatőrtársunk ez alkalommal Zerinváry-emlékérmet kapott.

Szolnok megye

A megyei csillagászati heteket 1983. október 3—26. között tartottuk; Szolnokon hat helyszínen zajlottak a programok, de a megye 15 településén is 50 előadást, 15 távcsöves bemutatást rendeztünk, s három csillagászati-űrkutatási tárgyú kiállítást vándoroltattunk.

1983-ban 376 előadást tartottunk, ami majdnem kétszerese az előző évinek. Ennek oka, hogy a megyei oktatási intézményekben 10—10 előadásból álló sorozatot indítottunk.

Szakosztályunk létszáma az év folyamán 6 fővel nőtt, jelenleg 24 tagot számlál.

Tolna megye

1983-ban változtattunk a korábbi évek szokásán: *a csillagászati hónap* rendezvénysorozatát nem novemberben és decemberben, hanem februárban szerveztük meg. Annak ellenére, hogy szakosztályi tagságunk

kis létszámú, a rendezvénysorozat keretében mintegy 40 előadásunk volt a megye különböző településein. Az előadók közül megemlítjük dr. Abonyi Ivánt, dr. Almár Ivánt, dr. Both Elődöt, Hegedüs Ernőt, Schlosser Tamást, dr. Kelemen Jánost, Torma Tibort, dr. Ill Mártont, Zombori Ottót, Vadász Pált, Tótik Józsefet és Gosztonyi Zsoltot, akik a rendezvénysorozat lebonyolításában részt vállaltak.

1983-ban összeszereltük a TIT tulajdonát képező 15 cm-es tükrös távcsövet, és júniustól megkezdtük a *rendszeres távcsöves bemutatásokat* Szekszárdon. A bemutatók elindításához nagyban hozzájárult Györki Gizella és Tibaj Lajos tagtársaink aktivitása, akik Dombóváron és Tengelicen is tartottak bemutatásokat.

Elképzeléseink szerint tanárokból, elsősorban földrajz szakosokból próbáljuk a taglétszámot a következő időben növelni.

Vas megye

1983-ban a megyében minden megelőző évinél több, 195 rendezvény (előadás és távcsöves bemutatás) volt, több mint 6000 résztvevővel. Ismét nagy sikerrel zárult az 1983 őszi *csillagászati hét* rendezvénysorozata. Szombathelyen hat előadás volt, 500 fős hallgatóság előtt, s dr. Kulin György, dr. Tóth György, Surek György, Zombori Ottó, Vincze Ildikó és Vértes Ernő tartottak előadásokat. A hét utolsó napján tartottuk *a CSBK I. megyei találkozóját*, amelyre a megyéből mintegy 60 fő, a környező megyékből pedig 30 vendég érkezett. A csillagászati hét záróaktusa *a Gothard Jenőről elnevezett amatőrcsillagászati és megfigyelőbemutató csillagvizsgáló* avatása volt.

A megyében hat *csillagászati kiscsoport* működik. Az ELTE GAO szakemberei segítségével ők végezték a csillagvizsgáló építését is. Az intézmény pótolja a 25 évvel ezelőtt megszűnt szombathelyi bemutató csillagvizsgálót és Urániát, amely a Nagy Lajos Gimnázium tetején működött.

A megyében 30 új tag kérte felvételét a CSBK-ba, így 1983 decemberében a taglétszám 160 fő.

A Gothard-féle tudományos gyűjteményt az év során 45 csoport kereste fel, mintegy 1350 fő.

Zala megye

A kis létszámú szakosztály 1983-ban 183 előadást tartott, amely 1982-höz képest 12%-os emelkedést jelent. Az előadói tevékenység minőségében is javulást érzünk, amely elsősorban *a központi és a házilag előállított diaanyagoknak* köszönhető.

Programjaink jelentős részét a Zalaegerszegen és Nagykanizsán mű-

ködő csillagdákban tartjuk, de sok kollégiumban és ifjúsági klubban is szerveztünk űrhajózási és csillagászati sorozatokat. A pedagógusok egyre gyakrabban használják ki *a rendhagyó órák* lehetőségeit, amelyeken a szakosztály tagjai tartottak előadásokat. Előadásokat tartottunk a középiskolai fizikatanárok továbbképzésén is.

Minden év novemberében *természettudományi hónapot* rendezünk, amelynek keretében 200—250 előadásra és kiállításra kerül sor. Ebből 1983-ban 50 előadás a csillagászat és űrhajózás témaköréből került ki.

Zalaegerszegen *a városi könyvtárral közös rendezvényeket* szerveztünk. Hat előadáson 300 általános iskolás, 5—6. osztályos úttörő hallhatott a csillagászatról, űrhajózásról, színes diaképekkel és mozgófilmmel szemléltetve.

A CSBK taglétszáma 332. Jelenleg három szakkör működik: egy-egy a csillagdákban, egy pedig általános iskolában. Nagy hiányosságnak tekintjük, hogy a választmány levelező tanfolyama vizsgáján senki sem jelent meg a megyénkből.

Felszereltségünkről: Zalaegerszegen egy 100/1000 mm-es Zeiss-refraktor segíti a munkát, a gyári mechanikára szerelve. Nagyítása 25-szörös-től 250-szeresig terjed. Ezenkívül van még egy 300/2100 mm-es Newton-refraktor (jelenleg szétszerelt állapotban), melynek felújítását 1984/85-re tervezzük. Nagykanizsán egy 150/2150 mm-es Newton-refraktor van (amerikai optikával). Keszthelyen egy 200/2000 mm-es Newton-távcső található, egyelőre ideiglenes helyen elhelyezve, így rendszeres bemutatást még nem végeznek vele.

III.
CIKKEK

IFJ. KÁLMÁN BÉLA
MTA CSKI, Napfizikai Obszervatórium

A CSILLAGÁSZAT ÚJABB EREDMÉNYEIBŐL

Az 1983. év bővelkedett érdekes csillagászati felfedezésekben. Számos csillagászati rendeltetésű műholdat és más űrszondát bocsátottak fel, amelyek gazdag és sokszor váratlan megfigyelési anyagot szolgáltattak. Megdőlt néhány eddigi csillagászati rekord: olyan aszteroidára bukkantak, amely minden eddig ismert nagy- és kisbolygónál jobban megközelíti a Napot, megtalálták a második legtávolabbi kvazárt, két olyan pulzárt figyeltek meg, amelyek periódusa az ezredmásodperces tartományba esik, s a felfedezett üstökösök betűjelzésében eljutottak a *w* betűig, amire eddig még nem volt példa. Ráadásul a Földön jelenleg problémákat okozó infláció a Világegyetemre is átterjedt: a már klasszikusnak számító Ősrobbanás teóriájának javított vetélytársa akadt az „inflációs Világegyetem" elméletében. A Földön kívüli élet lehetőségei is más megvilágításba kerültek az óceáni hévízforrások 250 °C-os vizében élő baktériumok felfedezésével. E rövid — és közel sem teljes — felsorolás után vegyük szemügyre részletesebben az egyes újdonságokat!

A Világegyetem inflációja

Úgy látszik, a mai nyugtalan világban még az Univerzum sem tudja kivonni magát az általános hatások alól — mindenesetre 1983-ban egyre többet lehetett olvasni a szakfolyóiratokban egy új kozmogóniai elméletről, az „inflációs Világegyetemről". Az eredmények szoros kapcsolatban vannak a természet elemi kölcsönhatásaival foglalkozó vizsgálatokkal.

Az elméleti fizikusok már régóta próbálnak kapcsolatot keresni *a négy alapvető kölsönhatás* (a magerők, az elektromágneses erők, az ún. gyenge kölcsönhatás és a gravitáció) között, amelyek az anyag jelenlegi állapotában nagyon különböző erősségűek. A Világegyetemben végtelen hatótávolsága miatt uralkodó gravitáció például 39 nagyságrenddel gyengébb az atommagokban ható erős kölcsönhatásnál, a magerőknél.

Az elméletek szerint az egyes kölcsönhatásokat a rájuk jellemző részecskék közvetítik: az erős kölcsönhatást a nukleonokat alkotó kvarkokra ható „*gluonok*", az elektromágneses kölcsönhatást a *fotonok*, a gyenge kölcsönhatást a *vektorbozonok*, a gravitációt a „*gravitonok*". E részecskék közül többnek a kísérleti kimutatása eddig még nem sikerült (gluonok, gravitonok).

A kölcsönhatások kutatásában jelentős eredményeket ért el S. Weinberg, akinek *Az első három perc* című könyve szintén 1983-ban jelent meg magyarul, de épp saját kutatásai miatt a könyv egyes részei — az első másodperc elején — már kiegészítésre szorulnak. Weinberg és A. Salam két évtizede kezdte fejleszteni az elektromágneses és a gyenge kölcsönhatás egyesítését célzó „*elektrogyenge*" elméletet, amely eddig elég sok kísérleti bizonyítékot tud felsorakoztatni maga mellett. (1983 januárjában jelentették be, hogy a CERN európai atommagkutató intézetben megtalálták a jósolt $W\pm$ vektorbozont, később ennek semleges változatát, a Z°-t is. A Weinberg—Salam-elmélet szerint ha az egy részecskére jutó ütközési energia 10^{12} eV felett van, a két különböző kölcsönhatás „egyesül", egyformává válik.)

A kísérleti sikereken felbuzdulva több új elmélet született, amely már *az erős kölcsönhatást* is egyesíti az elektrogyenge kölcsönhatással, ezeket nagy egyesítési elméleteknek (angol rövidítésük *GUT*, *G*rand *U*nification *T*heory) nevezzük. Az egyik legegyszerűbb *GUT*, amelynek kidolgozásában szintén részt vett Weinberg, az ún. *SU(5) elmélet*. E szerint 10^{24} eV-os ütközési energiák (10^{28} K hőmérséklet) felett egyesül az erős és az elektrogyenge kölcsönhatás. Az SU(5) 24 fajta részecskét tételez fel a kölcsönhatások közvetítésére, nyolcfajta gluont az erős kölcsönhatásnak, háromfajta vektorbozont a gyenge kölcsönhatásnak és a fotont az elektromágneses erőknek. A fennmaradó 12' ún. leptokvark-bozon teljesen újszerű: a kvarkokból ezekkel kölcsönhatásba lépve elektron keletkezik. Ennek az a következménye, hogy az SU (5) szerint a három kvarkból összeállt proton nem stabil képződmény, hanem 10^{29}—10^{33} év közti felezési idővel elbomlik. A protonbomlás kísérleti kimutatásán most fáradoznak a kutatók. Még egy másik részecskecsaládot jósol az SU(5) — a *szupernehéz Higgs-bozonokat*, amelyek tömege a protonénak 10^{16}-szorosa; ez már egy amőba tömegének felel meg. E részecskék ráadásul mágneses töltéssel is rendelkeznek, „monopólusok".

A *GUT* következménye, hogy bizonyos nagy energiasűrűségek (az említett 10^{28} K hőmérséklet) felett létezik egy ún. *szimmetrikus vákuum*, amelyben az összes nemgravitációs kölcsönhatás egyforma erősségű. Ha azonban az energiasűrűség ez alá csökken, *a kölcsönhatások szétválnak* — a vákuum aszimmetrikussá válik. Olyan nagy energiasűrűség, ami a szimmetrikus vákuumhoz szükséges, jelenlegi ismereteink szerint

csak az Ősrobbanás utáni „pillanatokban" létezhetett, 10^{-37} másodperccel a $t = 0$ időpont után.

Az Ősrobbanás elmélete mára teljesen elfogadott, több kísérleti bizonyíték szól mellette (a Világegyetem tágulása, 3 K-es háttérsugárzás, H/He-arány). Azon sem kell törni a fejünket, hogy előtte mi volt, ugyanis a végtelen erősségű gravitációs térben az idő is végtelenül lelassul, tehát nincs értelme „azelőttről" beszélni. Mégis vannak még olyan tények, amelyek magyarázatával adós az Ősrobbanás.

Ide tartozik például *a homogenitás kérdése:* a háttérsugárzás az égbolt minden irányából 10^{-4}-es pontossággal egyforma A beérkező fotonok a $t = 0$ után százezer évvel függetlenedtek a kozmikus plazmától, de az egymással ellentétes irányban látható területek ekkor már százezer fényévnél távolabb voltak egymástól, így nem lehettek okozati összefüggésben egymással. Mi egyenlítette ki mégis ily precízen a sugárzást?

A másik valószínűtlen egyensúlyi helyzet az, hogy Világegyetemünk anyagsűrűsége közel áll a *kritikus sűrűséghez*, amely a visszazuhanás és a gyorsuló tágulás közt helyezkedik el. Ehhez a kritikus sűrűséghez pontosan euklideszi térszerkezet tartozik. Ahhoz viszont, hogy az Ősrobbanás után 15 milliárd évvel ilyen legyen a Világegyetem, a kezdeti pillanatokban 10^{-49}-es pontossággal kellett megközelítenie Univerzumunknak a kritikus értéket, ami eléggé valószínűtlen, mivel a fizika törvényei nem tüntetik ki ezt a sűrűséget.

A harmadik problémát az jelenti, hogy a *GUT* szerint az Ősrobbanás után kb. ugyanannyi *szupernehéz mágneses monopólusnak* (Higgs-bozonnak) kellett volna keletkeznie, mint protonnak. Ezek viszont (lévén 10^{16}-szoros tömegűek) gyorsan visszaroskasztották volna önmagába az Univerzumot. Az elvégzett mérések alapján a mágneses monopólusok jelenlegi sűrűsége azonban rendkívül kicsi vagy nulla.

A *GUT* alkalmazása a modellekben már furcsa jelenségekhez is vezetne — például „vákuumláncolat" keletkezésére, ami rendkívül stabil képződmény, 10^{-27} cm vastag, 15 milliárd fényév hosszú és 10 millió galaktikatömegű. Ilyen monstrumot még senki sem látott, tehát az olyan elmélet, amely nagyszámú ilyesminek a létezését jósolja, valószínűtlen.

Itt lép színre az inflációs Világegyetem. Ennek fő teoretikusa A. H. Guth (nomen est omen), aki szerint a fenti problémák megoldódnak, ha figyelembe vesszük, hogy a kezdeti állapotokban az anyag *nem úgy viselkedett, mint most*, hanem egész Univerzumunk átment egy *fázisátalakuláson*. Lényegében arról van szó, hogy *az előzőekben említett szimmetrikus vákuum aszimmetrikus vákuummá alakult át*. Ez hirtelen, *exponenciális táguláshoz* vezet az addigi normális (az eltelt idő négyzetgyökével arányos) tágulás helyett.

Guth eredeti inflációs modelljének kezdeti nehézségeit szovjet, angol

és amerikai kutatók küszöbölték ki, s az új inflációs Univerzum-modell szerint a fejlődés a következőképpen zajlott: A $t = 0$ pillanatban megtörtént az *Ősrobbanás*, ezután 10^{-37} másodperccel a hőmérséklet lecsökkent arra az értékre, ahol elkezdődik a szimmetrikus vákuum *fázisátalakulása* aszimmetrikus vákuummá. Egyes helyeken *túlhűlés* következhetett be, s „*buborékok*" képződtek a szimmetrikus vákuumban, amelyek a számunkra megszokott anyagot tartalmazták. Eközben mind a buborékok, mind a köztük levő tér óriási mértékben *kitágult* — azaz nem is kitágult, hanem átalakult. Ez az *inflációs szakasz* 10^{-34} másodpercig tarthatott, s a végére minden az eredeti méreteinek 10^{30}-szorosára „fúvódott fel": a jelenleg belátható Univerzum egésze egy proton térfogatának egybilliomodrészéből indult el!

Az infláció alatt a szimmetrikus vákuum rejtett hőenergiája átadódik az Univerzum anyagának, így már megmagyarázható a háttérsugárzás egyenletessége, mert egy eredetileg ennyire kis régión belül nagy különbségek nem lehettek. Az elmélet tehát szép, most a kísérleti fizikusokon a sor, hogy a *GUT* következményeit kimutassák, amelyen az egész inflációs Világegyetem elmélete nyugszik. Tanulság: néha nehéz megjósolni a Világegyetem múltját!

A legtávolabbi ismert kvazárok

A Világegyetem felépítésének tanulmányozásában fontos szerepet játszanak a legtávolabb megfigyelhető objektumok, a kvazárok. Ma már elég általánosan elfogadott, hogy a színképükben mért *igen nagy vöröseltolódás* a távolodásuk következtében fellépő *Doppler-effektus* következménye, s kozmológiai eredetű. (A vöröseltolódást a $z = \Delta\lambda/\lambda$ paraméterrel szokták jellemezni, amelyben $\Delta\lambda$ a hullámhossz-eltolódás, λ pedig a nyugalmi hullámhossza a megfigyelt színképvonalnak.)

Mivel a kvazárok esetében már a fénysebességgel összemérhető sebességekről van szó, már nem alkalmazható az egyszerű $v/c = \Delta\lambda/\lambda = z$ képlet (v az objektum, c a fény sebessége), hanem a relativisztikus

$$\frac{v}{c} = \frac{(z+1)^2-1}{(z+1)^2+1}$$

képlet az érvényes.

Az objektumok tényleges sebessége és távolsága erősen függ a Világegyetem szerkezetéről feltételezett ismereteinktől (például a Hubble-állandótól, amelyik a távolodási sebességet a távolsággal köti össze), ezért a megfigyelések ismertetésénél az egyetlen biztos, mérhető adatot, a z vöröseltolódást adják meg. Hosszabb ideig, 1973 óta, a legnagyobb ismert z érték 3,53 volt.

PKS 2000—330

1982-ben ausztrál csillagászok rádiómegfigyelések alapján választották ki a *PKS 2000—330 jelzésű rádióforrást* (a PKS jelzés a Parkes rádióobszervatóriumra utal, a számok pedig a közelítő koordinátákat: RA = = $20^h\ 00^m$, D = —33° 0′ jelzik), amelynek helyén egy 19^m-s csillagszerű objektum látható. A 4 m-es angol—ausztrál távcsővel felvett színképben a kvazárokra jellemző fényes színképvonalakat találtak, kilenc különböző vonal vöröseltolódásának átlagából $z = 3{,}78$ adódott! A hidrogén Lyman-alfa vonala a 121,6 nm-es ibolyántúli tartományból már majdnem a színkép vörös részébe tolódott, 582,5 nm-re. Ez tehát *a jelenleg ismert legtávolabbi és legnagyobb abszolút fényességű égitest*, távolodási sebessége a relativisztikus képlet alapján a fénysebesség 91,6%-a!

DHM 0054—284

Más, „hagyományos" technikával fedezték fel *a második legtávolabbi kvazárt*. A szintén Ausztráliában felállított angol Schmidt-távcsővel a déli galaktikus pólus irányába eső 4°×4°-os területet fényképeztek le, és a COSMOS automata műszerrel kb. 20 000, 21^m-nál fényesebb csillag helyzetét és U, B, V, R színképtartományokba eső fényességét mérték ki. Ugyanerről a területről készült egy objektívprizmás felvétel is, amelyen 73 kvazárt tudtak színképük alapján azonosítani. Ennek alapján a kutatók megvizsgálták a különböző színindexek összefüggését a kvazárok vöröseltolódásával, és kiválasztottak 75 olyan csillagot, amelyek színindexei „gyanúsak" voltak. Ezeknek színképét az objektívprizmás felvételen megvizsgálva kettőnél emissziós, fényes vonalakat találtak. A most már nagyobb távcsővel készített, részletesebb színképi vizsgálatok alapján a két égitest egyike a Tejútrendszerhez tartozó halvány csillagnak bizonyult, míg a másik, a *DHM 0054—284 jelű kvazárnak*, $z = 3{,}61$*-es vöröseltolódással*. Ez a legtávolabbi kvazár, amelyet tisztán optikai megfigyelések alapján fedeztek fel!

A legvalószínűbb „fekete lyuk"

Elméleti feltételezésük (1916) óta állandóan törekednek a csillagászok arra, hogy *kísérleti úton* is bebizonyítsák e különös objektumok létezését. Legnagyobb valószínűséggel úgy lehet őket kimutatni, hogyha különleges kettős csillagrendszerek tagjaiként szerepelnek: egy megfigyelhető csillag kering egy elegendően nagy tömegű, de láthatatlan kísérő körül. Eddig nem sok ilyen akadt, sok esetben neutroncsillagok voltak a gya-

núba vettek. Legvalószínűbb jelöltnek eddig a *Cygnus X—1* jelű röntgenforrás tűnt.

Most azonban változott a helyzet. Egy öt kutatóból álló csoport részletesen megvizsgálta a Nagy Magellán-felhő legfényesebb változó röntgenforrását, az *LMC X—3* jelűt. Több mesterséges hold műszerei is észlelték e forrást, amely több mint harmincszoros intenzitásváltozásokat mutat. Csúcsfényessége $4 \cdot 10^{31}$ W körüli a röntgentartományban, 55 kpc távolságot feltételezve. A nagy pontosságú műholdmérések alapján az LMC X—3-at egy 17^{m}-s halvány csillaggal sikerült azonosítani.

E csillag színképét meghatározva, típusát B3 V-nek találták. A színkép fő érdekessége, hogy *az elnyelési vonalak túl sekélyek*, fele erősségűek, mint egy átlagos B3 csillag, ami valószínűleg a röntgenforrás által kibocsátott folytonos színkép hozzáadódásának következménye. A színképből és fényességből egyértelműen kiderült, hogy a csillag valóban a Nagy Magellán-felhőben található. A színképvonalak eltolódásából az is kiderült, hogy e csillag *kettős rendszer tagja*, amelynek keringési ideje 1,70 nap. Mivel egy hullámhossz-tartományban sem figyelhető meg fogyatkozás, ez korlátot szab a pályasík hajlásszögére a látóvonalhoz — különösen, ha feltételezzük, hogy a csillag betölti a Roche-felületet. (Ez pedig valószínű, mert a röntgenforrás csak így juthat állandóan anyaghoz.)

A megfigyelésekből következő különböző korlátok összehasonlítása a B csillag láthatatlan kísérőjének tömegére *kilencszeres naptömeget* ad mint legvalószínűbb értéket. Ilyen tömegű normális csillag mindenképpen túlsugározná a B3 V típusút, s mivel nem ez az eset, *elfajult csillaggal* van dolgunk. Ez a tömeg viszont messze meghaladja a neutroncsillagok lehetséges legnagyobb tömegét, a kétszeres naptömeget (mint a szerzők megjegyzik, még *két neutroncsillag* tömegét is!), sőt ez a legnagyobb tömegű az eddig ismert láthatatlan kísérők közül, amelyeket röntgenforrásokban találtak. (Legfeljebb a Cygnus X—1 hasonlítható hozzá, de annak távolsága kevésbé pontosan ismert.) A szerzők szerint ezek a megfigyelések erősen valószínűsítik a *többszörös naptömegű fekete lyukak* létét, amelyek közül a legvalószínűbb jelölt az LMX C—3 láthatatlan tagja.

A milliszekundumos pulzárok

A nagy „pulzárláz" már elmúlt: néhány százat ismerünk ezekből az apró, gyorsan forgó égitestekből, amelyek tulajdonképpen „csillagtömegű atommagok" — neutroncsillagok. Felfedezőjük megkapta a Nobel-díjat, tanulmányozásuk és az újabbak keresése csendben folyik. Mégis 1982/83 fordulóján újból az érdeklődés előterébe kerültek a pulzárok. Sokáig az egyik legelsőnek felfedezett objektum, a Rák-köd pulzárja volt a leg-

gyorsabb forgású, másodpercenkénti 33 fordulatával. Az 1982 novemberében a Vulpecula csillagképben felfedezett *PSR 1937+215* jelű pulzár periódusa azonban 0,001 557 806 449 023 másodperc, azaz *642 fordulatot tesz meg másodpercenként* (a Rák-köd pulzárfordulatának hússzorosát!).

A rádióforrás már régóta ismert volt, vagy húsz éve, a cambridge-i egyetemi rádióobszervatórium katalógusában *4C21.53* számmal szerepelt. Rádiószínképe alapján jó ideje gyanították, hogy pulzár, de csak az arecibói 300 m-es rádiótávcsővel sikerült kimutatni a 642 Hz-es periodicitást. Először azt gondolták, hogy egy ilyen gyors pulzár okvetlenül fiatal kell hogy legyen, de ahogy folytatódtak a megfigyelések, kiderült, hogy *periódusa nagyon stabil* (10^{-19} pontosságú): pontosabb, mint egy atomóra! Felszíni hőmérséklete is „alacsony", mindössze 1,5 millió K. Mindent összevetve, *korát milliárd évekre becsülik*. Később sikerült megfigyelni az optikai tartományban is fényváltozását, ez a harmadik olyan pulzár, amelyik látható fényben is „pislog".

A különleges pulzár magyarázatára az elméleti szakemberek egy hónap alatt sikeres elméletet dolgoztak ki: a milliszekundumos pulzár egy *„megfiatalított" pulzár!* Eredetileg kettős rendszer tagjaként a szupersűrű csillag folyamatosan magához vonzotta a társcsillag anyagát, amely esetleg közben vörös óriássá fúvódott fel, a rendszer keringési energiája a pulzár forgási energiáját növelte. Végül a pulzár, óriási mértékben felgyorsulva „megette" társát.

Az elmélet nagyon hamar kísérleti támogatásra is talált, egy új milliszekundumos pulzár felfedezésével. A *PSR 1953+29* periódusa 0,006 133 17 másodperc, és ami a fő érdekessége, *egy kettős rendszer tagja!* Kísérője fehér törpecsillag, a keringési idő 120 nap. A lelkesedést mutatja, hogy a *Nature* 1983. augusztus 4-i számában, amelyben a felfedezők beszámolnak a második milliszekundumos pulzárról, nem kevesebb mint hat elméleti cikk magyarázza a jelenséget — nem is beszélve a szerkesztői összefoglalóról. (Ez utóbbi szerint kétfajta pulzár létezik: az egyik típus szupernóva-robbanás során jön létre, a másik degenerált csillagok, fehér törpék anyaggyűjtése, akkréció következtében. Az elsőkre lassú, másodperc körüli forgás, erős mágneses tér és a Tejútrendszer síkjára merőleges nagy sebességkomponens jellemző, míg a másik fajtára mindezek ellenkezője. A második típusra eddig még csak az említett két biztos példa van, de hamarosan sor kerülhet újabb felfedezésekre is.)

Foltos csillagok térképezése

A hozzánk legközelebb eső csillag, a Nap felületén régóta megfigyelt jelenségek a napfoltok. Más csillagok esetében is feltételeznek hasonlókat, csak a távcsövek felbontóképessége miatt a csillagok felületének közvet-

len feltérképezése jelenleg lehetetlen. A nehézségek leküzdésére szellemes módszert dolgozott ki S. Vogt és D. Penrod a kaliforniai Santa Cruz-i egyetemen.

A módszer a Doppler-effektuson alapszik, amely a látósugár irányú sebességkomponensnek megfelelő hullámhossz-eltolódást okoz a színképvonalakban. Ha tehát egy forgó csillagra oldalról nézünk, egyenlítőjének felénk közeledő és tőlünk távolodó részéről hozzánk érkező színképvonalai különböző hullámhosszakon figyelhetők meg. Amennyiben a csillag felszíne *egyenletes fényességű*, a színképvonalak csak *kiszélesednek*. Ha viszont *sötét foltok* is találhatók a felszínen, az ezekből származó fényhiány a színképvonalak szabályos alakját *eltorzítja* — kicsúcsosodások jelennek meg az elnyelési vonal alján, amelyek változtatják helyzetüket a vonal szimmetriatengelyéhez képest, ahogy a folt végigfordul a csillag felénk eső félgömbjén. A vonalprofil alakjának változásából ilyen módon (elég hosszadalmas számítógépes eljárással) meg lehet határozni a foltok alakját és helyzetét.

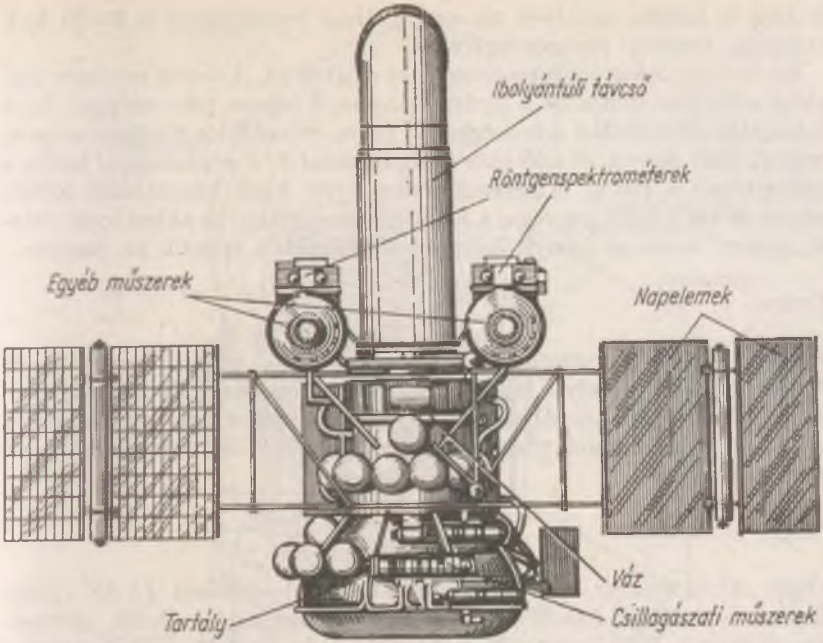
A kaliforniai csillagászok a Lick Obszervatóriumban a BY Draconis és RS Canum Venaticorum típusú változókat vizsgálták ezzel a módszerrel. Ezek a csillagok valamivel alacsonyabb hőmérsékletűek, mint a Nap, és kromoszférájuk eléggé aktív. Az *UX Arietis* változócsillag felületén például négy nagyobb és egy kisebb foltot határoltak be; ha ezt közvetlenül akarták volna megtenni, a 0,0001 ívmásodperces felbontáshoz kilométeres átmérőjű távcsőre lett volna szükségük! A későbbiekben a foltoknak nemcsak az alakját és helyzetét, hanem ezek változásait is meg lehet határozni, ami fontos a naptevékenységhez hasonlító *csillagaktivitás* megértéséhez, és hozzásegíthet a naptevékenység végső okainak feltárásához.

Csillagászati célú mesterséges holdak

Több kifejezetten csillagászati megfigyeléseket végző mesterséges holdat bocsátottak fel 1983-ban. Ezek olyan hullámhossztartományban végeztek megfigyeléseket, amelyek a földfelszínről hozzáférhetetlenek a légkör elnyelése miatt.

Asztron

1983. március 22-én került igen elnyúlt, 4 napos keringési idejű pályára a szovjet *Asztron (1. ábra)*. Készítői szovjet és francia kutatók voltak, a Krími Asztrofizikai Obszervatóriumból, az Örmény Tudományos Akadémiától és a Marseille-i Kozmikus Csillagászati Laboratóriumból. A 2000 km-es perigeumú és 200 000 km magas apogeumú pálya kiválasztását két ok is indokolta: egyrészt csökkenteni kellett a Föld sugárzási



1. ábra

övezeteinek zavaró hatását, másrészt a megfigyelések végzése közben jó, ha minél több ideig tartózkodik az irányítóközpont látótávolságában a műhold.

Az Asztron főműszere egy *80 cm tükörátmérőjű Ritchey—Chrétien rendszerű tükrös távcső,* melynek fókusztávolsága 8 m. A segédtükör átmérője 26 cm, mindkét tükör a nagy szilárdságú és gyakorlatilag hőkiterjedés nélküli „szitall" nevű üvegkerámiából készült. A távcső fókuszában egy sokcsatornás *letapogató fotométer* helyezkedik el, amely a csillagok színképét a 105—350 nm ibolyántúli tartományban vizsgálja. Ez a tartomány azért különösen fontos, mert ide esik a legtöbb kémiai elem ún. rezonancia-színképvonala, amellyel legérzékenyebben kimutathatók ezek az elemek.

A nagy távcső mellett, vele párhuzamos szerelésben helyezkedik el egy *20 cm tükörátmérőjű segédtávcső,* 1 m fókusszal. Ennek a képét, amely az égbolt $1° \times 1°$-os darabját ábrázolja, a műhold állandóan közvetíti a földi központba. A távcsövek mellett *0,2 m² területű röntgenérzékelőket* is elhe-

lyeztek a holdon, amelyek tíz csatornában regisztrálják a 2—25 keV energiájú kemény röntgensugárzást.

Az Asztron orientációs rendszere két részből áll. A durva rendszer magát a műholdat állítja be a kívánt irányba, 5 ívperc pontossággal, 0,3/s maximális elmozdulási sebességgel. A finom orientációs rendszer a spektrográf rését figyeli, és a főtükör mozgatásával *0,"3 pontossággal* tartja a csillag képét a résen. A mérések eredményeit lehet közvetlenül továbbítani, de fel is lehet jegyezni a fedélzeti memóriába, és akkor továbbítani, amikor ismét az irányítóközpont látótávolába érkezik az Asztron.

Tenma

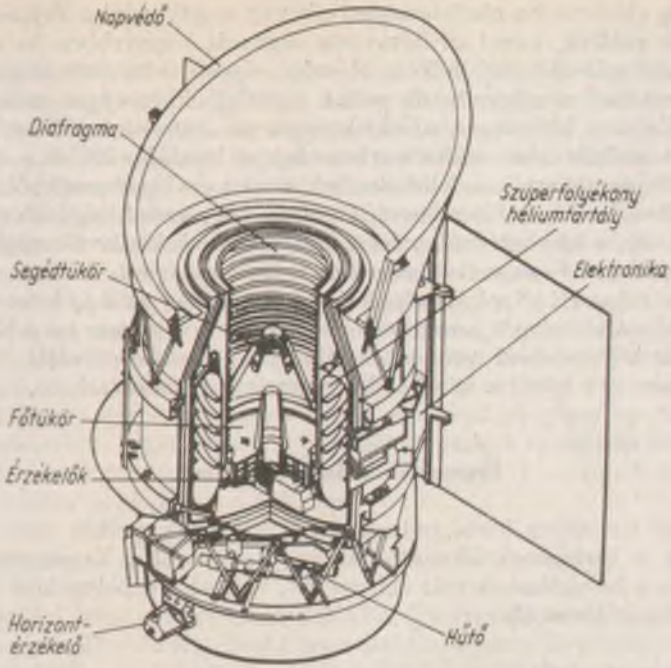
Másik, kifejezetten röntgencsillagászati hold a japán *Tenma* (neve Pegazust jelent), amelyet február 20-án bocsátottak fel 500 km magasságú, 31,5 fok hajlású körpályára. Több *röntgentávcsövet* tartalmaz, amelyek a 0,2—55 keV tartományban működnek. Mindkét említett műhold mérései még folynak.

IRAS

Véget értek viszont már az amerikai—angol—holland *IRAS* (*I*nfra *R*ed *A*stronomical *S*atellite, infravörös csillagászati műhold) mérései. Ennek startja 1983. január 26-án történt, méréseit február 1-én kezdte. Feladata az egész égbolt feltérképezése volt, *négy infravörös hullámsávban:* a 12, 25, 60 és 100 μm-es tartományban. A földfelszínről ezeket nemcsak a légköri elnyelés, hanem a felmelegedett környezet által kibocsátott zavaró sugárzás miatt sem lehet megfigyelni.

Az 1076 kg indulási tömegű műholdon egy *57 cm főtükörátmérőjű és 5,5 m fókuszú Ritchey—Chrétien-távcső* berilliumtükrei gyűjtötték össze az infravörös sugárzást a szuperfolyékony héliummal 2,5 K-ra (!) lehűtött fókuszsíkba. A nagyobb adatgyűjtési sebesség elérésére egy-egy hullámhosszsávnak 15—16 érzékelője is volt a fókuszsíkban. A térképezőrendszeren kívül még egy nagyobb térbeli felbontású fotometriai érzékelő és egy, a 8—23 μm tartományban dolgozó kis felbontású spektrométer is található volt a fedélzeten — a fényesebb objektumok részletesebb vizsgálatára. Külön hűtött árnyékoló diafragmarendszer gondoskodott a zavaró háttér kiszűréséről, és az egész hold „mélyhűtése" a saját zavarás csökkentéséről. Az IRAS szerkezetét a *2. ábra* mutatja.

A műholdat közel poláris, 900 km magasságú, 103 perces periódusú pályára állították, amely *a Föld terminátora*, az árnyékhatár felett helyezkedett el. A távcső mindig pontosan a Föld középpontjával ellentétes irányba nézett, így a Nap oldalt helyezkedett el, és megvilágította a napelemtáblákat, a műszerek pedig közelítőleg főkörök mentén pásztáz-



2. ábra

ták végig az égboltot. A pálya síkja naponta kb. 1 fokkal elfordult; a Föld keringésével kombinálva ez azt jelentette, hogy az IRAS állandóan a terminátor felett maradt, s fél év alatt az egész égboltot fel tudta térképezni.

Az IRAS hasznos mérési idejét a felbocsátásnál magával vitt 72 kg-nyi folyékony, sőt szuperfolyékony hélium határozta meg. Ez a hűtőfolyadék lassan elpárolgott, és november 22-én, kb. egy hónappal a tervezett határidő előtt, az érzékelők hűtése megszűnt, ami a további megfigyeléseket lehetetlenné tette.

Közel tízhónapos működése alatt az IRAS több érdekes és váratlan felfedezést tett — mint rendszerint minden olyan megfigyelés, amely addig ismeretlen hullámhossztartományokban történik. Az összegyűjtött anyag gazdagságára jellemző, hogy az 1984-re tervezett katalógus mintegy 250 000 forrást fog tartalmazni. A teljesség igénye nélkül, néhány mondatban a következő lényegesebb felfedezéseket érdemes megemlíteni:

Eddig elérhetetlen részletességgel sikerült megfigyelni *a Tejútrendszer központi vidékeit*, mivel az infravörös sugárzás könnyebben hatol át a csillagközi gáz- és porfelhőkön. Másrészt éppen infravörös sugárzásuk következtében megfigyelhetők voltak a porfelhőkben *éppen születő csillagok*. Egészen különleges, új objektumok az *„infravörös cirruszfelhők"*, amelyek szabálytalan, szálas szerkezetűek, és legalább 100 cs. e.-re vannak a Naprendszertől — feltételezések szerint grafitszemcsékből állnak. Születőben levő bolygórendszert, 1 mm-es vagy annál nagyobb részecskékből álló, a *központi csillag körül keringő porfelhőt sikerült megfigyelni három csillag, a Vega, a Betelgeuse és a Fomalhaut körül.* A Naprendszer tagjai közül az IRAS *sok kisbolygót* figyelt meg, öt új *üstököst* fedezett fel, és egy olyan kisbolygót, amelynél közelebb egy bolygó sem jut a Naphoz, valamint a Tempel—2 üstökös 30 millió km hosszú porcsóváját. Néhány felfedezése zek közül a későbbiekben részletesen is olvasható.

Űrszondák a Naprendszerben

Az előző fejezetben leírt „csillagászati" műholdak mellett mesterséges bolygók is keringenek-állomásoznak nagy számmal a Naprendszerben, amelyek a bolygókat és más égitesteket, valamint a bolygóközi tér tulajdonságait kutatják.

A Viking—1 „halála"

Az 1983-as év elején véglegesen kudarcba fulladtak azok a kísérletek, amelyek a Mars Chryse nevű síkságán 1976. július 20. óta állomásozó *Viking—1 leszállóegységét* próbálták szóra bírni. Az első évek után, ahogy a kutatók csapata erősen megfogyatkozott — párhuzamosan a programra fordítható összeggel —, 1980-ban a fedélzeti számítógépre „bízták a háztartást", hogy hetente jelentkezzen az összegyűjtött adatokkal. 1982 októbere táján a fedélzeti akkumulátorok kímélése, a túltöltés megakadályozása céljából megváltoztatták a számítógép programját, de egy tévedés folytán ez a programváltoztatás kitörölte a Föld látszólagos koordinátáit a memóriából. Ezek után minden kísérlet, még az olyanok is, amelyek nem vették igénybe a számítógépet, kudarcot vallott. Bár a hat év is szép teljesítmény, de sokan örültek volna, ha még sikerül folytatni a kísérletet az elvileg lehetséges 1990-ig.

Szökés a Naprendszerből

Jól működik viszont a *Pioneer—10*, amely 1983. június 13-án a Naprendszer jelenleg legkülső bolygójánál, a Neptunusznál is távolabb került a Naptól. (A Plútó, pályájának nagy excentricitása folytán, jelenleg közelebb van a Naphoz, mint a Neptunusz.) A Pioneer—10 adásait rendszeresen veszik, igaz, hogy négy és fél órába telik, amíg a kibocsátott rádióhullámok a Földet elérik, és ez az idő állandóan nő. A műszerek mérik a részecskéket és mágneses tereket a Naprendszer külső régióiban, meghatározva, hogy meddig terjedhet a helioszféra, a napszél befolyása a csillagközi térben. A Pioneer—10 nem érte el eddig még a határt, tehát a Nap befolyása nagyobb térrészre terjed ki, mint gondoltuk. Bár az 1972-ben felbocsátott űrszonda magnetométere még 1975-ben elromlott, a többi műszer jól működik, és adataikból lehet következtetni a mágneses térre is. Ikertestvére, a Pioneer—11 az ellenkező irányban tart kifelé a Naprendszerből. A két űrszonda pályájának gondos vizsgálata adatokat szolgáltathat a feltételezett Plútón túli bolygóról is — ennek vonzása észrevehetően módosítaná a pályákat.

Üstökösrandevú

Az amerikai űrkutatási hivatal, a NASA egy régebbi űrszondáját üstökösökutatásra állította át, mivel a tervezett Halley-szonda pénzügyi okokból meghiúsult. Az 1978-ban a Nap és Föld közötti librációs pont köré állított *ISEE—3* már elvégezte eredeti feladatát, de műszerei még jól működtek, és maradt annyi hajtóanyag a korrekciós hajtóműben, hogy a szonda egy igen bonyolult pályamanőverbe kezdjen. 1982 júniusában (elhagyva a librációs pont körzetét), Föld körüli, nagyon elnyúlt ellipszispályára állt, közben *öt alkalommal jelentősen megközelítve a Holdat*, utoljára 1983. december 23-án 100 km-re annak felszíne felett elsuhanva, olyan pályára tért, amely 1985. szeptember 11-én a *Giacobini—Zinner-üstökös* közvetlen közelébe viszi. Bár kamerái nincsenek, műszerei értékes információkat adhatnak az üstökös kómájának és csóvájának anyagáról, valamint kölcsönhatásukról a napszéllel. Ezenkívül még a Halley-üstökös perihéliumátmeneténél 1986 elején hasznos méréseket végezhet a bolygóközi térről.

Radartérképezők

Egyre jobban megismerjük az állandóan felhőkkel borított Vénusz felszínét is, amiben nagy szerepe van az igen sikeres szovjet *Venyera-sorozat* űrszondáinak. A legutóbbi két Venyera (a 15. és 16. számúak) 1983. júniusának első napjaiban indult a Szovjetunióból. Az eddigiektől eltérően

nem vittek magukkal leszállóegységet, hanem méréseiket a Vénusz körül nagyon elnyúlt, kb. 24 órás keringési idejű műholdpályára állva végzik. Fontosabb műszereik a következők: egy infravörös spektrométer, amelyet az NDK-ban fejlesztettek ki, egy rádió-magasságmérő és egy „oldalra néző" radar, amely 1 km-es felbontású képeket készít a Vénusz felszínéről. Ez óriási haladás a Pioneer-Venus—1 által korábban készített 30—120 km-es felbontású térképekhez képest! Az 1983. év végén a Venyera—15 és —16 hozzálátott bolygótestvérünk rendszeres feltérképezéséhez. Az első radarképeken jól látszanak a törésvonalak, hegygerincek és kráterek, központi csúccsal vagy anélkül.

Óceánok és légkör a Naprendszer külső óriásholdjain

A Voyager-űrszondák mérései fokozták az érdeklődést a *Titan* és a *Triton* iránt. Miótą a mérések sűrű, nitrogént és metánt tartalmazó légkört mutattak ki a Szaturnusz legnagyobb holdján, a kutatók fantáziája elszabadult, s a földi vízháztartás analógiájára *folyékony metánból álló óceánokat, metánfelhőket és metánesőt* tételeztek fel a Titanon. A mérések gondosabb analízise kétségessé tette a metán jelenlétét, egy másik kutatócsoport azonban felhívta a figyelmet arra, hogy a napsugárzás már 4 milliárd éve *etánná* alakítja át a metánt a légkör felső, 50 km-nél magasabb részében. Az így keletkezett etán az egész Titanra kiterjedő óceán 75%-át adná, csak 20%-nyi lenne metán, a maradék 5% pedig a légkörből oldott nitrogén. Ez az összetétel már nem mond ellent a Voyager méréseinek.

A jelenlegi elképzelés a Titan felszíni viszonyaira a következő: a hőmérséklet —184 °C, az *etánóceán* felett 10 km magas *etánban dús ködréteg* lebeg, e felett *metánban dús pára*, Fotokémiai úton képződő *acetilénhó* hullik, s leülepszik a mintegy 1 km mély óceán aljára, pár száz méter vastag *üledéket* alkotva. Más fotokémiai úton képződő szerves vegyületek *vörösesre színezik* az eget és a tengert. Egy csónaktúra a Titan óceánján elég unalmas lenne, mivel kevés sziget lehet csak az óceánban, kontinensek jelenléte pedig egyáltalán nem valószínű — ugyanis ha lennének ilyen púpok, a dagálysúrlódás már rég körré alakította volna a hold pályáját, ami nem történt meg. Még jéghegyekben sem gyönyörködhetnénk, mert a vízjég elsüllyed a folyékony etánban.

Lényegesen mások a viszonyok a Neptunusz legnagyobb holdján, a Tritonon, melynek nagysága kb. a Holdéval azonos. Ennek felszíni hőmérséklete 62 K (—211 °C); ilyen hidegben már a metán is megfagy. Infravörös színképelemzéssel sikerült kimutatni *cseppfolyós nitrogén* jelenlétét is, a Tritonon tehát folyékony nitrogénből áll az óceán, amelyen *metánjéghegyek* úsznak. Még érdekesebb, hogy *a Triton légköre*

nagymértékben változtatja térfogatát! Ennek oka az, hogy a hold retrográd keringésű, emiatt pályasíkja gyors precessziós mozgást végez a Neptunusz körül, ez erős változásokat okoz az egyes területekre beeső napfény mennyiségében. A légkört alkotó illékony nitrogén és metán a sarki vidékeken lecsapódhat. A 650 éves precessziós ciklus során, ha bekövetkezik a „forró nyár", ami 30 évig tart a Tritonon, a légkör térfogata harmincszorosára is nőhet!

Különleges kisbolygók

A Palomar-hegyi nagy Schmidt-távcsővel rendszeres kutatás folyik *gyorsan mozgó égitestek* után, amelyek rendszerint a Földhöz közel kerülő kisbolygóknak bizonyulnak. 1983-ban is több ilyent talált E. F. Helin és R. S. Dunbar. Június 12/13. éjjelén például *három új aszteroida* hagyott nyomot a fényképezőlemezeken, jelük sorra *1983 LB, 1983 LC és 1983 LD.*

Ezek közül az egyik (1983 LC) 7,7 millió km-re közelítette meg a Földet július 7-én, közelebb került hozzánk, mint a későbbiekben említésre kerülő Sugano—Saigusa—Fujikawa-üstökös. Az 1983 LC *Apollotípusú kisbolygó,* erre a típusra az jellemző, hogy perihéliumtávolságuk kisebb mint 1 cs.e., így *keresztezik a Föld pályáját.* Érdekessége még az 1983 LC-nek az, hogy valószínűleg az eddig ismert legkisebb aszteroida, *kisebb mint 1 km átmérőjű.* Látszó fényessége felfedezésekor 16^m körüli volt.

Társa, az 1983 LB Amor-típusú, ezekre az jellemző, hogy pályájuk keresztezi a Marsét, perihéliumuk pedig a földpálya körül, de rendszerint annál távolabb található a Naptól, így ritkán ugyan, de közel kerülhetnek a Földhöz.

A harmadik, az 1983 LD „közönséges" kisbolygó, legfeljebb pályahajlása kissé szokatlanul nagy, 19 fok.

Az év folyamán még két Amor típusú aszteroidát fedeztek fel a Palomar-hegyen, szeptemberben, jelük *1983 RB és 1983 RD.* Az utóbbi szeptember közepén 10 millió km-re volt a Földtől.

További két Apollo típusút az IRAS talált, ezek jelzése *1983 TB és 1983 VA.* A kettő közül az 1983 TB pályája az érdekesebb, két szempontból is. Egyrészt *az összes eddig ismert kis- és nagybolygónál közelebb kerül a Naphoz,* perihéliumtávolsága 0,1376 cs.e. (20,6 millió km), másrészt pályaelemei majdnem pontosan (1%-nál jobban) megegyeznek a *Geminida-meteorraj* pályájával. A meteorraj fejlődéséből már régóta gyanították, hogy van benne egy központi test, az 1983 TB valószínűleg a meteorraj „szülő üstökösének" (aktivitását vesztett) magja.

A csillagászok eddig mintegy 5000 aszteroidát fedeztek fel, 1983 folyamán hattal nőtt az olyan ismert kisbolygók száma, amelyek megközelíthetik a Földet, jelenleg összesen 59 ilyenről tudunk.

Az Adalberta-rejtély

A Naprendszerben keringő kisbolygók közül a számozottak, tehát jól ismert pályájúak mennyisége jelenleg 2600 feletti. Ez azt jelenti, hogy felfedezésükkor olyan pontos pályát sikerült meghatározni, hogy elvileg bármelyik következő oppozíciókor megtalálhatók. Ezek között akadnak azonban olyanok is, amelyeket *felfedezésük óta nem látott senki*, tehát csak oppozíciókor észlelték őket, így jelenleg *elveszettnek* tekinthetők! Az utóbbi években egyrészt a számítástechnika és a pályaszámítás elméletének fejlődése, másrészt több kutató lelkes megfigyelőmunkája eredményeként 1981 elejére kilencre csökkent az „elveszett" aszteriodák száma. Ezek a következők: *330 Adalberta, 473 Nolli, 719 Albert, 724 Hapag, 843 Nicolaia, 878 Mildred, 1009 Sirene, 1026 Ingrid és 1179 Mally.*

Számuk hamarosan tovább csökkent, amikor 1981 májusában H. E. Schuster rábukkant a 843 Nicolaiára, majd 1982 júliusában J. Gibson az 1009 Sirenét találta meg. A fennmaradók közül különösen nehéz eset volt három: a 330 Adalberta, a 719 Albert és az 1026 Ingrid. Ezekről olyan kevés adat állt rendelkezésre, hogy csak a szerencse segíthetett megkeresésükben. L. D. Schmadel, R. M. West és C. Madsen fogtak hozzá a munkához, először a legkisebb sorszámú, tehát legrégebben felfedezett 330 Adalbertát próbálták azonosítani. Ezt a kisbolygót 1892 márciusában, a nagy úttörő, Max Wolf fedezte fel, a fotografikus „aszteroidavadászat" elindítója, aki 233 apró égitestet fedezett fel fényképein.

Kortársaink az összes ismert kisbolygó pályáját visszaszámolták a felfedezés időpontjára, de a 2500 közül egyre sem illettek a megfigyelések. Ezért a kutatók az *eredeti felvételekhez* fordultak. Wolf nagy szakértője volt a fényképezésnek, lemezei ma is kiváló állapotban vannak, megvizsgálhatók. Technikájának tökéletessége azt is jelentette, hogy az 1890-es évek elején egyedül ő volt képes halvány kisbolygókat észlelni, így annyi felfedezést tett, hogy nem volt képes minden új kisbolygót követni. Egy ilyen eset volt az Adalberta is. Mindössze *két felvételen* volt csak látható, ebből egy közelítő körpályát lehetett csupán számolni — a későbbi megfigyelések reményében, amelyek azonban nem következtek be. Ennek ellenére a kisbolygó megkapta a 330-as sorszámot, a felfedező Adalbertának nevezte el.

Az eredeti lemezek vizsgálata és összehasonlítása a modern felvételekkel, valamint Wolf feljegyzéseivel, kiderítette, hogy a nagyon halvány,

az észlelhetőség határán levő képek, amelyeket Wolf 1892-ben kimért, *halvány csillagok nyomai*, amelyek véletlenszerűen csak egy-egy lemezen láthatók! Így aztán az Adalberta nevet és a 330-as sorszámot a kutatók javaslatára egy másik kisbolygó kapta, az *1910 CB*, amely egyike azon 13 aszteroidának, amelyeket Wolf fedezett fel, de még nem kaptak végleges nevet és sorszámot. Így zárult le egy 90 éves rejtély, és csökkent az „elveszettek" száma hatra.

A Földhöz közel járó üstökösök

Az előzőekben leírt IRAS műhold neve 1983 májusában különösen ismertté lett, ekkor ugyanis „közreműködött" az év leglátványosabb, szabad szemmel is látható üstökösének felfedezésében. A műhold állandóan figyelte az égboltot, és a kutatók külön számítógépes programot dolgoztak ki olyan objektumok gyors felderítésére, amelyek változtatják helyzetüket. Ez a program rengeteg mozgó égitestet azonosított, amelyek nagy része már ismert kisbolygónak bizonyult. Április 26-án J. Davies egy *szokatlanul gyorsan mozgó égitestet* vett észre a Hattyú csillagképben, amelynek helyzete és mozgása egyértelműen a Naprendszer belső térségében mozgó kisbolygóra vagy üstökösre utalt.

A riasztott csillagászoknak másnap sikerült lefényképezni az objektumot, és megállapítani, hogy *üstökösről* van szó. Mivel a nemzetközi csillagászati unió központi távirati irodájának megkerülésével történt az értesítés, eleinte egy kis zavar adódott az üstökös megfigyelésének szervezésében, de mire ez tisztázódott, már annyira fényessé vált, hogy két amatőrcsillagász is észrevette a 7^m fényességű üstököst május 3-án este: G. Araki Japánban (ott hamarabb esteledik) és G. E. D. Alcock Angliában. Így az üstökös az első három független felfedezőről az *IRAS—Araki—Alcock* nevet és az *1983d* jelzést kapta. Pályaadatai megtalálhatók az 1983-as év üstököseivel foglalkozó fejezetben. Különös érdekességét az adta, hogy május 11-én rendkívül közel, *4,5 millió km-re megközelítette a Földet!* Ekkor az északi égi pólus környékén tartózkodott, összfényessége 2^m körüli volt, tehát könnyűszerrel meg lehetett figyelni szabad szemmel. Közelsége miatt még azt is észre lehetett venni, ahogy a Kis Göncöl csillagai között elmozdul. Látványnak nem volt különleges, mert legnagyobb közelsége idején is csak egy 1—2 fok átmérőjű elmosódott foltnak látszott, csóva nélkül. Magja is megkülönböztethető volt, a központi kondenzáció méretére különböző megfigyelésekből 10 és 30 km közti átmérők adódtak.

Még meg sem közelítette a Földet az IRAS—Araki—Alcock-üstökös, amikor május 8-án egy másik fényes (7^m-s) üstököst fedezett fel három japán amatőr; ez a felfedezőkről a *Sugano—Saigusa—Fujikawa (1983e)*

nevet kapta. Pályáján ez is megközelítette a Földet június 12-én, de, csak 9,5 millió km-re, fényessége ekkor is csak 6—7^m körül maradt tehát szabad szemmel nem volt látható. Kis csóváját is megfigyelték.

A két említett üstökös felbukkanása aktuálissá teszi, hogy felsoroljuk a Földet erősen megközelítő üstökösöket, annál is inkább, mert ezen a listán az IRAS—Araki—Alcock-üstökös az előkelő második helyen szerepel. (Az *1. táblázat* tartalmazza a közelség sorrendjében ezeket az üstökösöket.)

1. táblázat

Földet megközelítő üstökösök

üstökös	dátum		legkisebb távolság	
			cs.e.	millió km
1770 Lexell	1770. július	1, 213	0,01509	2,26
1983d IRAS—Araki—Alcock	1983. május	11, 51	0,03117	4,68
837 Halley	1837. április	10, 63	0,0325	4,88
1927c Pons—Winnecke	1927. június	26, 77	0,03936	5,90
1930d Schwassman—Wachmann	1930. május	31, 71	0,06164	9,25
1983e Sugan—Saigusa—Fujikawa	1983. június	12, 78	0,00628	9,42

Az 1983. év üstökösei

Úgy látszik, e sorok íróját kedvelik az üstökösök, mert mint az eddigi két alkalommal (1977-ről és 1980-ról írva), most is *új rekordról* lehet beszámolni: az 1983-ban felfedezett üstökösök betűjelzésében kiosztásra került a *w* betű. Ha még négyet sikerült volna felfedezni, kifogyott volna az ábécé, és 1983aa-nak kellett volna nevezni a negyediket, vagy valamilyen új jelölésrendszert kidolgozni. (Ez reális veszély, a technika fejlődését tekintve!) Sajnos, éppen az 1983a jelű üstökös bizonyult a későbbiekben lemezhibának, de így is 22 felfedezés történt az évben, ezek közül 12 új! Hozzátéve az előző évről áthúzódókat és az állandóan lathatókat, összesen 31 volt a megfigyelt üstökösök száma. A két legkiemelkedőbb leírása az előző fejezetben olvasható. Az áttekintés kedvéért a *2. táblázat* (166—167. old.) tartalmazza az 1983. évben megpillantott és jelzést kapott üstökösöket.

Mint a tavalyi *Csillagászati Évkönyv*ből értesülhettek róla, a Halley-üstököst 1982 végén már megpillantották. 1983-ban is készült róla néhány felvétel, még igen halvány, 23—24^m körüli fényességű volt. A táblázatból látható, hogy a régi, jól ismert üstökösöket még a perihélium-

átmenet előtt sikerült megtalálni, hála a nagy teljesítményű Schmidt-távcsöveknek; egyik sem volt fényesebb 19^m-nél. Csak az Arend-üstökös volt a szabályt erősítő kivétel — ezt később pillantották meg, a perihélium után. A Halleyn kívül a periodikusok közt volt néhány „veterán", mint a *Pons—Winnecke*, amelyet eddig 17 alkalommal, vagy a Wolf-, amelyet 12-szer figyeltek meg. Akadt újonc is, a Wild-üstökösnek az 1983-as volt az első visszatérése. Nagy eredmény volt a *DuToit—Neujmin—Delporte*-üstökös megtalálása, mert a felfedezés éve óta még egyetlen visszatérésében sem sikerült megfigyelni. A pályaszámítás helyességét bizonyítja, hogy az efemerisen mindössze —0,11 nap korrekciót kell alkalmazni!

Mint az elnevezésekből látható, az IRAS műhold erősen hozzájárult a felfedezések nagy számához, *öt új üstököst fedezett fel*, és egy hatodikat is — másodikként. Az újonnan felfedezett összes üstökös közül hétnek a pályája parabolikus vagy ahhoz közeli, öt periodikus, ebből négynek periódusa 10 évnél nagyobb. Mint várható, az új periodikus üstökösök viszonylag kis pályahajlásúak és direkt keringésűek, kivétel az *1983v Hartley—IRAS* érdekes pályája, amely *közel merőleges az ekliptikára* (i = 96°). A parabolikusak többnyire retrográdok, az egyetlen direkt az 1983d IRAS—Araki—Alcock, bár ennek pályasíkja is erősen hajlik az ekliptikához.

Élet 250 C-fokon!

A Földön kívüli élet lehetőségével foglalkozó tudomány, az exobiológia szempontjából fontos a következő hír. Mind ez idáig alapvető tényként könyveltük el, hogy az élet, legalábbis az általunk ismert formában, csak viszonylag szűk hőmérsékleti határok közt létezhet. Különösen lényeges a felső határ: az élőlények nagy többsége már 40—60 °C hőmérsékleten elpusztul. Vannak ugyan különösen hőálló baktériumspórák, de 120 °C-on 1 óra alatt a legellenállóbb spóra sem képes életben maradni. Minden eddigi sterilizálási eljárás ezen alapul.

Az élet földi formájának alapjait a szerves vegyületek, fehérjék képezik, az ezek között lejátszódó bonyolult kémiai reakciók, amelyek alapvetően függnek az óriásmolekulák térbeli szerkezetétől. A hevítés hatására a hőmozgás felbont néhány gyenge kémiai kötést, ezzel megváltoztatja a fehérjemolekula térbeli szerkezetét, denaturálja a fehérjét. Ez sok esetben már valamivel 40 °C felett megkezdődik. Az élet információját hordozó DNS-molekula valamivel stabilabb, de 80—90 °C körül az is felbomlik.

A baktériumok és algák azonban tartogatnak még meglepetéseket. A felszíni hévízforrásokban több olyan mikroorganizmust találtak az elmúlt években, amelyek 80—90 °C-on érezték magukat legjobban. A víz

jel	név	eredeti jelölés	n	t	m	T
1983b	Pons—Winnecke	1819 III	17	jan. 12	19	1983. ápr. 7,503
1983c	Bowell—Skiff	új	—	febr. 11	16	1983. már. 15,328
1983d	IRAS—Araki—Alcock	új	—	ápr. 25	7	1983. máj. 21,25
1983e	Sugano—Saigusa—Fujikawa	új	—	máj. 8	7	1983. máj. 1,329
1983f	IRAS	új	—	máj. 13	17	1983. jan. 19,030
1983g	DuToit—Neujmin—Delporte	1941 VIII	1	máj. 20	19	1983. jún. 1,426
1983h	Johnson	1949 II	5	jún. 7	19	1983. dec. 3,211
1983i	Russell 3	új	—	jún. 14	16	1982. nov. 22,969
1983j	IRAS	új	—	jún. 28	17	1983. aug. 23,695
1983k	IRAS	új	—	júl. 11	17	1983. máj. 2,661
1983l	Cernis	új	—	júl. 19	12	1983. júl. 21,157
1983m	Wolf	1884 III	13	aug. 1	20	1984. máj. 31,823
1983n	Crommelin	1818 I	5	aug. 8	20	1984. feb. 20,168
1983o	IRAS	új	—	júl. 27	16	1983. nov. 28,027
1983p	Shoemaker	új	—	szept. 7	16	1983. nov. 23,850
1983q	Arend	1951 X	4	szept. 16	20,5	1983. máj. 22,370
1983r	Harrington—Abell	1954 XIII	4	szept. 17	20,5	1983. dec. 2,001
1983s	Wild	1978 XI	1	szept. 18	20	1984. aug. 20,188
1983t	Kowal—Vávrová	új	—	máj. 4	16,5	1983. ápr. 2,186
1983u	Taylor	1916 I	2	nov. 3	20	1984. jan. 7,57
1983v	Hartley—IRAS	új	—	nov. 4	15	1984. jan. 8,927
1983w	Clark	1973 V	2	dec. 15	19,5	1984. máj. 29,055

* A táblázat oszlopai a következők: az üstökös jelölése, elnevezése, visszatérő üstökös esetében eredeti jelölése, az eddig megfigyelt perihélium-átmenetek száma (n), ami nem okvetlenül azonos a visszatérések száma +1-gyel, mert egy perihéliumátmenet lehet kedvezőtlen is a megfigyelések céljára; az 1983-as megpillantás dátuma (t) és az akkori látszó fényesség (m), valamint a perihéliumátmenet időpontja (T). A másik oldalon ismét a jelölés az első oszlop, majd a pályaelemek következnek: perihéliumtávolság (q) csillagászati egységben, excentricitás (e), a pálya fél nagytengelye (a) szintén csillagászati egységben, majd az 1950-re vonatkoztatott szögek: a perihélium hossza (ω), a felszálló csomó hossza (Ω) és a pályasík hajlása az ekliptikához (i), végül a keringési idő (P) évben.

2. táblázat

üstökösök adatai*

jel	q	e	a	ω	Ω	i	P
1983b	1,25399	0,6347	3,43290	172,319	92,748	22,308	6,36
1983c	1,94399	0,6895	6,26020	169,072	345,612	3,790	15,66
1983d	0,99134	0,9898	—	192,846	48,406	73,246	—
1983e	0,47108	1,0000	—	82,166	82,342	96,622	—
1983f	1,41648	1,0	—	227,069	118,925	152,195	—
1983g	1,70825	0,5028	3,43604	115,207	188,406	2,852	6,37
1983h	2,30202	0,3675	3,63951	208,152	116,724	13,677	6,94
1983i	2,51024	0,3439	3,82619	353,388	248,002	14,100	7,48
1983j	1,69786	0,6978	5,61901	356,818	357,188	46,178	13,32
1983k	2,41759	1,0	—	265,554	171,091	138,845	—
1983l	3,31771	1,0016	—	186,204	208,882	134,702	—
1983m	2,41532	0,4067	4,07118	162,177	203,513	27,511	8,22
1983n	0,73452	0,9192	9,09009	195,853	250,193	29,103	27,41
1983o	2,25465	1,0	—	333,992	200,560	120,745	—
1983p	3,34470	1,0	—	176,051	163,985	137,602	—
1983q	1,85688	0,5364	4,00533	46,931	355,627	19,927	8,02
1983r	1,78542	0,5388	3,8711	138,574	336,716	10,159	7,62
1983s	1,49401	0,5561	3,36573	40,046	136,040	3,274	6,18
1983t	2,60818	0,5884	6,33637	19,426	201,844	4,317	15,95
1983u	1,96129	0,4639	3,65843	355,612	108,188	20,521	7,00
1983v	1,28028	0,8301	7,53736	47,330	0,834	95,678	20,7
1983w	1,55118	0,5024	3,11760	209,012	59,077	9,505	5,50

forráspontját, a 100 °C-os határt azonban — érthető okokból — nem lépték át. A tengerkutatás technikájának tökéletesedésével 1981-től kezdve megindult *a tenger alatti hévforrások* rendszeres vizsgálata. Geológiailag is sajátos e hévforrások helye: a lemeztektonika értelmében az óceáni hátságok közepén tágulási hasadékvölgyek találhatók, ahol az új földkéreg képződik, és két irányban kifelé mozog. A hasadékba beszivárog a tengervíz, erősen fölmelegszik, s kioldja a bazalt vas- és mangántartalmát. A forró víz különleges hévforrásokban áramlik ki a tengerfenéken, amelyeket „fekete füstölőnek" neveztek el a kutatók, ugyanis

a 300—350 °C-os telített oldatból, amint a hidegebb tengervízbe jut, kicsapódnak az oldott sók és a vas-szulfid. Emiatt a forrás szája körül egy magas kürtő képződik, amelyből, fekete füstszerű oldat gomolyog.

J. Baross és J. W. Deming amerikai kutatók 2650 m mélyben tanulmányozták egy ilyen hévforrás baktériumait. Ezeket egy olyan speciális berendezéssel hozták a felszínre, amely az eredeti hőmérsékletet és nyomást megőrizte. Legnagyobb meglepetésükre *a felhozott baktériumok 250 °C-on voltak a legaktívabbak, néhány óra alatt több százszorosára nőtt a baktériumok száma, közben metán, hidrogén és szén-monoxid fejlődött!* Mikroszkóp alatt legalább kétfajta mikroorganizmus volt megfigyelhető. A vizsgálatok szerint ezek is tartalmaztak DNS-t és fehérjét, amelynek összetételében 17 ismert és 5 ismeretlen, eddig nem azonosított aminosavat találtak.

Ez a felfedezés óriási jelentőségű az exobiológia számára. Az eddigi feltételezések abból indultak ki, hogy az élet alapja csak a fényenergia lehet. A Földön is, a növények a napsugárzást alakítják át energiadús szerves vegyületekké, végső soron ez táplálja az egész élővilágot. A mélytengeri hévforrásokban azonban egy különleges körfolyamat *nagy energiatartalmú szervetlen vegyületeket* hoz létre, ezeket hasznosítják a hőkedvelő baktériumok, amelyek azután más lényeknek szolgálnak táplálékul, tehát kialakult egy teljesen fény nélkül élő életközösség. A magyar Gánti Tibor szerint például elképzelhető, hogy a Jupiter Europa nevű holdján a sima jégkéreg alatti mély óceánban létezhet hasonló élet, mert a dagályerők erősen melegítik az Europa szilárd anyagát, és így kialakulhatnak tengermélyi hévforrások. Élővilág létezéséhez nem okvetlenül szükséges a központi Nap!

A méter új definíciója

Nem kifejezetten csillagászati újdonság, de a csillagászatot is érinti, hogy 1983. október 20-án Párizsban a nemzetközi mértékügyi konferencia új definíciót fogadott el a méter meghatározására. Eszerint *„1 méter az a távolság, amelyet a fény vákuumban 1/299 792 458 másodperc alatt tesz meg”*. Az új definíció egy mindössze 23 éves régit váltott fel, a méréstechnika gyors fejlődése miatt.

Eredetileg 1791-ben a métert mint a Föld meridiánnegyedének tízmilliomodrészét definiálta a francia akadémia, és egy platina „ősméter” formájában valósította meg. Később O. F. W. Bessel méréseiből kiderült, hogy 2,3 km-rel rövidebbnek feltételezték a meridiánnegyedet, mint amekkora az valójában, ezért 1889-ben megváltoztatták az eredeti definíciót, 30 db új platina-iridium „ősméter”-rúddal definiálva a métert, melyek különbsége nem volt nagyobb néhány ezred milliméternél.

Már 1889-ben A. A. Michelson és E. W. Morley javasolták, hogy a fényt vegyék alapul a méter meghatározásához, de ezt csak a XI. mértékügyi konferencia vezette be 1960-ban. E szerint a méter a 86-os atomsúlyú kriptonizotóp $^2p_{10}$ és $^5d_5$ energiaszintjei közti átmenetnél kibocsátott narancssárga színképvonal vákuumban mért hullámhosszának 1 650 763,73-szorosa volt. Ez a meghatározás, amelynek pontosság 10^{-9} körüli (ez a Föld kerületében ± 4 cm-t jelent), 23 évig volt érvényben. Hamarosan már nem volt elegendően pontos a rádiócsillagászat céljaira, mert itt a nagy bázistávolságú interferometriás méréseknél az antennák távolságát a használt hullámhossz törtrészének pontosságával kell ismerni — ez milliméteres pontosságot jelent.

A lézerek feltalálása olyan rendkívül monokromatikus fényforrások létrehozását tette lehetővé, amelyek a frekvencia- és így időméréseket 10^{-13}-os pontosságra emelték. A másodperc így négy nagyságrendde' pontosabban volt definiálva, mint a méter! Ezt a helyzetet javítja meg az új definíció, amelynek lelkes támogatója volt a Magyarországról elszármazott neves fizikus, Bay Zoltán. Az új definícióval a méter meghatározását visszavezettük a fénysebességen keresztül (ami egy univerzális természeti állandó) a másodpercre. 1983 végétől tehát már a fénysebesség definíció szerinti állandó érték: 299 792 458 m/s.

LUDMÁNY ANDRÁS
MTA CSKI Napfizikai Obszervatórium

MOZGÁSOK A NAP LÉGKÖRÉBEN

Felesleges bizonygatni, hogy a Nap légkörében zajló folyamatok, jelenségek mindegyike valamilyen *mozgással* kapcsolatos, s hogy ezek a mozgások rendkívül összetettek, sokrétűen összefonódnak, alakítják egymást, a velük kapcsolatos események pedig igen széles térbeli és időbeli skálán játszódnak le.

A naplégkör mozgásainak két „hajtómotorja", egymástól független forrása van: az egyik *a tengelykörüli forgás*, mely a Naprendszer kialakulása előtti ősköd rotációjának maradványa (bár ez még kozmogóniai viták tárgya), a másik pedig a Nap legbelső tartományában termelt energia, mely előbb sugárzási energiatranszporttal, majd a külsőbb tartományokban az ún. *konvekció* révén jut egyre kijjebb.

Végső soron szinte minden jelenség visszavezethető e két mozgástípusra, a rotációra és a konvekcióra. Ezek függetlensége azonban csak viszonylagos, hiszen egymással *kölcsönhatásban* vannak, s e kölcsönhatás nagymértékben meghatározza a naptevékenység lefolyását. A képet tovább gazdagítja, hogy tulajdonképpen *plazmák mozgásáról* van szó, melyek a részben saját maguk által gerjesztett *mágneses terek* hatásának is alá vannak vetve, másrészt az, hogy fellépnek bizonyos *oszcillációs, pulzációs jelenségek*, melyeket a fent említett hatásokon kívül közegük geometriája, fizikai paraméterei határoznak meg.

A Napon lezajló mozgások tablója tehát igen gazdag, teljes áttekintése még címszavakban sem lehetséges egy rövid cikk keretén belül. Ezért csak az *atmoszférára* szorítkozunk (tehát a szabad szemmel látható, néhány száz kilométer vastag fotoszférára, a fölötte levő, sokkal ritkább, néhány ezer kilométer vastag kromoszférára, illetve a legkívül helyet foglaló koronára). Nem lesz szó sem *a belső mag forgásáról*, aminek észlelése, detektálhatósága amúgy is erősen kétséges, sem a kb. 0,8 R_{Nap}—1,0 R_{Nap} között helyet foglaló *konvekciós zónáról*, melynek csak felszíni megnyilvánulását, a granulációt vizsgálhatjuk közvetlenül, sem a plazmamozgás és a mágneses tér kölcsönhatásának eredményeképpen zajló

naptevékenység alakzatainak — napfoltok, flerek, protuberanciák — igen bonyolult mozgásformáiról.*

Már-már közhelyszámba megy az a megállapítás, hogy a Nap különleges helyet foglal el a csillagok között, hiszen az egyetlen, melynek *különböző térbeli részeit külön-külön tudjuk* vizsgálni, fel tudjuk bontani. A mozgások léptéke azonban a Napon is nagyon széles skálán mozog, ezért elképzelhető, hogy bizonyos mozgástípusokat már nem tudunk térbelileg felbontani.

Bár a távcsövek feloldóképességét elvileg csak objektívjük átmérője korlátozza, földfelszíni, nappali megfigyeléseknél, jó észlelési körülmények esetén is kb. *egy ívmásodpercnyi* az az alsó határ, melynél kisebb alakzatot huzamosabb ideig nemigen észlelhetünk a földi légkör zavaró hatása miatt. Ez kb. a fotoszferikus granulák nagyságrendjébe esik. A határ természetesen nem húzható meg élesen, de általában az említett 1″ az irányadó.

Vannak azonban olyan esetek, amikor szándékosan kiátlagoljuk egy-egy adott felületdarab mozgását — ha például arra vagyunk kíváncsiak, hogy oszcilláló mozgásnál mekkora az a napfelszíni terület, amely kb. együtt mozog fel-le. Sőt az utóbbi időben egyre több olyan vizsgálat történik, mely a Napot globálisan olyan *csillagnak* tekinti, mint amilyennek felbonthatatlanul, távoli csillagként látnánk. (Ilyen vizsgálat az, amikor például az egész Nap fényét bevetítik a spektrográfba.) Ez nagyban segítheti a távoli csillagok színképének megértését.

A fentiek miatt célszerűnek látszik a jelenségek olyan felosztása, mely külön tárgyalja a térbelileg felbontható és külön a fel nem bontható mozgásokat.

A térbelileg felbontható mozgásokat már terminológiával *nagy léptékűeknek* is nevezhetjük, s további osztályozás segíti áttekintésüket: nagy léptékű áramlások (rotáció, meridionális áramlások, óriás konvekciós cellák); oszcillációk, pulzációk; granulációs mozgások (szupergranuláció, mezogranuláció, granuláció).

Nagy léptékű áramlások

Az elnevezés *globális, az egész Napra kiterjedő jelenségeket* takar. Vizsgálatukra két mód kínálkozik: a Doppler-mérések és a felszíni alakzatok nyomon követése.

* Ezen alakzatok nélkül a légkört (nem teljesen szerencsésen) „nyugodtnak" nevezzük, bár lassan az összes „nyugodt atmoszféra"-beli mozgásról kiderül, hogy mutat valamilyen változást a 22 éves naptevékenységi ciklus folyamán.

Mint ismeretes, *a Doppler-méréseknél* azt használjuk ki, hogy a látóirányban v sebességgel elmozduló fényforrás λ hullámhosszúságú fényjele:

$$\Delta\lambda = \pm\lambda v/c \qquad (1)$$

hullámhosszváltozást szenved (c a fénysebesség, a + jel vonatkozik a távolodásra). Így, ha alkalmas berendezésekkel, többnyire spektrográfokkal, megmérjük a hullámhosszváltozás mértékét a napkorong különböző pontjain, kirajzolódnak előttünk *a látóirányú sebességterek*, a mozgások főbb tendenciái. A sebességről kapott információ természetesen azt a *felszíni réteget* jellemzi, amelyben az adott hullámhosszú sugárzás keletkezik. Ez pedig — a Nap méreteihez képest — elenyészően keskeny, néhány száz kilométer vastagságú tartomány.

A felszíni alakzatok nyomon követése valamivel problematikusabb. A *napfoltok* vizsgálata tűnik a legkézenfekvőbbnek, azonban az így kapott adatoknál értelmezési gondok merülnek fel. Az lenne jó, ha egy-egy ilyen folt vízen úszó fadarabként mutatná környezete áramlásait — ez azonban többnyire nem teljesül. Amíg egy foltcsoport fejlődésben van, a foltok felszínhez viszonyított helyzetváltozása (az ún. sajátmozgás) elsősorban az aktív alakzatnál jóval nagyobb léptékű, felszín alatti mágneses terek, másodsorban a kisebb léptékű konvekciós mozgások befolyása alatt áll. Egy visszafejlődött foltcsoport utolsó maradványa általában egy magányos folt, de eléggé általános vélemény szerint még ezek is bizonyos kapcsolatban vannak a globális mágneses térrel, tehát nem tökéletes „nyomjelzők". Más jelenség is használható jelzőként, de ezek is általában mágneses térrel kapcsolatosak, mint például a fotoszferikus fáklyák. Lehetséges még magasabban, a kromoszférában és koronában keletkező jelenségek követése is.

A rotáció

A legszembetűnőbb nagy léptékű cirkuláció; a napfoltok felfedezésével kb. egyidejűleg vették észre. Az első adatunk *Johannes Goldschmidt*ől (latinos nevén *Fabricius*tól) származik, aki 1611-ben észlelte először a napfoltokat és a rotációt. Az előbbieket *Galileo Galilei* már 1610-ben észrevette, azonban a tengely körüli forgásról csak 1613-ból van tőle adatunk. Az első észlelők közé tartozott *Thomas Harriot* is, valamint *Christoph Scheiner*, jezsuita szerzetes, aki elsőként figyelt fel arra, hogy különböző szélességeken a foltok különböző periódusú forgást mutatnak. Ő határozta meg a forgás tengelyének helyzetét is. Eredményeit az első napfizikai monográfiában, a *Rose Ursina sive Sol* című munkában közölte 1630-ban. Hosszabb szünet után az 1850-es évektől *R. C.*

Carrington, G. Spörer, A. E. A. Faye a napfoltokra vonatkozó kutatásokkal, majd *H. C. Vogel, N. Dunér, J. Halm* a Doppler-eljárássafinomította egyre tovább a rotációról való ismereteinket.

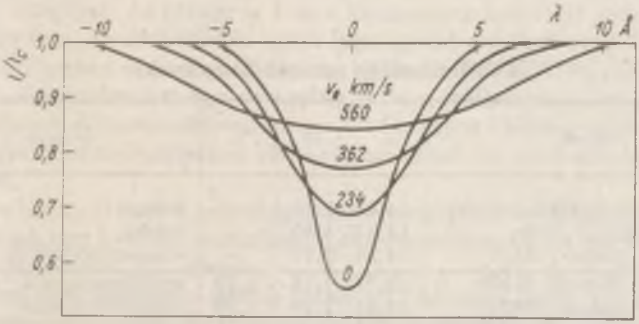
A XIX. század utolsó évtizedeiben *a csillagok forgásáról* is egyre több szó esett. Érdemes megemlíteni a legfontosabb megfigyelési tényeket, hogy a mi csillagunkat el tudjuk helyezni a többi között. Már 1877-ben felmerült az a gondolat (Abney), hogy a csillagspektrumokban észlelhető *széles abszorpciós vonalak* a rotáció következményei. Információink ma is spektroszkópiai eredetűek, bár az utóbbi időben terjed az a próbálkozás, hogy a csillagokon is — feltételezett — csillagfoltokat kövessenek.* Vonalkiszélesedés több okból is előállhat, a rotáció miatt létrejövőt a következők jellemzik:

— *minden vonal szélesedik* (míg a Stark-effektus például csak a H és He vonalait érinti):

— *az ekvivalens szélesség, tehát* a vonalprofil által határolt terület *nem függ a vonal kiszélesedésétől; (1. ábra)*

— az (1) formulából láthatóan a vonalkiszélesedés *függ a hullámhossztól.*

Csillagok esetében az bonyolítja a képet, hogy általában nem a tényleges forgást mérjük, hanem annak látóirányú vetületét. A kapott sebességadat tehát a $v_e \sin i$ mennyiség, ahol a v_e az egyenlítői forgássebesség, az i pedig a látóirány és a forgástengely által bezárt szög. A valódi v_e sebességekre nagyszámú mérésből lehet statisztikai megállapításokat tenni — úgy, hogy a lehetséges i értékekre térben egyenletes elosztást tételezünk fel.



1. ábra. Az ι Herculisban észlelt HeI λ 4026 Å vonal profilja (0 km/s) és megváltozása három különböző forgássebességre számítva

* Lásd Oláh Katalin: „A BY Draconis típusú csillagok" című cikkét; CsÉvk. 1979/462.

Nagy mennyiségű anyag feldolgozásából a következők derültek ki a magányos csillagok forgására: a korai színképosztályokat, a korai F típusú csillagokig nagy v_e jellemzi, B0-nál $v_e \cong 120$ km/s (Be típusúaknál előfordul $v_e \cong 500$ km/s is!). G0-nál $v_e \cong 12$ km/s, a Napra már csak $v_e \cong$ $\cong 2$ km/s-t kapunk. A szuperóriások és az Am és Ap típusú csillagok igen lassan forognak.

A Nap tehát az *aránylag lassú forgásúak* közé tartozik; ez a forrása a bevezetőben említett kozmogóniai vitáknak. Nem érthető ugyanis, hogy hogyan lehetséges az, hogy a Nap egyesíti magában a Naprendszer tömegének több mint 99,8%-át, de a felszíni forgás alapján számított impulzusmomentuma csupán 2%-a a Naprendszer teljes impulzusmomentumának. (Ezt csak egy esetleges gyorsan forgó mag esetén lehetne megérteni, mi azonban csak az atmoszferikus történésekre szorítkozunk!)

Az már az első vizsgálódáskor kiderült, *hogy a különböző szélességi zónák nem egyforma sebességgel forognak;* leggyorsabban az egyenlítő sávja, a magasabb szélességű sávok pedig egyre lassabban — ezt a jelenséget *differenciális rotációnak* nevezték el. Az ω szögsebességnek a B heligrafikus szélességtől való függésére a különböző kutatók hasonlóalakú formulát adtak meg, melyet általános esetben így lehet felírni:

$$\omega(B) = a - b \sin^2 B - c \sin^4 B \qquad (2)$$

Az *1. táblázat* a különböző vizsgálatok eredményeképpen kapott a, b, c konstansokat tartalmazza. (Megjegyzendő, hogy a Carrington-féle formula együtthatója mellett $\sin^{7/4} B$ tag áll még.)

1. táblázat

A differenciális rotáció konstansai

szerző	a	b	c	módszer
Carrington (1860-as évek)	14,42	2,75	—	foltok
Faye (1860-as évek)	14,37	3,10	—	foltok
Newton, Nunn (1951)	14,38	2,77	—	visszatérő foltok
Howard, Harvey (1970)	13,76	1,74	2,19	spektroszkópiai
Scherrer és tsai (1980)	14,44	1,98	1,98	spektroszkópiai
Henze, Dupree (1973)	13,75	1,79	—	MgX (62,5 nm) struktúra
Henze, Dupree (1973)	13,49	0,68	—	Lyman-kontinuum (89,7 nm) struktúra
Schröter, Wöhl (1976)	13,93	2,9	—	CaII struktúra
Golub, Vaiana (1978)	13,74	4,8	—	rövid életű XBP
Golub, Vaiana (1978)	14,15	3,7	—	hosszú életű XBP
Golub, Vaiana (1978)	14,39	7,0	—	aktív vidék XBP

A táblázat korántsem teljes, csupán egy jellemző válogatás. Jól látható azonban belőle, hogy a foltok követésével kapott szögsebességek *nagyobbak* a spektroszkópiai úton kapott Howard—Harvey-féle értéknél. Ilyen eltérés lehetőségére már utaltunk, s évtizedeken át tartotta magát az a vélemény, hogy ez a különbség *a mélyebb rétegek gyorsabb forgására utal*, hiszen a foltok „gyökerét" alkotó mágneses tér ezzel áll kapcsolatban. Erről nehéz egyértelmű kijelentést tenni a globális mágneses tér hatása miatt, bár találtak némi összefüggést a forgássebesség és a foltméret között.

A Doppler- és alakzatkövető módszerek eredményei közti eltérésről tucatnyi munka tanúskodik, és ez az eltérés sokáig általánosan elfogadott tény volt. Újabban azonban Ph. H. Scherrer és társai mérései nyomán megoszlanak a vélemények arról, hogy tényleg különböző szögsebességgel mozognak-e a foltok és a környező plazma. (Ez a most felmerült kétely azért is meglepő, mert 1977-ben megmérték, hogy milyen a folt mozgásából és a *benne* levő plazma spektrumvonal-eltolódásaiból származtatható forgássebesség. A kettő tökéletes egyezést mutatott, értékük azonban lényegesen nagyobb volt, mint a *környező* plazma sebessége!) A kérdés tehát nincs lezárva, Scherrerék maguk is tovább folytatják a vizsgálatot. A Doppler típusú méréseknél az is módszertani problémát jelent, hogy az egyes pontokon mért hullámhossz-eltolódásokban a helyi sebességterek is szerepet játszanak, valamint a légköri és instrumentális szórt fény s egyéb hibaforrások figyelembevétele is egyre tovább finomíthatja az eredményt.

Az egyik legtöbbet idézett munka az R. Howard és J. W. Harwey által végzett vizsgálat. Az ottani a, b és c konstansok hosszabb időszakra átlagolt értékek. Az utóbbi idők egyik legnagyobb feltűnést keltő vizsgálatában R. Howard és B. J. LaBonte az egész 1969-től 1980-ig terjedő napciklusra meghatározott egy átlagolt a, b és c értéket, s az így kiszámolt *ω(B) átlagolt differenciálisrotáció-profilt* bizonyos időközönként és adott *B* heliografikus szélességeken kivonták az akkor ott mért *tényleges* sebességekből.

Az eredményül kapott sebességeloszlás-térképet két éve már közöltük*, így itt csak egy kisebb, sematikus ábrán szemléltetjük az így felfedezett torziós sajátságot *(2. ábra)*.

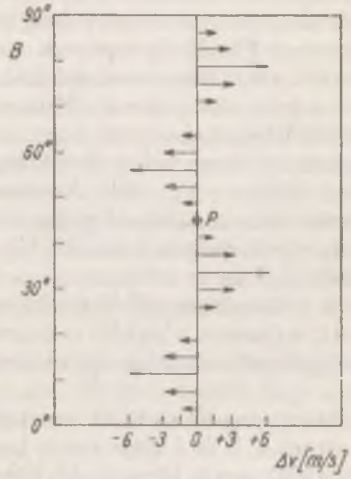
Az ábra természetesen erősen idealizált. Látható, hogy *egy félgömbön két nyírási hullám van.* A *P* egy nyírási pontot jelöl, ez kb. 22 év alatt teszi meg a pólus és az egyenlítő közti távolságot! Az már eddig is általánosan elfogadott volt, hogy a naptevékenység alakulásában döntő szerepe van a differenciális rotációnak. Ennek most felfedezett „finomszerke-

* Lásd Érdi Bálint—Marik Miklós: A csillagászat legújabb eredményeiből című cikkét; CsÉvk. 1983/124.

zetét" összehasonlítva a mágneses terek felbukkanási helyeivel, újabb meggyőző bizonyítékot kapunk erre.

Nem ez volt azonban az egyetlen vizsgálat, ami a forgás időtől való függésére irányult. Ha rövidebb időn (kb. 1000 napon) belüli szögsebességváltozást mérünk, az lehet más áramoknak vagy műszeres problémáknak is következménye. Több közlemény van azonban arról is, hogy két ciklusra vonatkozóan *2—3%-os gyorsulást találtak az egyenlítői szögsebességben.*

Még nincs eldöntve, hogy ez vajon szekuláris vagy ciklikus jelenség-e; utóbbi esetben valószínűleg kapcsolatban van a *2. ábrán* bemutatott torziós sajátsággal.

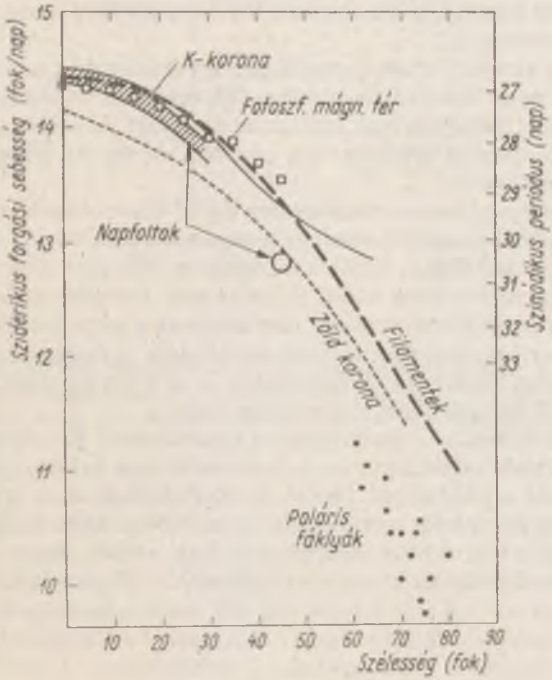


2. ábra. A differenciális rotáció torziós sajátságának erősen sematikus képe. A nyilak azt jelölik, hogy adott északi szélességeken egy adott időpontban hogyan térnek el a helyi sebességértékek az adott szélességre 11 éves átlagolással kapott értéktől

J. A. Eddy arra utalt, hogy egy bizonyos időszakban *a rotáció valószínűleg jóval gyorsabb volt* a ma észlelhetőnél. (Egy ilyen felszíni sebességváltozás például a konvekciós zónában időről időre végbemenő, feltételezett impulzusmomentum-keveredésnek, -újraeloszlásnak lehet a következménye.) Eddy szerint — ha a naptevékenységet az okozza, hogy a radiálissebesség-különbségek a mágneses tereket „nyírják", akkor — a sebességek átmeneti kiegyenlítődésével, a felszíni rétegek felgyorsulásával az aktivitás is lecsökkenhet, s ez magyarázhatja az ún. Maunder-minimumot.* Látható, hogy itt már az a gond, hogy „tudománytörténeti" időskáláról van szó, sok évtizednyi méréssorozat szükséges.

* Lásd J. A. Eddy: A Maunder-minimum című cikkét; CsÉvk. 1978/230.

Érdemes szólni a magasabb rétegek forgásáról is (*1. táblázat* alsó harmada). Itt az derült ki, hogy minél magasabban a napfelszín fölött levő alakzatokról van szó, azok annál kevésbé mutatnak differenciális rotációt: az ún. koronalyukak — alacsony intenzitású koronabeli tartományok—rotációja például már szinte teljesen független a naprajzi szélességtől, csaknem merev testként forognak. A részletesebb vizsgálatok azonban azt mutatták, hogy a mágneses tér révén *a magasan levő rétegek rotációja is többé-kevésbé összeköttetésben van a fotoszférával.* Az *1. táblázatban* az utolsó három mérés a fotoszférával való erősödő kapcsolat sorrendjében mutatja az ún. XBP-k rotációját. (XBP = X-ray bright point; az alsó korona röntgentartományban észlelhető fényes pontjai.) Látható az a értékekből, hogy minél erősebb a kapcsolat a fotoszférával (az aktív vidék fölött a legerősebb), annál jobban megközelíti rotációs sebességük a foltokét. A korona magasságában zajló forgást úgy kell tekintenünk,



3. ábra. Különböző atmoszferikus jelenségek rotációjának szélességfüggése

mint egy közel merev és egy többé-kevésbé differenciális rotáció együttélését.

A *3. ábrán* a különböző alakzatok forgásának szélességfüggését láthatjuk.

A meridionális cirkuláció

szorosan kapcsolatban áll a differenciális rotációval; a kimutatás módjai és problémái is hasonlóak, csak éppen itt nagyságrendekkel kisebb sebességekről van szó! A rendelkezésre álló adatok eléggé ellentmondásosak; többnyire *20—40 m/s nagyságú, s az egyenlítőtől a pólus felé irányuló áramlást* találtak, de közöltek már ellenkező irányú, mozgást, illetve jóval nagyobb sebességet is. Egyelőre úgy tűnik, az előbbi adat a helytálló.

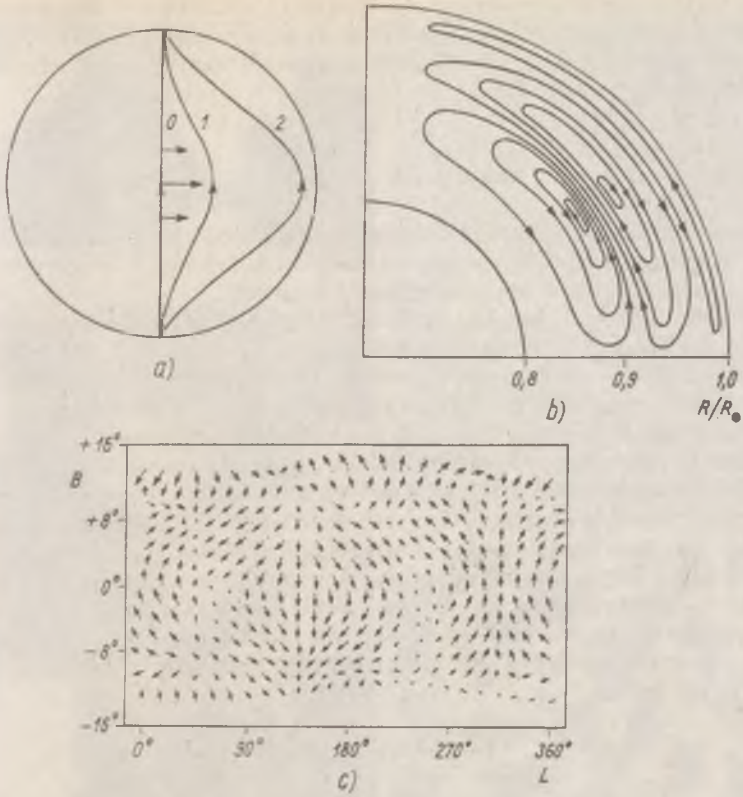
Itt is használatosak a Doppler-, illetve alakzatkövető módszerek, s itt is fennállnak a forgásnál megismert különbségek. A kb. 30 m/s-nyi pólusirányú plazmaáram mellett tudniillik a foltok meridionális sebessége csupán legfeljebb néhány m/s, és ráadásul többek szerint a pólusoktól az egyenlítő felé irányul, tehát éppen a foltokon kívüli plazmamozgásokkal ellentétes irányban!

Az összes elméleti modell *együttesen* igyekszik magyarázni az eddig említett két nagy léptékű áramlást, a differenciális rotációt és a meridionális áramlást. Hangsúlyozni kell azonban, hogy általánosan elfogadott (elfogadható) elmélet jelenleg még nincsen rájuk. Az elméletek három csoportra oszthatók:

— *Az anizotróp turbulens viszkozitásra* épülő elképzelések szerint a konvektív zónában zajló turbulens mozgások a gravitációs tér jelenléte miatt nem izotrópak, tehát a mozgásban van egy kitüntetett irány. Így a konvektív zóna külső felülete nem foroghat merev testként, hanem a (számítások szerint) megindulnak a meridionális áramlások.

— *Örvényszerű mozgások rendszeres átalakulása a forgásirányú mozgások energiájába.* Ennek az elképzelésnek is az a problémája, hogy nehéz észlelhető jelenségekkel kapcsolatba hozni.

— *A rotáció közvetlen kölcsönhatása a konvekcióval.* Ennek az a lényege, hogy a forgás következtében a konvekció más hatékonysággal fűti a fotoszférát a pólusoknál, illetve az egyenlítőnél, s az így fellépő hőmérséklet-különbség meridionális áramlásokat kelt. Ezek pedig minden elméletben fontos szerephez jutnak abban, hogy létrejön egy olyan perdületátvitel, mely az egyenlítőt felgyorsítja.



4. ábra. Nagy léptékű sebességterek a) differenciális rotáció (a 0 meridionális gömbi főkörből 1, majd 2 lesz), b) meridionális cirkuláció (tengely menti metszet egynegyede), c) óriás konvekciós cellákat kirajzoló sebességvektor-rendszer

Óriás konvekciós cellák

Még ezek is a nagy léptékű cirkulációkhoz tartoznak, jellemző méretük a különböző vizsgálatok szerint 200 000 km-től 500 000 km-ig terjed, kb. 40 m/s-os sebességekkel mozognak. Vizsgálatuknál a tapasztalat szerint megbízhatóbbak a „nyomkövető" mérések, mert a Doppler-méréseket már erősen zavarják az egyéb lokális sebességterek. Például „CaII-flokkuluszok" (az egyszeresen ionizált kalcium H-, illetve K-vonalában lát-

ható fényes kromoszféraalakzatok) vizsgálatából 1 000 000 km méretű, kb. 80 m/s sebességű cellák rajzolódtak ki az egyenlítő közelében.

Összefoglalásul tekintsük át az eddig felsorolt nagy léptékű sebességtereket egy-egy sematikus ábrán *(4. ábra)*.

Oszcillációk és pulzációk

Rohamosan fejlődő, divatos kérdéskör az oszcillációk és pulzációk kutatása, melyről részletes ismertetést olvashattunk két éve,* de azért itt is áttekintjük röviden a témát a teljesség kedvéért.

1962 óta ismeretes, hogy a napfelület bizonyos darabjai periodikus felle mozgást végeznek kb. 5 perces periódussal. Az azóta eltelt időszakban rohamos fejlődés történt ezen a területen, s igen sok különböző frekvenciát sikerült e fluktuáló mozgásban találni. Ezek teljesítményspektrumából továbbra is kiemelkedik az *5 perces oszcillációk* csoportja (létezik ugyanis az egész Napra kiterjedő *globális*, de helyi zavarok által gerjesztett *lokális* 5 perces oszcilláció is!), melyek amplitúdója 0,5 m/s-tól 2 m/s-ig terjed. Jelentős még a néhány éve felfedezett *160,01 perces oszcilláció*, kb. 1 m/s-os karakterisztikus sebességgel. Valószínűnek tűnik, hogy ez utóbbi jelenség a Nap egy olyan globális, pulzáló mozgása, melyet csillagunk saját gravitációs tere irányít. Ezzel szemben a spektrum rövid periódusú végén a konvektív turbulenciák miatt fellépő néhány másodperces frekvenciájú helyi, periodikus zavarok foglalnak helyet.

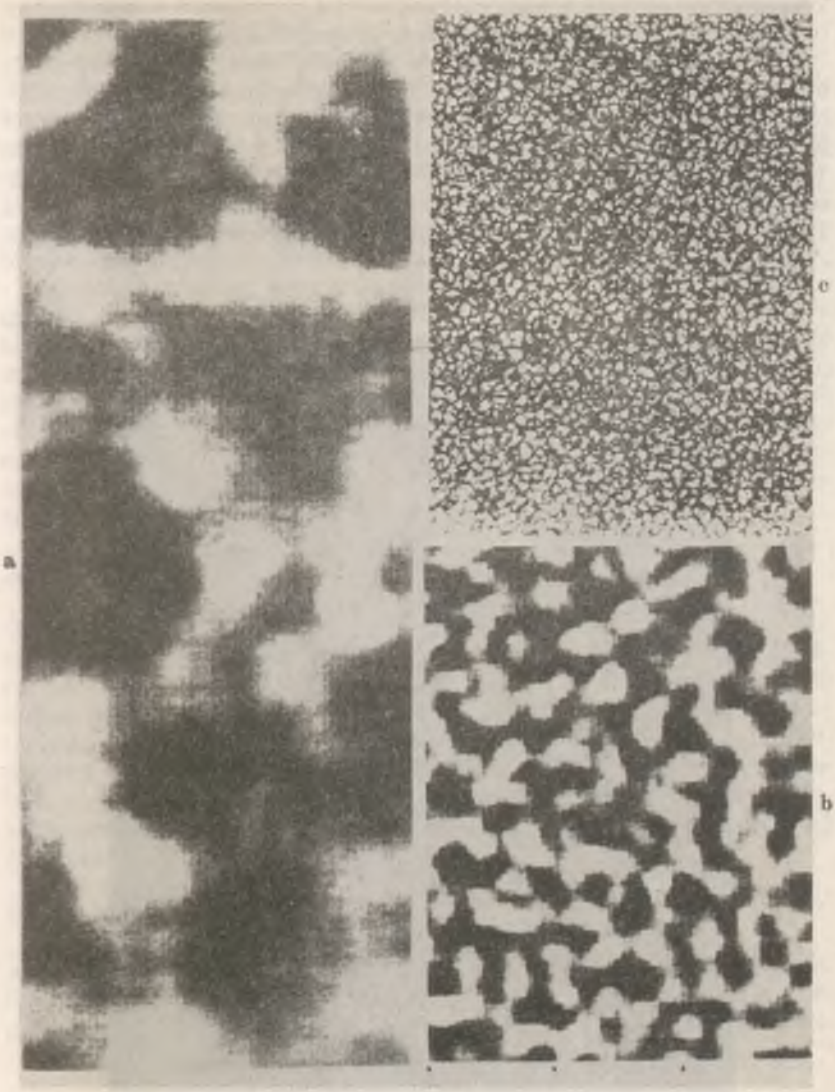
Granulációs mozgások

Szupergranuláció

A Nap forgásának színképi vizsgálata közben egy kb. 30 000 km-es karakterisztikus méretű szisztematikus sebességi elrendeződést találtak, melyet később egy szellemes eljárással sikerült láthatóvá is tenni *(5a ábra)*. Ezt a sebességteret *szupergranulációnak* nevezték el, mivel bizonyos hasonlóságot mutat a (később említendő) granulációval.

A részletesebb spektroszkópiai elemzés szerint egy-egy „szupergranula" közepétől kifelé mutató, 300—400 m/s sebességű áramlás észlelhető. A sebesség a magassággal csökken; ezt alakzatkövetéssel is megerősítették: a „nyomjelzők" ezúttal közönséges granulák voltak. A kifelé (értsd: horizontálisan, tehát a felszínnel párhuzamosan, a képződmény

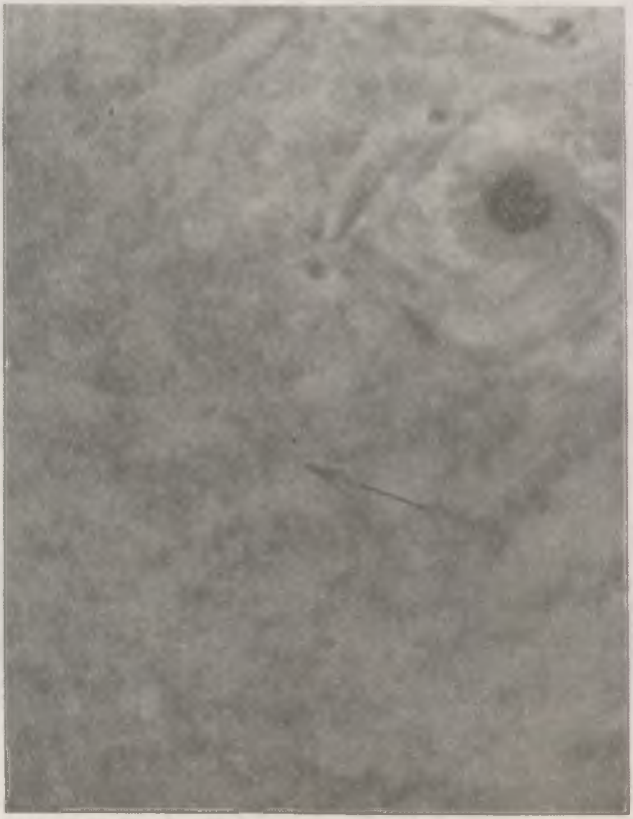
* Lásd Kovács Géza: „A Nap oszcillációi" című cikkét; CsÉvk. 1983/221.



5. ábra. a) Szupergranulációs szerkezet, b) mezogranulációs szerkezet, (a sötét és világos területek ellenkező fázisban mozgó tartományokat jelölnek), c) granulációs szerkezet fehér fényben

közepétől annak határa felé) való folyás és a Coriolis-erő következtében örvénymozgás várható, ezt észlelések is igazolták.

Az áramlást az anyag felfelé való mozgása táplálja a szupergranula közepén. Ennek sebességére hidrodinamikai megfontolásokból (kontinuitás) mintegy 5 m/s-ot kellene kapnunk, de találtak 50 m/s-os sebességet is! A cirkuláció a szupergranulák széleinél fordul lefelé; itt jelenleg a kb. 100 m/s-os érték a legelfogadottabb. Egy-egy cella jellemző mérete horizontális irányban hozzávetőleg 32 000 km. A jelenség valószínűleg a HeII → HeIII ionizációval kapcsolatos (erre még visszatérünk). A cellák élettartama nagyságrendileg egy nap.



6. ábra. Szpikulák, a Hα-vonal fényében látható „dárdasorok" a kromoszférában (a szerző észlelése az MTA CSKI Napfizikai Obszervatóriumban)

A szupergranulációs sebességtérnek más jelenségek kialakulásában is szerepe van. Megfigyelték, hogy a *fotoszferikus mágneses terek* előszeretettel gyűlnek össze a szupergranulák határainál. A kifelé mutató áramlás — úgy tűnik — ide „sepri össze" őket. Azt is észrevették továbbá, hogy *a cellák határai* — a várakozással ellentétben — általában *kissé magasabb hőmérsékletűek* a többi résznél, s ez az effektus a Nap pereme felé erősödik. Ez többek szerint az ide sepert mágneses erővonalkötegek következménye (hasonlóan a fotoszferikus fáklyához,) mivel az észlelések szerint egy fluxuscső centrum—szél intenzitásváltozása ellentétes a fotoszferikus peremsötétedéssel.

Egy másik jelenség, mely a szupergranulációs szerkezettel mutat kapcsolatot, a *kromoszferikus szpikulák* (6. ábra)*. Az elemzések szerint a képen látható „dárdasorok" a szupergranulák határainál (tehát a lefelé irányuló mozgás, illetve az „összesepert" mágneses terek tartománya fölött) jelentkeznek. Keletkezésükre egyelőre nincs általánosan elfogadott elképzelés, bár igen sok modell látott már napvilágot. Érdemes még megemlíteni, hogy ez a kromoszférabeli szerkezet az aktív vidékek fölött összetettebb; itt maguk a szupergranulák is nagyobbak és hosszabb életűek.

Mezogranuláció

Csupán néhány éve, 1981-ben fedezték fel ezt a sebességteret, mely a szupergranulációra „rakódik rá". Igen keveset tudunk még róla *(5b ábra)*. A cellák jellemző adatai: 5000—10 000 km-es méret, mintegy 60 m/s-os vertikális sebességek, kb. 2 órás élettartam. A mezogranuláció létrejöttére egyelőre két magyarázat kínálkozik: vagy a HeI→HeII ionizációval kapcsolatos konvektív zóna (lásd később) felszíni megnyilvánulása, vagy pedig a szupergranuláció térbeli felharmonikusa. Mindkét lehetőséget felvetették már korábbi elméleti megfontolások alapján, az első mindenesetre valószínűbbnek tűnik.

Granuláció

A szó latinul szemcsézettséget jelent, és azt a jellegzetes fotoszférastruktúrát jelöljük vele, mely az *5c. ábrán* látható. Jól megfigyelhetők a fényesebb granulák** és a sötétebb granulák közötti részek. A szemcsék jel-

* E sorok írója szerint helyesebb volna *szpikulumokat* mondani, mivel az eredeti latin spiculum — dárda — szónak a spicula már eleve többes száma, de sajnos ez már így honosodott meg.

**Itt is helyesebb lenne *granulumokat* mondani.

lemző adatai: 1300 km körüli átmérő, 1500 km-es átlagos távolság, s 8 perc körüli élettartam, bár némelyek 30 percig is „élhetnek". Az egész napfelszínt egyszerre mintegy négymillió ilyen szemcse borítja. A granuláris és intergranuláris intenzitások aránya a zöld hullámhossztartományban 1,23 körüli.

Az említett átlagméretek azt jelentik, hogy a látszó méretek az 1—2″ nagyságrendjébe esnek. Felbontásukhoz tehát nem szükséges nagy távcső, de amint azt a bevezetőben említettük, a földi légkör nappal nem tesz lehetővé ennél nagyobb felbontást (ráadásul ez a határ a levegőszennyeződés miatt egyre romlik!). Ezért az ilyen kiterjedésű jelenségek vizsgálata csak magas hegységekben, illetve újabban sztratoszferikus ballonteleszkópokkal lehetséges. Az utóbbiakkal végzett megfigyelések alapján tudjuk, hogy *minden fényes szemcse korábbiak osztódásából keletkezik*, elmúlásuk pedig feldarabolódással, elhalványulással vagy alámerüléssel megy végbe. Az *5c. ábra* alapján érzékelhető, hogy milyen aprólékos munka e jelenség morfológiai tanulmányozása, talán leginkább Hamupipőke galambjainak való feladat lenne.

Ilyen részletekbe menő vizsgálatokkal fedezték fel egymás utáni felvételeken az ún. *robbanó granulákat*, melyeknél az említett feldarabolódás során egy átlagosnál fényesebb szemcse több részre szakad, s ezek gyűrű alakban tágulva távolodnak egymástól 1—3 km/s-os sebességgel. Az egész olyan, mint egy, a víz felszínére bukkanó és szétpattanó buborék után szétterjedő hullám. Az eddigi adatok szerint a granulák mintegy 2%-a „robbanó".

További érdekes morfológiai jelenség a mágneses térrel kapcsolatos, 0″,25 (200 km) nagyságrendű *filigré*, ez a kis kiterjedésű, igen finom mintázatú alakzat, valamint az ún. *abnormális granuláció*. Ez utóbbi olyan struktúrát jelöl, melyben az intenzitáskontraszt vagy a szemcsék mérete az átlagosnál kisebb.

A kis méretek miatt a Doppler-mérések elvégzése nehéz, amit még bonyolít az is, hogy az 5 perces oszcilláció különválasztása nagy körültekintést igényel. A fényes szemcsékben való felfelé áramlásra 0,4—3 km/s közötti értékeket kaptak, a felszíni horizontális szétfolyásra kb. 0,25 km/s-ot, a granulák közti lefelé áramlására pedig 1,1—2,2 km/s közötti értéket.

A felfelé történő áramlás mélységtől való függését a különböző mélységekben keletkező színképvonalak segítségével lehet tanulmányozni. A

$$v(\mathrm{h}) = \mathrm{a}_1 \cdot e^{h/\mathrm{a}_2} \qquad (3)$$

formulával leírható sebességváltozás vizsgálatából a_1-re 1 km/s körüli értékeket, a_2-re (az ún. skálamagasságra) pedig egyesek 150 km-t, mások 1700 km-t kaptak. A kép tehát korántsem egységes, az adatok azonban

összeegyeztethetők egy olyan mozgástérrel, melyben a fényes cellákban felfelé, a felszínen széjjel, az intergranuláris tartományokban pedig lefelé történik az áramlás.

A granuláció létrejötte

Tulajdonképpen mi is a granuláció? Az előbb már említettük, hogy *a konvekciós mozgás felszíni megnyilvánulása*, de hogy maga a konvekció-e, az kérdéses. Konvektívnek nevezzük a csillag belsejéből kifelé áramló energia szállítását akkor, ha az elsősorban az anyagtömegek *tényleges mechanikai mozgása* révén kerül egyre feljebb. Ehhez fenn kell állnia a *konvektív instabilitás* feltételeinek. Ez úgy alakul ki, hogy a csillag belsejéből kifelé haladva egyre kevésbé átlátszóvá válik az anyag (azáltal, hogy egyre több proton és elektron rekombinálódik hidrogénatommá), mely így egyre több sugárzást képes elnyelni. Ezért a sugárzás révén történő energiaszállítás mind kevésbé hatékony, így előtérbe kerül a konvekció szerepe. Kifelé haladva a konvektív instabilitás mindaddig fennáll, míg a hőmérséklet csökkenése miatti rekombinációk révén az ionizáltsági fok egy bizonyos szint alá nem esik. Ez a Napon a hidrogénre 1000 km körüli mélységben következik be. Az e fölötti, legkülső rétegekben a konvekció megszűnik: itt a sugárzás egyszerűen keresztülhalad az anyagon, mivel annak átlátszósága (a csökkenő sűrűség miatt) már elég nagy.

Az említett 1000 km-es mélység nagyságrendileg a granulák méretével egyezik, így ezek az ún. *hidrogénkonvekciós zóna* tanújelei. A nagyrészt 5000—10 000 km-es mélységben végbemenő HeI→HeII ionizációnak a mezogranuláció, a mintegy 30 000 km-nyi mélységben zajló HeII→HeIII ionizációnak pedig a szupergranuláció feleltethető meg, amint azt azoknál említettük.

A granuláció értelmezésénél a problémát az okozza, hogy ha a konvekciós zóna fölött a fentiek szerint egy *stabil felszíni réteg* helyezkednék el, akkor hogyan láthatunk benne ilyen mozgásstruktúrát. A legelterjedtebb elképzelés szerint a felszíni rétegben — mely ehhez eléggé vékony — tulajdonképpen az alulról beleütköző konvektív elemek hatását* látjuk. Ezek tér-, idő- és sebességeloszlása magán viseli a mélyebben fekvő instabil tartomány jegyeit.

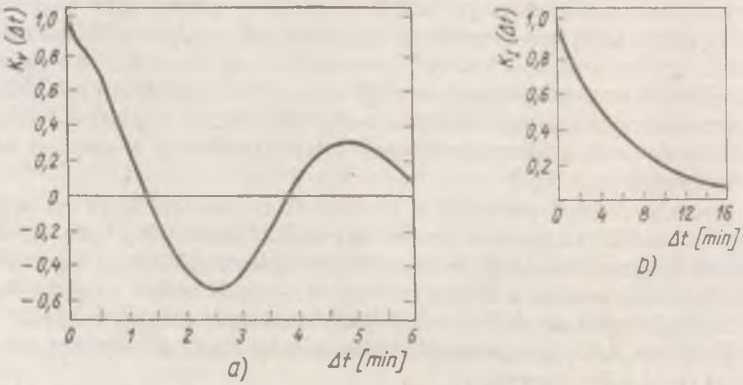
* Angol terminológiával *convective overshoot*nak, „konvekciós túllövés"-nek nevezik ezt.

Már említettük, hogy a szupergranulációs cellában megfigyelhető a granulációs elemek „kifelé" áramlása.

Érdekesen jelentkezik az 5 perces oszcilláció a struktúra sebességeloszlásában. Ha ismeretesek egy felületdarab x, y, pontjaiban és adott t pillanatban a $v(x, y, t)$ vertikális sebességek, s képezzük ezen sebességtér korrelációs függvényét a $t+\Delta t$ időpontokban létező sebességterekkel a következő módon:

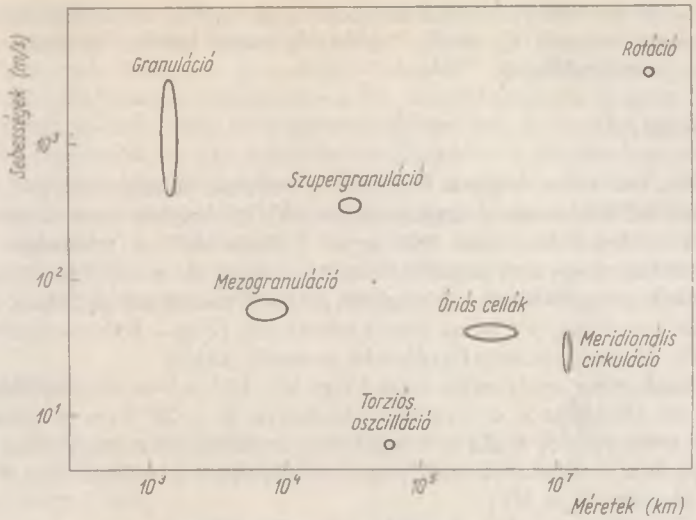
$$K_v(\Delta t) = v(x, y, t)\frac{v}{v^2}(x, y, t+\Delta t), \tag{4}$$

akkor a K_v-nek Δt-től való függésére a *7a. ábra* szerinti görbét kapjuk. A (4)-ből látszik, hogy a K_v korreláció annál nagyobb, minél inkább hasonlít még a sebességtér a kiinduló $v(x, y, t)$ eloszlásra. A $\Delta t = 0$ esetben (itt a tér önmagával azonos) természetesen $K_v = 1$. Az ábra arról tanúskodik, hogy egy lecsengő, periodikus jelenségről van szó, melynek $\Delta t = 5$ percnél van egy maximuma.



7. ábra. A $K_v(\Delta t)$ és $K_1(\Delta t)$ függvények

Nagyobb tér- és időbeli léptékű sebességterekkel összehasonlítva még nem történt szisztematikus granulációvizsgálat, jóllehet ez igen fontos lenne. Példaként hivatkozhatunk a differenciális rotációnál mondottakra, hogy tudniillik annak megértésénél igen fontos lenne tudnunk,



8. ábra. Az áttekintett fotoszférikus mozgások tér—idő-tablója

miként hat a Nap forgása a konvekcióra. Ehhez fontos adalék lenne a granuláció szélességfüggésének ismerete. Kíváncsian várjuk.

A *8. ábrán* az eddig áttekintett mozgástípusok karakterisztikus térido adatai láthatók.

Térbelileg felbontatlan mozgások

A jelenségek felbonthatóság szerinti osztályozása nyilvánvalóan erősen önkényes, sőt történeti, hiszen a jelenségek lényege nem függ attól, milyenek a térbeli feloldás lehetőségei. Ezért a felosztást inkább technikai, mint fizikai jellegűnek kell tekintenünk. Módszertanilag azonban sok előnye lehet annak, hogy nagyobb területeket integráltan, a részletek figyelmen kívül hagyásával vizsgálunk. A granulák átlagos élettartamát például úgy is meghatározhatjuk, hogy (4) mintájára képezzük a

$$K_I(\Delta t) = \Delta I(x, y, t) \frac{\Delta I}{I^2}(x, y, t+\Delta t) \tag{5}$$

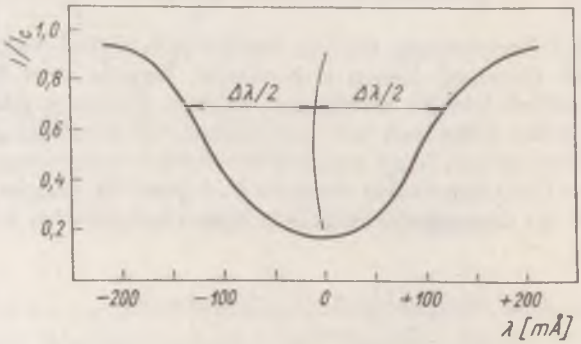
intenzitáskorrelációs függvényt, ahol $\Delta I(x, y, t) = I(x, y, t) - I$. Ez a $K_I(\Delta t)$ is $K_I = 1$-től fog csökkenni (ahogyan az intenzitáseloszlás mind

kevésbé és kevésbé hasonlít a kiindulási helyzetre), de aszimptotikusan. Valamilyen ésszerű K_I értéket előírva a hozzá tartozó Δt átlagos élettartam megbecsülhető.

Limb-effektus

1896 óta ismeretes, hogy a Fraunhofer-vonalak (a napszínkép elnyelési vonalai) hullámhossza a napkorong különböző helyein nem állandó, hanem a centrumtól a szél felé egyre „vörösebb". A jelenséget limb-effektusnak, magyarul *peremhatásnak* nevezték el. Az utóbbi évtizedekben sokat vizsgálták ezt a jelenséget, melyről ma összefoglalóan a következőket mondhatjuk: ha az összes korrekciót (Nap—Föld-mozgást, gravitációs vöröseltolódást) figyelembe vesszük, akkor

— a napkorong centrumán marad egy kb. 400 m/s-os *kékeltolódás;*
— ez az eltolódás a centrumtól távolodva $\Theta \simeq 29°,5$-os pozíciószögig 25 m/s-nyit nő, majd a napperemig csökken (Θ a napkorong pontjainak a centrumtól mért pozíciószöge, tehát a centrumban $\Theta = 0°$, a peremen $\Theta = 90°$);
— a napperemen mért eltolódás már *vörös* irányú, ez az ún. szupergravitációs eltolódás;
— az egész jelenség függ a vonal erősségétől: a mélyebben keletkező, gyenge vonalakra a fentiek igazak, a felszín közelében keletkező erősebbeknél a jelenség nem figyelhető meg (Burns-effektus);
— a spektrumvonalak aszimmetriája is Θ-függő: legerősebb a centrumban, ahol a vonalaszimmetriát jellemző biszektor (definícióját lásd a *9. ábrán*) C alakú.



9. ábra. A biszektor definíciója: a vonalprofil azonos intenzitású pontjait összekötő szakaszok felezőpontjainak mértani helye

Sok próbálkozás történt a fenti jelenségcsoport nyomással, lökéshullámokkal, különböző kölcsönhatástípusokkal való magyarázatára, de végül nem ezek, hanem az ún. „*kétáram-modell*" továbbfejlesztett változata vált általánosan elfogadottá. Ez tulajdonképpen a granulációs mozgásteret jelenti, mely erős egyszerűsítéssel két áramnak: egy felfelé irányuló fényesebb és egy lefelé irányuló, kevésbé fényes komponensnek az együtteseként tárgyalható. E modell mai finomításaival, a szemcseméretek, intenzitásviszonyok, sebességnagyságok és -irányok pontos figyelembevételével teljes mértékben számot adhatunk a peremhatásról mint a granulációs sokaságon jelentkező jellegzetesen statisztikus jelenségről. A korábban említett okok csak kisebb mértékben módosítanak a képen.

Turbulenciák

Talán a legproblematikusabb mozgástípus maradt a tabló végére. Ismeretes az a hidrodinamikai jelenség, hogy ha áramló folyadékban az ún. Reynolds-féle szám:

$$R = \frac{\rho r v}{\eta} \tag{6}$$

(s, v és η az áramló folyadék sűrűsége, sebessége és viszkozitása, r a vezetőcső sugara) nagyobb 1000-nél, akkor *az áramlás turbulenssé válik.* Ha a Napon r-nek a granuláció jellemző méretét választjuk, akkor $R > 10^{11}$, tehát a Reynolds-kritérium a fotoszférában bőven teljesül: valószínűleg fellépnek a turbulenciák.

Más megfontolás is indokolja, hogy létüket feltételezzük. Ha egy spektrumvonalra nem „fekszik rá" egy másik, továbbá a vonal nem mutat valamilyen finomszerkezetet vagy elektromos, illetve mágneses térbeli felhasadást, akkor szélességét a felbontási határtól a hőmozgásig a mozgások következtében fellépő Doppler-effektus határozza meg. A termikus (hőmérsékleti) kiszélesedésen kívül tehát léteznek nemtermikus tényezők is, ezeket gyűjtőnévvel *turbulenciáknak* nevezték el. Eredetileg két léptéket különböztettek meg: a *makroturbulenciák* esetén a turbulens cella mérete jelentősen nagyobb a foton szabad úthosszánál, a *mikroturbulenciák* esetében viszont jelentősen kisebb.

Csillagok esetén az összes fent említett mozgástípus (rotáció, oszcillációk, különböző típusú áramlások és granulációk) nehezen szétválasztható *makroturbulens* mozgásokként szélesítik a spektrumvonalakat. A Nap esetében azonban még nagy térbeli feloldás esetén is marad olyan vonalkiszélesedés, melyről pusztán a hőmozgás figyelembevételével nem tudunk számot adni. Ezért a feltételezett kis léptékű, nemtermikus

sebességtér leírására bevezették a *mikroturbulencia* fogalmát. Ha a termikus mozgásokhoz hasonlóan a mikroturbulenciákról is feltételezzük, hogy sebességeloszlásuk Gauss-függvénnyel írható le (vagyis olyan termikus részecskesokaságnak tekintjük őket, melynek a turbulens cellák az elemei), akkor a spektrumvonalak kiszélesedését (1) helyett a következő Doppler-eltolódások fogják meghatározni:

$$\Delta\lambda_D = \frac{\lambda}{c}\sqrt{\frac{2kT}{m}+v_{mik.}^2} \qquad (7)$$

ahol a négyzetgyök alatt szereplő első tag a *hőmozgás* járuléka (k a Boltzmann-állandó, T a hőmérséklet, m a részecsketömeg), a második pedig a Doppler-kiszélesedés ismeretében meghatározható *mikroturbulens sebesség* négyzete. Érdemes még megemlíteni azt, hogy a makroturbulenciák (bár a spektrumvonalat kiszélesítik) az ekvivalens szélességet változatlanul hagyják, míg a mikroturbulenciák az utóbbit is megnövelik!

Sok kritika érte és éri a fenti koncepciót, elsősorban a mikroturbulenciáét, bevezetésének ad hoc jellege miatt. Ezenközben azonban ez a terület is egyre tovább fejlődik. Már korábban bevezették az „anizotróp mikroturbulencia" fogalmát, melyben a $v_{mik.}$ horizontális és vertikális komponensét külön kezelték, majd később definiálták a közbenső léptékű *mezoturbulenciát* is. Ezek a finomítások is azt igazolták, hogy a nemtermikus mozgások figyelembevételére minden méretben szükség van — egészen a termikus mozgás léptékéig —, hiszen a térbeli felbontás még a Nap esetében sem növelhető a végtelenségig . . .

HÉDERVÁRI PÉTER
Élet és Tudomány Szerkesztősége,

VULKÁNOSSÁG A NAPRENDSZERBEN*

A vulkánosság alapvető szerepet játszott a Föld-típusú bolygók (Merkur, Vénusz, Föld, Mars) és egyes holdak (saját Holdunk, Io) fejlődésében. Ebben a cikkben elsősorban azt a kérdést tárgyaljuk, hogy mi is a vulkáni tevékenység alapvető oka, s milyen mértékben térnek el egymástól — ebből a szempontból ítélve — a fent említett égitestek.

Lemeztektonika és a tűzhányók

Ahhoz, hogy a Föld-típusú bolygókat és a Holdat, valamint az Iót a vulkánosság szempontjából összehasonlíthassuk egymással, az szükséges, hogy először a Földön ismert tűzhányó-tevékenységről ejtsünk néhány szót, hiszen ezt a jelenségkört itt, a saját bolygónkon tanulmányozhatjuk a legközelebbről.

1962-ben született meg a *lemeztektonika* néven ismert, átfogó jellegű nagyszabású elmélet, amelynek lényege az, hogy *földünk felszíne hat nagy kiterjedésű, s legalább húsz—huszonöt kisebb méretű lemezre bontható.* Ezeknek a kőzetlemezeknek az átlagos vastagsága az óceáni területek alatt 70 km körüli, a kontinensek alatt 140 km-re becsülhető, a világrészek ősi, kristályosodott magvai, az ún. kratonok alatt pedig a 300 km-t is meghaladhatja. Egyes óceáni árkok vidékén azonban a *litoszféra* (vagyis a kőzetöv) nagyon elvékonyodik, és csak 20 km körülire tehető.

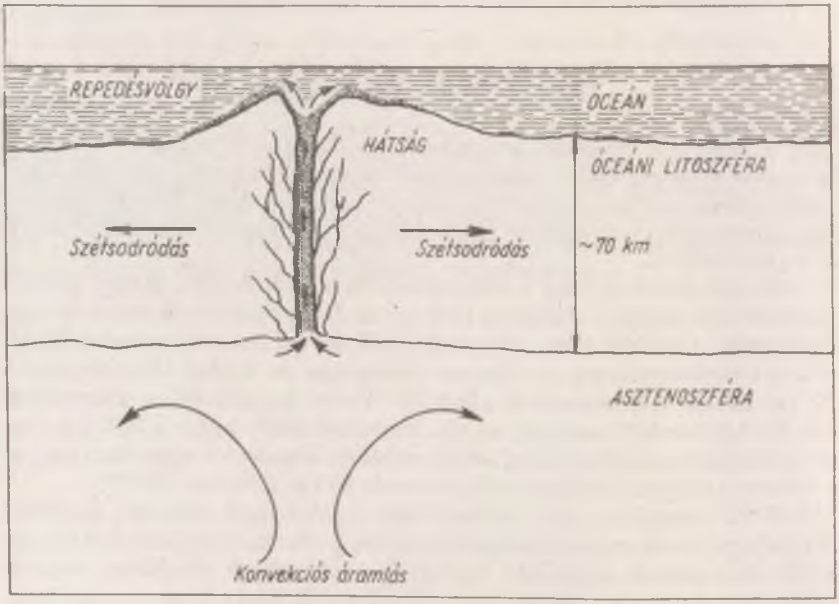
A Föld belsejében zajló (hőmérséklet-különbségek keltette, konvekciós jellegű) *lassú anyagáramlások hatására a felszínen levő lemezek kölcsönösen elmozdulnak egymáshoz képest.* Évi sebességük általában néhány centiméternyi csupán, de ez — évmilliós léptékkel számítva — mégis igen jelentős, hiszen alapvető módon átrendezheti a kontinensek elhelyezke-

* A cikk alapjául szolgáló előadás a MTESZ KASZ naprendszerfizikai munkabizottsága által 1983. május 24—26. között, Debrecenben rendezett II. Planetológiai Szemináriumon hangzott el.

dését, sőt egyes óceánoknak tengerekké való átalakulását, s később a tengerek elhalását is eredményezheti! (Ez történt a Tethys nevű ősóceánnal, amelynek maradványai az Aral-tó, a Kaszpi-tenger, a Fekete-tenger, a Földközi-tenger stb. A Földközi-tenger medencéje jelenleg is összeszűkülő mozgást végez, s ez végül is e tenger megszűnéséhez vezet.) Másutt új tengerek keletkeznek, amelyek később óceánná fejlődhetnek majd — példa erre „kicsiben" a Vörös-tenger, amely Arábiának Afrikától történt elszakadása révén keletkezett, s amely jelenleg szélesedőben van.

Mélytengeri vulkánosság

Az óceánok aljzatán mindig található *egy hosszan elnyúló vonulat* (óceáni hátság), amelynek tengelyvonalában *hasadék- vagy repedésvölgy* húzódik, mely folyamatosan tágul.* Így a völgy aljával új, friss *bazaltos magma* kerül az óceán aljzatára *(1. ábra)*. Így keletkezik az új litoszféra — ez a



1. ábra. Vulkánosság az óceáni hátságok repedésvölgye mentén (erős magassági torzítással). Ezt a típust bazaltos magma és gyenge explozivitás jellemzi

* A tágulási rekord a legújabb mérések szerint évente 16 cm (*A szerk*).

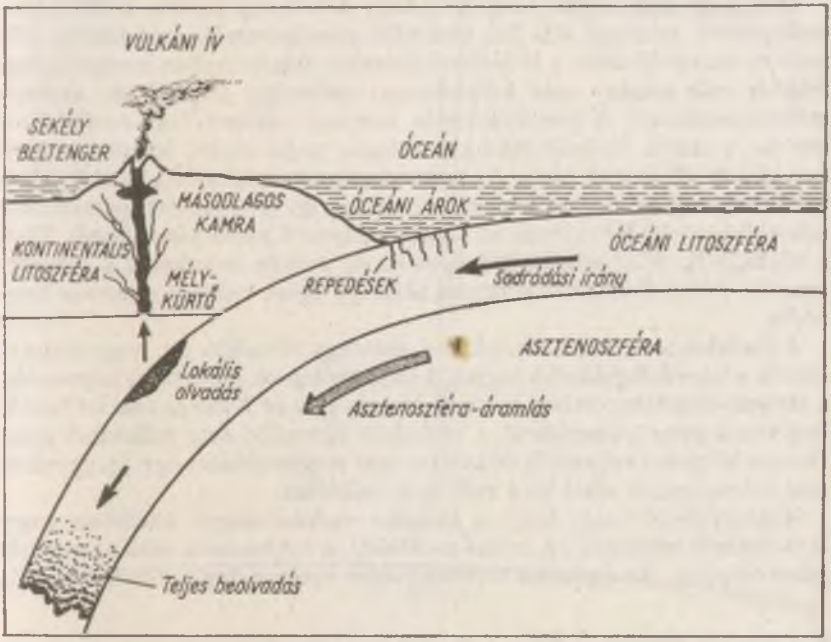
vulkánosság egyik változata. Állandó magmafeltörés jellemzi, s többnyire robbanásmentes tevékenység (eltekintve attól a lehetőségtől, hogy a vízzel érintkező kőzetolvadék természetesen vízgőzrobbanásokat idézhet elő).

Az óceánok alján keletkező új kőzetanyag lassan oldalirányba sodródik: az Atlanti-óceánban ez a szemközti (észak-amerikai—európai, illetve dél-amerikai—afrikai) partvonalak távolodásában tükröződik.

A Csendes- és az Indiai-óceánban, az indonéziai szigetsor mentén egy másfajta folyamat zajlik: a vékonyabb, óceáni kőzetlemez meghajlik, és rézsútosan benyomul a vele szemközt található vastagabb, kontinentális lemez alá.

Andezitvulkánok

Egy bizonyos mélységben, amely 250 km-től 750 km-ig terjedhet, az alábukó lemez teljes egészében megolvad. Közben azonban — a környezettel való erős súrlódás miatt — e lemez „felszíne" mentén *lokális*



2. ábra. Az óceánperemi vulkánosság kialakulása (erős magassági torzítással) Ezt a típust főként andezites magma és erős explozivitás jellemzi

olvadásra kerül sor *(2. ábra)*. Hogy ez milyen mélységben játszódik le, az a behatolás módjától, az óceáni eredetű lemez meghajlásának mértékétől és sok más tényezőtől függ.*

Itt, az olvadófélben levő óceáni lemez bazaltos anyagából és a repedések révén a mélybe jutó üledékek anyagából — bonyolult geokémiai folyamatok során — végül *andezites magma* képződik. Ezt a vízgőzök fölfelé szállítják. A kontinentális lemez belsejében ún. mélykürtők alakulnak ki, s a kőzetolvadék ezeken át jut először a felszín közelében levő kisebb, másodlagos kamrába, majd onnan a sekélykürtőn át a felszínen levő vulkán kráterébe *(lásd 2. ábra)*. Ez a földi tűzhányó-tevékenység második változata.

Gomolyáramlások

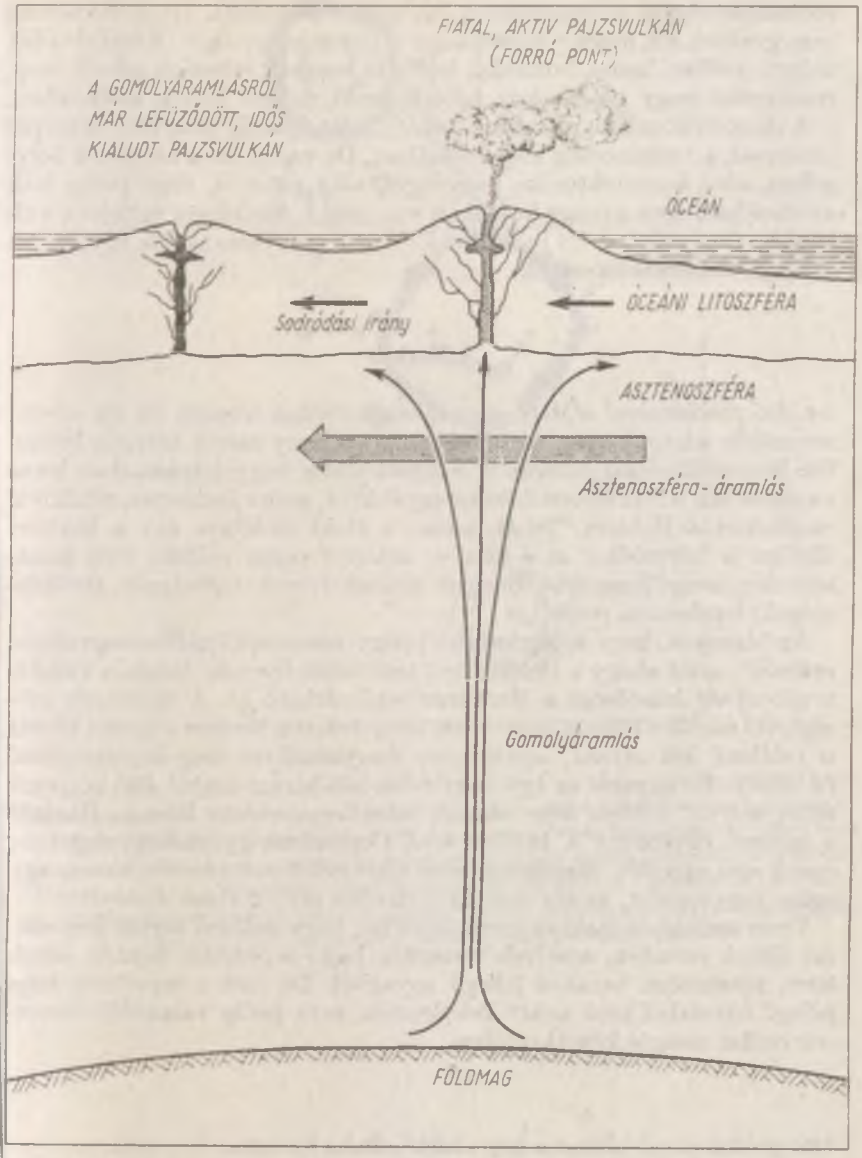
A harmadik változatot a Csendes-óceánon található *vulkáni szigetláncok* esetében tanulmányozhatjuk *(3. ábra)*, jóllehet e láncok legtöbb tagja a tengerszint alatt helyezkedik el, s csak oceanográfiai mélységmérések révén ismeretes.

Igen nagy mélységből, meglehet, hogy a földmag határától (2900 km) oszlopszerű, mintegy 300 km átmérőjű *gomolyáramlás* tart fölfelé. (Ez nem tévesztendő össze a litoszféralemezeket oldalirányban mozgató, legfeljebb csak néhány száz kilométernyi mélységig terjedő ún. *asztenoszféraáramlással*!) A gomolyáramlás mintegy „átégeti" az óceáni litoszférát, s ennek eredményeként hatalmas, *pajzs alakú, bazaltot szolgáltató tűzhányók* jönnek létre. Az asztenoszféraáramlás azonban időközben továbbsodorja az óceáni lemezt, s ezért az így keletkezett pajzsvulkánok előbb-utóbb lefűződnek az állandó helyzetű gomolyáramlásról. Ezek a tűzhányók tehát elhalnak, helyettük új vulkán keletkezik a gomolyáramlás fölött. Évmilliók leforgása alatt így egész vulkáni szigetsor képződik.

A Csendes-óceánban a láncok kora mintegy 70 millió év, vagyis ennyi idősek a láncok legidősebb tagjai. A pajzsvulkánok jellegzetes képviselői, a Hawaii-szigetcsoporthoz tartozó Mauna Loa és Kilauea már lefűződőben van a gomolyáramlásról, s legfeljebb egymillió évig működhet még. Hawaii központi szigetétől délkeletre már megkezdődött egy új, egyelőre még a tengerszint alatt levő vulkán kialakulása.

Megjegyzendő még, hogy a *bazaltos* vulkánosságot általában nagy lávaömlések jellemzik *(1. színes melléklet)*, a robbanások csak alárendelt jelentőségűek. Az *andezites* tevékenységet viszont épp a rendkívül erős

* A híres indonéziai vulkán, a Krakatau alatt például 90 km-es mélység körül található az a lokális olvadási öv, ahol az új magma képződik. Ezt a térséget szokás *elsődleges magmakamrának* is hívni.



3. ábra. Lemezen belüli vulkánosság, erős magassági torzítással

robbanásossággal jellemezhetjük *(2. színes melléklet)*. Itt a lávaömlés nem gyakori, sőt megtörténhet, hogy teljesen hiányzik is. Kőzetolvadék helyett vulkáni hamu, horzsakő, lapilli és bombák sokasága jelenik meg, rendszerint nagy magasságig feltornyosuló, fekete felhők kíséretében.

A lemeztektonikai mozgások tehát, mint láttuk, alapvető szerepet játszanak a vulkánosság kialakulásában. De vajon mi a helyzet a bolygókon, ahol lemeztektonika vagy egyáltalán nincs is, vagy pedig csak nyomokban, igen gyenge formában van meg? A kérdéses égitestek vulkáni tevékenységét ezért nyilvánvalóan nem magyarázhatjuk úgy, amint azt a Föld esetében tesszük.

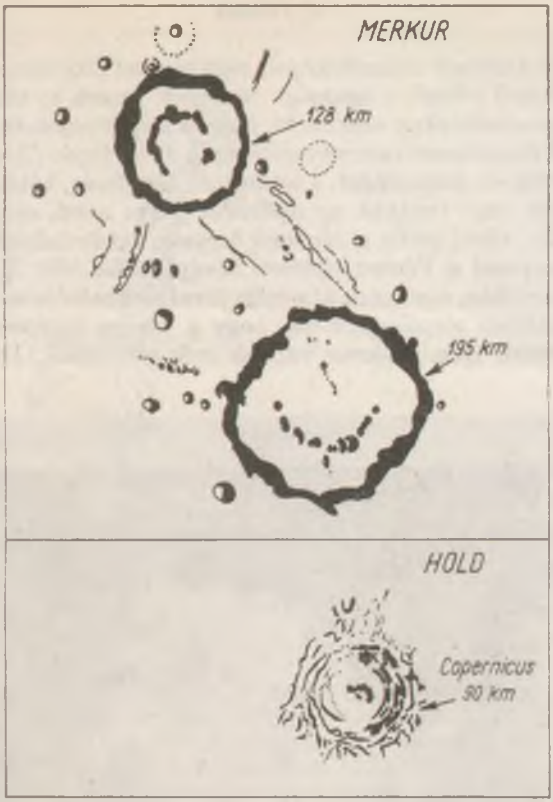
A Merkur

Az első problémával a Merkur esetében kerülünk szembe. Ez idő szerint semmiféle adatunk nincs arra vonatkozóan, hogy ezen a bolygón bármiféle lemeztektonikai mozgás is lezajlott volna vagy folyamatban lenne napjainkban is! Az égitest felszíne egyébként, amint ismeretes, rendkívül emlékeztet a Holdéra. Tehát, amint a Hold esetében, úgy a Merkurt illetően is felvetődhet az a kérdés: kráterei vajon vulkáni úton keletkeztek-e, avagy kozmikus tömegek (óriásmeteorok, kisbolygók, üstökösmagok) lezuhanása révén?

Az bizonyos, hogy a Merkuron éppúgy nincsenek önálló rétegvulkáni csúcsok*, mint ahogy a Holdon sem találhatók ilyenek. Mégis, a vulkáni tevékenység lehetősége a Merkuron sem zárható ki. A medencék kétségkívül *bazaltos elöntést* szenvedett területek, s a Merkur kráterei között is találunk két olyant, amely nem magyarázható meg becsapódással *(4. ábra)*. Itt ugyanis az egy vagy néha két-három tagból álló központi csúcs helyett *félkörös ívben elnyúló belső hegyvonulatot* látunk. Hasonló a helyzet egyébként a Holdon levő Copernicus gyűrűshegységgel is: ennek sem egyetlen, magányos csúcs alkotja központi részét, hanem egy egész hegyvonulat, amely szintén ívszerűen görbül *(lásd 4. ábra)*.

Ilyen esetekben csak az tételezhető fel, hogy *vulkáni hegyek sorozatával* állunk szemben, amelyek ívszerűen hajló repedések mentén jöttek létre, feltehetően bazaltos jellegű anyagból. De ezek a repedések *helyi jellegű tektonikai okok* miatt keletkeztek, nem pedig valamiféle lemeztektonikai mozgás következtében.

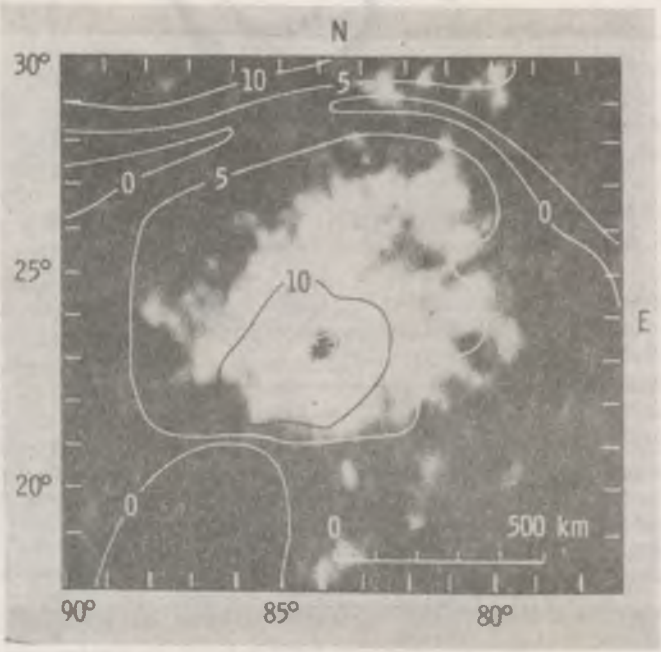
**Rétegvulkánoknak* azokat a kúp alakú vulkáni formákat nevezzük, amelyeket megszilárdult láva- és törmelékrétegek sorozata épít fel. Ilyen például a Vezúv, a Fuji, s általában a legtöbb tenger- vagy óceánparti tűzhányó.



4. ábra. Két merkurbeli óriáskráter és a Hold Copernicus nevű gyűrűshegye. Mindháromra jellemző, hogy egyetlen központi csúcs helyett ívben hajló hegyvonulat található a belsejükben. Az ilyen vonulatok becsapódásos úton nem magyarázhatók, hanem csakis a belső tevékenység megnyilvánulásai lehetnek. Ugyanez igaz a Copernicus belső teraszait illetően is. A Copernicus, a Tycho, az Alphonsus és számos más holdkráter sokkal jobban emlékeztet a beomlásos eredetű földi kalderákra, mint a nagy meteoritkráterekre

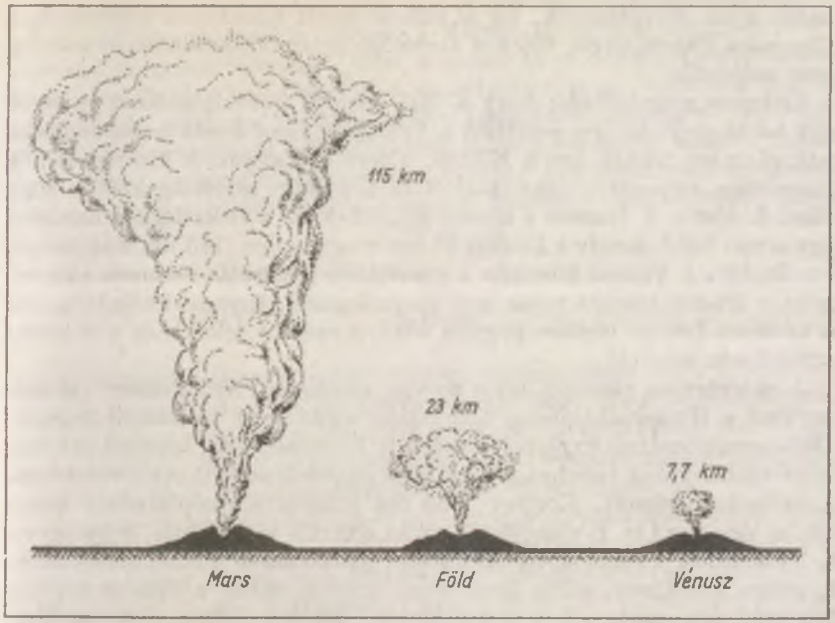
A Vénuszról készített radartérképek segítségével sikerült elkészíteni az égitest áttekintő jellegű magassági térképét. Ennek és más adatoknak az alapján az a vélemény alakult ki, hogy *a bolygó felszínén három, vulkáni eredetű komplexum van:* nevezetesen a *Beta Regio (5. ábra)*, amely eléri a 4—5 km-es magasságot, s tetőrészén hatalmas, kráterre emlékeztető sötét folt van; továbbá az *Aphrodite Terra* nevű, erősen szabdalt felszínű vidék, végül pedig a *Maxwell-hegység*, amely helyenként 11 km magasra tornyosul a Vénusz elméleti középfelszíne fölé. A Beta Regio tipikus pajzsvulkán, amelynek átmérője jóval meghaladja az 1500 km-t.*

A közelmúltban megállapították, hogy a Vénusz légkörének alján, a felszínhez közel, igen gyakran vannak *erős villanások*, amel yek vala



5. ábra. A Vénuszon levő Beta Regio magassági radartérképe. A szintvonalak ezer lábban (~ 300 m) adják meg a Vénusz elméleti középszintjéhez viszonyított magasságot. Figyelmet érdemel a hatalmas tetőkaldera

* Lásd Schlosser Tamás: „A Vénusz felszíne" című cikkét; CsÉvk. 1982/143.



6. ábra. Ha a St. Helens vulkán a Marson vagy a Vénuszon tört volna ki... A kitörési felhők magassága földi viszonyok közt az időegységenként kidobott tömeg negyedik gyökével arányos. Az arányossági tényező azonban a légkör fizikai sajátosságaitól is függ. Azonos anyagtermelés mellett ezért a Marson a felhő ötszörte magasabbra, a Vénuszon háromszorta alacsonyabbra emelkedne, mint a Földön. Következésképpen a piroklasztikus anyagok a Marson jóval nagyobb területen oszolhatnak el, a Vénuszon pedig lényegesen kisebb területen, mint nálunk

melyest emlékeztetnek a villámlásokra, de azokkal nem pontosan azonosak. Amikor megvizsgálták e jelenségek eloszlását, úgy tapasztalták, hogy két képződmény körül csoportosulnak. Ezek egyike a Beta Regio, a másik pedig az Aphrodite Terra keleti része. Az a feltevés látott napvilágot, hogy a villámlásokhoz hasonló tünemények nem az e két képződmény fölött lebegő felhőkből származnak, hanem közvetlenül a felszínnél alakulnak ki, mégpedig *a napjainkban is működő kráterekből és repedésekből kiáramló füstben.* A Földön számos példa ismeretes arra, hogy a kitörési felhőkben különleges elektromos fényjelenségek játszódnak le, amelyeket az egymáshoz súrlódó szilárd részecskék keltenek *(6. ábra)*. Érdekes viszont, hogy a Maxwell-hegység környékén nem lát-

hatók ilyen felvillanások. Ez a vulkán tehát (amelynek tetőrészén a Cleopatra Patera nevű, 100 km átmérőjű kráteróriás található) jelenleg nem működik.

Érdemes megemlíteni, hogy a tűzi eredetű (piroklasztikus) anyagok egy adott erejű kitörés esetében a Vénuszon *jóval kisebb területen* oszlanak el, mint tennék azt a Földön, illetve a Marson. A kitörési felhők magassága ugyanis a gravitációtól és a légköri adottságoktól is függ (lásd *6. ábra*). A Marson a kisebb gravitáció és a ritka légkör hatására egy olyan felhő, amely a Földön 23 km magas lenne, 115 km magasságig emelkedne. A Vénusz felszínén a gravitációs gyorsulás csaknem akkora, mint a Földön (emiatt tehát nem mutatkoznék lényeges különbség), de a kérdéses bolygó légköre nagyon sűrű, s ezért a felhő még a 8 km-es szintet sem érné el!

A nemrégiben elhunyt, híres szovjet csillagász, Ny. Kozirev (akinek nevével a Hold-vulkánosság tárgyalása során még találkozni fogunk) 1962 augusztusában expedíciót vezetett Kamcsatkába, hogy az ott működő tűzhányókat tanulmányozza, s itt egyebek mellett spektroszkópiai kutatásokat végzett. Kozirev 1953 óta számos színképfelvételt készített a Vénuszról is. E vizsgálatok során sikerült kimutatnia, hogy egyes, a kamcsatkai vulkánok fumaroláinak, gázainak és füstfelhőinek színképében felfedezett, addig ismeretlen elnyelési sávok a Vénusz nappali félgömbjének színképében is fellelhetők! Minden valószínűség amellett szól, hogy ezeket a sávokat az ottani aktív tűzhányókból származó gázok hozzák létre. Eszerint — írta Kozirev — bizonyítottnak tekinthető, hogy a Vénuszon napjainkban is lezajlanak vulkáni folyamatok (kitörések).

A Vénuszon létezik egy olyan képződmény, amely a földi óceáni hátságokban levő *repedésvölgyre emlékeztet*, sőt egy másik ilyen vénuszbeli képződmény létezése is valószínűsíthető.* Ez arra enged következtetni, hogy ezen az égitesten is *megkezdődtek a lemeztektonikai mozgások*, de nem értek el olyan hatalmas arányokat, mint a Földön. A Vénuszon az egybefüggő litoszféra nem darabolódott föl, és így nincsenek egymástól jól elkülöníthető lemezek sem. De a feldarabolódás valaha megkezdődött. (Ez vagy nagyon régen történt, s a mozgások azóta leálltak, vagy pedig csak a geológiai értelemben vett közelmúltban, mondjuk mintegy 30 millió éve, s azóta még nem volt elegendő idő ahhoz, hogy globális méretűvé fejlődjék. A Vénusz vastag kérge mindenesetre az előbbi változatot teszi valószínűbbé.)

* E cikk nyomdába adásakor még nem álltak rendelkezésre a szovjet Venyera—15 és —16 szondák által készített nagy felbontású radartérképek! *(A. szerk.)*

A fentiek miatt valószínű, hogy *a vénuszbeli vulkánokat gomolyáramlások hozták létre* (hasonló a helyzet a Marson is), s ezek a hegyek azért növekedtek óriási méretűvé, mert a litoszféra oldalirányú elmozdulása csak jelentéktelen volt. Vagyis: a gomolyáramlás gyakorlatilag mindig *ugyanazokba a felszíni pontokba* szállította a kőzetolvadékot! Ha nagyarányú lemezmozgások is lejátszódtak volna a Vénuszon, akkor a magányos, nagy pajzsvulkánok helyett vulkáni hegysorozatok képződtek volna — olyanok, amelyek a Csendes-óceánban levő szigetláncokhoz hasonlíthatók.

A Hold

Ha a holdkráterek túlnyomó többsége becsapódásos úton keletkezett is, még mindig fennáll a lehetősége annak, hogy bizonyos vulkánosság ezen az égitesten is lejátszódhatott. A Copernicus-gyűrűshegy belső hegysorozatáról *(7. ábra)* már említettük, hogy bajosan magyarázható becsapódásos úton. Teraszos szerkezete sem értelmezhető így.

Nagyon sok olyan holdkrátert ismerünk, amelynek középponti csúcsa tetején *aknaszerű mélyedés* látható — éppúgy, mint egy kúp alakú vulkánon a kráter. Több mint 100 ilyen képződményről van tudomásunk, s ezeknek az aknáknak átmérője 1 km-től 3,2 km-ig váltakozik. Ez pedig jellegzetes érték a földi vulkáni kráterekre is. (Aligha hihető, hogy ezek az aknák mind olyan becsapódás eredményei lennének, amelyeknek során egy lezuhanó test éppen függőleges irányból érte el a korábban keletkezett csúcsot, majd vágta annak legtetejére az aknát. Egy-két esetben talán előfordulhatott ilyen véletlen, de nagyszámú alkalommal semmi esetre sem!)

A Kamcsatka fölött végzett légi felderítések és fényképezések során több olyan kalderát (átalakult, beszakadt óriáskrátert) találtak, amely morfológiailag sokkal jobban emlékeztettek egyes holdkráterekre, például a Claviusra vagy a Tychóra, mint a földi meteoritkráterek. A híres arizoniai meteoritkráter például csak addig hasonlít a holdkráterekre, amíg — ravaszul — féloldalról, repülőgépről fényképezik. Ha olyan felvételt nézünk, amely pontosan felülről mutatja e képződményt, a holdkráterekkel való mindennemű hasonlósága megszűnik. A Barringer-kráter alakja ugyanis *letompított sarkú négyzetre* hasonlít, szemben a holdkráterek *körszerű, nemegyszer pedig szabályosan hatszögletes* alakjával.

A hatszögletes kráterek jellemző példái az Alphonsus és a Ptolemaeus, bár sok továbbit is ismerünk. Fontos kiemelnünk, hogy *e hatszögek egyes oldalai párhuzamosan húzódnak a kérdéses területre jellemző főbb törésvonalakkal.* Ez az illető kráterek belső eredetére enged következtetni, mert a becsapódások semmi esetre sem hozhatnának létre olyan krátereket, ame-

7. ábra. A Copernicus belső hegyvonulatának egy részlete. A sánc teraszos szerkezete is jól felismerhető

8. ábra. A Ranger—9 felvétele az Alphonsus-gyűrűshegyről és környékéről. Több helyütt látunk sötét halóval övezett, kis krátereket (<) a legfeltűnőbb a kép közepénél levő + jel közelében található. Az Alphonsusszal érintkező Albategnius kráter belsejében levő emelkedés (>) nem a szokásos központi csúcsok közé tartozik, mint amilyen az Alphonsusé is, hanem tipikus dómképződmény: bazaltos felépítésű pajzsvulkán, amely semmi esetre sem magyarázható becsapódással

lyeknek oldalfalai a környezetben levő törekvésekkel — véletlenül — éppen párhuzamosak lennének!* Természetesen nem állítjuk, hogy *minden* holdkráter vulkáni eredetű, hanem az az álláspontunk, hogy a nagyszámú becsapódás mellett vulkánosság *is* működhetett a Holdon, s a két tényező *együttesen* alakította olyanná az égitestet, amilyennek ma ismerjük.

A dómok a Hold medencéiben található, nemegyszer 50—80 km átmérőjű, lapos pajzsok, amelyek bazaltból állanak. Tipikus lunáris megfelelői a földi pajzsvulkánoknak, mint amilyenek Hawaii tűzhányói. Sok holdbeli dómon láthatók aknák, amelyek ezúttal is vulkáni kráterekneк felelnek meg, s nem pedig becsapódásos képződményeknek. Dómszerű központi csúcsa van az Albategniusnak *(8. ábra)*. A felvétel bárkit meggyőzhet arról, hogy ezt a hatalmas kiterjedésű dómot semmi esetre sem tekinthetjük valamilyen kozmikus tömeg becsapódása eredményének! Hasonlóképpen lehetetlen csupán becsapódással értelmezni a Wargentin-krátert, amelyet színültig megszilárdult láva tölt ki — mintha

9. ábra. Kanyargós völgy: valószínűleg beomlott lávacsatorna a Holdon (vö. a 15. ábrán látható marsbeli lávacsatornával). A nyíl egy szigetszerű képződményre mutat

* A meglevő törésvonalak (belső feszültségi vonalak) mentén persze összetöredezhet a felszín a becsapódás következtében! *(A szerk.)*

valamikor egy hatalmas lávató létezett volna a kráter belsejében, s ez később megfagyott volna. Egyébként a Wargentin nem is egyedülálló képződmény, mert a Godin-kráter közelében is található egy hasonló, színültig kitöltött, ámbár kisebb formáció.

A Hold hajdani vulkáni tevékenységének kétségbevonhatatlan jelei *a sötét halójú kráterek* is, amelyek az Alphonsus belsejében több helyen is láthatók *(lásd 8. ábra)*. Feltételezik, hogy a sötét anyagokat egy vagy több holdbeli vulkán dobta ki magából, s azok a környezetben ülepedtek le. Hasonlóképpen vulkáni eredetűek lehetnek *a holdfelszín kanyargós völgyei (9. ábra)*. Ezek vagy beomlott lávacsatornák, mint amilyenek Mexikóból is ismeretesek, vagy pedig perzselő felhők, igen híg lávafolyásai által a felszínbe mélyített völgyek lehetnek. Itt jegyezhetjük meg, hogy *kezdeti kéregfelrepedésre* utaló nyomok a Holdon is láthatók: ilyen képződmény lehet például az Alpesi-völgy, a Rheita-völgy, valamint a túlsó félgömbön levő nagy völgyek egyike is. De *jelentős* lemeztektonikai mozgások a Holdon sem történtek.

Átmeneti (tranziens) jelenségek a Holdon

B. M. Middlehurst és munkatársai 1968-ban közzétettek egy katalógust, amely 1540. november 26-tól kezdve egészen 1967. október 19-ig összesen *579 tranziens jelenséget* ismertetett. (Tranziens jelenség alatt a holdfelszínen időnként észlelhető elhomályosodásokat, elszíneződéseket és felfényléseket értjük.) Az Apollo-kísérletek során fokozott mértékben figyelték a Holdat, mert feltételezhető volt, hogy e tünemények esetleg veszélyesek lehetnek a Holdon tartózkodó űrhajósok számára. Így több száz további ilyen jelenséget sikerült felfedezni.

Jelenlegi ismereteink szerint ezek a tünemények elsősorban bizonyos kráterekben, valamint a nagy medencék peremvidékén tűnnek fel *(10. ábra)*. *Általában ott, ahol a felszínt nagy törések járják át.* Megállapították továbbá, hogy minden egyes *TLP** környezetében (150 km távolságon belül) legalább egy olyan pont van, ahol már előfordult *holdrengés*. Vagyis a holdrengések eloszlása és a TLP-k összefüggésben állanak. E kapcsolatot az is bizonyítja, hogy a legtöbb holdrengés és TLP vagy olyankor lép fel, amikor a Hold éppen földközelben van, vagy pedig akkor, amikor földtávolban tartózkodik. Tehát a holdrengések előidézésében és a TLP-k létrehozásában *a Föld keltette árapálynak* alapvetően fontos szerepe van!

A TLP-k feltehetően *nem vulkáni eredetű gázkiáramlások* a Hold belsejéből, amit az segít elő, hogy a felszínt harántoló repedések mentén

* Transient Lunar Phenomenon. Ez a jelenség nemzetközileg elfogadott rövidítése.

10. ábra. A tranziens jelenségek eloszlása Hold felszínén. Vagy bizonyos kráterekhez, vagy a medencék határvonalán ál húzódó törésekhez kapcsolódnak. Az Aristarchust, a leggyakoribb TLP-színhelyet nagyobb átmérőjú kör is jelzi

a Föld keltette dagály, illetve apály idején a gázok könnyebben a felszínre szökhetnek, mint máskor. Akadt azonban több olyan TLP is, amely *vulkáni működés jele* lehet. Az ismert esetek a következők:

1783. május 4-én: az Aristarchusban W. Herschel vörös fénytüneményt észlelt. Május 13-án két új, korábban tehát ismeretlen kúpot fedezett fel ebben a kráterben. Véleménye szerint ezek a képződmények a vulkáni tevékenység során keletkeztek.

Az 1787 áprilisában végzett észlelésekkor arra a megállapításra jutott, hogy az Aristarchus méretei jól láthatóan megnőttek, valószínűleg a sáncfal egy részének kifelé történt leomlása révén.

1787. április 19-én: a Hold árnyékban levő félgömbjén három „tűzhányó". Észlelő: W. Herschel.

1787. április 20-án: a Hold árnyékbam levő félgömbjén; az előző napon látottak közül a legfényesebb most még ragyogóbbnak tűnt, legalább 5 km átmérőjű volt. Észlelő: W. Herschel.

1788. március 13-án: Helicon. Holdvulkán, fényessége egy 6^m csillagéval hasonlítható össze. Észlelő: N. Nouet.

1789. január 10-én: holdvulkán (helyét nem ismerjük). Észlelő: K. F. von Seyffer.

1797. március 2-án: a Promontorium Heraclides környezetében „egy holdbeli tűzhányó megfigyelése". Észlelő: N. S. Caroché.

1822. június 22/23-án: lunáris „vulkán" az Aristarchusban (megjegyzendő, hogy ez a kráter a TLP-k leggyakoribb színtere). Észlelő: N. Rüppel.

1822-ben: több alkalommal megfigyelt lunáris „tűzhányók" (helyükről nincs adat). Észlelők: L. Flaugergues és X. F. Zách.

1854. december 27-én: Teneriffe-hegység, a Plato közelében, öt órán keresztül. Két fénylő, tűzszerű folt a Hold megvilágított félgömbjén. „Soha nem láttam még hozzájuk hasonlót a Holdon, ámbár nagyon gyakran figyeltem meg az égitestet a legutóbbi 40 év folyamán . . . Úgy tűnt előttem a fény erőssége és a színkontraszt alapján, hogy két aktív tűzhányóról van szó vagy pedig két kráterről, amely egyazon vulkánon helyezkedik el és aktív" — jegyezte fel az észlelő: R. Hart.

1867. május 6/7-én: Aristarchus — a kráter bal oldali pereménél igen fényes pont, vulkánszerű benyomást keltett, több órán keresztül mindkét éjszakán. Észlelő: C. Flammarion.

1888. július 15-én: az Alpok déli végénél, a Hold árnyékba borított félgömbjén „holdvulkán"; fényessége egy 1^m-s csillagéval mérhető össze. Sárga szín, időnként vöröses árnyalattal. Észlelő: N. Holden.

1891. szeptember 17/18-án, 23-án, 25-én, október 14-én, 1892. május 10-én, 1893. január 30-án, 1897. június 14-én, 1897. október 8-án, 10-én, 15-én, 1898. április 6/8-án: valamennyi alkalommal a Schröter-völgyben, az Aristarchus közelében — látszólagos vulkáni tevékenység. Észlelő: W. H. Pickering.

A sok száz TLP-megfigyelés közül ezek voltak azok az esetek, amikor *maguk az észlelők* jellemezték úgy a látottakat, hogy azok tűzhányókitörések lehettek — vagy legalábbis azokra emlékeztettek. Ezekhez jönnek még a legutóbbi időkben végzett megfigyelések.

1956. október 26-án: D. Alter az Alphonsusról *(lásd 8. ábra)* készített fényképfelvételeket. Az infravörösben és ultraibolyában kapott képek

összehasonlításakor megállapította, hogy a gyűrűshegy aljzatán *elszíneződések* játszódtak le, amelyek feltehetően gázok feltörésével magyarázhatók.

1958. november 2-án: Kozirev, munkatársával, V. J. Jezerszkijjel együtt a Krími Asztrofizikai Intézet 125 cm-es reflektorával észlelte az Alphonsust, mert Alter vizsgálatai felkeltették iránta a figyelmét. Észlelései szerint *a gyűrűshegy centrumában levő csúcs először elsötétedett, majd mélyvörössé vált, végül pedig hirtelen kifényesedett.* Kozirev véleménye szerint az elsötétedést a kilövellt vulkáni por keltette, a későbbi felfénylés pedig a feltörő, izzó gázok hatására következett be. A gázok összetételét az egyidejűleg készített spektrogramok alapján állapította meg, és C_2 (kétatomos szénmolekula) jelenlétét rögzítette. Ez a gáz a földi vulkánkitöréseknél is gyakran előfordul.

1958. november 3-án Alter közölte, hogy a Mount Wilson Obszervatórium 252 cm-es tükrös távcsövével további *gázkitöréseket* észlelt az Alphonsusban.

1958. november 18-án: H. R. Roppendick az Alphonsus központi csúcsának újabb *elsötétedését* figyelte meg. Ezt ő is a magasba dobott vulkáni porral magyarázta.

1958. november 19-én: H. P. Wilkins egy *új, vöröses színű, 2—3 km átmérőjű, körszerű foltot* fedezett fel az Alphonsus központi csúcsa mellett. Feltevése szerint a folt anyagát izzó láva és/vagy hamu alkotta.

1959. február 18-án: G. A. Hole (aki Wilkinsszel egyidejűleg észlelte a november 19-i foltot) *újabb vörös foltot* vett észre az Alphonsus belsejében.

1959. október 23-án: Kozirev vöröses *izzást* látott az Alphonsusban, és a színkép is rendellenes sajátosságokat mutatott.

1960. január 6/7-én: a londoni egyetemi csillagvizsgáló műszerével B. Warner *újabb vörös foltot* látott a központi csúcs szomszédságában, de nem ugyanazon a helyen, ahol a korábbi folt mutatkozott. Warner véleménye szerint 6-án újabb vulkánkitörés történt az Alphonsusban.

1961. május 30/31-én, június 27/28-án: J. F. Grainger és J. Ring a TLP-jelenségeiről híres kráter, az Aristarchus, illetve a kráter sugársávjának színképében, az ultraibolya-tartományban jelzett erősödést.

1961. november 26-án, 28-án és december 3-án: Kozirev az Aristarchus területén látott *vörös elszíneződést, izzásszerű fényt,* és a színkép vörös és kék végén is rendellenességeket talált.

1963 októberében az Aristarchus tevékenysége felerősödött. *5-én* az 540,0 nm-es hullámhosszná 30%-os erősödést figyeltek meg, *30-án* vörös és narancsszínű foltok jelentkeztek, ugyanakkor a szomszédos, Kobrafő nevű területen, a Schröter-völgy egyik szakaszán *erős felfénylés* történt.

1963. november 11-én színváltozások zajlottak le, *28-án* pedig vörös foltok képződtek, és ibolya, illetve kék színű homály uralkodott egy

és negyed órán át az Aristarchusban és a Schröter-völgyben. C. W. Tombaugh, a Pluto felfedezője ugyanekkor a Kobrafő nyugati oldalán 35 percen át látott egy rózsaszínű foltot.

Az Aristarchusszal kapcsolatos események száma oly nagy, hogy a már említettek mellett több TLP felsorolására itt nincs lehetőség. Csak annyit kell még megemlítenünk, hogy *1963. október 30-án* a Lowell Obszervatórium kutatói, J. C. Greenacre és társai először egy 2—3 km hosszú, később pedig egy *19 km hosszú vörös foltot* láttak az Aristarchusban. Azonnal felhívták a Perkins Obszervatóriumot, amelynek kutatói az intézet 172 cm-es távcsövével szintén megvizsgálták az Aristarchust, és igazolták a foltok meglétét!

Ezek a példák világosan igazolják, hogy *a Holdon csakugyan lehetséges még napjainkban is vulkánosság*, hiszen a színképekben mutatkozó rendellenességeket (és főként az új foltok megjelenését) leglogikusabban ezzel magyarázhatjuk. A Gorkijban működő radiofizikai intézet kutatásai — és elméleti vizsgálatok is — arra utalnak, hogy a Hold belsejében a hőmérséklet eléggé magas lehet ahhoz, hogy kőzetolvadékok alakuljanak ki. Ezeknek felszínre törése pedig egyáltalán nem lehetetlen. A holdrengések létezése is azt mutatja, hogy a Hold még nem teljesen „halott" égitest. Minthogy azonban lemeztektonikai mozgások nem játszódnak le rajta, vulkánossága semmi esetre sem olyan, mint a földi, andezites tűzhányó-tevékenység. Inkább a pajzsvulkánokéra emlékeztet, amelyet a gomolyáramlások idéznek elő. A Holdon (ha vannak is gomolyáramlások az égitest belsejében) a vulkáni és szeizmikus tevékenység mindenesetre messzemenően gyengébb, mint a Földön.

A Mars

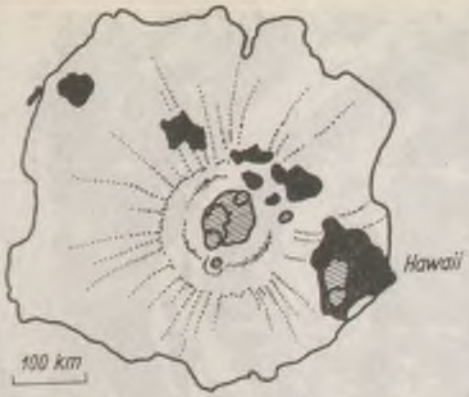
A Marson levő Valles Marineris nevű óriási *repedésvölgy* létezése azt mutatja, hogy — akárcsak a Vénuszon — a lemeztektonikai mozgások itt is megkezdődtek ugyan valaha, de azóta már leálltak. Ezért olyan nagyarányú mozgások nem történtek, mint a Földön, s andezites vulkánosság kifejlődésére sem kerülhetett sor.

Ismeretes, hogy a Marson óriási méretű *pajzsvulkánok* és sok helyütt náluk kisebb, de szintén vulkáni eredetű *dómok* vannak. Ezen pajzsvulkánok közül az Olympus Mons *(11—12. ábra)* például a legújabb mérések szerint 28 km-nél (! !) is magasabb, és átmérője eléri a 600 km-t is! Minthogy a Marson sincs jelentős lemeztektonikai mozgásfolyamat, ezért a pajzsvulkánok a mélyből feltörő gomolyáramlások eredményei, melyek évmilliókon át a felszín ugyanazon pontjára szállítják az anyagot.

11. ábra. Az Olympus Mons a Naprendszerben ismert legmagasabb vulkáni képződmény. A hegy pereme több mint 2 km magas, meredek sziklafallal szakad le a síkságra

Az Olympus Mons és a közelében levő három, nem kevésbé hatalmas Tharsis-tűzhányó (Pavonis, Arsia, Ascareus) legalább 300 millió éves. E hosszú idő alatt állandóan kaptak anyagutánpótlást a mélyből, és ezért növekedtek óriásokká. Az Olympus Mons lépcsőzetes szerkezetű tetőkalderájában tíz Vezúvot helyezhetnénk el, a Tharsis-vulkánok egyike, az Arsia 120 km átmérőjű kalderáját *(13. ábra)* pedig 19 Balaton vizével tudnánk teljesen feltölteni.

Amikor a Mars egy-egy nagy vulkánja alatt a gomolyáramlás elhalt, a felszínen levő hatalmas tűzhányó nem kapott több anyagutánpótlást a mélyből. Ezért saját súlya alatt — az *izosztázia* törvénye szerint — süly-



12. ábra. Az Egyesült Államok Geológiai Szolgálata által kiadott legújabb térkép szerint az Olympus Mons vulkáni magassága meghaladja a 28 km-t. Tetőkalderájában tíz Vezúvot helyezhetnénk el egymás mellett
Rajzunk a Hawaii-szigetsorral együtt ábrázolja a tűzhányót. Magán Hawaii szigetén vonalkázás szemlélteti a Kilaueát és a Mauna Loát, amely Földünk legnagyobb vulkáni képződménye (ha magasságát az óceán aljzatán álló talptól számítjuk, akkor 10 km körüli magasságot kapunk, tehát többet, mint amekkora a Mount Everest magassága)

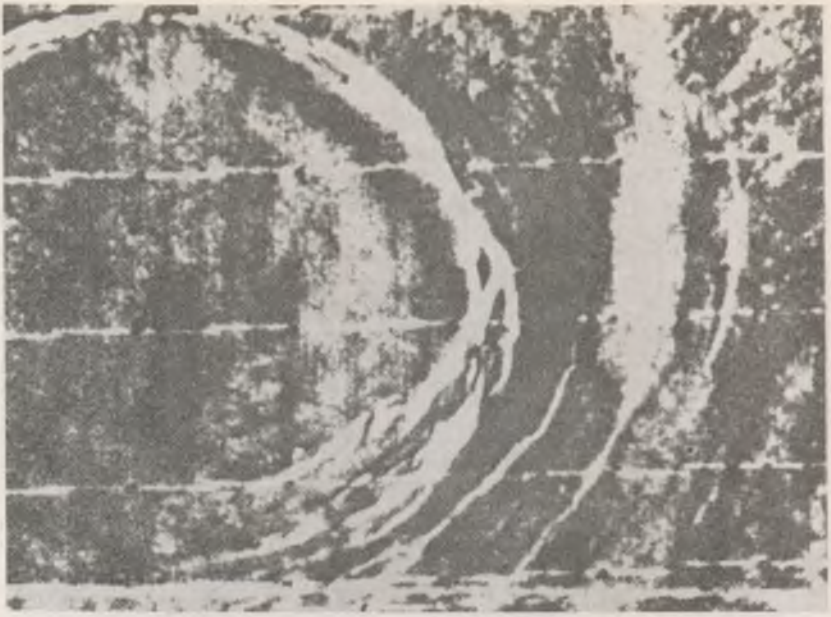
lyedni kezdett. A Mars leghatalmasabb, legidősebb (legalább 1 milliárd éves) vulkáni képződményeiből ma már csak a tetőkalderát s az azt övező koncentrikus törésvonalakat ismerhetjük fel, amelyek a süllyedés során képződtek. A *13. ábrán* bemutatott Arsia is süllyedőben van. A folyamatot *14. ábránk* szemlélteti.

A Mars sem tekinthető azonban még teljesen „halott" égitestnek. Az Olympus Mons lejtőin *egészen friss lávafolyások nyomai* láthatók, egy közelmúltban lezajlott kitörés jeleként, lejtőjén pedig *(15. ábra)* egy *újonnan képződött lávacsatornát* is felfedeztek.

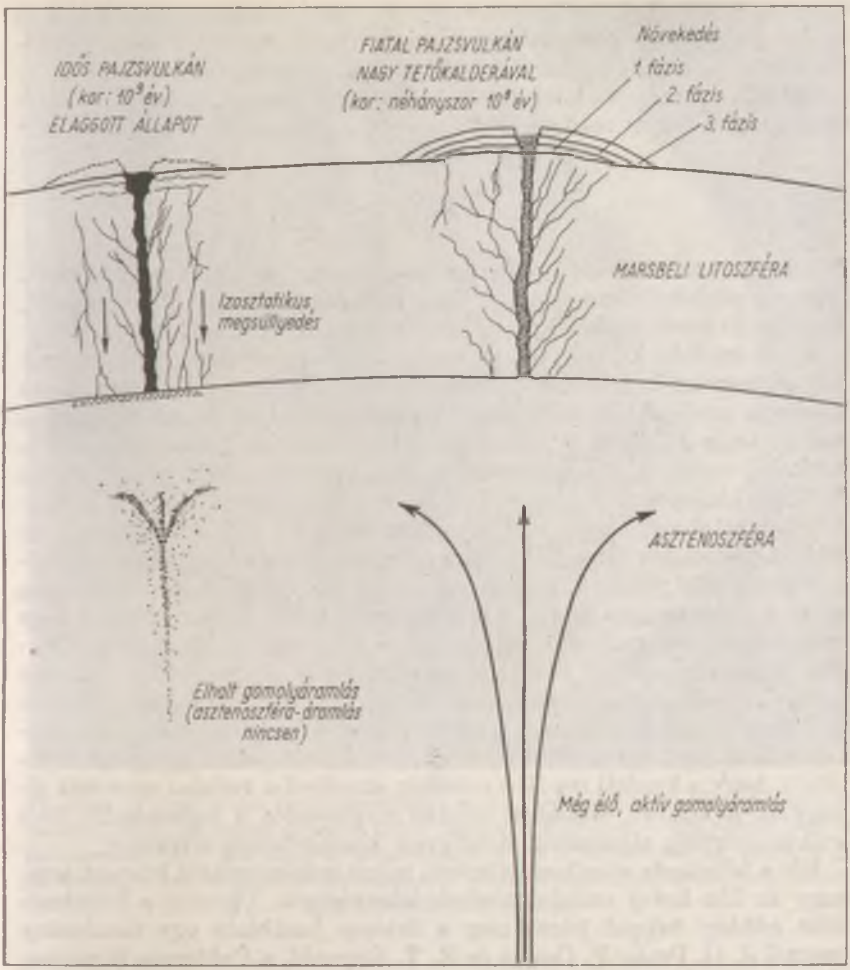
A Sinai Planum területén nemrégiben olyan, igen gyors ütemben lezajlott változást észleltek, amely *gejzírkitöréssel* vagy egy kisebb repedésből lejátszódott vulkánkitöréssel magyarázható.

A Lowell Obszervatóriumban C. F. Capen olyan, *szürkés árnyalatú sávot* figyelt meg, amely hatalmas ívben húzódott a Margaritifier-öböltől egészen az Ausonia Australis nevű területig (a Hellas-medence pereméig). Ez a csík valószínűleg *vulkáni felhő* lehetett. Hossza meghaladta az 50 marsrajzi szélességi fokot is.

Mindehhez hozzáadandó még az a 13 megfigyelés, amely a *Marson lezajlott fényfelvillanásokkal* kapcsolatos. Összesen 26 alkalommal láttak



13. ábra. A Tharsis vulkánok közé tartozó Arsia nevű tűzhányó 120 km átmérőjű kalderáját koncentrikus törések övezik. Ezek a képződmények már régóta tartó zosztatikus süllyedése révén keletkeztek. Hasonló törések ismeretesek a kamcsatkai Sivelucs-vulkán környezetében is



15. ábra. Friss lávafolyások és egy lávacsatorna az Olympus Mons lejtőjén. Figyelmet érdemel, hogy egyetlen, becsapódásos eredetű kráter sem látható — ha voltak is ilyenek, ezeket a láva befedte vagy megsemmisítette

← 14. ábra. A marsbeli gomolyáramlások — amíg tartanak — mindig ugyanazon a területen égetik át a litoszférát. Így a felszínen levő pajzsvulkán mind nagyobbá nő. Ha azonban az áramlás elhalt és megszűnik az anyagutánpótlás, a vulkáni hegy süllyedni kezd

ilyen tüneményeket, de ezeknek éppen a fele más módon is magyarázható (például úgy, hogy a fényvillanást egy-egy jégmezőről visszaverődő napfény keltette). A fennmaradó 13 eset azonban erősen valószínűsíti, hogy időről időre tűzhányókitörések játszódnak le a Marson. Az eseteket azért nem ismertetjük itt részleteseiben, mert azok másutt is megtalálhatók.*

Az Io

Mind planetológiai, mind vulkanológiai szempontból az évszázad egyik legmeglepőbb felfedezése volt, amikor a Voyager-űrszondák kimutatták, hogy az Io nevű Jupiter-holdon *aktív tűzhányók* léteznek.

Nyolc kitörési központ tényleges működését észlelték, és megállapították, hogy az Io felszínén több százra tehető azoknak a központoknak a száma, amelyekből időről időre kitörések jöhetnek létre. A *3. színes mellékleten*, a *16. ábrán* és a *4. színes mellékleten* olyan fényképeket mutatunk be, amelyek felvilágosítást nyújtanak e kitörések jellegéről, s a Holddal kb. azonos nagyságú Io felszíni alkatáról.

Tekintettel arra, hogy az Ión gyakorlatilag nincs légköri közegellenállás, a gravitációs gyorsulás pedig viszonylag kicsiny a Földön tapasztalhatóhoz képest, érthető, hogy *a nagy erővel kidobott finom vulkáni anyag igen nagy magasságba jut fel.* Még a legkisebb felhők is elérték a 70 km-es magasságot, a legnagyobb pedig a közvetlen fényképezés tanúsága szerint 280 km-es volt *(17. ábra)!* Az ultraibolyában felvett képek tanúsága szerint az egészen finom részecskék legalább 500 km magasságig repültek fel! Amint a *17. ábra* tanúsítja, az Io kitörési felhői jóval nagyobbak voltak, mint a legmagasabb földi kitörési felhők. A *18. ábra* pedig azt szemlélteti, hogy a kezdeti repülési sebesség, amellyel a vulkáni szemcsék elhagyták a krátert, általában szintén meghaladta a leghevesebb földi vulkánkitörések alkalmával megfigyelt kezdősebesség-értékeket.

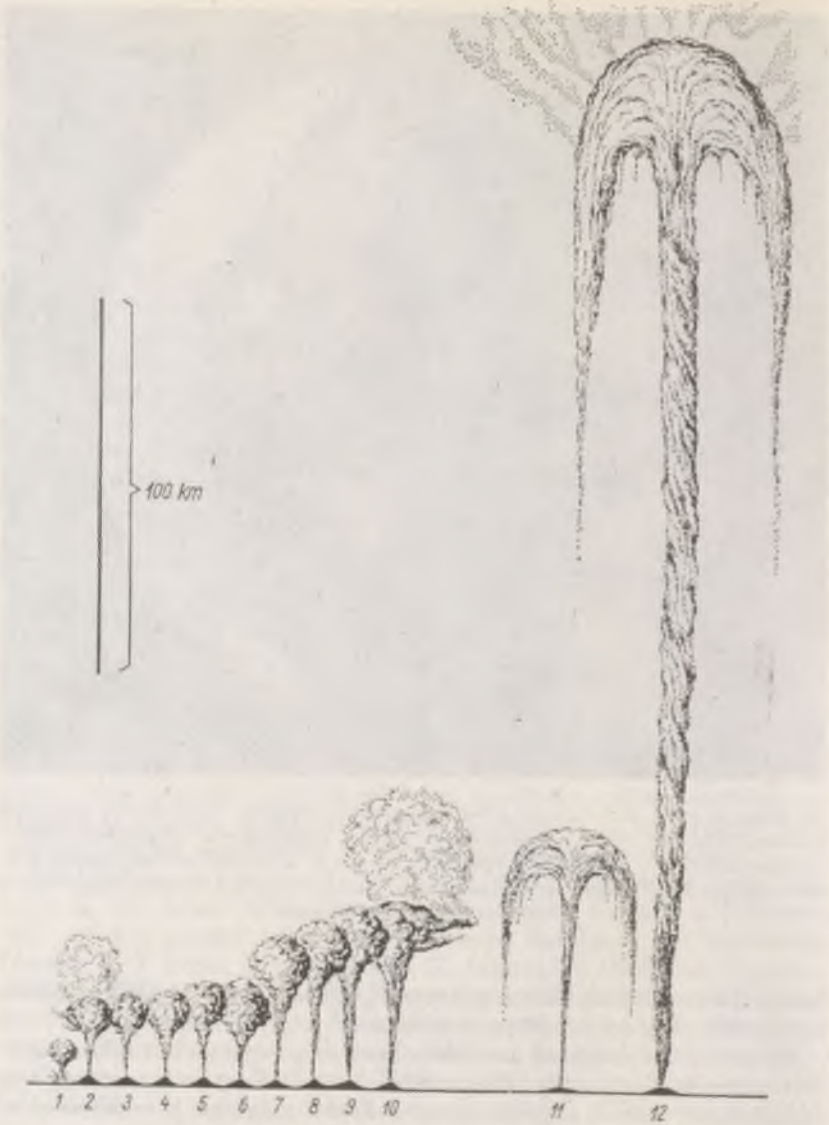
Bár a felfedezés váratlanul történt, mégis már számítani lehetett arra, hogy az Ión heves vulkánkitörések lehetségesek. Ugyanis a felfedezés előtt néhány nappal jelent meg a Science hasábjain egy tanulmány (szerzői J. G. Peale, P. Cassen és R. T. Reynold, a California Egyetem, illetve a NASA Ames Kutató Központja munkatársai voltak), amely arról szólt, hogy a Jupiter és az Europa nevű hold árapálykeltő ereje miatt a 20 km vastagra becsült kéreg alatt az Io belsejében *állandó mozgásban van az anyag*, közben súrlódik a kéreg alsó határához, és ez hőt termel. Következésképpen ennek a hőnek erőteljes vulkánosság formájá-

* Lásd Hédervári Péter—Marik Miklós—Pécsi Tibor: *A Vénusz és a Mars ostroma* — „Aktív vulkánosság és szeizmicitás című fejezet" —, Gondolat, 1976.

16. ábra. A sarló alakú Ión, a terminátor vonala mentén jól látható egy hatalmas vulkáni felhő. Az égitest peremén túl — nagyon halványan — egy másik felhő is felismerhető (<). Ezt oldalról fényképezték le. Ez a felvétel volt az, amelyen L. Morabito, a Jet Propulsion Laboratórium munkatársnője felfedezte, hogy az Ión működő vulkánok vannak

ban kell levezetődnie. Jelenleg is ez a legelfogadottabb elmélet, amelyet egyszerűen csak *árapályfűtésnek* neveznek.

Az Io vulkánosságában a szilikátoknak és a vízgőzöknek igen alárendelt szerepük van csupán. Helyettük *a kén, a kén-dioxid, s néhány más kénszármazék játszik alapvető szerepet.* Ezért, valamint a vulkánosságot létrehozó mechanizmus miatt is, az Io vulkánossága egészen más, mint amilyen a Földé, s tulajdonképpen *hevesebb* is a bolygónkénál. A Földön ugyanis évszázadonként csak néhány alkalommal játszódnak le igazán rendkívül hevesnek mondható kitörések — ezzel szemben az Ión, a



17. ábra. Az atombomba (1), a néhány legnagyobb földi kitörési felhő (2—10), valamint a legkisebb (11) és legnagyobb (12) iobeli felhő méretének összehasonlítása

tapasztalatok szerint, az igen erőteljes kitörések úgyszólván mindennaposak és folytonosak.

Ezért — bár az Ión lemeztektonikai mozgások nincsenek — a felszín mindegyre megújul: a leülepedő vulkáni anyag elfedi a korábban képződött formációkat. Ezért nem látunk *becsapódásos eredetű krátereket* sem ennek a furcsa holdnak a felületén, ámbár nyilvánvaló, hogy erre az égitestre is zuhantak kisebb-nagyobb kozmikus tömegek.

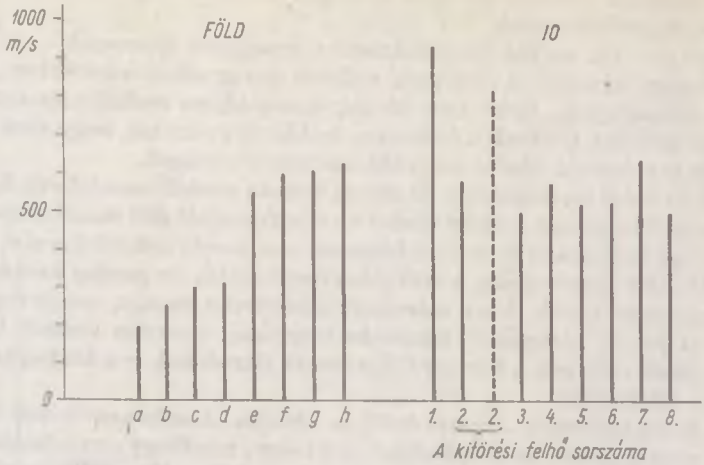
Az Io belső szerkezetét a *19. ábrán* látható modell szemlélteti. Eszerint a kéreg felső részét *szilárd kénből és kén-dioxidból álló övezet* alkotja. Ez alatt egy hatalmas kiterjedésű *kénóceán* van, amely a *szilikátos alsó kéregre* települ. Ez utóbbi pedig a szilikátos összetételű, de gazdag kéntartalmú *köpenyt* veszi körül. Innen származik a kénóceán anyaga, amely repedéseken át jut a „befagyott" kénóceán kérge alá, ahonnan viszont további repedések vezetnek a felszínre. Ezeken át játszódnak le a *kénfolyások* és a heves *kitörések* is.

A soron következő Jupiter-hold, az Europa *(5. színes melléklet)* belsejében szintén fellép az árapályfűtés jelensége, minthogy erre a holdra elsősorban az Io és a Jupiter hat. Így *elvileg* ott is fennáll a vulkánosság lehetősége. Minthogy azonban az Europa felszínét *vastag jégkéreg* borítja, alatta pedig többször tíz kilométer vastag *óceán* helyezkedik el, a mélyben keletkező olvadék nem tud a felszínre törni. Ezért nem észleltek még „vulkánkitöréseket" az Europa felszínén.

*

A földi tűzhányók a következők:

2 — Mt. St. Helens, USA, 1980 (23 km, finomabb szemcsék 40 km);
3 — Fernandina, Galapagos, 1968 (24 km);
4 — Tungurahua, Ecuador, 1918 (25 km);
5 — Helka, Izland, 1947 (27,5 km);
6 — Santa Maria, Guatemala, 1902 és Santorini, Égei-tenger, i. e. 1500 körül (29 km);
7 — Katmai—Nova Rupta, Alaszka, 1912 (40 km);
8 — Bezimjannij, Kamcsatka, 1956 (45 km);
9 — Vezúv, Olaszország, 1631 (48 km);
10 — Krakatau, Indonézia, 1883 (50 km, finomabb szemcsék 80 km)

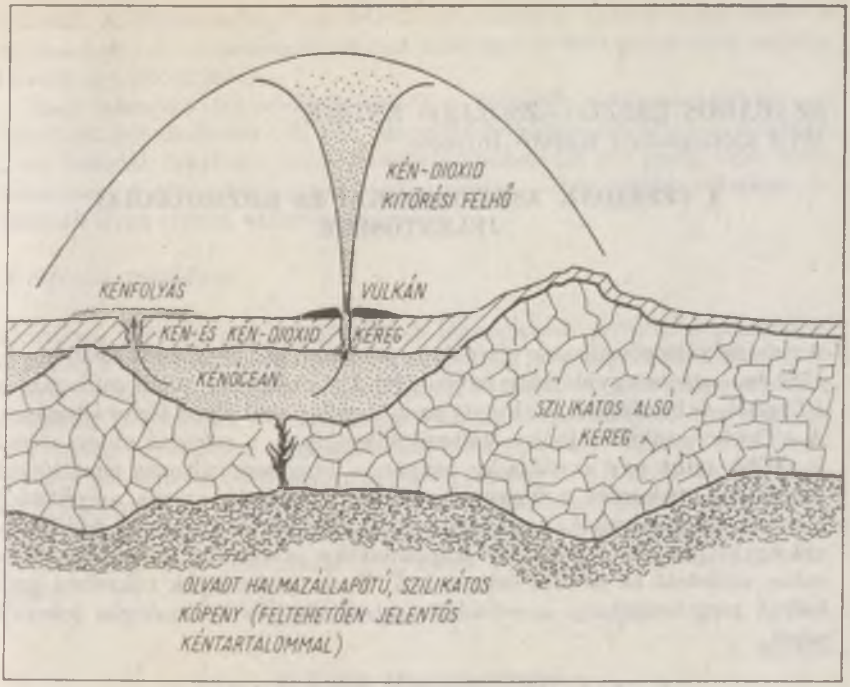


18. ábra. A szilárd vulkáni anyagok kezdeti repülési sebessége egyes földi tűzhányók és a nyolc ióbeli tűzhányó esetén

Jelmagyarázat:

a — Krakatau, Indonézia, 1883 (193 m/s);
b — Asama-yama, Japán, 1783 (250 m/s);
c — Santa Maria, Guatemala, 1902 m/s);
d — Sivelucs, Kamcsatka, 1964 (310 m/s);
e — Santorini, Égei-tenger, i. e. 1500 körül (550 m/s);
f — Bezimjannij, Kamcsatka, 1956 (600 m/s);
g — Arenal, Costa Rica, 1968 (600 m/s);
h — Tambora, Indonézia, 1815 (624 m/s);

1 — 930 m/s;
2 — 580 ms;
2 — 810 m/s (ultraibolya tartomány alapján)
3 — 490 m/s;
4 — 570 m/s;
5 — 520 m/s;
6 — 520 m/s;
7 — 630 m/s;
8 — 490 m/s;



19. ábra. Az Io kéregszerkezetének modellje erős magassági torzítással. A kéreg átlagos vastagságát 20 km-nek tekintik

Az elmondottak világosan mutatják, hogy a vulkánosság széles körű jelenség, amely számos, naprendszerbeli égitest esetében működött vagy működik még ma is. Ma már lehetőség nyílik arra is, hogy meglehetősen pontos ismereteket szerezzünk arról, hogy milyen szerepet játszott általában a vulkánosság az egyes égitestek történetében és hőtörténetében. Ilyesformán a *planetológia* és a *vulkanológia* együttes alkalmazásával ismerhetjük meg Naprendszerünk kialakulásának történetét. Legalábbis, ami a Föld-típusú bolygókat és holdakat illeti — hiszen a Jupiterhez hasonló felépítésű óriásbolygókon vulkánosság természetesen sohasem játszódhatott le.

SZABADOS LÁSZLÓ—ZSOLDOS ENDRE
MTA Csillagászati Kutató Intézete

A CEFEIDÁK ASZTROFIZIKAI ÉS KOZMOLÓGIAI JELENTŐSÉGE

A cefeida változócsillagok vizsgálata pontosan két évszázada kezdődött: 1784-ben szinte egyidejűleg fedezte fel J. Goodricke, angol csillagász a δ Cephei, és honfitársa, E. Pigott az η Aquilae szabályos fényváltozását. A δ Cephei szolgál e fontos változócsillag-típus, a *cefeidák* elnevezéséül is. Több mint egy évszázadig csupán a fényességváltozás ismétlődési periódusát, valamint a fényességváltozás mértékét, az ún. amplitúdót lehetett meghatározni. A csillagászati kutatások nagy ütemű fejlődésével egyidejűleg a cefeidákkal kapcsolatban is számos kimagasló eredmény született az utóbbi száz évben. Ezen eredmények tükrében próbáljuk meg bemutatni a cefeidák asztrofizikai és kozmológiai jelentőségét.

A cefeida változócsillagok általános jellemzése

A cefeida változócsillagok két csoportba oszthatók. *Az I. populációjú vagy klasszikus cefeidák* fiatal csillagok. *A II. populációjú cefeidák* (W Virginis és BL Herculis típusú csillagok) a csillagfejlődés egy későbbi fázisában vannak, ennek megfelelően a rájuk jellemző fizikai paraméterek lényegesen különböznek a klasszikus cefeidákétól. A továbbiakban szinte kizárólag a *klasszikus* cefeidákkal foglalkozunk, s azokat illetjük cefeida névvel. A II. populációs cefeidákhoz hasonlóan a törpe cefeidák és a korábban „rövidperiódusú cefeidákként" ismert RR Lyrae típusú változócsillagok is csak nevükben „cefeidák" (ennek történeti okai vannak) — valójában azonban egymástól teljesen különböző változócsillagtípusokat takarnak az imént felsorolt elnevezések!

Luminozitás

Bár a cefeidák luminozitása rendkívül nagy, a Tejútrendszeren belül legtöbbjük mégis felfedezetlen marad, mivel főleg a *galaktikus fősík* mentén helyezkednek el, ahol a fényelnyelő csillagközi anyag is koncent-

rálódik. A Tejútrendszerben felfedezett cefeidák száma megközelíti a nyolcszázat, de a becslések szerint mintegy 30 000 galaktikus cefeida létezik egy adott időben.

Nagy abszolút fényességük miatt a cefeidák extragalaxisokban is könnyen felfedezhetők. A két Magellán-felhőben együttesen mintegy 2400 cefeidát ismerünk, az Andromeda-ködben (M 31) pedig több mint hatszázat. A távolabbi extragalaxisokban is — bár kisebb számban — találtak ilyen típusú változócsillagokat.

A cefeidák periódusa

általában 2 és 50 nap közé esik. A leghosszabb periódusú galaktikus cefeida (V 810 Cen) periódusa 125 nap, de a Kis Magellán-felhőben 210 napos periódusú cefeidát is találtak (HV 1956). A klasszikus cefeidák esetében a periódus nemcsak azért alapvető paraméter, mert értéke viszonylag egyszerűen meghatározható, hanem azért is, mert *e csillagok minden jellemző tulajdonsága a periódus függvénye!* (A cefeidák legfontosabb állapothatározói például az *1. táblázat*ban látható kétféle periódusra. A luminozitásnál, a színképtípusnál és a sugárnál az átlag képzése egy pulzációs ciklusra vonatkozik. A $_{Nap}$ index a Napra vonatkozó adatokat jelöli.)

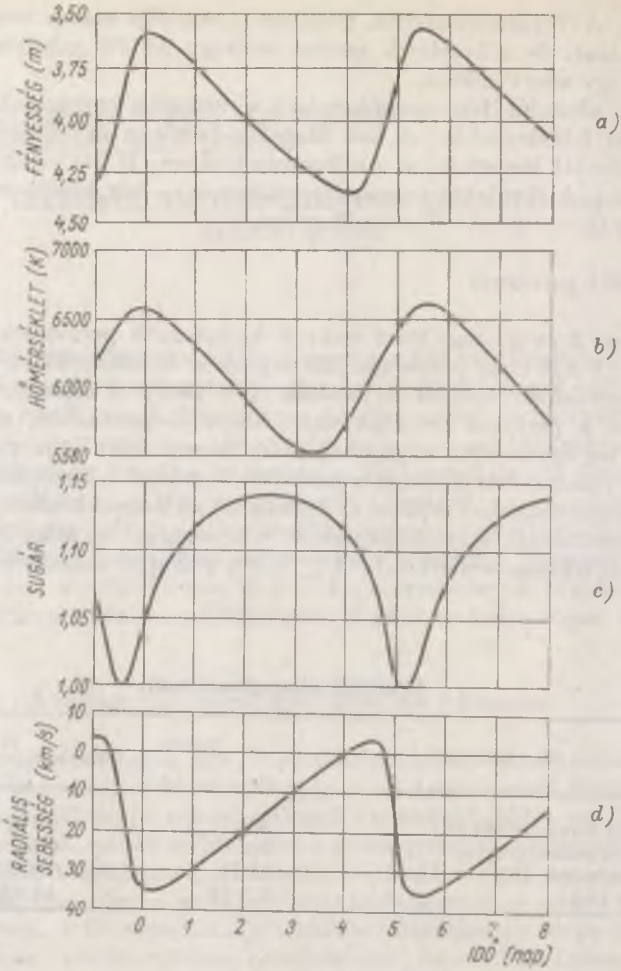
1. táblázat

Cefeidák állapothatározói

állapothatározó	2 napos periódus esetén	50 napos periódus esetén
átlagos luminozitás (L)	300 L_{Nap}	26 000 L_{Nap}
közepes színképtípus	F5	G5
átlagos sugár (R)	14 R_{Nap}	200 $R_{\odot Nap}$
tömeg (m)	3,5 $\mathfrak{M}_{Nap}$	14 $\mathfrak{M}_{Nap}$

A cefeidák fénygörbéjére

a nagyfokú stabilitáson kívül általában a meredekebb felszállóág és a lassúbb leszállóág jellemző *(1a. ábra)*. A *fényváltozás amplitúdója* a periódus függvénye, valamint függ a megfigyelési hullámhossztól is. A hullámhossz növekedésével a fényváltozás amplitúdója csökken. Például az UBV-színrendszer V (sárga) tartományában mérhető amplitúdó a B (kék) szűrőn át megfigyelhető amplitúdónak mintegy kétharmada. A fényváltozás amplitúdójának a periódustól való függését a *2. ábra* szem-

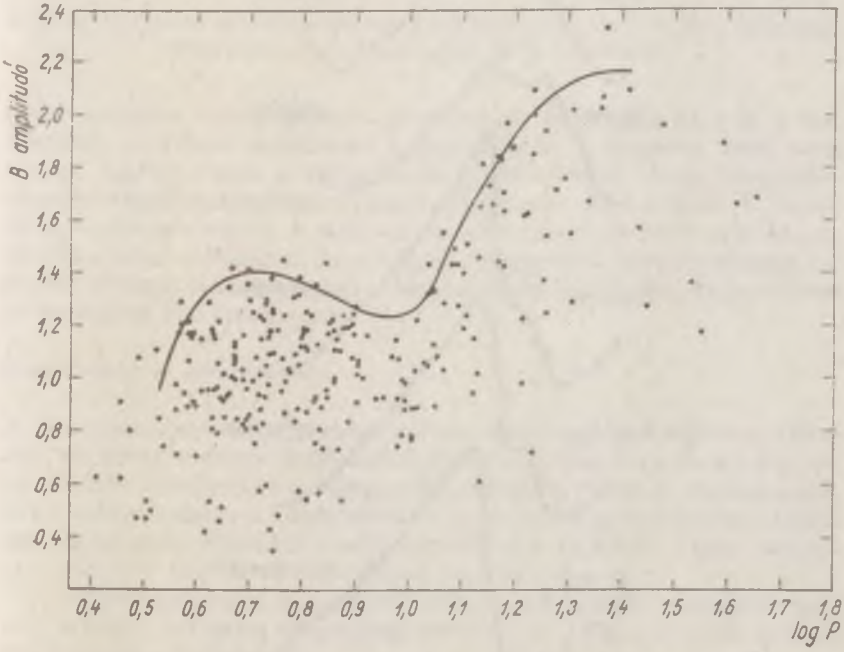


1. ábra. Egy tipikus cefeida (a δ Cephei) változása egy periódus során:
a) látszó fényesség;
b) effektív hőmérséklet;
c) sugár;
d) látóirányú sebesség

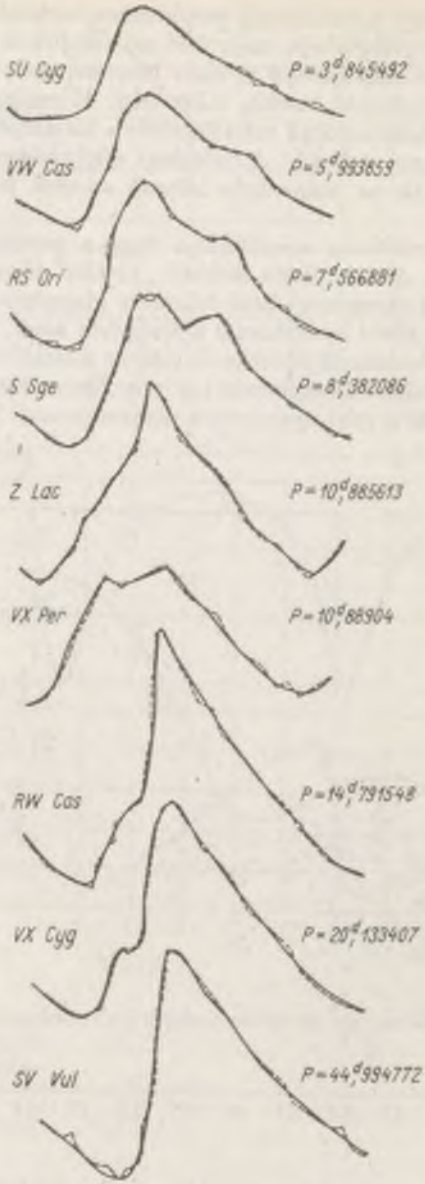
lélteti. Látható, hogy a különböző periódushoz tartozó amplitúdóknak létezik egy felső burkológörbéje, mely fölé eső amplitúdó rendkívül ritka.

Szembetűnő a *kis amplitúdójú cefeidák* létezése, melyeknél a kék szűrőn át mérhető amplitúdó kisebb, mint $0^m.6$. E csillagok fénygörbéje is eltér a normális amplitúdójú cefeidákétól: a kis amplitúdójú cefeidák fénygörbéje színuszos jellegű. A jelenlegi elképzelések szerint a kis amplitúdójú cefeidák az alaprezgés helyett az első felharmonikusban pulzálnak.

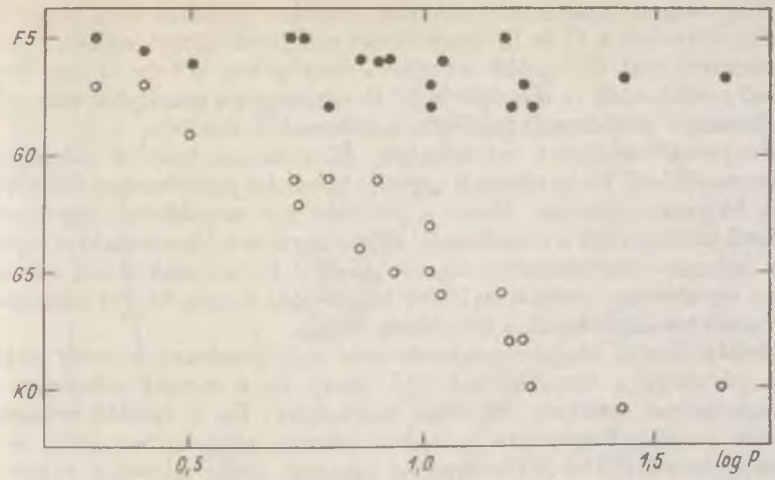
Nemcsak a fényváltozás amplitúdója függ a periódustól, hanem *a fénygörbe alakja* is. Az *1a. ábrán* látható „ideális" fénygörbe helyett a cefeidákat az E. Hertzsprung által felismert fénygörbesorozat jellemzi *(3. ábra)*. Eszerint rövid periódusnál a *fénygörbe sima*, majd kb. a hatnapos periódusú cefeidáknál jelentkezik először a leszállóágon *egy másodlagos púp*. A periódus növekedésével a púp fázisa csökken, majd kb. tíznapos periódusnál a púp egybeesik a maximummal. Tíz napnál hosz-



2. ábra. A cefeidák fényváltozási amplitúdójának a periódustól való függése a mi galaxisunkban



3. ábra. A cefeidák fénygörbealakjának a periódustól való függése



4. ábra. A cefeidák színképtípusának periódusfüggése. Az üres kör a fényesség minimumra vonatkozik, a tele kör a maximumra

szabb periódus esetén a púp a *felszállóágra* helyeződik át, míg a leghosszabb periódusú cefeidáknál a púp eltűnik, *a fénygörbe ismét sima lesz* — éppúgy, mint a legrövidebb periódusoknál. Ez a fénygörbesorozat csupán statisztikus jelleggel érvényesül; számos kivétel létezik alóla. A fénygörbéknek e sorozata azonban megfigyelhető minden galaxisban, ahol cefeidákat ismerünk. A fénygörbén jelentkező púp periódustól függő fázisviszonyait a fényváltozást magyarázó *pulzációelmélet* keretében kell értelmezni.

Hőmérséklet — színképtípus

A fényváltozási ciklus során a cefeida effektív hőmérséklete is változik *(1b. ábra)*, s ennek megfelelően alakul a csillag színe és színképe is. Az effektív hőmérséklet a legnagyobb fényesség idején a legmagasabb, és a színkép is ekkor a „legkorábbi" típusú. A δ Cephei színképe például egy ciklus során F5 és G2 között változik, s ez az effektív hőmérsékletben létrejövő 1500 K-es változásnak köszönhető.

A fényességváltozás legnagyobb része a *hőmérséklet-változásból* ered, míg a sugár változása viszonylag csekély *(1c. ábra)*, és csak kevéssé befolyásolja a fénygörbét!

A színképtípusnak a periódustól való függését a *4. ábra* szemlélteti. A színképi változások főbb sajátosságai a következők:

— Fényességminimumban a cefeidák *színképe normális*, és a periódus függvényében a II és Ia luminozitási osztályok között *növekvő luminozitásra* utal. A legtöbb cefeida — lényegében a 4 és 25 nap közé eső periódusúak — a szuperóriás Ib luminozitási osztályhoz tartozik.
— Hosszabb periódusnál *későbbi* a minimumbeli színkép.
— Fénymaximumban a színképtípus *közel azonos* minden cefeidára: csupán F5-től F8-ig változik az egyre hosszabb periódusokat tekintve.
— A fénymaximumban, illetve a röviddel azt megelőzően megfigyelhető színkép eltér a normálistól: ekkor ugyanis *a fémvonalakhoz képest a hidrogén színképvonalai megerősödnek*. A fémvonalak közül viszont az egyszeresen ionizált kalcium legerősebb vonala fényes emissziós vonalként jelentkezik a felszállóág idején.

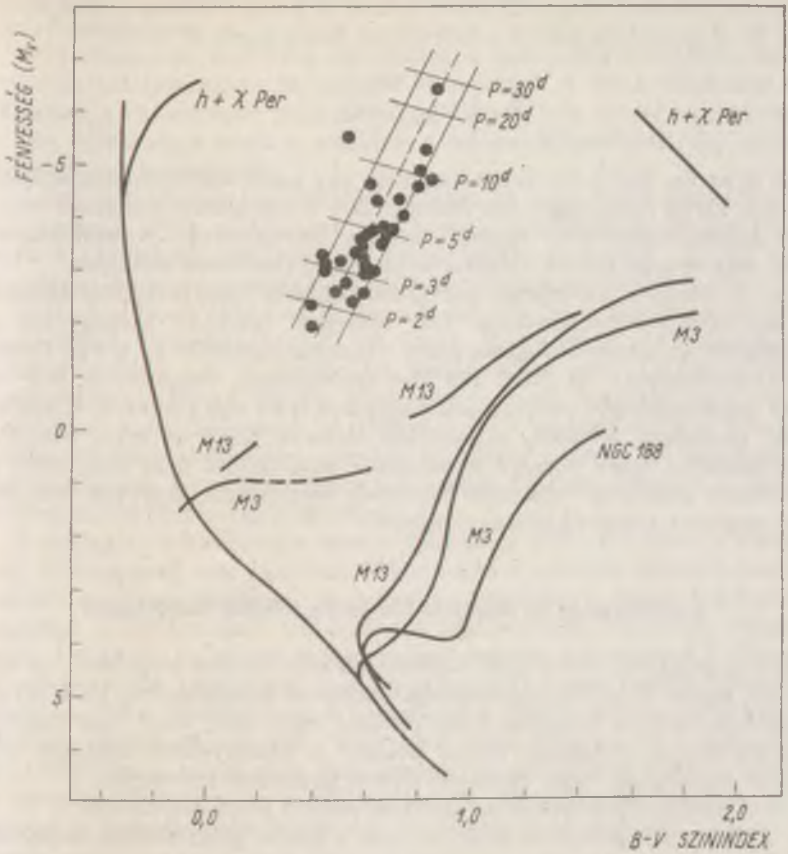
A színképvonalak alapján meghatározott *radiálissebesség-változás* majdnem tükörképe a fénygörbének *(1d. ábra)*, ha a radiális sebességre a csillagászatban szokásos előjeleket használjuk. Ha a radiális sebesség görbéje a csillag felszínének mozgását tükrözi, akkor a fénygörbe és a radiálissebesség-görbe fázisviszonyai olyanok, hogy a csillag akkor a legfényesebb, amikor tágulása során az *egyensúlyi sugarán* halad át, s nem akkor, amikor sugara minimális és hőmérséklete a legnagyobb (amint azt egyszerű megfontolások alapján várni lehetne). A maximális fényesség és a legkisebb sugár közötti fáziskülönbség létrejöttét szintén a pulzációelmélet segítségével lehetett tisztázni.

A cefeidák és a pulzációelmélet

A pulzációelmélet a pulzáló változócsillagok megfigyelhető jelenségeit elméleti szempontból magyarázza, s nem szűkíthető le csupán a „cefeidajelenség" értelmezésére. A cefeidákon kívül a már korábban is említett törpe cefeidák, az RR Lyrae típusú változócsillagok, a β Cephei típusú változók, bizonyos fehér törpék, az R Coronae Borealis típusú csillagok egy része is a pulzáló változók közé tartozik, továbbá a pulzációelméletnek kell számot adnia a mirák, RV Tauri típusú csillagok, a félig szabályos változók viselkedésében megfigyelhető szabályosságokról, sőt a Nap oszcillációs mozgásairól is!

A pulzációelmélet részletes ismertetésére itt nem kerül sor, az érdeklődő olvasó a *Csillagászati Évkönyv* korábbi köteteiben több cikket talál e témáról.*

* Szabados László: „Pulzáló változócsillagok" (CsÉvk. 1977/144.), Kovács Géza: „A Nap oszcillációi" (CsÉvk. 1983/222.).



5. ábra. A cefeidák és az instabilitási sáv elhelyezkedése a szín—fényesség-diagramon (a diagram különböző korú halmazokról készült)

A pulzációelmélettel kapcsolatosan a cefeidák csupán két dolog révén emelhetők ki:

— az elmélet születésekor a cefeidák voltak a pulzáló változók szinte egyedüli ismert képviselői;

— a pulzáló változók ma ismert sokféle típusa közül a cefeidák a legszabályosabbak, tehát a pulzációelméletben vizsgált hatások itt érvényesülnek a legtisztábban.

A pulzációelmélet alapvető tétele szerint a pulzáló csillag ρ átlagsűrűsége és P periódusa között a következő összefüggés áll fenn:

$$P \cdot \sqrt{\rho/\rho_{\text{Nap}}} = Q, \qquad (1)$$

ahol Q az ún. pulzációs konstans, mely egy adott csillagtípusra állandó értékű. Ez az összefüggés azt jelenti, hogy a különböző periódusú cefeidák átlagsűrűsége nem egyenlő, azaz a Hertzsprung—Russell-diagramon más és más helyen találhatók az eltérő periódusú csillagok.

Az *5. ábrán* a különböző periódusú cefeidák elhelyezkedése látható a szín—fényesség-diagramon (ez lényegét tekintve megegyezik a Hertzsprung—Russell-diagrammal). Összehasonlításul a $h+\chi$ Persei fiatal nyílthalmaz, az NGC 188 idős nyílthalmaz, valamint az M3 és M13 gömbhalmazok csillagainak diagramja is fel van tüntetve. A különböző periódusú cefeidák helyzetéből látható, hogy *az egyre hosszabb periódusokhoz egyre növekvő luminozitás tartozik.* Ez nem más, mint a közismert periódus—abszolút fényesség összefüggés, melynek léte tehát szintén a pulzáció következménye.

A periódus és az abszolút fényesség közötti összefüggés

Mivel a galaxisok távolságát közvetlenül nem tudjuk megmérni, rá vagyunk utalva a különböző *távolságindikátorok* használatára. Ezek olyan égitestek, melyek bizonyos tulajdonságai vagy nem, vagy csak nagyon kis mértékben változnak (ilyen például a legfényesebb csillagok abszolút fényessége, vagy bizonyos típusú galaxisok átmérője).

A távolságindikátorokat az alábbiak szerint lehet osztályozni:

— *Elsődleges indikátorok* azok, melyek a közeli galaxisokban láthatók, kis szórásuk van, és amelyeket a saját galaxisunkban lehet kalibrálni. Ilyenek a nóvák, a cefeidák, az RR Lyrae csillagok, a B és A szuperóriások. Kb. 1 Mpc távolságig alkalmazhatók.

— *Másodlagos indikátorokkal* elvileg 30 Mpc-ig lehet „ellátni", de gyakorlatilag csak kb. 10 Mpc-ig tudjuk használni őket elfogadható pontossággal. Ide tartoznak a legfényesebb II. populációs vörös óriások, a legfényesebb csillaghalmazok (főleg gömbhalmazok), a legfényesebb nem változó, I. populációs kék csillagok, a legfényesebb vörös szuperóriások, a legfényesebb kék szuperóriás változók (Hubble—Sandage- vagy S Doradus-változók) és a legnagyobb HII-területek (lehetőleg a gyűrűs típusúak).

— *Harmadlagos indikátorok* lehetnek a galaxisok átmérői és fényességük. Ezekkel elvileg addig lehet távolságot mérni, ameddig ellátszanak.

— Végül *negyedleges indikátorként* alkalmazható egyes galaxisok belső gyűrűs szerkezete.

A távolságskála felépítése lépcsőzetes, a harmadlagos indikátorok (az ezekből leszármaztatott távolságok szerepelnek a kozmológiában) kalibrálása a másodlagos indikátorokon alapul, míg azoké az elsődlegesekén. Mivel ezek közül a cefeidák a leghasználhatóbbak, így érthető kozmológiai fontosságuk.

A cefeidák *kozmológiai jelentőségét* tehát az adja, hogy nagy abszolút fényességük révén alkalmasak a galaxisok távolságának meghatározására. A távolságmeghatározás az ún. periódus—fényesség (P—L) vagy periódus—fényesség—szín (P—L—C)-összefüggés segítségével történhet.

A P—L-relációt 1912-ben H. Leavitt ismerte fel, a Kis Magellán-felhő változóinak vizsgálata közben *(6. ábra)*. Már 1908-ig is felfedeztek ott néhány cefeidát, de fényváltozási periódusukat csak 1912-re sikerült meghatározni. Ekkor vették észre, hogy minél hosszabb egy csillag periódusa, annál fényesebb is. (Mivel a földi megfigyelőtől a Kis Magellán-felhőben lényegében mindegyik csillag azonos távolságra van, így a csillagok közti látszólagos fényességkülönbség megfelel a köztük levő abszolút fényességkülönbségnek.)

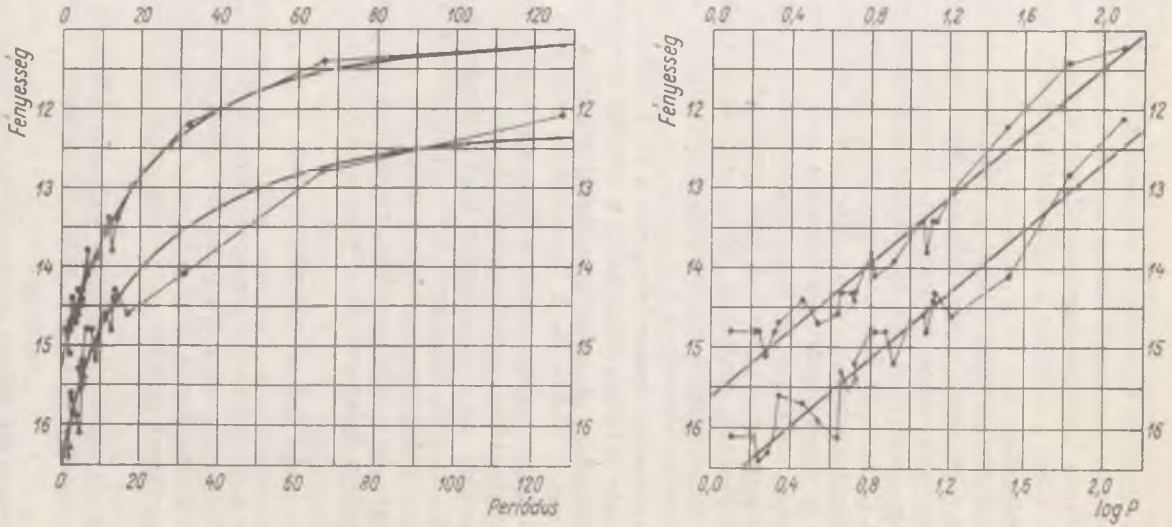
A csillagász közvélemény hamar felismerte a P—L-reláció jelentőségét. Hertzsprung már 1913-ban felhasználta a cefeidák abszolút fényességéről szóló munkájában. A második világháború előtti korszakban azonban a P—L-reláció történetének legfontosabb alakja H. Shapley volt. 1918-ban 11 ismert sajátmozgású cefeida segítségével kalibrálta a relációt (azaz meghatározta a zéruspontot). A mai értékkel összehasonlítva $1^m,5$-t tévedett: az ő összefüggése kisebb távolságokat adott. A nagy eltérés oka az volt, hogy nem vette figyelembe a csillagközi fényelnyelést, s akkor még nem ismerték a galaktikus rotáció hatását a radiális sebességre és a sajátmozgásra, ráadásul mindezeken kívül adatai is meglehetősen hiányosak és pontatlanok voltak.

A P—L—C-reláció levezetése

1919-ben Shapley a periódus—fényesség-relációt elméleti úton is levezette. (Ez azért érdekes, mert ő a pulzációelméletből indult ki, ami akkor még nem volt általánosan elfogadott, sőt a cefeidák kettőscsillagelmélete még a negyvenes években is tartotta magát!) A levezetés nagyon egyszerű:

Induljunk ki az (1) képletből! Tudjuk, hogy $\rho = 3\mathfrak{M}/4\pi R^3$. Ezt behelyettesítjük, és mindkét oldal tízes alapú logaritmusát vesszük:

$$\log P + \frac{1}{2}\log\,(\mathfrak{M}/\mathfrak{M}_{\text{Nap}}) - \frac{2}{3}\log\,(R/\mathrm{R}_{\text{Nap}}) = \log \mathrm{Q}. \qquad (2)$$



6. ábra. A periódus—fényesség-összefüggés első ábrázolása. A látszó fotografikus fényesség van feltüntetve a bal oldali diagramon a periódus függvényében, a jobb oldalin a periódus tízes alapú logaritmusának függvényében

Mivel sem $\mathfrak{M}$, sem R nem közvetlenül mérhető mennyiség, (2)-t még tovább kell alakítani. R-t kifejezhetjük a luminozitás definíciójából is:

$$L = 4\pi R^2 \sigma T_{\mathrm{eff}}^4, \tag{3}$$

ahol σ a Stefan—Boltzmann-állandó, T_{eff}, az effektív hőmérséklet. Innen R-t behelyettesítjük (2)-be

$$\log P + \frac{1}{2}\log(\mathfrak{M}/\mathfrak{M}_{\mathrm{Nap}}) - \frac{3}{4}\log(L/\mathrm{L}_{\mathrm{Nap}}) + 3\log(T_{\mathrm{eff}}/T_{\mathrm{eff,Nap}}) = \log \mathrm{Q} \tag{4}$$

A tömeg—abszolútfényesség-reláció

$$\log(L/\mathrm{L}_{\mathrm{Nap}}) = \mathrm{j} + \mathrm{k}\cdot\log(\mathfrak{M}/\mathfrak{M}_{\mathrm{Nap}}), \tag{5}$$

ahol a j és k együtthatók a kémiai összetételtől függnek. Innen a tömeget beírjuk (4)-be

$$\log P + \mathrm{c}_1\log(L/\mathrm{L}_{\mathrm{Nap}}) + \mathrm{c}_2\log(T_{\mathrm{eff}}/\mathrm{T}_{\mathrm{eff,Nap}}) = \log Q. \tag{6}$$

A luminozitás átváltható magnitudóegységekbe is:

$$M_{\mathrm{bol}} - M_{\mathrm{bol,Nap}} = -2{,}5\log(L/\mathrm{C}_{\mathrm{Nap}}). \tag{7}$$

Ezt behelyettesítjük (6)-ba, majd a Napra vonatkozó M_{bol} és T_{eff} értékeket is beírjuk ($M_{\mathrm{bol,Nap}} = +4^m75$ és $T_{\mathrm{eff}\odot} = 5770$ K):

$$\log P = \mathrm{c}_3 M_{\mathrm{bol}} + \mathrm{c}_4 \log T_{\mathrm{eff}} + \mathrm{c}_5, \tag{8}$$

ahol a c_5 konstansba belefoglaltuk log Q-t is. Az utolsó lépés M_{bol} és T_{eff} átalakítása M_{v}-vé (vizuális abszolút fényességgé) és $(B—V)$-vé (színindexszé). A bolometrikus fényesség:

$$M_{\mathrm{bol}} = M_{\mathrm{v}} + BC, \tag{9}$$

ahol BC a bolometrikus korrekció. A csillag színindexe, bolometrikus korrekciója és effektív hőmérséklete között az alábbi összefüggések léteznek:

$$\log T_{\mathrm{eff}} = \mathrm{m}\,(B—V) + \mathrm{n}, \tag{10}$$

$$BC = \mathrm{p}\,(B—V) + \mathrm{q}, \tag{11}$$

ahol m, n, p és q konstansok. Ha ezeket behelyettesítjük (8)-ba, megkapjuk a P—L—C-relációt „megfigyelési egységekben".

$$M_v = \alpha \log P + \beta (B-V) + \gamma. \quad (12)$$

Shapley még a színindexet is állandónak tételezte fel, ő így egy P—L-relációt kapott:

$$M_v = a \log P + b. \quad (13)$$

A periódus—fényesség-összefüggés kalibrálása

A húszas és harmincas években megnőtt a cefeidákra vonatkozó észlelések száma. Felismerték a *csillagközi fényelnyelést* és a *galaktikus rotációt* is. Ennek ellenére a P—L-reláció újabb és újabb kalibrációi rendre $1^m_{,}5$-s eltérést adtak a mostanihoz képest. Ezt az okozta, hogy ekkor még nem választották szét az I. és II. populációs cefeidákat és az RR Lyrae csillagokat.

A cefeidák 1925-ben léptek be a kozmológiába. Ekkor E. P. Hubble cefeidákat talált az *Andromeda-ködben*, és Shapley P—L-relációját alkalmazva rájött, hogy az Andromeda-köd nem tartozhat a Tejútrendszerhez, mert túl messze van! Ezzel végre eldőlt a vita a spirálködök természetéről, és mellesleg „megteremtődött" az extragalaktikus csillagászat is.

Az ötvenes években az 5 m-es távcső üzembe helyezésével végre fény derült a $1^m_{,}5$-es hibára. W. Baade észlelései során felfedezte, hogy *az Andromeda-köd RR Lyrae változói kb. 1^m5-val halványabbak*, mint azt a Shapley-féle reláció alapján várni lehetne. Mivel ezt más megfigyelések is alátámasztották, ismét szükségessé vált az újrakalibráció. Ehhez jelentős segítséget adott az a felfedezés, hogy a *nyílthalmazokban* is találhatók cefeidák. Mivel a nyílthalmazok távolságát a P—L—C-relációtól függetlenül állapítják meg, így az ott levő cefeidák abszolút fényességét egymás után, a kalibrálni kívánt relációtól függetlenül is megkapjuk.

A Shapley-féle kalibráció óta a legjelentősebb A. R. Sandage és G. A. Tammann munkája. Ők a lehető legegyszerűbb úton indultak el: a reláció együtthatóját („meredekségét") úgy kapták meg, hogy *a különböző galaxisokban észlelt cefeidákat egymáshoz „illesztették"* (az ezzel kapcsolatos kérdésekről később még lesz szó). Ezután a nyílthalmazbeli cefeidák segítségével megkapták a zéruspontot is.

Eredményük:

$$M_v = -3{,}425 \log P + 2{,}52 (B-V) - 2{,}459. \quad (14)$$

Ez a reláció és meghatározásának módszere sok vitát váltott ki, s a képletben szereplő együtthatók értékét szinte évről évre módosítják. Különösen a $(B—V)$ tag együtthatója mutat nagy ingadozást, javasoltak már 0-t, de 5-öt, sőt 7-et is.

A hetvenes évek végén ismét a hagyományos úton kalibrálták a relációt W. Feast és munkatársai *(7. ábra)*. A Nagy Magellán-felhő cefeidáiból a meredekséget, a galaktikus halmazok cefeidáiból pedig a zérus-pontot határozták meg. Az új reláció:

$$M_v = -3{,}80 \log P + 2{,}70\,(B—V) - 2{,}39 \qquad (15)$$

ami jó egyezésben van a (14)-es formulával.

Az utóbbi években lehetőség nyílt más módszerrel is megkapni a cefeidák abszolút fényességét. Sikerült néhánynak a *szögátmérőjét* megmérni, és ez az ún. *Barnes—Evans-reláció* segítségével lehetővé teszi a távolságmeghatározást. A Barnes—Evans-féle összefüggés a csillagok felületi fényessége és $(V—R)$ színindexe közötti kapcsolatot adja meg:

$$F_v = 3{,}97—0{,}39\,(V—R), \qquad (16$$

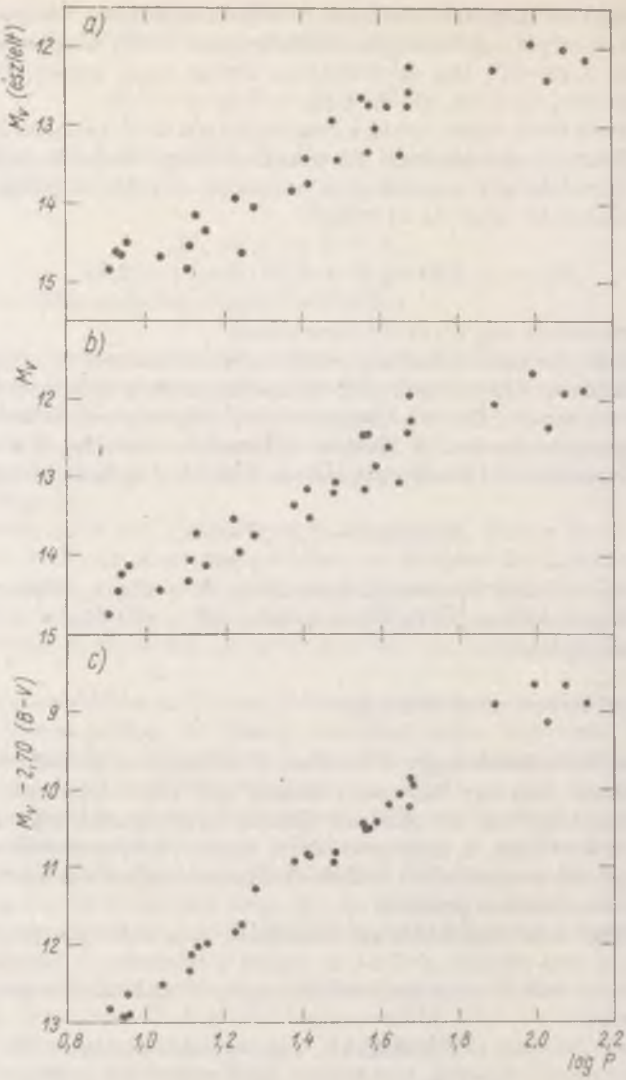
ahol F_v egy felületi fényességi paraméter, R pedig az infravörös fényesség magnitúdóban. Később még lesz szó e relációnak a többihez való viszonyáról.

A P—L—C-reláció szórásának okai

A P—L—C-relációnak nagy a szórása. A csillagok a periódus—fényesség-diagramon nem egy egyenest, hanem egy *sávot* alkotnak. Felmerül a kérdés, hogy ezt mi okozza? Néhány lehetséges ok lehet az észlelési hiba, a kettősség, a mágneses tér, a rotáció, az intersztelláris vörösödés, a kémiai összetételbeli eltérés (különböző galaxisok között) vagy pedig a felharmonikus pulzáció . . .

Az észlelési hiba leginkább az extragalaktikus cefeidák esetében jelentős. Ez a hiba elérheti a $0^m{,}1$-t is, emiatt a színindex is bizonytalanná válik. A hibát csökkenteni igen nehéz, ráadásul az általa okozott szórás véletlenszerű.

Kettősnek jelenleg a cefeidák kb. egynegyedét tartják. Ez azonban csak alsó becslés, mert a kettősséget igen nehéz kimutatni. A kísérő csillag hatására *a változó fénye megnő, amplitúdója lecsökken, és a színe is megváltozik.* Ez a hatás nyilvánvalóan függ attól is, hogy a cefeida milyen fényes, azaz milyen hosszú a periódusa. Ugyanolyan színképtípusú kísérő nagyobb fényességnövekedést okoz egy rövid periódusú (halvány) csillagnál, mint egy hosszú periódusúnál. Azonban, ha a fé-



7. ábra. 31 cefeida M_v—log P diagramja. Az észlelt fényesség—periódus-diagram (a); ugyanaz, mint az előző, de a vörösödésre korrigálva (b); [M_v— 2,70 (B—V)]—log P diagram (c).
Jól látható, hogy a „színtag" bevezetése jelentősen lecsökkentette a szórást

nyesség nagyon megnő, a csillagot már nem cefeidaként észleljük, mivel ekkor az amplitúdója is igen nagy mértékben lecsökken.

A nyílthalmazbeli cefeidák közül is több gyaníthatóan kettős. Ez a zéruspont meghatározását teszi bizonytalanná, a szórás azonban ezeknél se nagy: $0^m_,1$—$10^m_,2$.

A kísérővel rendelkező cefeidát tehát *fényesebbnek* észleljük, mint amit az adott periódus esetében várnánk. Ez a periódus—abszolútfényesség-diagramon úgy jelenik meg, hogy e csillagok a reláció alapján várható közepes érték *felett* helyezkednek el (szélesedik a sáv!). Így tehát itt *szisztematikus eltérés* van, amit azonban a kettősség kimutatásának nehézkessége miatt egyelőre nem tudunk korrigálni.

Mágneses tér. Az észlelések szerint a cefeidák 0,001—0,003 tesla (= 10—30 gauss) nagyságú mágneses terének hatására *a pulzáció alapperiódusa megnő*, így a csillag a P—L-diagramon *jobbra eltolódik*. Ekkor halványabbnak látszik, mint az adott periódushoz tartozó közepes fényesség. A 0,001 teslás mágneses tér hatására az eltérés csak mintegy $0^m_,03$, de 0,01 tesla esetén, ami könnyen lehetséges, a különbség már elérheti a $0^m_,3$—$0^m_,4$-t is!

A csillagok forgása szintén elképzelhető ok a szórásra. A megfigyelések azonban azt mutatják, hogy a cefeidáknál nincs jelentős rotáció! Ezt alátámasztja az is, hogy e változók *igen lassan forgó csillagokból* fejlődnek.

Az intersztelláris vörösödés igen jelentős tényező a szórás kialakításában. Láttuk, hogy a P—L-reláció története során e jelenség elhanyagolása milyen komoly hibákat eredményezett. A különböző fotometriai rendszerekben ezért sok kísérlet történt az olyan paraméterek bevezetésére, melyek vörösödésmentesek lennének. Még súlyosabb probléma az *extragalaxisokon belüli abszorpció;* erről nagyon keveset tudunk, pedig hatása nagy lehet.

Kémiai összetétel. A P—L—C-reláció távolságindikátorként való használata szempontjából fontos a különböző galaxisokban található cefeidák összehasonlítása. Ha ugyanis tulajdonságaik galaxisról galaxisra változnak, a reláció használata hibás eredményekre vezethetne.

Az észlelések szerint *fémtartalombeli különbségek* vannak az egyes galaxisok között. A Kis Magellán-felhőre a nehézelem-gyakoriságot $Z = 0{,}004$-ben határozták meg (a Tejútrendszerben $Z = 0{,}02$)*. Emiatt a Kis Magellán-felhőbeli cefeidák $0^m_,5$-val halványabbak lehetnek saját galaxisunk cefeidáinál! Ez az érték azonban a valóságban kisebb, mert a Kis Magellán-felhő héliumgyakorisága is kisebb, s ez csökkenti a különbséget.

* Általában X a hidrogén, Y a hélium, Z pedig a többi elem gyakoriságának jelölése, és $X+Y+Z = 1$.

Így tehát a Magellán-felhők cefeidái mások lehetnek, mint a Tejútrendszeréi. Ezek szerint véget érne a P—L-reláció távolságindikátori szerepe? Ez egyáltalán nem biztos, mert az Andromeda-köd cefeidái viszont teljesen hasonlóak a tejútrendszerbeliekhez. Valószínű, hogy egy galaxisban a cefeidák tulajdonságai *az adott galaxis morfológiai tulajdonságaitól* is függenek. Mindenesetre, az Andromeda-köd és a Tejútrendszer cefeidáinak hasonlósága arra utalhat, hogy (legalábbis a spirálgalaxisokban) a P—L—C-relációt nyugodtan használhatjuk távolságindikátorként.

Felharmonikusok. Ha a cefeida nem alaprezgést végez, akkor aránylag egyszerű dolgunk van. Elméleti számításokból ismertek a különböző *felharmonikus rezgések* periódusainak arányai az alaprezgés periódusához, és ezzel könnyen korrigálni lehet a relációt.

Még egy dolgot érdemes megemlíteni. Volt már szó a Barnes—Evans-relációról, amelyből meg lehet kapni a cefeidák abszolút fényességét. Ennek a módszernek az az előnye, hogy *független a nyílthalmazok távolságától, és lényegében az intersztelláris vörösödéstől és a kettősségtől is.* A Barnes—Evans-reláció szerint viszont a cefeidák fényesebbek, mint eddig feltételeztük. Ezt támasztja alá az is, hogy a Hyadok távolságmodulusát (ami a nyílthalmazok távolságának, és így a P—L—C-reláció zéruspontjának is az alapja) valószínűleg növelni kell $0^m,25$-val. Ebben az esetben viszont megváltozik a Galaxison belüli távolságskála is, mégpedig növekszik. Így elképzelhető, hogy a Tejútrendszer nagyobb, mint eddig gondoltuk . . .

A cefeidák és a csillagfejlődés

A cefeida jellegű változások időszaka elenyészően rövid ideig tart a csillag teljes élettartamához képest. Éppen ezért a cefeidák igen jól használhatók *kormeghatározásra* is (a nyílthalmazok korának ellenőrzése például a bennük található cefeidák segítségével történik). Ehhez természetesen meg kell határozni, hogy *milyen csillagok mely körülmények között válnak cefeida változóvá.* A csillagfejlődés elméleti modellezése ma, a nagy teljesítményű számítógépek korában — némi túlzással — rutinjellegű feladatnak számít.

Közismert tény, hogy a csillagok a leghosszabb ideig a *fősorozaton* találhatók, s itt tömegük szerint rendeződve helyezkednek el. Minél nagyobb a csillag tömege, annál feljebb található a fősorozaton, azaz annál nagyobb luminozitással sugároz. A tömeg és a luminozitás között fennálló összefüggésből viszont az következik, hogy a nagyobb tömegű csillagok sokkal gyorsabban használják fel a belsejükben levő nukleáris „üzemanyagot" (a fősorozaton a hidrogén héliummá való átalakulása

szolgál a csillag energiaforrásául). Az *5. ábrából* látható, hogy a kis tömegű csillagok még javában a fősorozat alsó végén tartózkodnak, amikor a fényesebb fősorozati csillagok már elfejlődnek: minél öregebb egy halmaz, annál lejjebb kerül a fősorozatról, „elkanyarodó" ág.

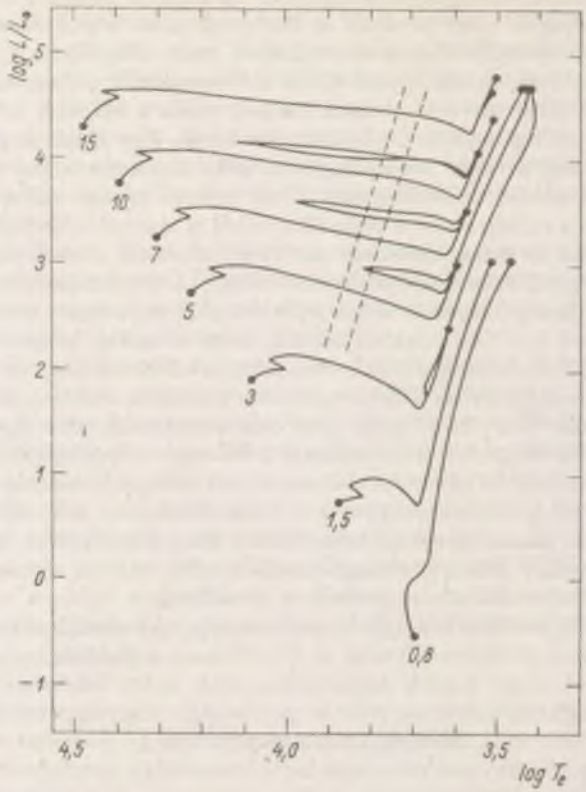
A hosszú ideig tartó fősorozati állapot után, a magbeli hidrogén kiégésekor, a csillag a *vörös óriás állapotba* kerül. Egy B színképtípusú fősorozati csillag a vörös óriás állapotba való átmenete során áthalad az *instabilitási sávon*, miközben egy ideig *cefeida típusú változóvá* válik. Időről időre a csillag a vörös óriás állapotból is kimozdul, és fejlődési útja ismét áthalad az instabilitási sávon. Az áthaladások száma elsősorban a csillag tömegétől és kémiai összetételétől függ. A különböző tömegű csillagokra vonatkozó, fősorozat utáni fejlődési utak a *8. ábrán* láthatók.

Az elméleti fejlődési utakból látszik, hogy a csillag közel *vízszintesen* (közel állandó fényességgel) halad át az instabilitási sávon. Az *5. ábrából* viszont kitűnik, hogy az *állandó periódus vonalai* a vízszinteshez képest szöget zárnak be. (Az állandó periódus vonalainak léte egyébként a P—L—C-összefüggésből is következik.) Ha egy csillag balról jobbra halad át az instabilitási sávon, *periódusa nő*, mivel az áthaladáskor az egyre hosszabb periódusok vonalait metszi. Hasonlóképpen, ha e sáv metszése jobbról balra, azaz a növekvő hőmérséklet irányába történik, a periódus csökken. Amikor tehát a csillagfejlődés következtében egy cefeida áthalad az instabilitási sávon, *periódusa is változik*.

A legutóbbi években sikerült kimutatni, hogy a cefeidáknál megfigyelhető folytonos periódusváltozás jó közelítéssel *a fejlődés során várható értéknek* felel meg! Ennek kimutatása csak azért lehetséges, mert a periódus meghatározásának relatív pontossága nagyságrendekkel meghaladja bármely más, mérhető fizikai paraméterét. A periódus milliomodnyi (sőt még kisebb) megváltozása kellő hosszúságú megfigyelési sorozat alapján jól kimutatható, míg a csillag színe vagy fényváltozási amplitúdója néhány évtized alatt sem változik meg a jelenlegi technikával érzékelhető módon.

A *9. ábra* a periódusváltozás meghatározására szolgáló ún. *O—C-diagramot* mutatja a cefeidák „prototípusára", a δ Cepheire vonatkozóan. Az *O—C*-diagram lényege a következő: az *O* az adott jelenség (például fénymaximum) *megfigyelt* (obszervált), *C* pedig a *számított* (kalkulált) bekövetkezésének időpontja, az *O—C*-érték tehát a megfigyelt és számított időpontok közötti eltérést jelenti.

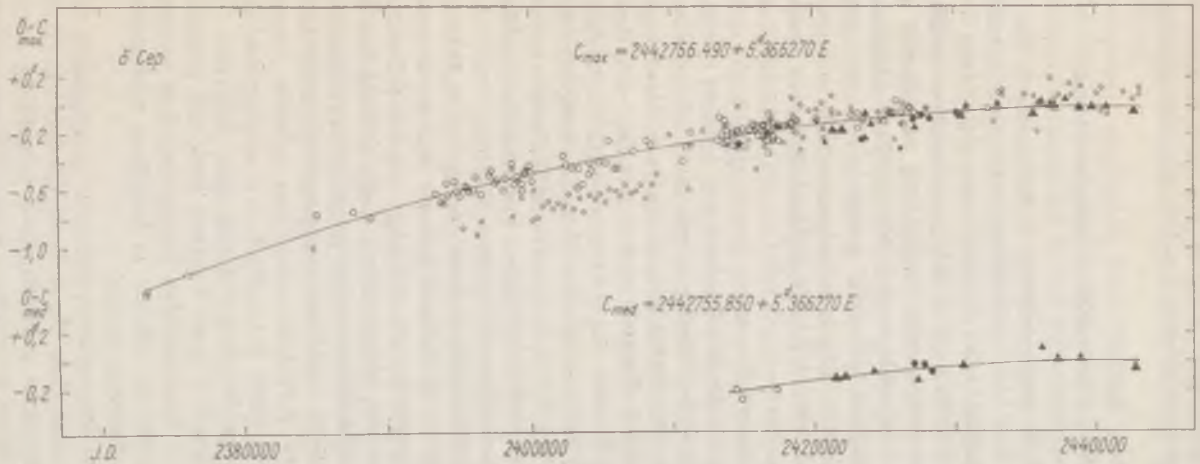
Ha az *O—C*-különbség az időben monoton függvény, ez a periódus folyamatos változásának felel meg. A δ Cephei parabolikus *O—C*-diagramja a periódus csökkenésére utal, tehát a csillag jobbról balra halad át az instabilitási sávon. Meghatározható a csökkenés mértéke is: a periódus tízévenként egy másodperccel rövidül. Nagyszámú cefeida *O—C*-diagramjának vizsgálata alapján megállapítható volt, hogy mind a



8. ábra. A fősorozat utáni fejlődési utak. A szaggatott vonal jelöli az instabilitási sávot. A fősorozatról való letérésnél található szám a csillag tömegét jelöli naptömeg egységben

megfigyelhető periódusváltozás mértéke, mind pedig a folyamatos periódusváltozást mutató cefeidák gyakorisága összhangban van a csillagfejlődési elmélet által előírt értékkel. A cefeidák tehát a „szemünk láttára" fejlődnek.

A csillagfejlődési elmélet alapján *a cefeidák életkora* is meghatározható: e csillagok *néhányszor tízmillió évesek* (itt is tapasztalható a periódustól való függés). „Fiatalságuk" révén a cefeidák igen jó spirálkar-indikátoroknak is bizonyultak. A leghosszabb periódusú cefeidák ($P > 15$ nap), melyek egyúttal a legfiatalabbak is, még alig távolodtak el születési



9. ábra. A δ Cephei O—C-diagramja. A felső görbe a fénymaximumra, az alsó a felszállóág közepére vonatkozik

helyüktől, ezért jól kirajzolják a galaktikus spirálkarok helyét — tőlünk olyan nagy távolságban is, ahol ez a nyílthalmazok segítségével már nem tehető meg.

Ami a harmadik évszázadra marad

A cefeida változóknál megfigyelhető szabályosságok és összefüggések ismertetése után rá kell térni néhány olyan kérdés ismertetésére, mely a cefeidákkal kapcsolatban mind ez idáig nincs megoldva.

A Kis Magellán-felhőben és a Tejútrendszerben található cefeidák tulajdonságait összevetve — mint említettük — kiderült, hogy *alapvető különbségek vannak a két csillagrendszerben található cefeida változók között.* A Kis Magellán-felhőbeli cefeidák periódus szerinti gyakoriságának maximuma 3 napnál van, míg a mi galaxisunkban a leggyakoribb periódusérték 7—8 nap körüli. A Kis Magellán-felhő rövid periódusú cefeidái nemcsak gyakoriságukban múlják felül a tejútrendszerbeli megfelelőiket, hanem fényváltozásuk amplitúdója is jóval nagyobb. Sőt a Kis Magellán-felhőben található cefeidák $B—V$ színindexe egy-két tizedmagnitúdóval kékebb az ugyanolyan periódusú galaktikus cefeidákéhoz képest.

Bár az imént felsorolt eltérések indoklására több elgondolás is született, egyik sem kielégítő. Említést érdemel viszont még egy különbség a két rendszer cefeidái között: míg a Tejútrendszerben több mint tíz többszörös periódusú cefeida ismert, a Kis Magellán-felhőben eddig egyet sem sikerült felfedezni. Azonkívül, hogy ezt a különbséget sem sikerült megmagyarázni, a cefeidákkal kapcsolatos kutatásokban a legtöbb nyitott kérdés *a többszörös periódusú csillagokhoz* fűződik.

A többszörös periódusú (másképpen nevezve többmódusú vagy beat-) cefeidák létezését P. T. Oosterhoff ismerte fel. Az ilyen csillagokat a fotoelektromos fénygörbe pontjainak nagy szórása jellemzi. Az észlelési adatok perióduselemzése megmutatta, hogy *a fénygörbe két összetevőperiódus egymásra rakódásaként (szuperpozíciójaként) magyarázható.* A két periódus egyidejű létét a radiálissebesség-mérések is alátámasztják.

A 2—4 nap közötti periódusú galaktikus cefeidák mintegy *harmada* többszörös periódusú! Ezért is meglepő az a megfigyelési tény, hogy az extragalaxisokban egyetlen beat-cefeidát sem ismerünk (pedig a Kis Magellán-felhőben éppen a fenti határok közé eső periódusú cefeidák a leggyakoribbak)! A beat-cefeidák fénygörbéjének szórása meghaladhatja a 0^m5-t is, ezért ha másutt is lennének többszörös periódusú cefeidák, ki lehetne mutatni azokat.

A beat-cefeidákkal kapcsolatos legújabb megfigyelési tény, hogy a fénymaximum ideje alatt *erős $H\alpha$-emisszió* jelentkezik. (Korábban említettük, hogy a klasszikus cefeidáknál a felszállóág idején kalcium-emisszió léphet fel.) Mivel az emissziós vonal léte *anyagkiáramlásra* utal,

a jelenséget hidrogénben gazdag csillagszéllel próbálják magyarázni, ami (a hidrogénveszteség miatt) a csillag légkörében egyúttal héliumfeldúsulást is eredményez.

A Tejútrendszerben megfigyelt beat-cefeidák periódusa 1 és 7 nap közé esik. A kétféle lüktetési periódus (egy csillag kivételével) a radiálisan pulzáló csillag *alaprezgésének* és *első felharmonikusának* periódusával azonosítható, mivel a megfigyelt periódusarány (0,7) megegyezik az e két rezgésre elméletileg kapott értékkel.

A többszörös periódusú cefeidák egyik jelentősége abban rejlik, hogy a (könnyen meghatározható) periódusok ismeretében *kiszámítható a csillag sugara és tömege.* Az így kapott tömegérték azonban jelentősen kisebb a csillagfejlődési elméletből kapott tömegnél. Ez utóbbit tartva megbízhatóbbnak, az eltérés okát a beat-cefeidák nem kielégítő modelljeiben kell keresnünk. Arra sincs még kielégítő válasz, hogy miért éppen az imént említett periódustartományban jelentkeznek a Galaxis többszörös periódusú cefeidái.

A cefeidákkal kapcsolatban még számos tisztázatlan kérdést lehetne megemlíteni. Ilyen például, hogy miért léteznek az instabilitási sávban *nem pulzáló csillagok* is. Minthogy a pulzáció elsősorban a csillaglégkör ionizált héliumot tartalmazó zónájának köszönheti tartós fennmaradását, az állandó fényű csillagok létezése kapcsán szükség lehet a *héliumban szegény légkörű* csillagokra vonatkozó modellek kidolgozására is. Ugyancsak újkeletű kérdés a *mágneses tér szerepe,* mert létét már kimutatták néhány cefeida légkörében.

A cefeidákat a csillagászatban tehát rendkívül sokoldalúan lehet felhasználni: távolságmeghatározásra alkalmasak, korjelzők, segítségükkel ellenőrizni lehet a csillagfejlődési és a pulzációelméletet is. A tömeg meghatározása is lehetséges e csillagoknál, ami a megfigyelések alapján korábban csak kettőscsillagok esetében volt elvégezhető.

Noha e változók természetéről kialakult kép alapvetően helyes, a még megoldatlan kérdések miatt a cefeidák az elkövetkező évtizedekben is előreláthatólag az asztrofizika és a kozmológia divatos objektumai maradnak.

SUREK GYÖRGY
ELTE Csillagászati Tanszék

KÖLCSÖNHATÓ GALAXISOK

Két (vagy több) galaxist akkor nevezünk kölcsönhatónak, mikor egymástól mért viszonylag kis távolságuk következtében erősen befolyásolják egymást. Tanulmányozásuk fontos szerepet játszik a csillagrendszerek egyedi tulajdonságainak, de talán az egész Univerzum szerkezetének megismerésében is. Halton C. Arp, aki ezeknek a (mint a későbbiekben mi is látni fogjuk) furcsa objektumoknak egyik legjobb ismerője, egy atlaszt készített, amelyben sok példát hozott fel a kölcsönható galaxisokra is. Ennek előszavában tömören és nagyon jól foglalta össze fontosságukat:

„. . . *ha laboratóriumban analizálhatnánk galaxisokat, akkor deformálnánk, ütköztetnénk őket. Mindezt azzal a céllal tennénk, hogy felfedjük sajátosságaikat. Az atlaszban bemutatott galaxisok különleges tulajdonságai föltehetően elsősorban perturbációk, deformációk és kölcsönhatások nyomán alakultak ki. Ezeket megvizsgálva a valódi galaxisok természetét ismerhetjük meg, amelyek túl messze vannak ahhoz, hogy kísérletezhessünk rajtuk.*"

Mindez kitűnően megmagyarázza, hogy bár a kölcsönható rendszerekben található galaxisok száma az összes galaxiséhoz képest kicsi, mégis rendkívül nagy figyelmet fordítanak rájuk.

Látszólagos vagy fizikai kapcsolat?

Ha a galaxisok eloszlását vizsgáljuk az égen, azt találjuk, hogy sok esetben *az átlagosnál lényegesen közelebb látszanak egymáshoz.* Ez természetesen nem jelenti azt, hogy a valóságban is szomszédok lennének, hiszen lehet, hogy tőlünk mért távolságuk lényegesen különböző, csak éppen egy irányban látszanak.

1937-ben E. Holmberg publikált egy katalógust, amelyben 827 ilyen, egymáshoz közel látszó kettős, illetve többszörös galaxiscsoportocska

adatai találhatók. A „közelséget" azzal definiálta, hogy a két galaxis s szögtávolsága kisebb vagy egyenlő-e látszó szögátmérőik összegének kétszeresénél:

$$s \leq 2(A_1 + A_2). \tag{1}$$

Vizsgálatai az égbolt 52%-át fedték le, s a 16^m-nál fényesebb galaxisokat vették figyelembe. Így azt találta, hogy *55 000 galaxis között látszólag 695 pár és 132 több tagból álló rendszer volt.*

Még 1919-ben Pólya György, magyar matematikus számolta ki, hogy ha egy gömbön véletlenszerűen osztunk el n darab pontot, akkor annak valószínűsége, hogy az $n+1$-edik (ugyancsak véletlenszerűen kitűzött) pont a gömb középpontjából nézve az előzők egyikének sem csik az S szögsugarú környezetén belül:

$$p(n, S) = \cos^{-n}(S/2). \tag{2}$$

Ennek alapján meghatározható, hogy (a galaxisok véletlen eloszlását feltételezve az égen) mennyi az egymástól S szögtávolságra vagy még közelebb látszó galaxisok várható száma négyzetfokonként (N_2):

$$N_2(N_1, S) = \pi N_1^2 S^2/2. \tag{3}$$

Itt N_1 az összes látszó galaxisok száma négyzetfokonként. Ez a becslés azt mutatja, hogy a Holmberg által vizsgált mintában mindössze 42 pár szerepelhetne, ha csak a véletlen egybeesés miatt látszanának egymás mellett! Így levonhatjuk azt a következtetést, hogy a maradékot (94%) valódi, tehát *fizikai kapcsolatban levő*, térben is egymáshoz közeli párok alkotják.*

Bár Holmberg néhány galaxisáról azóta kiderült, hogy valójában csillag, s csak a rossz minőségű felvétel mutatta galaxisnak őket, a fenti becslés pontos adatokkal is helytálló. Ugyanakkor igazi az is, hogy *a valódi párok aránya csökken*, ha halványabb objektumokat is figyelembe veszünk. Ha például $18^m_{,}5$ a határ, akkor a fizikailag kapcsolódó párok az összes pároknak már csak 20%-át teszi ki, de ez (az összes galaxis számának rohamos növekedése miatt) mégis egyre nagyobb számot jelent.

E rövid statisztikai meggondolás is azt mutatja, hogy jelentős számban találhatunk olyan galaxisokat, amelyek a térben egymáshoz közel

* Tekintve, hogy a galaxisok eloszlása a valóságban nem teljesen véletlenszerű — galaxishalmazokba, szuperhalmazokba tartozik legtöbbjük —, a valódi párok aránya ennél valamivel bizonyára kisebb kell hogy legyen!

vannak, s így hatást gyakorolhatnak egymásra. Tehát keresésük nem reménytelen, és mint később látni fogjuk, sok külső jellel el is árulják magukat.

Megfigyelt tulajdonságok

Az a szembeszökő jelenség, hogy néhány, az égen egymáshoz közel fekvő galaxis *alakja torzult*, hogy közöttük *fénylő áthidalásokat* láthatunk, s hogy *szalagszerű nyúlványok* indulnak ki belőlük, az ezek elhelyezkedésében mutatkozó szimmetriák *(1. ábra)*, valamint az a tény, hogy főleg a galaxisok egymástól távol eső részein találhatók — azt jelentheti számunkra, hogy ezekben az esetekben valódi fizikai kapcsolat jeleit látjuk. Valóban, ez többnyire minden kétséget kizáróan bizonyítható is. De már a puszta látvány is annyira meggyőző, hogy a kölcsönható galaxisok kutatásának kezdetén (ami lényegében az ötvenes években a Palomar-atlasz kiadásának idejére tehető) szinte csak ezek a hidak és nyúlványok voltak a fizikai kapcsolat kritériumai.

1. ábra. Az „Antenná"-nak is nevezett (NGC 4038/39 vagy VV245 jelű) kölcsönható rendszer

Katalogizálásukat is úgy kezdte B. A. Voroncov-Veljaminov 1959-ben, hogy átnézte a Palomar-atlaszt, és az abban látható torz galaxisokat kigyűjtötte. A katalógus egy-egy objektumára vonatkozó hivatkozáskor a készítő nevéből eredő VV után egy sorszám szerepel (például VV 172, ami a 172. galaxissal kezdődő csoportot jelenti — jelen esetben egy öt galaxisból álló láncot). Másik, számos példát tartalmazó összeállítás az Arp által 1966-ban kiadott, s a bevezetőben már idézett „Különleges galaxisok atlasza" (Atlas of Peculiar Galaxies) című munka.

A torzulás, összeköttetés szerkezete sokszor *szálas, szalagszerű képet* mutat. Anyagukat tekintve általában kijelenthetjük, hogy e hidak „galaxisanyagból" — azaz *csillagokból és intersztelláris anyagból* állnak. Megfigyelhető egyébként, hogy *felületi fényességük kisebb*, mint a galaxisé, sőt színképi tulajdonságaik is eltérhetnek a csillagrendszerétől. Gyakran előfordul, hogy áthidalás és „csóva" egyszerre lép fel — úgy, hogy az összekötő anyaghíd fényessége kisebb a kinyúló filamentumokénál. Ezt is megfigyelhetjük az *1. ábrán.*

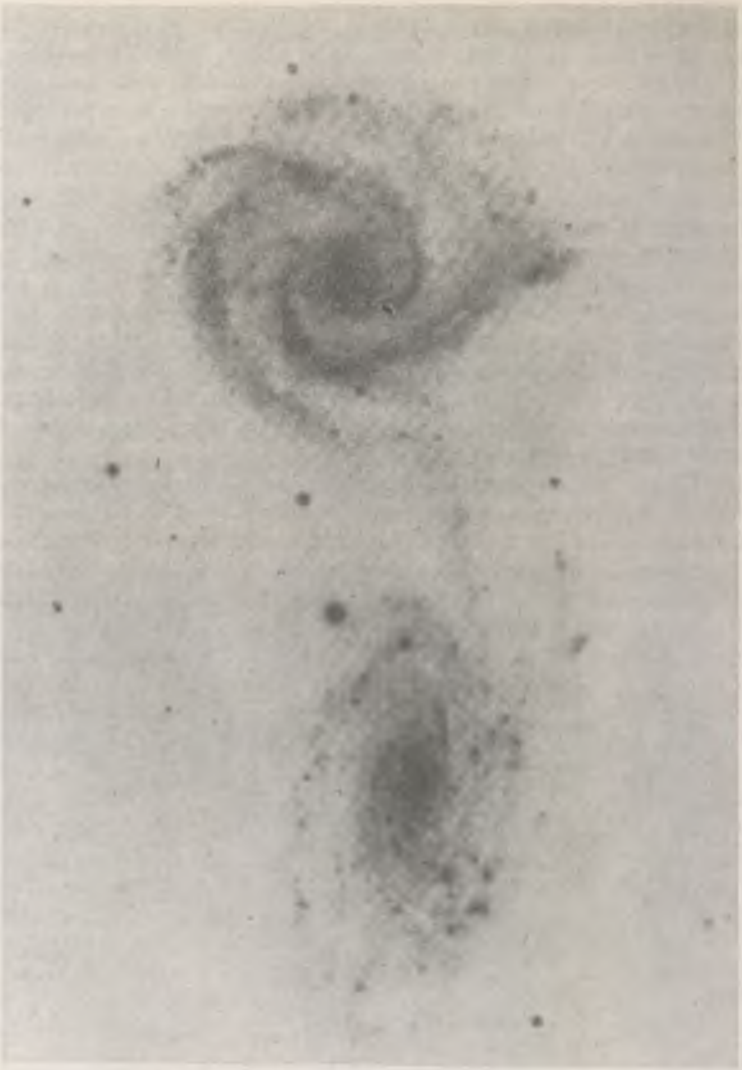
Formájukat tekintve azt tapasztaljuk, hogy kölcsönhatásban *a legkülönbözőbb morfológiai típusú galaxisok* vehetnek részt — már amennyire a torzulás miatt az egyes tagokat be lehet sorolni ilyen osztályokba [2]. Az összefüggő rendszereket, párokat azonban már semmilyen átfogó alaktani rendszerbe nem tudjuk beilleszteni. Csak néhány, erre a témára vonatkozó általános megjegyzést tudunk tenni, azt is főleg azokban az esetekben, mikor a kapcsolódó galaxisok egyike (vagy ezek közül esetleg több is) *spirális szerkezetet* mutat.

Két spirálnál az összekötő híd *a karok meghosszabbításaként* jelentkezik. Jól mutatja ezt a *2. ábrán* látható NGC 5426 és 5427 (vagy másképp VV 21) katalógusszámú kölcsönható pár. A karok csavarodási iránya lehet egyező vagy ellentétes.

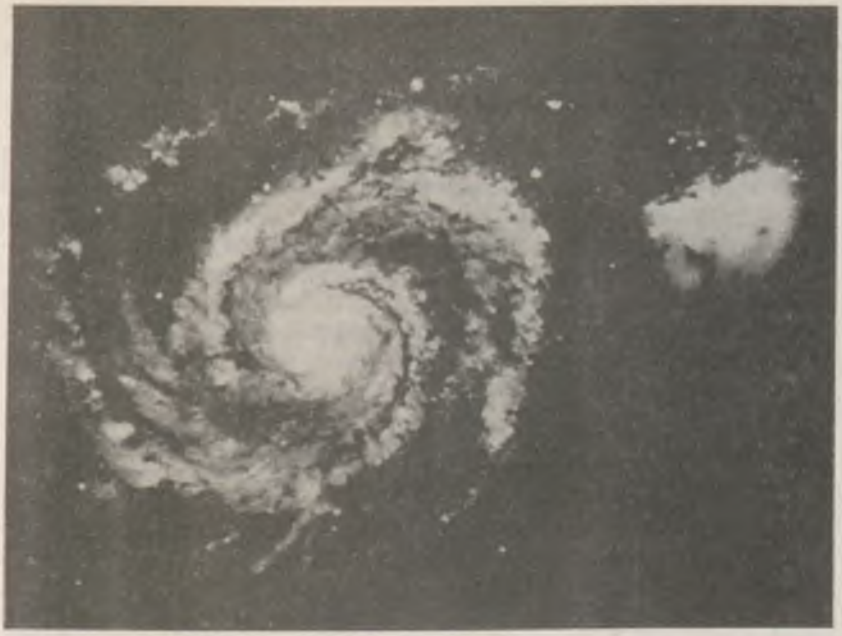
Sokszor előfordul, hogy a pár egyik tagja viszonylag nagy méretű spirál, míg a másik, *a kísérő lényegesen kisebb;* az utóbbi lényegében bármilyen típusú extragalaxis lehet. Ezekben a rendszerekben a kísérő „fiókgalaxis" szinte mindig *a nagyobbik egyik karjának végén* vagy annak közelében található. A legszebb példát erre a Vadászebek csillagképben található — sokak által bizonyára jól ismert — Örvényköd, az M 51 és NGC5195 jelű társa mutatja *(3. ábra)*. Az ilyen esetekben megfigyelhető másik spirálkar általában a kísérővel ellentétes irányban helyezkedik el.

Távolságmérés — a kölcsönhatás bizonyítéka

A kölcsönhatás fenti, látványos megjelenési formái ellenére, a tényleges fizikai kapcsolat kimutatásához további bizonyítékokra van szükség. Legbiztosabb, ha meghatározzuk *a tagok tőlünk mért távolságát*, mert így



2. ábra. Az NGC 5426/27. A spirálkarok egymás folytatásai. A szomszédságtól eltekintve mindkét galaxis teljesen „normális"



3. ábra. Az M 51 és az NGC 5195. Számos hasonló rendszer legtipikusabb képviselője

a két (vagy több) objektum szögtávolságának ismeretében kiszámíthatjuk *egymástól mért valódi, térbeli távolságukat is!* Ha ezaz érték a galaxisok méretének nagyságrendjébe esik, akkor minden kétséget kizáróan elfogadhatjuk a kölcsönhatás gondolatát.

Az extragalaxisok világában a távolságmérés azonban nem olyan egyszerű dolog. Míg a hozzánk viszonylag közel levő csillagvárosok távolsága több módszerrel is mérhető, addig a távolabbiakét az esetek zömében már csak a Hubble-törvényre alapozva határozhatjuk meg [1]. Nem véletlen tehát, hogy a „kölcsönhatásra gyanús" galaxisok kutatásában a színképvonalak eltolódásának mérése központi helyet foglal el. Ezek a vizsgálatok általában igazolják is a fizikai kapcsolatot, azonban néhány párnál, illetve több tagból álló rendszernél meglepő eredményre vezettek. Mégpedig arra, hogy egyes, formájukat tekintve *kölcsönhatónak* látszó galaxisok színképében *lényegesen eltérő vöröseltolódást* sikerült kimutatni [5].

Ha a színképvonalak eltolódását a Doppler-effektus alapján értelmezzük, nagy (olykor tizenhatszoros) eltérést kapunk a rendszer tagjainak

távolodási sebességére. Így (ha elismerjük a Hubble-törvény helyességét) ezek a galaxisok nem lehetnének térben közel egymáshoz. Ez a megoldhatatlannak tűnő ellentmondás vezetett sokakat arra a következtetésre, hogy a vöröseltolódás *egyértelműen kozmológiai* értelmezése vitatható . . .

A kölcsönható galaxisok itt röviden összefoglalt, s a megfigyelésekből megismert tulajdonságainak magyarázatára lényegében két, egymással teljesen ellenkező elmélet alakult ki. Az egyik a karok, nyúlványok és filamentek kialakulását egymást erősen megközelítő, esetleg *ütköző* galaxisok között a kölcsönös tömegvonzás következtében fellépő *árapály-erőknek* tulajdonítja. A másik szerint a galaxisok magjában végbemenő (számunkra ma még ismeretlen) folyamatok során lezajló *robbanások*, *kilövellések* eredményeként egymástól éppen *elváló*, együtt keletkezett objektumokat láthatunk bennük.

Gravitációs kölcsönhatás

Galaxisok esetében egyáltalán nem látszik valószínűtlennek az, hogy egymást erősen megközelítsék vagy akár ütközzenek! A méretük és a közöttük levő átlagos távolság aránya ugyanis körülbelül 1 : 10—1 : 100, míg például ugyanez az arány Tejútrendszerünk csillagaira 1: 30 000 000 körüli érték. A térbeli mozgásuk során tehát nem ritka eset, hogy galaxisok nagyon közel kerülnek egymáshoz. Ekkor nyilván az átlagosnál erősebb gravitációs kölcsönhatásba kerülnek egymással. Ennek a mechanika törvényei segítségével való leírása azonban komoly matematikai nehézségekbe ütközik, hiszen az anyag zömében csillagok formájában van jelen, és ezek száma egy-egy galaxisban 10^{11} nagyságrendű.

A kölcsönhatás vizsgálatára nyilván az égi mechanikából jól ismert *n-test problémát* kell alkalmaznunk, ami viszont (analitikus formában) még három test esetén sincs általánosan kidolgozva, nemhogy 10^{11} darab testre! Ez volt a legfőbb nehézség, ami a kölcsönható galaxisok kutatásának kezdetén visszariasztotta a csillagászokat a gravitációs galaxisperturbációk pontosabb tanulmányozásától. Bár voltak régen is próbálkozások a folyamat leírására (utalunk itt S. Chandrasekhar nevére, aki már a negyvenes években megkísérelte nyomon követni számításaiban az ilyen eseményeket), de az eredmények nem voltak meggyőző erejűek. Ma már lehetőség van arra, hogy gyors számítógépek segítségével *numerikusan modellezzük* a galaxisok ütközését, illetve azt az esetet, amikor erősen megközelítik egymást.

A. Toomre és J. Toomre 1972-ben tették közzé számításaikat, amelyek segítségével átfogó módon tanulmányozták a kölcsönható galaxisok különböző típusait. Azonban 10^{11} test gravitációs kölcsönhatását még a legnagyobb számítógépeken sem tudjuk figyelemmel kísérni, így természetes, hogy Toomre-éknak is bizonyos *egyszerűsítő feltevéseket* kellett tenniük.

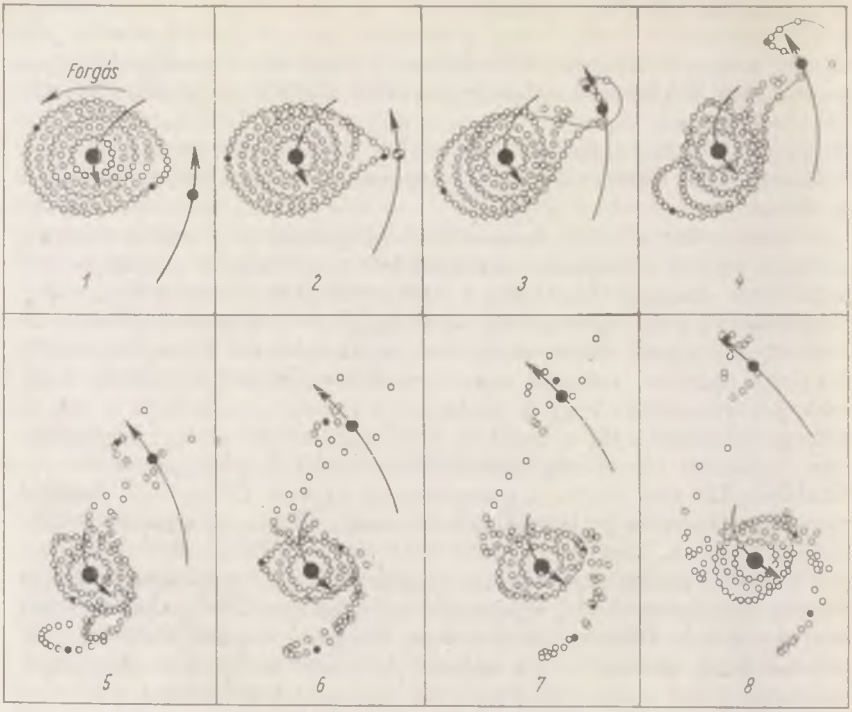
A galaxisokat a kölcsönhatás előtt *korongoknak* tekintették, amelyek közepén egy fő tömegpont található 10^{11} naptömeggel, s amely körül kezdetben *elhanyagolható tömegű próbatestek* keringenek, körpályán, a Kepler-törvényeknek megfelelő sebességgel. E próbatestek gravitációs hatását a központi tömeg mozgására, a kölcsönható galaxispár másik tagjának magjára, valamint egymásra elhanyagolhatónak vették, s így csak azt vizsgálták, hogy a próbatestek miként viselkednek a két fő tömegpont gravitációs mezejében. (Ezt a közelítést az égi mechanikában *korlátozott háromtest-problémának* nevezik.) A próbatestek számát általában 120-nak vették, a galaxiskorong sugarát 15 kpc-nek. Kezdeti vizsgálataik során a perturbáló galaxist csak a fő tömegponttal reprezentálták.

Toomre-ék azokat az eseteket nézték, amikor *a két rendszer erősen megközelíti egymást* (a magok minimális távolsága 20—25 kpc volt a fenti adatok esetén). Változtatták a korong síkjának és a két fő tömegpont pályasíkjának helyzetét, s a kapott „képeket" különböző irányokból „nézték".

Az így nyert eredmények egyike például azt mutatta, hogy ha a kísérő kisebb a korong tömegénél, s az „ütközés" parabolikus sebességgel megy végbe, valamint a korong síkja és a pályasík nem zár be egymással túl nagy szöget, akkor *a korongban spirális struktúra alakul ki, két karral.* Ezek egyike a kísérő felé, a másik pedig az ellenkező irányba mutat (híd és nyúlvány; M 51 típusú eset — *4. ábra*).

A tömegértékek a megközelítési sebesség, valamint a korong- és pályasíkok hajlásszögének változtatása azt eredményezte, hogy *a két „galaxis" közötti híd* és az ellenoldali *csóva* (amely sokszor erőteljesebb, mint maga a híd) az esetek többségében kialakul. A kapott forma érzékeny volt a korong forgásirányára, s spirális szerkezet is sokszor föltűnt a képeken. Ez arra mutat, hogy a galaxisok közti árapály-kölcsönhatás (legalábbis egyik) magyarázata lehet a spirális minta létrejöttének.

Toomre-ék legfontosabb eredménye azonban kétségkívül az, hogy néhány, az égen látható kölcsönható galaxispárhoz hasonló ábrát tudtak produkálni! Így valószínű magyarázatot adhattak azok létrejöttére. Itt most csak két, már az előző *(1., 3.)* ábrákon is bemutatott objektum *modelljének* a képét mutatjuk be *(5—6. ábra)*. Természetesen tökéletes

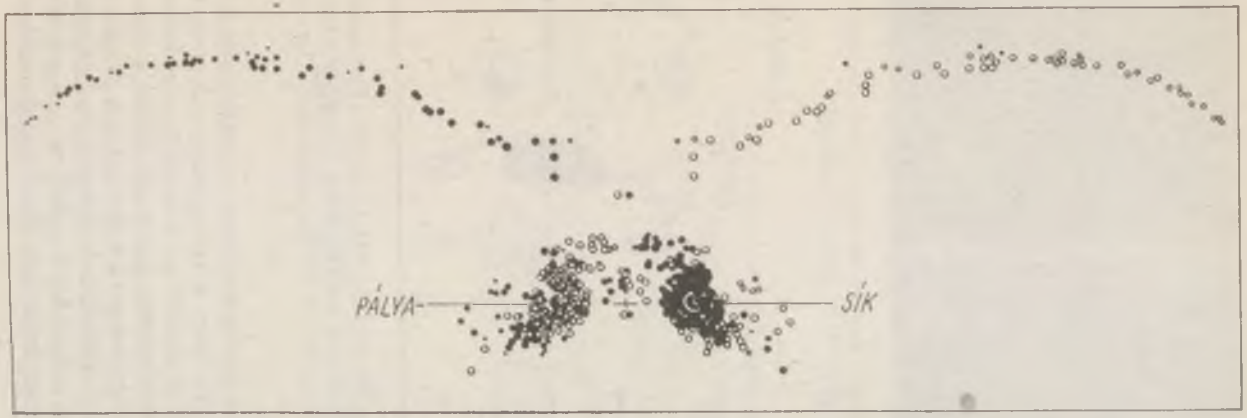


4. ábra. Toomre-ék egy egyszerű modelljének eredménye. A perturbáló galaxis pontszerű, tömege a korong tömegének negyede. Az ütközés parabolikus sebességű és direkt irányú a korong forgásához képest. A számok az időt mutatják 10^8 években (0 a legnagyobb megközelítéskor)

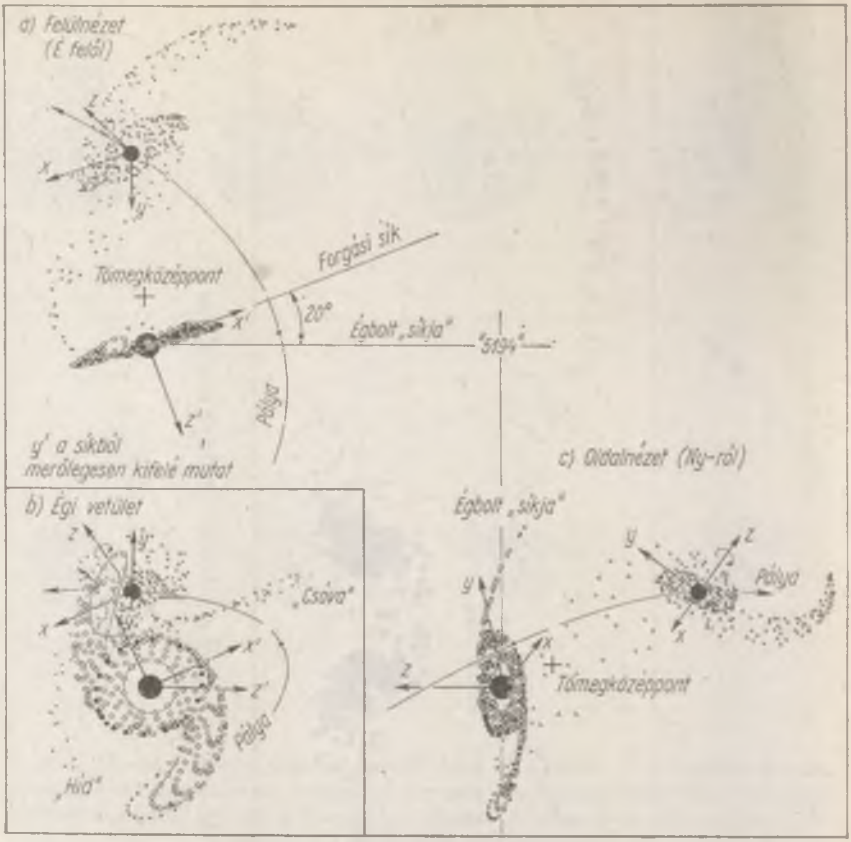
egyezést ilyen erősen egyszerűsített számítások nyomán nehéz lenne elvárni. A képek alapján az olvasóra bízzuk annak eldöntését, hogy vajon a kölcsönhatás magyarázható-e gravitációs erőkkel . . .

A gyűrűgalaxisok

Itt említjük meg a galaxisok egy igen érdekes családját, a gyűrűgalaxisokét. Ezek egy vagy több fénylő maggal rendelkező objektumok, melyeket *fényes gyűrű* vesz körül. Magjuk sok esetben excentrikus elhelyezkedésű. A gyűrű és a mag(ok) közötti részen a felületi fényesség nagyon kicsi.



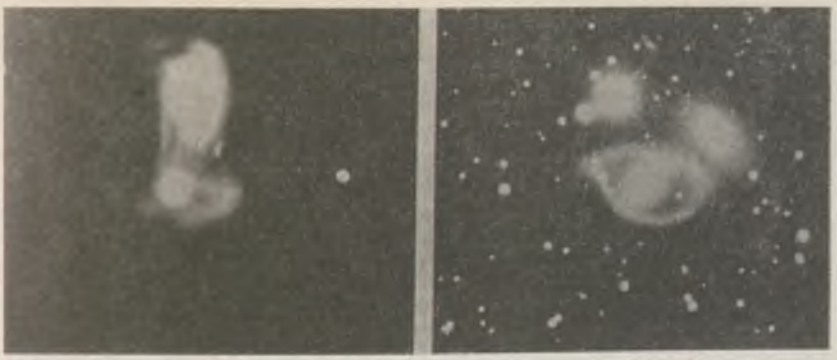
5. ábra. Az 1. ábrán látható „Antenna" novā pár modellképe



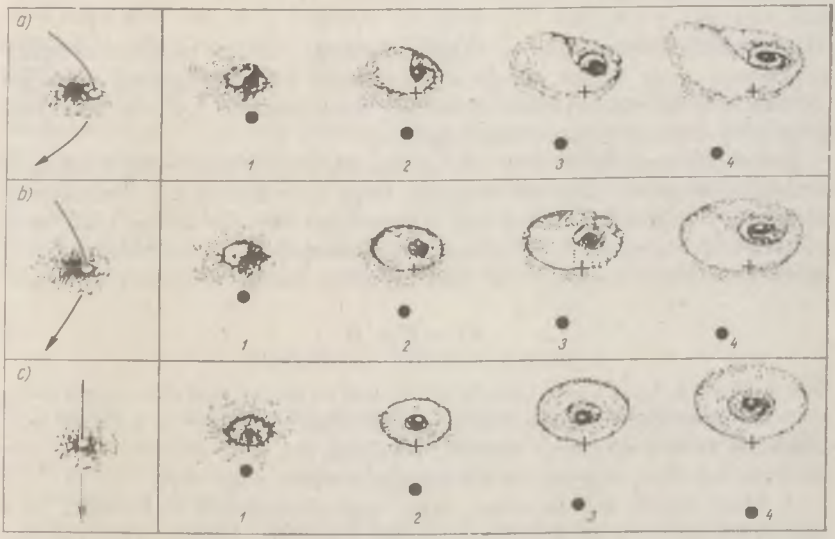
6. ábra. A 3. ábrán látható rendszer (M 51, NGC 5195) modellképének három nézete. A felül levő ábra (a) azt mutatja, amit „északról" látnánk, a jobb oldali (c) pedig azt, amit „nyugatról". A bal alsó ábrán (b) az égre eső vetületet látjuk

Számos ilyen típusú galaxis esetében megfigyelhetünk egy *kísérő galaxist* is, ami azt sugallja, hogy a kölcsönható galaxisok közé tartoznak. Valóban, ha a fentebb elmondott módszerrel úgy modellezzük egy korong és egy kisebb tömeg ütközését, amelynél utóbbi a korong tengelyével párhuzamosan mozog, gyűrűszerű képet kapunk *(7. ábra)*.

A gyűrűgalaxisokról további érdekességek [4]-ben találhatók. Annyit azonban megjegyzünk még, hogy a gyűrű és a mag közötti rész csekély fényességét nemcsak a sugárzást kibocsátó anyag kisebb sűrűsége okozza,



7. ábra. a) Gyűrűgalaxisokról készült fényképek (fent) és b) néhány modellszámítás eredménye (lent)



hanem az is, hogy itt a kisebb anyagsűrűség miatt lelassul a csillagok keletkezésének folyamata. Ez a hatás legalább annyi ideig tart, amíg a kölcsönhatás lezajlik, azaz néhány százmillió évig. Ezalatt a Hertzsprung—Russell-diagram főágának felső része „kiürül" — az itt levő fényes, nagy luminozitású O és B típusú csillagok viszonylag rövid fő-

sorozati élete miatt. (Ez lehet például a magyarázata annak is, hogy a *7b. ábrán* látható párnál a magok közötti tartományból csak a rendszer által kisugárzott energia 38%-a érkezik.)

Kataklizmikus folyamatok

segítségével is próbálják magyarázni, mint ahogy arról már fentebb szóltunk, a kölcsönható galaxisok létét. Itt elsősorban V. A. Ambarcumjan nevét kell megemlítenünk, aki az ötvenes években számos csillag- és galaxistársulás dinamikai vizsgálatából arra a következtetésre jutott, hogy ezek *instabil képződmények*. Ebből rögtön adódik az „együtt keletkezés" gondolata. Mielőtt azonban ennek részletesebb tárgyalásába kezdenénk, nézzük meg az egymással gravitációs kölcsönhatásban levő galaxiscsoportok stabilitásának kérdését.

A stabilitás feltételei

Ha egy galaxiscsoportban a tagok sebessége, illetve *mozgási energiája* túlságosan nagy ahhoz, hogy a gravitációs kölcsönhatásból származó *„kötési" erő* összetartsa őket, akkor egy ilyen rendszer nyilván felbomlik, ellenkező esetben viszont összehúzódik.

A stabil állapot feltételeit mechanikai törvények segítségével könnyen meghatározhatjuk. Így azt kapjuk, hogy gravitációs kölcsönhatásban álló testek csoportja akkor van stacionárius (stabil) állapotban, ha *az összes kinetikai energia (V) kétszereséhez hozzáadva a kölcsönhatásból származó potenciális energiát (E, ami negatív), nullát kapunk eredményül:*

$$2V + E = 0. \qquad (4)$$

Ezt a tételt a mechanikában *viriáltételnek* nevezik. Instabil csoportokra, ha azok szétszóródnak, az összeg *pozitív*. Egy rendszerben a tagok pozíciójának és sebességének mérése, továbbá tömegük becslése után meg tudjuk mondani, hogy az adott állapot stabil-e vagy sem.

A tétel másik alkalmazása, hogy egy rendszerről feltesszük, hogy stabil, és így a viriáltételből, valamint a pozíció- és sebességmérésekből meghatározhatjuk a rendszer össztömegét, amit *viriáltömegnek* nevezünk. A galaxisok — mint az jól ismert — általában halmazokban találhatók, és sok, a csillagok egyik jellegzetes társulási típusához, az ún. gömbhalmazokhoz hasonló alakú galaxishalmazt is láthatunk az égen. Ezek alakjából nyilvánvalónak látszik, hogy stabil képződmények, s így tömegük a viriáltételből számolható ki. Azonban a tagok becsült

tömegének összege számos halmaz esetében lényegesen *kisebb*, mint a viriáltömeg. A különbözetet szokták „*hiányzó vagy rejtett tömeg*" néven emlegetni.

Hogy ez a hiány valóban létező jellemző-e avagy sem, az az egész Univerzum szerkezetéről alkotott képünket is befolyásolja! A kölcsönható galaxisokból álló kisebb csoportok, láncok vizsgálata segítséget nyújthat e probléma megoldásához. Például a *2. ábrán* látható galaxispár relatív sebessége, valamint a rotációs görbék kiméréséből származtatható tömegek olyanok, hogy nincsen szükség rejtett tömegre ahhoz, hogy a rendszer kötött legyen. Vannak azonban olyan láncok és csoportok, amelyek nagy pozitív energiával rendelkeznek, és így (ha a hiányzó tömegtől eltekintünk) feltehetően *instabil* képződmények. Ez pontosan azt jelenti, hogy néhány százmillió év alatt általában fel kell bomlaniuk. (Annak a valószínűsége ugyanis, hogy több galaxis egyszerre találkozzon össze, rendkívül csekély.)

Ez volt az az érv, ami Ambarcumjant arra az elképzelésre vezette, hogy itt egy anyagalaxisból kataklizmikus folyamatok révén kidobott objektumokról van szó. Szerinte léteznie kell egy, az anyag általunk ismert állapotait megelőző „presztelláris" állapotnak, amelyből a közönséges anyag robbanások folyamán keletkezett.

Felvetődik a kérdés: vajon szakítsunk-e több esetben is jól bevált törvényeinkkel, mielőtt még néhány eléggé bizonytalannak tűnő megfigyelési tényt alaposabban ellenőriznénk? Természetes, hogy a probléma mellett nem mehetünk el szó nélkül; nem vethetjük el rögtön annak lehetőségét, hogy itt valóban mai tudásunk segítségével megmagyarázhatatlan jelenséggel állunk szemben. De biztos érvek hiányában hagyományos fizikánkat sem adhatjuk fel. Újabb és újabb észlelésekre van tehát szükség.

Rendellenes galaxiscsoportok

Mint láttuk, a *gravitációs kölcsönhatást* feltételező elmélet Toomre-ék szerint magyarázatot adhat a galaxisok között nagy számban előforduló spirálrendszerek kialakulására, vagy legalábbis az egyik okra, ami ilyen struktúrákhoz vezethet.

Arp a kísérőgalaxisokkal együtt látható spiráloknál a *robbanásos elmélettel* próbálta megmagyarázni a karok eredetét. Úgy gondolta, hogy egy-egy robbanás során a magból hatalmas mennyiségű anyag lép ki, amelyeket mi karokként észlelünk, mivel a kilövellő anyag a differenciális rotáció következtében „felcsavarodik". A karok végén levő társgalaxis pedig egy nagyobb, kidobott anyagcsomó lenne. Elméletét olyan észlelésekkel próbálta alátámasztani, mikor nemcsak egy kísérőt láthatunk, hanem egy kétkarú spirálgalaxis mindkét karjának végén megfigyelhetünk egyet-

egyet. Ezekben az esetekben azonban az egyik kísérő képe a fotólemezeken annyira bizonytalan, hogy inkább megfigyelési hibának tűnnek, mint az Arp által javasolt elmélet bizonyítékainak.

Itt ismét szólnunk kell azokról a már említett galaxiscsoportokról, amelyekben a tagok vöröseltolódásából származtatott távolsági sebességek lényegesen különbözőek. Ez ugyanis a Hubble-törvény értelmében azt jelentené, hogy ezek nagyon különböző (kozmológiai) távolságra vannak a Galaxistól. Arp és B. Madore számos példája szerint egy nagyobb galaxis körül általában egy vagy több kísérő található, melyek vöröseltolódása sokkal nagyobb a fő galaxisénál. Ugyanakkor azonban a közöttük levő *fizikai kapcsolatot* (fénylő áthidalások formájában) megfigyelték! A *8. ábrán* például a nagy galaxis vöröseltolódásából számolt távolodási sebesség 8700 km/s, míg a mellette látható kísérőé 16 900 km/s.

Az Arp és Madore által felhozott példák mindegyike olyan, hogy *a „fióka" vörösödése volt a nagyobb.* Ebből Arp azt az általános következtetést vonja le, hogy ez mindig így van, s ezek alapján kapcsolatot lát az ilyen kis kísérőgalaxisok és a szintén nagy vöröseltolódású *kvazárok* között,

8. ábra. Eltérő vöröseltolódású galaxispár. A nagy távolodási sebessége 8700 km/s-nak, míg a kicsié 16 900 km/s-nak adódik a Hubble-törvény alapján

amelyek — szerinte — szintén galaxisokhoz kapcsolhatók. Azt állítja, hogy a vöröseltolódás ezen esetekben *nemkozmológiai eredetű*, hanem a galaxismagból kilökődött anyag fiatal voltának jeleként kell felfognunk azt. Nem szabad azonban figyelmen kívül hagynunk, hogy a fenti objektumok pontos, minden észlelhető tulajdonságát figyelembe vevő megfigyelése még nem történt meg, továbbá azt, hogy a kölcsönhatást sejtető áthidalások valójában tényleg csak sejthetők, s eredhetnek akár fotográfiai effektusokból is . . .

A galaxisláncok között is megfigyeltek egyébként olyanokat, amikor az egyik tag színképvonalainak vöröseltolódása nagy, míg a többieké kisebb. Ilyen például a *VV 172* jelű lánc. Itt az egyik galaxis távolodási sebességére 36 880 km/s-ot, míg a többi négyére közel egyező, 21 000 km/s-os értéket kaptak. Hasonló az ún. *Seyfert-szextett* esete is, ahol egy kivételével 4400 km/s körüli sebességeket találtak, míg a sorból „kilógó" tag 20 000 km/s-os sebességű. Bár az ezekről készült felvételek látványa alapján a kölcsönhatás szintén gyanítható, mégis, az alaposabb mérések nyomán ma már széles körben elfogadott az a nézet, hogy e két objektumnál csak az éggömbön való véletlen egybeesésről, látszólagos kapcsolatról van szó.

Az ilyen erősen eltérő vöröseltolódású fajokat magába foglaló csoportok egyik leghíresebb képviselője a *Stephan-kvintett* néven ismert, öt galaxisból álló társulás *(9. ábra)*. Nevüket felfedezőjükről, M. E. Stephanról kapták, aki 1877-ben talált rájuk. A kvintett egyik tagjáról, az NGC 7320-ról 1961-ben M. és G. Burbidge vöröseltolódás-mérésekből azt találta, hogy sebessége 800 km/s, míg a többi tag 6000 km/s-os sebességgel távolodik tőlünk! A nagy eltérés magyarázatára a már ismertetett két elképzelést javasolták. Az egyik szerint az NGC 7320 nem áll fizikai kapcsolatban a másik néggyel, csak véletlenül látható ott, ún. *előtérgalaxis*. A maradék kvartett ekkor már *stabil képződménynek* mutatkozik! A véletlen egybeesés valószínűsége Burbidge-ék számításai szerint 1:1500. Egy másik elgondolás szerint az NGC 7320 a kvintettből robbanás által lökődött ki.

Az ötös társulás közelében található az NGC 7331 katalógusszámú nagy spirálgalaxis. Rádiócsillagászati mérések azt mutatják, hogy *ez is kapcsolatban van az NGC 7320-szal*, s ráadásul vöröseltolódásuk is egyező. Ezért ma általánosan azt a magyarázatot fogadják el, hogy az NGC 7320 és az NGC 7331 egy szintén kölcsönható, a Stephan-kvartett előtt levő galaxispár.

A kölcsönható galaxisok számos további problémát vetnek még fel. Régebben például általánosan elfogadott elképzelés volt, hogy az *erős rádiósugárzást kibocsátó galaxisok* e rendellenes viselkedését a galaxisok közötti kölcsönhatással magyarázzák. Azonban ha megvizsgáljuk az optikai tartományban valóban föltűnő kölcsönhatást mutató galaxisok rádiósu-

9. ábra. A Stephan-kvintett. Az NGC 7320 a képen legalul levő, viszonylag nagy galaxis

gárzását (ahogy ezt például A. E. Wright tette 44 olyan rendszerre, amelyek szerepeltek Voroncov—Veljaminov katalógusában), akkor azt tapasztaljuk, hogy a sugárzás inkább egyezik a „normális" galaxisoknál mérttel, mint a rádiógalaxisokéval. Ez a tény egyébként szintén arra mutat, hogy a kölcsönhatás nem kataklizmikus eredetű, hiszen ilyen folyamatoknál a kis rádiófluxus elképzelhetetlennek látszik.

Folytathatnánk e rejtélyes objektumok érdekesebbnél érdekesebb tulajdonságainak felsorolását. Itt azonban csak ízelítőt kívántunk adni a hatalmas csillagvárosok, a galaxisok világában zajló — egyelőre még nem teljesen értett — folyamatokból.

Galaxismodellezés — mikroszámítógéppel

Manapság a számítógépek bevonultak az otthonokba, iskolákba, s így szinte mindenki által elérhető közelségbe kerültek. A cikkünkben vázolt Toomre-féle modellezési eljárás könnyen megvalósítható kisebb *személyi számítógépeken* is, ha megelégszünk az egyenletek kevésbé pontos megol-

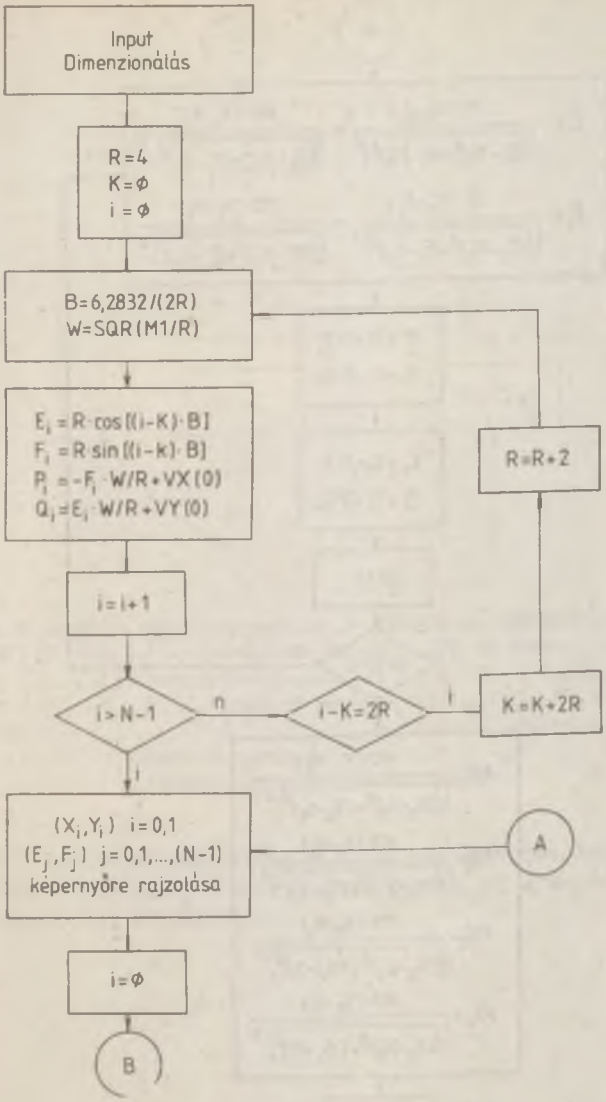
pási módszereivel, mint amit Toomre-ék alkalmaztak (ők negyedrendű Runge—Kutta-eljárást használtak). Segítségképpen azoknak, akiknek van kedvük és lehetőségük ilyen modellek készítéséhez, megadunk itt egy egyszerű programot:

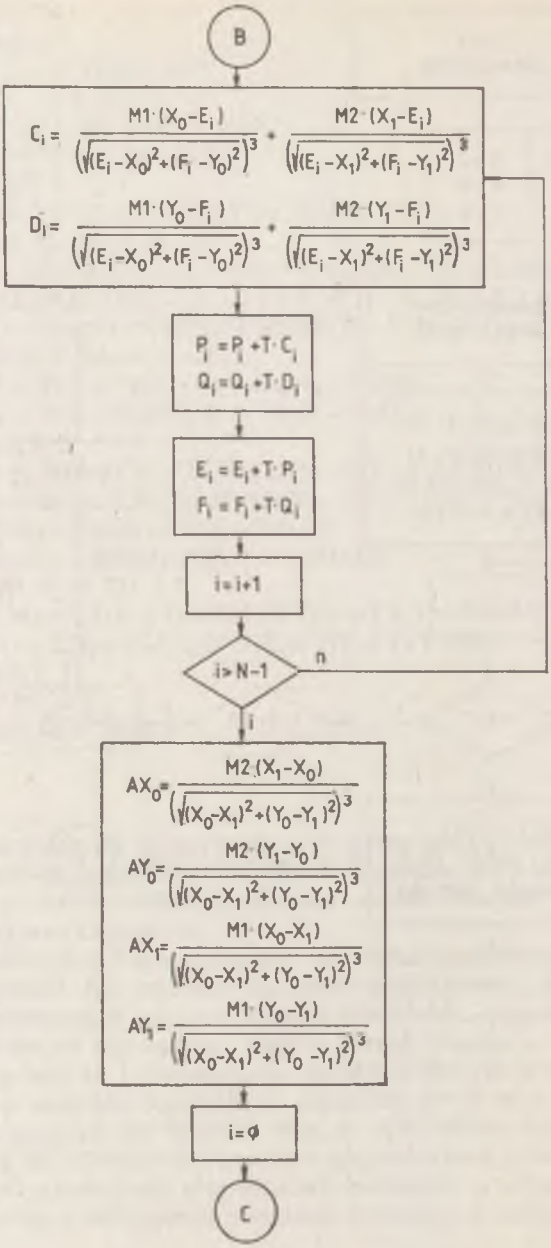
```
100 REM KEZDETI ÉRTÉKADÁS
110 CLS
120 DEFINT I,J,K,L,N
130 DIM X(1), Y(1), VX(1), VY(1), AX(1), AY(1)
140 LET N=56
150 DIM E(N), F(N), P(N), Q(N), C(N), D(N)
160 M1=5000
170 INPUT „KORONG×KOORD. A KÉPEN"; U
180 INPUT „PERT. TÖMEG/KORONG"; M:M2=M*M1
190 INPUT „KORONG VÍZSZ. SEB."; VX(0)
200 INPUT „KORONG FÜGG. SEB."; VY(0)
210 INPUT „PERT. VÍZSZ. SEB"; VX(1)
220 INPUT „PERT. FÜGG. SEB."; VY(1)
230 INPUT „PERT. × KOORD."; X(1)
240 INPUT „DELTA T 10 ↑ 8 ÉVBEN; T:TS=—T
250 K=0
260 READ R
270 W=SQR(M1/R)
280 FOR I=K TO 2*R+K—1
290 B=3.14159*(I—K+1)/R
300 E(I)=R*COS(B):F(I)=R*SIN(B)
310 P(I)=—F(I)*W/R+VX(0):Q(I)=E(I)+W/R+VY(0)
320 NEXT I
330 K=K+2*R:IF K<>N THEN 260
340 DATA 4,6,8,10
350 REM RAJZ
360 CLS
370 TS=TS+T:PRINT a22,TS;
380 FOR I=0 TO 1
390 ON ERROR GOTO 1000
400 SET(U+X(I), 24—Y(I))
410 NEXT
420 K=0
430 FOR J1=—1 TO 1
440 FOR J2=—1 TO 1
450 ON ERROR GOTO 1000
460 SET(U+X(K)+J1,24—Y(K)—J2)
470 NEXT J2
```

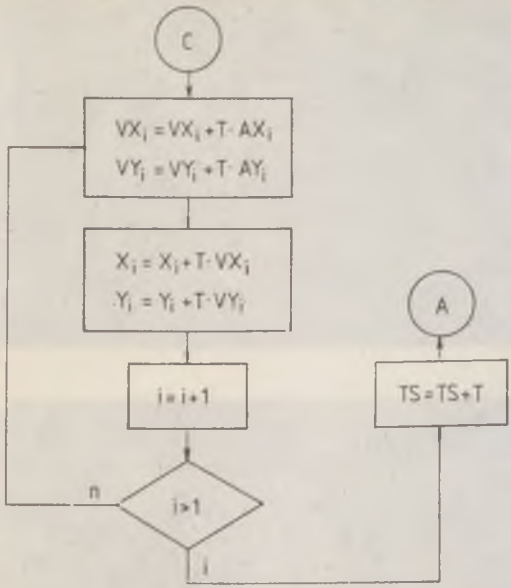
```
480  NEXT J1
490  K=K+1
500  IF K=1 THEN 430
510  FOR I=0 TO N—1
520  ON ERROR GOTO 1000
530  SET(U+E(I),24—F(I))
540  NEXT I
550  REM ÚJ KOORDINÁTÁK SZÁMÍTÁSA
560  FOR I=0 TO N—1
570  B1=M1/(SQR((E(I)—X(0) ↑ 2+(F(I)—Y(0)) ↑ 2) ↑ 3):B2=
     =M2/(SQR((E(I)—X(1)) ↑ 2+(F(I)—Y(1)) ↑ 2) ↑ 3)
580  C(I)=B1*(X(0)—E(1))+B2*(X(1)—E(I)):D(I)=B1*(Y(0)—
     —F(I))+B2*(Y(1)—F(I))
590  P(I)=P(I)+T*C(I):Q(I)=Q(I)+T*D(I)
600  E(I)=E(I)+T*P(I):F(I)=F(I)+T*Q(I)
610  NEXT I
620  B1=(X(I)—X(0))/(SQR((X(0)—X(1)) ↑ 2+(Y(0)—Y(1)) ↑ 2) ↑ 3)
630  B2=(Y(1)—Y(0))/(SQR((X(0)—X(1)) ↑ 2+(Y(0)—Y(1)) ↑ 2) ↑ 3)
640  AX(0)=M2*B1:AY(0)=M2*B2
650  AX(1)=—M1*B1 AY(1)=—M1*B2
660  FOR I=0 TO 1
670  VX(I)=VX(I)+T*AX(I):VY(I)=VY(I)+T*AY(I)
680  X(I)=X(I)+T*VX(I):Y(I)=Y(I)+T*VY(I)
690  NEXT I
700  GOTO 350
1000 RESUME NEXT
```

E program (melynek blokkvázlata a *10. ábrán* látható) a ma már minden középiskolában megtalálható iskolaszámítógépre (HT—1080) íródott, de könnyen átírható a többi, hazánkban szintén elterjedt, Basic-nyelven programozható kisgépre is.

Egyszerűségénél fogva a program csak síkbeli modellezést tesz lehetővé, 56 próbatesttel. Így remélhetőleg kisebb programozási gyakorlattal rendelkező olvasóink is könnyen nyomon követhetik. A gyorsabb megértés kedvéért annyit elmondunk, hogy a korong tömege a modellben 10^{11} naptömeg, ami itt 1 tömegegység. Az M1 és M2 változók a gravitációs állandót is magukba foglalják, az időegység 10^8 év és a távolságegység 1 kpc. A program egy lefutása után az előző időhöz képest egy adott DELTA T idővel kiszámítja a pontok új gyorsulásait, sebességeit és koordinátáit. Gyakorlottabb olvasóinknak javasoljuk a térbeli eset kidolgozását, esetleg a próbatestek számának növelését. A módszer pontossága

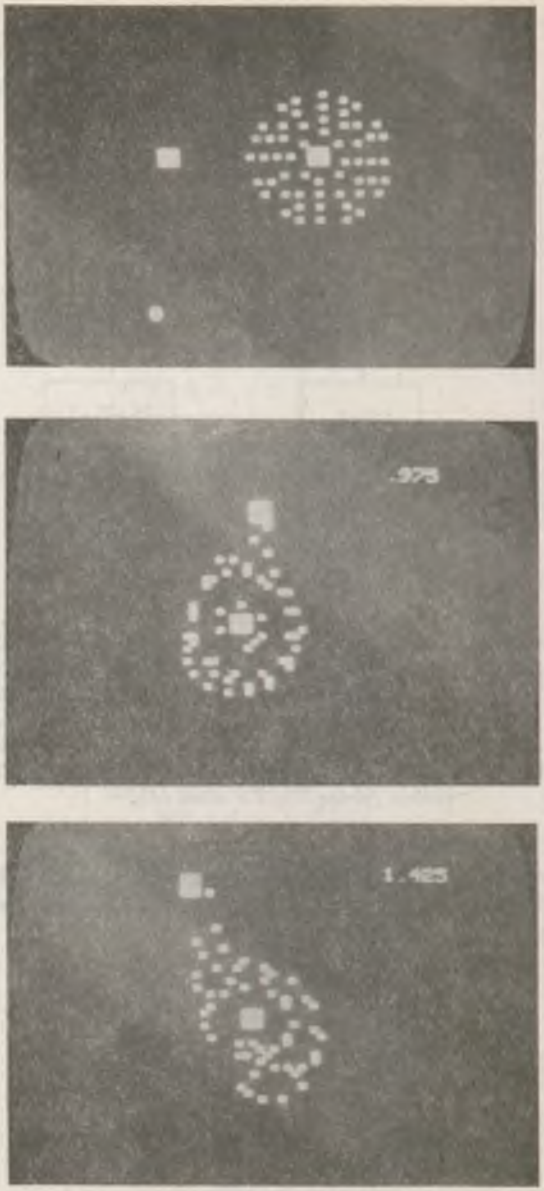

Input
Dimenzionálás
R=4
K=Φ
i=Φ
B=6,2832/(2R)
W=SQR(M1/R)
E_i=R·cos[(i-K)·B]
F_i=R·sin[(i-k)·B]
P_i=-F_i·W/R+VX(0)
Q_i=E_i·W/R+VY(0)
i=i+1
i>N-1
n
i-K=2R
i
K=K+2R
R=R+2
i
(X_i,Y_i) i=0,1
(E_j,F_j) j=0,1,...,(N-1)
képernyőre rajzolása
A
i=Φ
B


B
$C_i = \frac{M1 \cdot (X_0 - E_i)}{\left(\sqrt{(E_i - X_0)^2 + (F_i - Y_0)^2}\right)^3} + \frac{M2 \cdot (X_1 - E_i)}{\left(\sqrt{(E_i - X_1)^2 + (F_i - Y_1)^2}\right)^3}$
$D_i = \frac{M1 \cdot (Y_0 - F_i)}{\left(\sqrt{(E_i - X_0)^2 + (F_i - Y_0)^2}\right)^3} + \frac{M2 \cdot (Y_1 - F_i)}{\left(\sqrt{(E_i - X_1)^2 + (F_i - Y_1)^2}\right)^3}$
$P_i = P_i + T \cdot C_i$
$Q_i = Q_i + T \cdot D_i$
$E_i = E_i + T \cdot P_i$
$F_i = F_i + T \cdot Q_i$
$i = i + 1$
$i > N - 1$
n
i
$AX_0 = \frac{M2 \cdot (X_1 - X_0)}{\left(\sqrt{(X_0 - X_1)^2 + (Y_0 - Y_1)^2}\right)^3}$
$AY_0 = \frac{M2 \cdot (Y_1 - Y_0)}{\left(\sqrt{(X_0 - X_1)^2 + (Y_0 - Y_1)^2}\right)^3}$
$AX_1 = \frac{M1 \cdot (X_0 - X_1)}{\left(\sqrt{(X_0 - X_1)^2 + (Y_0 - Y_1)^2}\right)^3}$
$AY_1 = \frac{M1 \cdot (Y_0 - Y_1)}{\left(\sqrt{(X_0 - X_1)^2 + (Y_0 - Y_1)^2}\right)^3}$
$i = \phi$
C

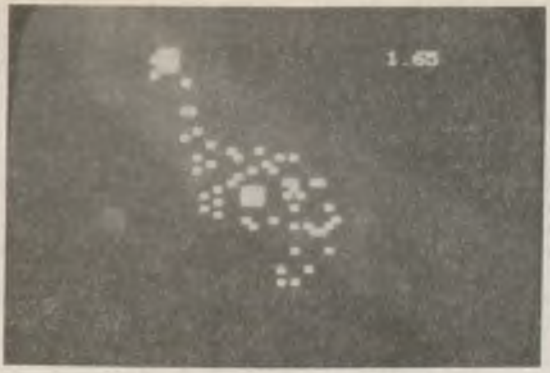


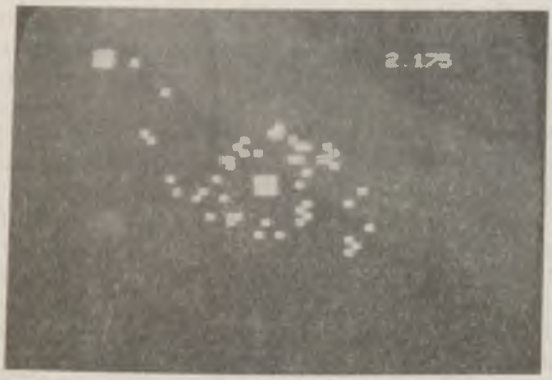
10. ábra. A program blokkdiagrammja. A változók az alábbiak: N próbatestek száma; M1 (1. főtömeg)×(gravitációs állandó); M2 (2. főtömeg)×(gravitációs állandó); (X_1, Y_1) főtömegek koordinátái i = 0,1; (VX_1, VY_1) főtömegek sebességei i = 0,1; (AX_1, AY_1) főtömegek gyorsulásai i = 0,1; (E_1, F_1) próbatestek koordinátái i = 0,1, ..., (N—1); (P_1, Q_1) próbatestek sebességei i = 0,1, ..., (N—1); (C_1, D_1) próbatestek gyorsulásai i = 0,1, ..., (N—1); T lépésköz az időben (delta T); TS eltelt idő.

DELTA T csökkentésével (0,001-re vagy még kisebbre) fokozható, bár így a futásidő növekszik. Kedvcsinálásképpen a *11. ábrán* bemutatjuk a fenti program egy eredményét.



11. ábra. A bemutatott program tv-képernyőn látható eredménye. A képek jobb felső sarkában az indítástól eltelt idő látható 10^8 években. A „kisérő" tömege itt is a korong tömegének negyede, az ütközés sebessége parabolikus (a próbatestek száma 56)


1.65


2.175


2.325

Ajánlott irodalom

[1] *Balázs Béla:* „Extragalaktikus csillagrendszerek" című cikke; CsÉvk. 1968/243.
[2] *Szécsényi-Nagy Gábor:* „Az extragalaktikus objektumok morfológiai vizsgálata és néhány különösen jellemző tulajdonságuk" című cikke. CsÉvk. 1981/281.
[3] *Balázs Béla—Paál György:* „A kozmológiai vöröseltolódásról" című cikke; CsÉvk. 1976/231.
[4] *Fejes István:* „Gyűrűgalaxisok" című cikke; Föld és Ég 1983/8/230.
[5] *Holl András:* „Eltérő vöröseltolódású galaxisok" című cikke; Föld és Ég 1983/11/331.
[6] *V. A. Ambarcumjan:* „Az Univerzum kutatásának filozófiai kérdései" (Gondolat, 1980).
[7] *Szécsényi-Nagy Gábor:* „Túl a Tejútrendszer határain" (Gondolat, 1976).

MARIK MIKLÓS
ELTE Csillagászati Tanszék

ÉVFORDULÓK 1985-BEN*

Kövesligethy Radó

Ötven éve, 1934. október 11-én hunyt el *Kövesligethy Radó, magyar csillagász és geofizikus.*

Veronában született, 1862. szeptember 1-én, középiskolai tanulmányait Pozsonyban végezte. Érettségi után, 1881-ben a bécsi egyetemre iratkozott be, közben szabad idejében *Konkoly-Thege Miklós* ógyallai magánobszervatóriumában dolgozott, 1882-ben az egyetemi obszervatórium asszisztense.

1883 és 1887 között Ógyallán, Konkoly mellett volt obszervátor, közben elkészítette doktori értekezését *Prinzipen einer Theoretischen Astrophysik auf Grund mathematischer Spectralanalyse* címen (Wien, 1884); ebben a folytonos színkép intenzitáselosztásának elméleti levezetésére törekedett; közel jutott a Wien-törvény felismeréséhez. Ezt a vizsgálati kört kibővítve, 1890-ben felismerte, hogy az izzó test hőmérsékletének meghatározásához nem a színképi intenzitás adott hullámhosszhoz tartozó értékét, hanem az intenzitásfüggvény görbéje alatti területet, vagyis a sugárzásmennyiséget kell felhasználni. Ezen az alapon a különböző színű csillagok átlagos hőfokára már ekkor nagyságrendileg helyes értéket kapott (egy évtizeddel megelőzve a potsdami méréseket, illetve *Harkányi Béla* méréseit).

Ógyallán részt vett az égi egyenlítőtől délre elhelyezkedő csillagok színképkatalógusának összeállításában, spektrálfotométert tervezett (amelyet Potsdamban is használtak), felismerte az ún. héjcsillagok (shell stars) mibenlétét. Elsőként kapott helyes értéket a Nap fotoszférájának hőfokára. (A fotoszféra hőmérsékletét akkoriban 3000 és 20 millió fok közé helyezték). Módszert javasolt a fizikai és a fedési változócsillagok

* *A Csillagászati Évkönyv* szerkesztő bizottsága elhatározta, hogy a jövőben rendszeresen tájékoztatja Olvasóit az aktuális, csillagászati jellegű évfordulókról. Tekintettel arra, hogy először 1985-ben kerül sor ilyen történeti jellegű megemlékezésre, kivételesen két olyan fontos, magyar vonatkozású eseményre is kitérünk, amelynek 1984 utolsó negyedében volt évfordulója.

megkülönböztetésére, valamint a Nap és a csillagok parallaxisának színképi mérésére. 1885. augusztus 22-én, *Podmaniczkyné Dégenfeld Bertával* együtt, más külföldi észlelőktől függetlenül fedezte fel az első ismert extragalaktikus szupernóvát, az S (Nova 1885) Andromedae-t. Egy év múltán újabb hasonló jelenséget észlelt.

1885-től a *Podmaniczky Géza* által alapított kiskartali magáncsillagda szervezője, majd irányítója volt. 1887/88-ban a Meteorológiai Intézet asszisztense, ezután öt évig Eötvös Loránd tanársegéde a budapesti tudományegyetemen, ahol 1889-től a kozmográfia rendkívüli tanára, 1893-tól pedig magántanára. 1904-ben nevezték ki az akkor szervezett kozmográfiai tanszék nyilvános rendes tanárává, ezt az állást nyugdíjazásáig, 1933-ig töltötte be. Eközben 1899—1903 között az ógyallai M. kir. Asztrofizikai Obszervatórium aligazgatója volt.

Érdeklődése ekkoriban már a földrengéskutatás felé irányult. Módszert dolgozott ki a földrengések fészekmélységének kiszámítására, majd megpróbálkozott a várható mérések előrejelzésének megoldásával. Nagy érdemei vannak a Nemzetközi Földrengéskutató Szövetség megalapításában, amelynek 1906-tól volt első titkára. Megszervezte a magyarországi földrengésészlelő hálózatot és a Földrengési Számolóintézetet, amelynek haláláig volt igazgatója.

A Magyar Tudományos Akadémia 1895-ben levelező, 1909-ben rendes tagjai közé választotta, 1898-ban az Astronomische Gesellschaft tagjává választották, emellett számos hazai és külföldi egyesület sorolta tiszteleti tagjai sorába. Kiterjedt nemzetközi kapcsolatait a hazai tudomány felvirágoztatása szolgálatába állította. Sok ismeretterjesztő művet és cikket írt. Jelentős műve „*A matematikai és csillagászati földrajz kézikönyve*" (Budapest, 1899).

Detre László

Tíz éve, 1974. október 15-én hunyt el *Detre László*. Búcsúlevelében azt kérte, hogy halála alkalmával ne jelenjen meg róla nekrológ. Kívánságának eleget tettünk; így történhetett meg, hogy a magyar csillagászat e kiemelkedő személyiségének még a halálhíre sem jelent meg a Csillagászati Évkönyvben. Halála után tíz évvel már nem számít kegyeletsértésnek, ha röviden megemlékezünk munkásságáról.

1906. április 19-én született Szombathelyen. Egyetemi tanulmányait a budapesti tudományegyetemen végezte, majd 1929-ben a Sváb-hegyi Csillagvizsgálóba nevezték ki asszisztensnek. Németországi tanulmányútjáról hazatérve, a harmincas évek elején a rövidperiódusú változócsillagokkal, az ún. RR Lyrae típusúakkal kezdett foglalkozni. 1943-ban nevezték ki a csillagvizsgáló intézet igazgatójává, és ezt a tisztséget töltötte

be egészen haláláig. 1955-ben a Magyar Tudományos Akadémia levelező tagjának, majd 1973-ban rendes tagjának választották meg. 1970-ben az Állami-díj első fokozatát kapta. 1970 és 1973 között az IAU változócsillag komissziójának elnöke volt.

Páratlan értékű észlelési anyagot gyűjtött össze, és számos munkája jelent meg az RR Lyrae típusú csillagok periódusváltozásairól. A hetvenes évek elején kimutatta, hogy az RR Lyrae jelű csillag egyik periódusa a Napnál is megfigyelhető mágneses ciklusnak felel meg.

Jelentős pedagógiai munkásságot is kifejtett; 1964-től haláláig volt tanár az ELTE Csillagászati Tanszékén.

Weiss Xavér Ferenc

Kétszáz éve, 1785. január 10-én hunyt el *Weiss Xavér Ferenc, magyar csillagász.*

Nagyszombaton született, 1717. március 16-án. A jezsuita rendbe való belépése után Nagyszombaton (és talán Bécsben is) tanult, majd Kassán és Szakolcán volt tanár. Rendje 1753-ban megbízta, *Kéri Borgia Ferenccel* együtt a nagyszombati jezsuita (1774-től magyar királyi) egyetem csillagvizsgálójának megszervezésével. Az obszervatórium 1755-ben kezdte meg működését, Weiss igazgatása mellett. A csillagvizsgáló rövidesen Európa egyik legismertebb obszervatóriumává vált (részben *Hell Miksa* széles körű propagandamunkája révén); az itt folyó munkáról Weiss a bécsi „*Ephemerides Astronomicae*" és a berlini „*Astronomisches Jahrbuch*" köteteiben, valamint az intézet „*Observationes Astronomicae*" című füzeteiben számolt be. Amikor a nagyszombati egyetem Budára költözött (1777), Weiss és Hell tervei szerint a várpalota tornyát alakították át csillagvizsgálóvá. Ezt az intézményt Weiss haláláig vezette.

Elsősorban észlelő csillagászként tűnt ki; a Jupiter holdjaira vonatkozó megfigyeléseit sokan felhasználták. Pontos méréseket végzett a fényes üstökösök pozícióiról és a Hold csillagfedéseiről, valamint a nap- és holdfogyatkozásokról. Hell Miksával végzett földrajzi hosszúságkülönbségmérései a maguk korában elsőrangúak voltak. Munkájáról a francia *Cesar François Cassini de Thury* nagy elismeréssel nyilatkozott, s a Rajna melléki választófejedelem a mannheimi csillagvizsgáló igazgatói székébe hívta. Weiss írta Magyarországon az első „newtoni" fizikakönyvet „*Astronomiae Physicae uxta Newtoni Principia breviarium . . .*" címmel (Nagyszombat, 1759).

Sajnovics János

Kétszáz éve, 1785. május 12-én halt meg *Sajnovics János, magyar csillagász és nyelvész.**

A Fejér megyei Tordason született, 1733. május 12-én. Győrben, majd a budai jezsuita gimnáziumban végezte iskoláit. 1749-ben lépett a jezsuita rendbe. Csillagászatot Bécsben, Hell Miksa mellett tanult, 1766 és 1768 között pedig a nagyszombati egyetem obszervatóriumában, Weiss Ferenc mellett dolgozott. Itt főként megfigyelő munkát végzett. Hell Miksa javaslatára részt vett az 1768—1770. évi észak-norvégiai (Vardø-szigeti) expedíción, ahol Hell Miksával együtt megfigyelték a Vénusz elvonulását a napkorong előtt. Nagy része volt abban, hogy az észlelések igen pontosak voltak, továbbá jelentős szerepe jutott a norvégiai földrajzi és mágneses mérésekben is. Itt dolgozta ki Hell elgondolása alapján a magyar és lapp nyelv összehasonlításának módszerét, ezzel pedig nemcsak a két nyelv rokonságát igazolta, hanem az összehasonlító nyelvtudomány úttörőjévé is vált. A *Demonstratio. Idioma Hungarorum et Lapponum idem esse* (Bizonyítás a magyar és lapp nyelv hasonlóságáról. Koppenhága, 1769; Nagyszombat, 1770) külföldön nagy visszhangot keltett, idehaza azonban sokat támadták, ami elkedvetlenítette az amúgy is érzékeny kutatót.

Visszatérte után egy évig Nagyszombatban észlelt, majd felettesei Budára küldték, ahol matematikát tanított. Az egyetem Budára költözése után, 1779/80-ban a várbeli csillagvizsgáló adjunktusa. 1778-ban *Idea astronomiae* című kitűnő csillagászati enciklopédiát adott ki, munkáinak nagyobb része azonban kéziratban maradt.

Simon Newcomb

Százötven éve, 1835. március 12-én született a kanadai Wallace-ben *Simon Newcomb, amerikai csillagász.* Kezdetben a matematika iránt érdeklődött, majd főképpen önképzés útján tanult csillagászatot. 1857-ben az Egyesült Államokba utazott, ahol először a washingtoni, tengerészeti almanachokat kiadó hivatalban számolóként alkalmazták. 1861-ben lett a washingtoni tengerészeti akadémia matematikaprofesszora és a Naval Obszervatórium csillagásza. 1877-ben nevezték ki a tengerészeti-csillagászati évkönyveket összeállító American Ephemeris and Nautical Almanach intézet igazgatójának. Közben 1844 és 1893 között a baltimore-i egyetemen volt a matematika és a csillagászat professzora. 1897-ben

* Kövesligethy Radó, Sajnovics János és Weiss Xavér Ferenc életrajzát ifj. Bartha Lajos készítette.

nyugállományba vonult, de továbbra sem hagyott fel tudományos munkásságával, mely elsősorban a nagybolygók mozgásának tanulmányozására, a csillagászati alapkonstansok meghatározására és csillagkatalógusok készítésére terjedt ki. Több mint 400 tudományos publikációt írt.

1882-ben *Albert A. Michelson*nal együtt, a Foucault-féle módszert felhasználva, megmérte a fény sebességét. Eredményül 299 860 $\pm$60 km/s-ot kapott. Ennek alapján pontosította az aberrációs konstans értékét, amire 20,″47$\pm$0,″02-ot kapott, s kiszámította a Nap parallaxisát, amely szerinte 8,″80$\pm$0,″1.

Nagy erőfeszítéseket tett, hogy az amerikai tengerészeti évkönyvek részére pontos Nap- és bolygótáblázatokat készítsen. Sok észlelést végzett, de Párizsból és Londonból is összegyűjtötte a publikálatlan megfigyelési anyagokat. Az általa készített bolygótáblázatok olyan pontosak voltak, hogy 1960-ig általánosan használták ezeket, és javításuk csak a mesterséges égitestekkel történt mérések után vált szükségessé. A bolygók perihéliummozgásának általa számított és mért értéke között csak néhány szögmásodperces eltérés mutatkozott százévenként. A Merkur perihéliummozgásánál azonban a számítás és a megfigyelés között 41″/100 év különbséget kapott. (E probléma csak *Albert Einstein* általános relativitáselméletének 1916-ban történt közzététele után oldódott meg.)

1895-ben jelent meg a csillagászati alapkonstansokat tartalmazó munkája, a *The Elements of the Four Inner Planets and the Fundamental Constans of Astronomy*. Ebben a precesszió, a nutáció és az aberráció pontos értéke szerepelt. Ezeket a konstansokat az 1896-ban, Párizsban tartott csillagászati konferencia hivatalosan is elfogadta.

A Hold mozgását tanulmányozva *Peter A. Hansen* és mások rámutattak arra, hogy a Hold mozgásában különféle szabálytalanságok mutatkoznak, amelyekre nem sikerült kielégítő magyarázatot találni. 1903-ban Newcomb kimutatta, hogy az egyenetlenségek a Föld tengely körüli forgásának szabálytalanságaiból adódnak. Igen nagy népszerűségnek örvendtek ismeretterjesztő művei is. A legfontosabbak: *Elements of Astronomy* (1900), *The Stars* (1902), *Astronomy for everybody* (1903), *Popular Astronomy* (1892).

A „Nautical Almanac" főszerkesztőjeként az amerikai haditengerészet alkalmazásában állt, és elérte az admirálisi rendfokozatot. 1909. július 11-én hunyt el Washingtonban.

Giovanni Virginio Schiaparelli

Százötven éve, 1835. március 14-én született Saviglianóban *Giovanni Virginio Schiaparelli, olasz csillagász*. 1859-től a milánói csillagvizsgáló csillagásza, majd 1862 és 1900 között igazgatója volt.

1867-ben jelent meg *Note e riflessioni intorno alla teoria delle stelle cadenti* című műve, amelyben először mutatott rá a meteoráramok és az üstökösök fizikai kapcsolatára. Megállapította például, hogy a Perseida meteorraj pályája az 1862 III jelű üstökös pályájával egyezik meg.

1877-ben a Mars-oppozíció alkalmával részletesen tanulmányozta a bolygó felszínét, és elkészítette annak térképét. A Marson vékony egyenes vonalak hálózatát vélte felfedezni, és ezeket marscsatornáknak nevezte el, ami később számos félreértésre adott okot. A Mars sötét és világos területeinek az őáltala adott elnevezései váltak nemzetközileg is elfogadottá.

1889-ben azt állapította meg a Merkur bolygóról, hogy annak forgási és keringési periódusa (88 nap) megegyezik. (1964-ben derült csak ki, hogy ez a megállapítása helytelen!) 1890-ben a Vénusz tengely körüli forgásáról is megállapította, hogy „kötött", ami később szintén hamisnak bizonyult. Téves elképzelései ellenére is alapvető jelentőségűek bolygóvizsgálatai. Megvakulása után a csillagászat történetével kezdett foglalkozni.

Harlow Shapley

Száz éve, 1885. november 2-án született *Harlow Shapley, amerikai csillagász.* Középiskolai tanulmányai befejeztével újságíróként működött, és csak 1907-ben iratkozott be a missouri egyetemre. 1911-ben a princetoni egyetemre ment, ahol *Henry Norris Russell* vezetésével készítette el doktori disszertációját a fedési kettőscsillagok sajátosságairól. 1911-ben a Wilson-hegyi csillagvizsgálóban alkalmazták, és itt kezdett el foglalkozni a gömbhalmazok változócsillagaival. Eredményeit *Studies Based on Colours and Magnitudes in Stellar Clusters* című munkájában foglalta össze.

Miután *Henrietta Leawitt* felfedezte, hogy a cefeidák abszolút fényessége és fényváltozási priódusa között összefüggés van, Shapley végezte el ezen összefüggés kalibrációját, s módszert dolgozott ki a cefeida és RR Lyrae típusú csillagok távolságának meghatározására. A módszert alkalmazva 25 gömbhalmaz távolságát számította ki. Meghatározta a Tejútrendszer középpontjának távolságát a Naptól, erre 50 000 fényévet kapott. (A mai érték ennek kb. a fele.) Ezzel kimutatta, hogy a Tejútrendszer mintegy tízszer nagyobb, mint ahogy korábban gondolták.

1921-ben nevezték ki a Harvard College Obszervatórium igazgatójának, ezt a tisztet 1953-ig töltötte be. Irányítása alatt az obszervatórium hatalmas fejlődésnek indult, és az amerikai csillagászati élet központjává vált. (Jellemző, hogy az Egyesült Államokban 1930 és 1945 között megvédett csillagászati tárgyú doktori értekezéseknek egyharmada itt készült el!)

Shapley élénk közéleti tevékenységet fejtett ki. Komoly szerepe volt a fasizmus elől Amerikába menekülő német tudósok megsegítésében. Részt vett az UNESCO alapításában és munkájában. Liberális nézetei miatt az ötvenes években az amerikaellenes tevékenységet vizsgáló bizottság elé idézték.

Sokat tett a csillagászat népszerűsítéséért is. Fontosabb népszerűsítő munkái: *Flights From Chaos* (1931), *Beyond the Observatory* (1967) és *Trough Rugged Ways to the Stars* (1969).

Bernhard Schmidt

Ötven éve, 1935. december 1-én Hamburgban hunyt el *Bernhard Schmidt, észt optikus*. 1879. március 30-án született Nargen szigetén. Jobb kezét még gyermekkorában kísérletezés közben elvesztette. Amatőrcsillagászként kezdett távcsőtükröket csiszolni, és kitűnt tükreinek kiváló minőségével. 1905-ben egy 40 cm átmérőjű tükröt csiszolt a potsdami csillagvizsgáló számára. Tehetségére felfigyelve több nagy hírű optikai cég is alkalmazta, Schmidt azonban rapszodikus munkatempója miatt sehol sem volt képes hosszabb ideig megmaradni.

Később *Richard Schorr*, a hamburg-bergedorfi csillagvizsgáló igazgatója Bergedorfba hívta, ahol Schmidt több távcsőhöz csiszolt tükröt. Itt fejlesztette ki 1930-ban a később róla elnevezett Schmidt-féle távcsőtípus első példányát. Ennek lényege, hogy a gömbtükör görbületi középpontjában egy bonyolult felületű korrekciós lemez van. A lemezen áthaladó fénysugarak úgy térülnek el, hogy a főtükörről visszaverődve az égbolt viszonylag nagy részéről leképezési hibáktól mentes kép keletkezik. Az első „Schmidt-távcső" tükörátmérője 44 cm, a korrekciós lemez átmérője pedig 36 cm volt.

Walter Baade

Huszonöt éve, 1960. június 25-én hunyt el Göttingenben *Walter Baade, német csillagász*. 1893. március 24-én született a vesztfáliai Schröttinghausenben. 1919-től 1931-ig a hamburg-bergedorfi csillagvizsgálóban dolgozott, innen a Wilson-, majd a Palomar-hegyi obszervatóriumokba került: 1958-ban hívták meg a göttingeni egyetemre.

Pályája elején főként kisbolygóészlelésekkel foglalkozott, 1920-tól több ún. rendkívüli — az átlagostól jelentősen eltérő pályaelemekkel rendelkező — kisbolygót fedezett fel, elsőnek a 944. sorszámú Hidalgót. Nevezetes az általa 1949-ben felfedezett 1566 Icarus, amelyet olykor Baade-objek-

tumnak is neveznek: ez a kisbolygó perihéliumban a földpályánál beljebb kerül.

A világ legnagyobb távcsöveivel végzett vizsgálatai főként a Galaxis és az extragalaxisok kutatásában jelentősek. 1944-ben elsőként mutatott rá, hogy néhány galaxis magja csillagszerű objektum. 1947-ben módosította a cefeida típusú változócsillagok periódus—fényesség összefüggését. Megállapította, hogy az extragalaxisokban (és a Tejútrendszerben is) két csillagtípus, ún. „populáció" van, és az I., valamint II. populáció változócsillagaira más-más periódus—fényesség összefüggés érvényes. Kitűnt, hogy az extragalaxisok távolságát helytelenül mérték; 1952-ben Baade javaslatára távolságrevíziót végeztek. Ennek eredményeként minden extragalaxis kétszer távolabb került, mint azt korábban vélték. Ilyen módon viszont a Tejútrendszer mérete a hasonló extragalaxisokéval azonossá vált. Alapvető munkát végzett a Rák-köd monokromatikus vizsgálatában, kimutatta a köd tágulását. Ugyancsak jelentős vizsgálatok fűződnek nevéhez a szupernóva-maradványok felkeresése terén is. (1572-es Tycho-féle, 1604-es Kepler-féle szupernóvák.)

DANKÓ SÁNDOR
Szolnok

AMATŐRMOZGALOM

Már 22 esztendeje, hogy Szentendrén az ott összegyűlt amatőrcsillagászok elhatározták egy baráti kör megalakítását, a 21 évvel ezelőtt, 1964-ben Miskolcon rendezett találkozón pedig a *Csillagászat Baráti Köre* hivatalosan is megalakult. Több mint húszévi, többé-kevésbé szervezett körülmények között végzett tevékenység után igazán itt az ideje, hogy e mozgalom tartalmát, célját, működésének elveit áttekintsük, s fejlődésének irányait meghatározzuk.

Egyetlen tanulmány nem vállalhatja, hogy ezt a feladatot egyszer s mindenkorra megoldja. De arra vállalkozhat, hogy megpróbálja meghatározni a mozgalom lényegi jegyeit, fő vonásait — azzal a nem is titkolt szándékkal, hogy megállapításaival a téma iránt felkelti az érdeklődést, s másokat is arra késztet, hogy próbálják megfogalmazni magukban a csillagászati amatőrtevékenység lényegét. Ez az írás esetleg segít kibontakoztatni egy egészséges *vitát*, mely végül is mozgalmunk lényegének jobb megértéséhez, céljainak világosabb felismeréséhez, munkánk tervszerűbbé, értelmesebbé tételéhez vezethet.

Az ember és a természet kapcsolata — mint amatőrtevékenységünk alapja

Az ember éppúgy a természeti világ fejlődésének eredménye, gyermeke, mint a Föld bármely más élőlénye. Minden tudományos-technikai fejlődés ellenére az ember létfeltételeit a Földön ma is döntően meghatározzák *a természeti körülmények*. Így korunkban, napjainkban vált a társadalmat érintő alapvető kérdéssé a környezet védelme: tudomány és társadalom számára egyaránt világos, hogy a természeti környezet védelme egyben az emberiség létfeltételeinek védelme.

A történelmi fejlődés kezdeti szakaszában teljesen természetes volt nemcsak az emberi társadalom és a természet, hanem *az egyén és a természet* legszorosabb kapcsolata. A természeti jelenségek, folyamatok,

törvényszerűségek ismerete nemcsak a társadalom, hanem az egyén szempontjából is létfontosságú volt. A természeti körülményekkel együttműködve, azok ismeretében volt csak lehetőség az egyed — és egyben az egész társadalom — létének fenntartása, fejlődésének biztosítása.

A társadalmi fejlődés a történelem folyamán fokozatosan egyre magasabb szinten valósította meg az emberiség létfenntartó tevékenységének társadalmasítását. A termelőerők és termelési viszonyok egymással szorosan összefüggő fejlődése, s az ezzel együtt járó egyre szélesebb körű *társadalmi munkamegosztás* hamarosan megszabadította az egyént attól, hogy teljesen egyedül és magára utalva folytassa harcát a természeti világgal, a természeti környezettel. A társadalmi munkamegosztásban az egyén *részfeladatokat* kapott. A modern termelési és technikai viszonyok között pedig a társadalom tagjainak jelentős része már nem természeti, hanem a fejlett emberi tevékenység következtében létrejött *mesterséges körülmények* között termel, dolgozik, él. A modern társadalomban az egyén már nincs szoros és elválaszthatatlan kapcsolatban a természettel, így egyre jobban egy technikailag fejlett, de ugyanakkor mesterséges környezet veszi körül.

Ez a mesterséges környezet minden fejlettsége, pozitív hatásai ellenére mind a társadalom, mind az egyéb számára nagyon sok egyoldalú hatást is jelent. A technikailag fejlett, de mesterséges (és ezzel együtt többé-kevésbé dehumanizált) környezet egyre erősebb vágyat kelt az egyénben, hogy keresse a természeti világgal a *személyes kapcsolatot*, mert ez a kapcsolat fizikailag és szellemileg felüdít, pihentet. A természettel való időnkénti közvetlen találkozás sokakban megszüli a vágyat a természeti tárgyak, élőlények, jelenségek, folyamatok jobb, mélyebb megismerése iránt. Ennek a természetes emberi vágynak a kielégítése gazdagítja a személyiséget, pozitív élményt, számos örömet tartogat az egyén számára.

A modern ember és a természeti világ újraéledő kapcsolatának számtalan megjelenési formája van. Az esetenkénti „kirándulásoktól" az igényes és elmélyült ismeretszerző „tudományos amatőrizmusig" ennek számtalan változatával, megjelenési formájával találkozhatunk.

Az egyén azon törekvésével, hogy elmélyítse kapcsolatát a természettel, együtt jár *érdeklődése a természettudományos kutatások eredményei iránt.* Ma már valamennyi modern társadalomban határozott igény jelentkezik a természettudományos ismeretterjesztés, s ennek legkülönbözőbb változatai iránt. A kulturális élet szerves részét alkotják a természettudományos ismeretterjesztő előadások, folyóiratok, könyvek, rádió- és televízióműsorok. Ebből a szempontból a mi társadalmunk sem kivétel. Gondoljunk csak a televízió *Delta* című műsorának igen magas nézettségi fokára, de említhetjük a tömegkommunikációs eszközök, folyóiratok

természettudományos sorozatait is. Ma már a napilapok is rendszeresen közölnek tudományos ismeretterjesztő cikkeket.

Amellett, hogy a társadalomban jelentkezik az általános érdeklődés a természet és a természettudományos kérdések iránt, határozottan megfigyelhető *az érdeklődés differenciálódása* is — különösen azoknál, akik elmélyültebben akarnak foglalkozni a természeti világ egyes jelenségeivel, folyamataival. Ebből a differenciáltabb, de elmélyültebb érdeklődésből alakul ki *az amatőrtevékenység*. Közismert, hogy országszerte működnek szakkörök, baráti körök, klubok, egyesületek, melyeknek céljuk, hogy az azonos érdeklődésű amatőröket összefogják, tevékenységük feltételeit biztosítsák, törekvéseiket, igényeiket érvényre juttassák, s ezen túlmenően olyan közösségként működjenek, melyben az érdeklődő egyén jól érzi magát, pihen, kikapcsolódik, ismeretet szerez.

Az amatőrcsillagász-mozgalmat tehát — mint láttuk — az egyén vágyakozása a természet iránt, s ennek társadalmi megnyilvánulása, egy valós és természetes társadalmi igény hozza létre. Hazánkban is reális és természetes társadalmi igényként kell kezelni az amatőrcsillagász-mozgalmat, s ezért szükségleteit a társadalmi lehetőségekhez képest kell kielégíteni.

Az amatőrcsillagászati tevékenység fogalmi meghatározása

Az eddig elmondottakban igyekeztem feltárni az amatőrcsillagászatnak mint *társadalmi jelenségnek* a gyökerét. Rámutattam arra, hogy az amatőrcsillagász-tevékenység társadalmi jelenségként és igényként megjelenő mozgalom, s az embernek abból a természetes vágyából táplálkozik, hogy kapcsolata legyen a természeti világgal, azt megismerje, megértse, saját helyét és lehetőségeit ebben a világban kijelölje, elfoglalja.

Az amatőrcsillagász-mozgalom *egyének sokaságát* foglalja magába. Egyénekét, akik a természettel, ezen belül a kozmikus világgal való kapcsolatot egyéniségüktől, képzettségüktől, világnézetüktől és még sok más emberi tényezőtől függően másként és másként élik meg. Amatőrcsillagász és amatőrcsillagász között így szükségképpen különbség van a tekintetben, hogy az amatőrcsillagászat mit jelent tartalmában az egyén számára. Milyen szellemi ismeretszerző (esetleg ismeretátadó) tevékenység, milyen gyakorlati, fizikai tevékenység (távcsőépítés, észlelés stb.), milyen közösségi (esetleg közéleti) „szereplés" valósul meg az egyén amatőrcsillagász mivoltában. E szerint ahány amatőrcsillagász — annyiféle tudati tartalom jelentkezik a mozgalomhoz való tartozásban. Ennek ellenére azonban kell valami *közös* legyen ebben a tudati tartalomban, ha amatőrcsillagászatról mint gyűjtőfogalomról és amatőrcsillagász-moz-

galomról mint amatőrcsillagászok közös tevékenységét megtestesítő társadalmi jelenségről beszélünk . . .

Nem könnyű és talán nem is hálás feladat vállalkozni a fogalom definiálására, de úgy gondolom, hogy ebben a tanulmányban ez nem kerülhető el. Az alábbiakban tehát kísérletet teszek az általánosnak tekinthető fogalmi jegyek meghatározására.

Ilyen fogalmi jegyek lehetnek a következők:

— Az amatőrcsillagászban (mint olyan egyénben, aki nem foglalkozik hivatásszerűen csillagászati kutatásokkal, hanem a társadalmi munkamegosztás legkülönbözőbb területén vesz részt a társadalom szükségletét kielégítő tevékenységben) élénken él *a természet, ezen belül az Univerzum megismerésének vágya.* Érdeklődést tanúsít a kozmikus világ folyamatainak, e folyamatok törvényszerűségeinek és összefüggéseinek megismerése iránt. Igyekszik megismerni és megérteni a Föld, az élet, az ember helyét, múltját és jövőjét, lehetőségeit és korlátait a Világmindenségben, ennek folyamataiban.

— Érdeklődése kielégítése érdekében *aktívan tevékenykedik:* törekszik az érdeklődését kielégítő információk megszerzésére, érdeklődését kielégítő folyóiratokat, könyveket olvas, figyelemmel kíséri a tömegkommunikációs eszközök ilyen tárgyú műsorait, látogatja a csillagászattal kapcsolatos ismeretterjesztő előadásokat, bemutatókat.

— Keresi a *kapcsolatot a hasonló érdeklődésűekkel,* velük együttműködik annak érdekében, hogy érdeklődését kielégítő ismereteket szerezzen; megfelelő szervezeti formákat hoz létre, illetve a meglevőket fejleszti, alakítja annak érdekében, hogy azok érdeklődésének, szükségleteinek kielégítésére alkalmassá váljanak.
(Ennek keretében igyekszik szervezett kapcsolatrendszert kialakítani *a szakcsillagászattal* mint a legközvetlenebb és leghitelesebb információforrással. E kapcsolat keretében értesül a csillagászat legújabb eredményeiről, ezek helyes értékeléséről, tájékozódik a csillagászati kutatások fő irányairól, megismeri e kutatások módszertanát, lehetőségeit, elvi és technikai korlátait.)

— Törekszik arra, hogy közvetlen tapasztalatai és élményei legyenek érdeklődésének tárgyáról, a kozmikus világról, annak folyamatairól. Ezért keresi és megteremti a lehetőséget *a személyes csillagászati észlelésekre.* Egyénileg vagy szervezett keretek között igyekszik megfelelő műszerek birtokába jutni, melyek segítségével a kozmikus térség objektumait, jelenségeit megfigyelheti. (A magyar amatőrcsillagászatban ennek egyik leggyakoribb és legelterjedtebb módja a saját távcső építése.)

— E tevékenységeken keresztül folyamatos, önmegvalósító, szemé-

lyiséget fejlesztő és gazdagító *tudatos tevékenységet* végez, melynek eredményeként gyarapodik ismerete, bővül látóköre, gazdagodik világnézete.

Ezek alapján az amatőrcsillagász fogalmát úgy definiálhatjuk, hogy:

— *amatőrcsillagásznak* nevezzük a társadalom azon (csillagászattal hivatásszerűen nem foglalkozó) tagjait, akik a természeti világ szeretetétől, az Univerzum megismerésének vágyától hajtva tudatos és folyamatos ismeretszerző, önképző, önkifejező tevékenységet folytatnak a csillagászati ismeretek megszerzése s a közvetlen élményt és tapasztalatot jelentő csillagászati megfigyelések végett; céljaik elérésére, információszükségletük hatékonyabb kielégítésére, a szükséges tárgyi feltételek megteremtésére szervezeteket hoznak létre, kapcsolatrendszereket alakítanak ki, ezekben és ezek által kollektív — egymás munkáját segítő, támogató, nemritkán közösségi jellegű — kikapcsolódást, pihenést, szellemi és fizikai felfrissülést és örömet jelentő tevékenységet végeznek. A fentebbiek alapján most már maga az amatőrcsillagász-mozgalom úgy definiálható, hogy:

az *amatőrmozgalom* az amatőrcsillagászoknak arra irányuló tevékenysége, hogy céljaik hatékonyabb és magasabb szintű megvalósítása érdekében egymással kapcsolatokat, kapcsolatrendszereket alakítsanak ki, szervezeteket hozzanak létre, információhordozókat működtessenek, illetve vegyenek igénybe, szakköröket, klubokat szervezzenek és működtessenek, képzésüket, továbbképzésüket megszervezzék, gondolat-, vélemény és tapasztalatcsere céljából helyi és országos találkozókon, észlelőtáborozásokon, vetélkedőkön találkozzanak.

A fogalmi meghatározások bizonyára nem teljesek, esetleg vitathatók. (Az is nyilvánvaló, hogy az itt felsorolt jegyek *mindegyike* nem feltétlenül lelhető fel az egyes egyénekben, a mozgalom összes ágában.) Természetes, hogy definícióim kiegészítésre szorulhatnak. A megfogalmazással kapcsolatos vita viszont csak gazdagíthatja és pontosíthatja a meghatározásokat. A természetes fejlődés és arra fog kényszeríteni bennünket, hogy meghatározásainkat újrafogalmazzuk. Úgy gondolom azonban, hogy itt az ideje önmagunk és mások számára is világos fogalmakban összefoglalni azt, amit teszünk, amit szeretünk, amiért önszántunkból és jókedvünkből dolgozunk.

Az amatőrmozgalom fejlődésének rövid áttekintése

E tanulmánynak nem feladata, hogy a magyar amatőrcsillagász-mozgalom történetét — akár csak vázlatosan is — ismertesse. Elkerülhetetlen azonban, hogy a mozgalom történetéből ki ne emeljük a *legfontosabb mozzanatokat*. Azokat, melyek a mozgalmat tényleg olyanná fejlesztették, hogy ma a magyar társadalom kulturális életében önálló arculattal, határozott törekvésekkel jelentkezik, s az egyének egy kisebb (de azért még el nem hanyagolható) csoportjának speciális kulturális szükségletét fogalmazza meg, küzd és dolgozik e szükségletek minél teljesebb kielégítéséért az adott lehetőségek között.

Fentebbi fejtegetésemből (melyben igyekeztem bizonyítani, hogy az egyénben élő természetes vonzódás a természeti világhoz, az Univerzum megismerésének vágya és az ehhez kapcsolódó fokozott érdeklődés ösztönzi az egyént arra a tevékenységre, melyet amatőrcsillagászatnak nevezünk) következik, hogy *a társadalomban mindig megvoltak, vannak és lesznek azok az egyének, akiknél valamilyen formában a szükséglet szintjén jelentkezik a csillagászati ismeretek iránti igény.* A modern társadalomra jellemző bő információáramlás e szükségletet részben kielégíti, de részben fokozza is.

A felszabadulást követő években dr. Kulin György és közvetlen munkatársai elévülhetetlen érdemeket szereztek azzal a munkásságukkal, mellyel ezt a szükségletet igyekeztek kielégíteni, egyben a csillagászat iránti *érdeklődést felkelteni, fokozni*, az „amatőrség" szépségét bemutatni. Munkájuk hatására egyre többen kezdtek tudatosan és rendszeresen foglalkozni amatőrcsillagászattal, igyekeztek ismereteiket gyarapítani, magukat folyamatosan képezni, kapcsolatokat kialakítani.

Az országban számos olyan távcső épült, melynek tükrét a tulajdonos maga csiszolta, és a mechanikát is maga készítette. Számtalan érdeklődő, főként fiatal, ismerkedett meg a távcsőoptikák alapkérdéseivel, szerzett *saját távcsövén* keresztül közvetlen élményt és észlelési tapasztalatot, s kezdett ismeretterjesztő könyveket és folyóiratokat olvasni.

A rendszeres *tapasztalatcserék* is bővítették az ismereteiket, meggyorsították az információáramlást. Az élenjárók, a legszorgalmasabbak, a legügyesebbek jelentős tapasztalatot halmoztak fel, mind az észlelések, mind a műszerek fejlesztése terén. Ezek a tapasztalatok előbb-utóbb közkinccsé váltak, s ösztönzőleg hatottak az amatőrök tevékenységére.

A fejlődés természetes velejárója, hogy érdeklődés nyilvánul meg a külföldi amatőrcsillagászat, annak eredményei és lehetőségei iránt. A magyar amatőrcsillagászok legjobbjai kapcsolatot létesítettek *az amatőr észlelési adatokat gyűjtő nemzetközi központokkal.* Ezzel a hazai amatőrcsillagászat a nemzetközi mértékek tekintetében is mérlegre került. A külföldi eredmények ösztönözték a belföldi munkát is.

Mindez szükségképpen szülte meg azt a törekvést, hogy *az amatőrcsillagászok szervezetet alakítsanak.* Társadalmi összefogással, az igényeknek szervezetten hangot adva mindig eredményesebben lehet kihasználni a lehetőségeket, mint egyénileg küszködve a nehézségekkel. Így történt, hogy 1963-ban, a Szentendrén összegyűlt amatőrcsillagászok elhatározták az első és mindmáig legnagyobb magyar amatőrszervezet, a *Csillagászat Baráti Köre* létrehozását, majd a szervezet — mint a TIT irányítása és felügyelete alatt működő csoportosulás — az 1964. évi miskolci találkozón hivatalosan is megalakult. (Ma már megállapíthatjuk, hogy a létrejött szervezeti forma *pozitívumai* mellett olyan szükségképpeni *korlátokat* is jelentett — és jelent — a mozgalom számára, melyek feleslegesen termelik újra és újra az ellentmondásokat. E tanulmányban azonban a fejlődés azon mérföldköveit kell számba vennünk, melyek objektív tények, de amelyek mellett — rendszerint csak a vélt vagy valóságos hibákra koncentrálva — többnyire elmegyünk, anélkül hogy tudatosulna jelentőségük . . .)

Az elmúlt húsz év alatt létrejött *a vidéki Urániák bemutató csillagvizsgáló-hálózata,* melyek körül hol élénkebb, hol lanyhább amatőrcsillagásztevékenység alakult ki. Művelődési házakban, szakkörökben ma már több, jó műszerekkel, színvonalasan felszerelt csillagda működik. Lehetőség nyílott Zeiss-gyártmányú műszerek, optikák, kisegítő berendezések beszerzésére.

Számtalan *szakkör* alakult, melyekben tervszerűen és tudatosan folyik a csillagászat iránt érdeklődők folyamatos képzése. Kialakult az amatőrcsillagászok önképző és továbbképző *tanfolyamrendszere,* kialakulóban van egy *követelményrendszer,* melyet teljesítenie kell annak, aki szakkört kíván vezetni, irányítani, vagy aki a csillagászati ismeretterjesztésben is részt kíván venni.

Észlelőcsoportok alakultak, melyek közül az Albireo (s újabban az „MMTÉH" és a „PVH") következetes és célra orientált munkájával különösen kiemelkedik. Megalakult a Göncöl Csillagászati és Planetológiai Társaság is. A *Föld és Ég* című folyóiratban a mozgalomnak havi megjelenésű országos lapja van. Nyaranta az *észlelőtáborok* nagy számmal várják a jelentkezőket, kellemes és hasznos időtöltést biztosítva az amatőrcsillagászoknak. Ha csak sokszorosított formában is, de eljutnak az érdeklődő amatőrökhöz az *észlelési tájékoztatók* (Meteor, Albireo stb.), s az olyan színvonalas elméleti cikkeket megjelentető kiadvány is, mint a Göncöl. Ha a könyvkiadók nem is kényeztettek el bennünket, de az elmúlt húsz év alatt nem egy színvonalas ismeretterjesztő *csillagászati témájú könyv* jelent meg. Az ismeretterjesztő folyóiratok is rendszeresen közölnek csillagászati témájú cikkeket. Ma már a jó csillagtérképhez, holdtérképhez, észlelési segédletekhez, katalógusokhoz is hozzá lehet jutni elérhető áron. Az utóbbi évek devizakorlátozó intézkedéseitől eltekintve szin-

te korlátozás nélkül kaphatók voltak és részben ma is kaphatók a külföldi amatőrcsillagászati szakfolyóiratok, évkönyvek, idegen nyelvű csillagászati könyvek.

Hozzátartozik az elmúlt húsz év krónikájához, hogy ebben az időszakban megkezdte működését a Budapesti Planetárium, s hogy Pécsett és Kecskeméten kisplanetáriumok működnek.

Ezzel a bizonyára nem teljes felsorolással nem azt akarom állítani, hogy eljött már az „amatőrcsillagász-Kánaán", mert mindarról, amit szükségesnek, elérendőnek vagy a mozgalomból kiküszöbölhetőnek tartok, külön tanulmányt lehetne írni. De a tények tények, és feltétlenül jelzik a mozgalom életképességét, fejlődését. Eljött az ideje annak, hogy a spontenaitás, az üres és hamar múló lelkesedéstől táplált esetlegesség helyt adjon a mozgalomban a *tervszerűségnek, átgondoltságnak*, a szervezeti keretek megfelelő fejlesztésének, a tartalmi munka javításának, az igényes önképzésnek, a fontos feladatok vállalásánál pedig a megfelelő követelményrendszernek . . .

Az alábbiakban a tanulmány terjedelmének lehetőségei között foglalkozom néhány, a mozgalomban szerintem tisztázatlan kérdéssel, s az e tisztázatlanságból eredő torz nézetekkel.

A szakcsillagászat és az amatőrcsillagászat elhatárolása

A mozgalmon kívül álló számára talán az eddig elmondottak után meglepő, hogy ezzel a kérdéssel bővebben kell foglalkozni. Tulajdonképpen már az is jogosan vethető fel, hogy a „szakcsillagászat" kifejezés helyett miért nem egyszerűen csak „csillagászat" szerepel, hiszen az utóbbi kifejezés — mint egy tudományág megnevezése — természetesen *szakismeretet, szaktevékenységet* tételez fel. Így tulajdonképpen a csillagászatot mint tudományt kell elhatárolni az amatőrcsillagászattól, ami viszonyt *nem* tudomány. Gyakorlati meggondolásokból azonban praktikusnak tartom ezúttal a szakcsillagászat kifejezés használatát, mert itt már magának a „szak" jelzőnek is elhatároló funkciója van.

Aki a mozgalom berkeiben ismerős, az jól tudja, hogy az amatőrmozgalomban mindig vannak — olykor talán nem is kevesen — olyanok, akik saját amatőr tevékenységük és a szakcsillagász munkája közé könnyen és felelőtlenül tesznek egyenlőségjelet. Voroncov-Veljaminov, ismert szovjet csillagász utal arra, hogy a tudományon kívül álló nagyközönség számára írt ismeretterjesztő munkákban (ugyanígy az előadásokban) *a szerző a tudományos problémákat, eredményeket, elméleteket kénytelen leegyszerűsítve megfogalmazni*, hogy a feldolgozott téma közérthető legyen. Ilyenkor nem mélyedhet el a tudományos kérdésekben úgy, ahogyan arról tudományos publikációkban kell írni. Ez a leegyszerűsítés, ez

a közérthető fogalmazás teszi az anyagot alkalmassá arra, hogy a szakismerettel nem rendelkező befogadó is megismerhesse a tárgyalt tudományos kérdés lényegét, elvi jelentőségét. Ez teszi lehetővé, hogy egyáltalán a maga számára befogadhassa, feldolgozhassa és megérthesse. A közérthető és leegyszerűsített megfogalmazás azonban az olvasóban vagy a hallgatóban óhatatlanul azt az érzést kelti, hogy a tárgyalt tudományos kérdés, eredmény, elmélet *a maga valóságában* olyan egyszerű, ahogyan azt számára megfogalmazták.

Az amatőrcsillagászok egy része, akik rendszeresen és gyakorta olvasnak csillagászati témájú ismeretterjesztő műveket, cikkeket, rendszeresen hallgatnak ilyen előadásokat, egy idő után úgy vélik, hogy olyan áttekintésük van a csillagászati eredmények, elméletek, problémák felett, mint a szakcsillagászoknak. Könnyen olyan hiedelem alakul ki bennük, hogy megszerzett ismeretanyaguk összevethető a szakcsillagászokéval. Az ilyen amatőrcsillagász hivatottnak érzi magát, hogy környezetében csillagászati kérdésekről úgy nyilatkozzék, mintha birtokában lenne minden csillagászati ismeretnek. Az a tény, hogy környezete (mint az átlagos magyar környezet) hozzá képest rendkívül tájékozatlan a csillagászati kérdésekben, csak növeli téves hiedelmét. Az a tény, hogy ez a környezet méltányolja és elismeri csillagászati tájékozottságát, tovább dagasztja „csillagász"-öntudatát. Így alakul ki az a torz és ártalmas amatőrtípus, amely — kellő önkritika hiányában — szűkebb környezetében „a csillagász" nimbuszában tetszeleg.

Úgy gondolom, hogy az amatőrmozgalomnak éppen a mozgalom tisztasága és tisztessége érdekében kell fellépnie a jelenség ellen. Épp ezért nézzük meg kicsit közelebbről, mi a közös és mi a nem a szakcsillagászatban és az amatőrcsillagászatban.

Közös a szakcsillagászatban és az amatőrcsillagászatban, hogy *mindkettő érdeklődésének tárgya a kozmikus világ*, annak objektumai, jelenségei, folyamatai.

A szakcsillagászat művelői magas szintű *tudományos tevékenységet* végeznek. Ezt a feladatot a társadalmi munkamegosztásban kapott *szakfeladatként*, rendszerint munkaviszonyban, élethivatásszerűen, szigorú tervszerűség keretei között, munkafeladatként, felelősséggel végzik. Ehhez, szigorú követelményrendszer keretében, bizonyítaniuk kell a tudományos tevékenység végzéséhez megkívánt szakképzettséget. Szakmai tudásukat állandó és folyamatos képzéssel kell szinten tartaniuk. Tevékenységükkel szemben társadalmi és munkajogilag is meghatározott elvárás, hogy nemzetközi mértékkel mérve is megfeleljen a haladó tudományos színvonalnak. Tevékenységükről szervezeti kereteik között tartoznak számot adni, és munkájukat rendszeresen értékelik. Munkájukhoz nélkülözhetetlen a fejlett és bonyolult műszer-, fotó- és kiértékelőtechnika.

Az amatőrcsillagász tevékenységét *saját kedvteléséből*, szabad időben, nem élethivatásszerűen, előképzettségi feltételek nélkül végzi. Tevékenységéért jogilag szabályozott felelősséggel senkinek nem tartozik. Eredménykövetelményt vele szemben nem támasztanak és nem is támaszthatnak. Munkájával kapcsolatosan tervszerűségi követelmények nincsenek, hacsak önmaga nem támaszt ilyet saját magával szemben. Képzését, továbbképzését teljesen saját elhatározásából szabja meg. Tevékenységét addig végzi, amíg kedve tartja, ennek színvonaláról, eredményéről számot adni nem köteles. Nem rendelkezik azokkal a szakképzettségi, szervezeti és technikai feltételekkel, melyeknek birtokában a szakcsillagászéval összemérhető tevékenységet fejthetne ki. Tevékenységük ebben az értelemben *nem tudományos tevékenység.*

Az elmondottakat elégségesnek tartom ahhoz, hogy világossá tegye a tartalmi különbséget a szakcsillagászat és az amatőrcsillagászat között. Szükségesnek látszik azonban még néhány idevágó kérdéssel foglalkozni.

Gyakorta hivatkoznak arra, hogy az amatőrcsillagászok színvonalas tevékenységének eredményeként a *szakcsillagászat által is értékelhető és hasznosítható eredményekhez lehet jutni.* A csillagászatban fokozott jelentősége volt és van az észlelési adatok felhalmozásának. Olykor a csillagászati amatőrtevékenység létjogosultságát is ezzel indokolják. Ha az amatőrcsillagászatnak e téren ilyen eredményei vannak (márpedig tény, hogy vannak), akkor az amatőrcsillagászat erre méltán büszke lehet, örülni kell neki, és ösztönözni is kell az amatőröket az ilyen minőségi eredmények elérésére is. A színvonalas amatőr észlelések tehát használható adatok birtokába juttathatják a szakcsillagászatot. Valljuk be azonban, hogy az észlelési adatok gyűjtése és felhalmozása — nyilvánvaló hasznossága mellett is — még nem tudományos tevékenység, ahogyan azt ma értelmezzük. Az amatőrcsillagászat végezhet *tudományosan hasznosítható tevékenységet,* de ez minőségileg más kategória.

Az amatőrcsillagászok némelyike kiveszi a részét a *csillagászati ismeretterjesztésből* is. Ez a tevékenység, ha felelősséggel és felkészülten végzik, társadalmilag igen hasznos. Az ismeretterjesztésben az ismeretterjesztő a tudás birtokosaként jelenik meg, s ezt a tudást a befogadó közönségnek átadja, hallgatóival megosztja. A befogadó oldaláról nézve sem az elvárások, sem a megítélés tekintetében nincs különbség a szaktudós és az ismeretterjesztő amatőr között. Ez az ismeretterjesztésben látszólagos egyenlőséget teremt közöttük. Gyakorlati tapasztalatból tudom, hogy e művelődési alkalmakkor sokszor a szervezők is úgy mutatják be az amatőrcsillagász ismeretterjesztőt, mint csillagászt.

Az ismeretterjesztés, mint tudjuk, a tudomány eredményének, kutatási céljainak a közlése. Az amatőrcsillagász lehet olyan mértékben tudományos eredmények ismeretének a birtokában, hogy azokat képes legyen az ismeretterjesztés keretében továbbadni. Az ismeretterjesztés azonban

a tudományos ismeretek, eredmények *továbbadása*, de semmi esetre sem tudományos tevékenység. Úgy gondolom, alapvető emberi tisztesség kérdése, hogy az amatőrcsillagász az ismeretterjesztés során is ebben a félreérthetetlen (és semmi esetre sem szégyellnivaló) minőségében jelenjen meg, s ne tetszelegjen a „csillagász" hamis köntösében.

A szakcsillagászat és az amatőrcsillagászat kapcsolatai

Véleményem szerint az amatőrcsillagászat számára a kapcsolat a szakcsillagászattal *nélkülözhetetlen*, a szakcsillagászat számára pedig az amatőrcsillagászattal kiépített kapcsolat *szükségszerű és hasznos*.

Az amatőrcsillagászat nélkülözhetetlen tartalmi eleme az érdeklődés a csillagászat munkája, eredményei, kutatási kérdései iránt. Az amatőrcsillagászat ebből a szempontból egy állandó és telíthetetlen *információfelvevő*. Az ország amatőrcsillagászata honnan várhatná és igényelhetné jobban a tevékenységéhez szükséges ismeretközlést, tájékoztatást, mint az ország szakcsillagászatától. Természetes, hogy azt a forrást tartja a maga számára a legautentikusabbnak. A más csatornákon érkező információkkal kapcsolatosan is várja azonban a hazai szakcsillagászat képviselőinek véleménynyilvánítását. (Maga az évkönyv is ezt az elismert és természetes igényt elégíti ki „A csillagászat legújabb eredményeiből" című, évenként megjelenő cikkeivel.) De ezt az igényt elégítik ki a központi előadói konferenciák vagy a szakcsillagászok tollából megjelenő ismeretterjesztő könyvek és cikkek, az általuk tartott ismeretterjesztő előadások. Ez a kapcsolat az amatőrcsillagászok számára nélkülözhetetlen, mert csak így tudnak lépést tartani a korszerű tudományos ismeretekkel, eredményekkel.

Meggyőződésem szerint a hazai szakcsillagászat és amatőrcsillagászat között egészséges és az amatőrmozgalom számára rendkívül fontos és hasznos kapcsolat alakult ki. A magyar amatőrmozgalom a hazai szakcsillagászatban látja szellemi irányítóját, s a hazai szakcsillagászat ezt a feladatot — a TIT szervezeti keretében — vállalja is.

A tudományos kutatások feltételeit, így a csillagászati tudományos munka feltételeit is a társadalom teremti meg. Az intézményeket a társadalom tartja fenn és működteti. A tudományos munka is végső soron mindig a társadalom érdekében folyik. Természetes, hogy *társadalmi érdeklődés* nyilvánul meg a tudományos intézményekben folyó munka iránt. Mindez szükségessé teszi, hogy a társadalom és tudományos intézményei között egészséges kapcsolat alakuljon ki. Ha a tudományos munka általános társadalmi megbecsülést élvez, a társadalom anyagi és erkölcsi erőforrásai is bővebben állnak a tudomány rendelkezésére. Úgy gondolom, hogy a tudományos munka ezért nem nélkülözheti az általános társadal-

mi megbecsülést és elismerést. A társadalmi elismerés és megbecsülés eléréséhez szükséges, hogy a tudományos intézményeknek meglegyen a megfelelő egészséges kapcsolata a fenntartó társadalommal. Erre a kapcsolatra a csillagászatnak is szüksége van.

A társadalmon belül az amatőrmozgalom olyan csoportosulás, mely *különösen érdeklődik* a csillagászat művelőinek munkája iránt. Az amatőrmozgalomba tömörült egyének egyben szervesen benne élnek a dolgozó, termelő társadalom mindennapjaiban, ott vannak a különböző munkahelyeken, a legkülönbözőbb beosztásokban, iskolákban. Az amatőrcsillagász-mozgalom *természetes hidat* képez a szakcsillagász és a társadalom széles rétegei között. Az amatőrcsillagászat felkelti az érdeklődést a csillagászat iránt, felhívja a figyelmet eredményeire, kutatásainak jelentőségeire.

Az amatőrcsillagász-mozgalom soraiban található sok fiatal is, itt ismerkedik meg közelebbről a csillagászat jelentőségével. A mai amatőrmozgalomban lehetnek a holnap szakcsillagászai, de a mai amatőrmozgalomban lehetnek a holnap olyan fontos társadalmi pozícióit is betöltő döntéshozói, akik majd a társadalom megbízásából arról döntenek, hogy a társadalom mit fordíthat a tudományos (és ezen belül a csillagászati) kutatásokra.

A fentiek miatt tartom szükségszerűnek, hogy a csillagászat kihasználja az amatőrmozgalomnak mint a társadalom felé ívelő természetes hídnak a szerepét, saját munkájának, eredményeinek megismertetésére, népszerűsítésére.

Az ismeretterjesztésben részt vevő szakcsillagászok *az ismeretterjesztő munkában* is hasznát vehetik azoknak az amatőrcsillagászoknak, akik képesek ismereteiket megfelelő szinten továbbadni, terjeszteni, és ezzel a társadalom általános természettudományos (és ezen belül csillagászati) kultúráját gazdagítani.

Nem lenne teljes a szakcsillagászat és amatőrcsillagászat közötti kapcsolatot tárgyaló fejezet, ha nem foglalkoznék néhány olyan nézettel, mely alkalmas ennek a kapcsolatnak a megzavarárása. Az előző fejezetben már foglalkoztam egy ilyen jelenséggel, amikor felhívtam a figyelmet a saját dimenzióit fel nem ismerő, ismereteit és tevékenységét túlbecsülő, önmagát csillagásznak kikiáltó amatőr figurájára.

Ilyen, más oldalról jelentkező, de nem kevésbé hibás nézet, mely *teljes egészében megkérdőjelezi a csillagászati amatőrtevékenység* létjogosultságát, s az egész mozgalmat azonosítja a *dilettantizmussal*, és mint ilyet megszüntetendőnek tartja. E nézet képviselői legszívesebben büntetés terhével megtiltanák, hogy a „csillagászat megszentelt templomának" küszöbét szakcsillagász-képesítés nélkül bárki is átlépje. E nézet képviselői alapvetően abban tévednek, hogy a csillagászati amatőrizmust bárkinek is joga és lehetősége lenne adminisztratív eszközökkel megszüntetnie.

A dilettantizmus jelensége sajnos a tudományokat úgy kísérte és kíséri mindig, mint a fényt az árnyék. Dilettantizmus ott és akkor is volt, van és lesz, ahol amatőrtevékenység nem volt, nincs és talán nem is lesz. (Nem tudok például orvosi amatőrről, de szinte naponta értesülünk orvosi képzettség nélkül „orvosi terápiát" végzőkről, gyógyszerfelfedezőkről — kezdve attól, hogy megtalálták a rák gyógyszerét, egészen addig, hogy kinövesztik a kihullott hajat. A kuruzslást a törvény is tiltja, mégsem tudják felszámolni a kuruzslókat, szédelgőket, mert e jelenségnek társadalmi gyökerei vannak.)

Természetes tehát, hogy az amatőrök soraiban is feltűnnek dilettánsok (sőt olykor asztrológusok is), de ez még nem jelenti, hogy az egész mozgalom dilettánsokból állna. Az amatőrmozgalom a szakcsillagászok jelentős részével együtt harcol a dilettantizmus ellen.

Mint kifejtettem, a csillagászati amatőrtevékenység alapja az ember természetes vonzódása a természeti világhoz. Tartalma ennek megismerése, szépségeinek élvezése, az ezen keresztüli (szellemi és fizikai) felfrissülés keresése. Lényegében az amatőrcsillagászat is egyféle „természetjárás". Csakhogy az amatőrcsillagász megszerzett és gyarapodó ismereteivel s távcsövével „járja be" a kozmikus térségeket. A természettel való kapcsolatkeresés és kapcsolattartás az ember *elemi joga.* Ahogyan nem lehet kitiltani az erdőkből azokat, akik nem rendelkeznek erdőmérnöki diplomával, vagy ahogyan nem kell geológiai képesítés ahhoz, hogy valaki megmássza a Lomnici-csúcsot, és ahogyan mélyebb hidrológiai ismeretek nélkül is meg lehet fürdeni a Balatonban, úgy az égbolt látni- és megismernivalóit is bárki felkeresheti — élve a rendelkezésre álló lehetőségekkel, ha ez neki örömet, kellemes és hasznos élményt jelent.

Természetesen nem baj, sőt hasznos, ha az erdőt járó közelebbről ismeri az erdő növény- és állatvilágát, ha a sziklamászó tisztában van a hegyképződési folyamatokkal és a hegyvidék klimatológiájával, s a gondtalan fürdőző mellesleg ismeri a Balaton ökológiáját. Úgy gondolom, hogy hasznára van az égbolt kedvelőjének is, ha közelebbről megismeri az Univerzum szerkezetét, az ott zajló folyamatokat, jelenségeket, a különböző kozmikus objektumokat.

Ha a színvonalas szakmai eszmecserék légköréhez szokott némely szakember találkozik amatőrcsillagászokkal, sokszor megdöbben *a meglepő csillagászati tájékozatlanságon,* esetleg a kérdések kezdetlegességén, a szemléletmód korlátoltságán. Ebből eredően hajlandó az egész mozgalom szellemi színvonalát igen alacsonynak megítélni. Ez az általánosítás (amellett, hogy alaptalan) indokolatlan. Figyelembe kell venni, hogy *a mozgalom — természeténél fogva — teljesen nyitott,* s a társadalom minden rendű és rangú tagja számára — minden előképzettségi követelmény nélkül — nyitva áll. Ez a mozgalom lényegéből következik, és azt jelenti, hogy a mozgalomba, az amatőrcsillagászok soraiba folyamatosan kerül-

nek be olyanok, akiknek a kozmikus világról alig van valami fogalmuk, s ami van, az is téves és teljesen kialakulatlan. *Az érdeklődés és a tájékozódás vágya* hozza azonban őket ide. Így természetes és szükségszerű, hogy a mozgalomban, illetve egyes amatőrcsillagászoknál tájékozatlanság, fejletlen szemléletmód tapasztalható. (Ne felejtsük el, hogy a mozgalom tagjait a társadalomból toborozza, ezért a mozgalomban is szükségképpen tükröződik a társadalom általános csillagászati kultúrája!)

A mozgalom éppen azért küzd, hogy ezt az elmaradott és hiányos kultúrát fejlessze, gazdagítsa. Egészen bizonyos, hogy akik közöttünk néhány évet eltöltenek, ilyen tekintetben lényegesen megváltoznak. A csillagászatról alkotott képük gazdagodik, ismereteik gyarapodnak. Az említett jelenséggel kapcsolatban tehát semmiképpen sem a megbotránkozás és a mozgalom feletti elhamarkodott pálcatörés a helyes reakció, hanem annak felismerése, hogy a társadalom természettudományos (és ezen belül csillagászati) kultúrájának fejlesztéséért még sokat kell tenni a szakembereknek és az amatőrcsillagászoknak egyaránt . . .

*

Az adott és megszabott keretek között természetesen lehetetlen volt kimeríteni a mozgalom valamennyi, tisztázásra váró kérdését. A tárgyalt kérdésekről sem vélekedhetem úgy, hogy azokat papírra vetett gondolataimmal véglegesen „helyükre tettem". Mindössze arról vagyok meggyőződve, hogy éppen a mozgalom érdekében kell ezekről véleményt cserélni, szót érteni.

A tárgyaltakon kívül hasonlóan fontos lenne foglalkozni az ismeretterjesztés és az amatőrcsillagászat kapcsolatával, a mozgalom szervezeti kereteinek kérdésével, a műszerellátás problémáival, az amatőrcsillagászat és a művelődési intézményhálózat kérdésével. Törekednünk kell a tisztánlátásra, helyzetünk, szerepünk, lehetőségeink világos megértésére — mindez ugyanis csak javára válhat a mozgalomnak. Jó lenne, ha ez az önvizsgálati, önértékelési folyamat felgyorsulna, mert ennek a továbbfejlődés szempontjából — azt hiszem, indokoltan — tulajdonítok nagy jelentőséget.

SCHALK GYULA
TIT Országos Központ

N = 1?
A DRAKE-FORMULA VÁLSÁGA*

Alig két évtizede annak, hogy *Frank Drake*, a Cornell Egyetem kutatója matematikai formulába öntötte az élet galaktikus valószínűségének tényezőit. Azóta ezzel a *Drake-formula* néven közismertté vált képlettel becslik a kutatók a galaktikus civilizációk számát. Drake ezzel a formulával korrigálni akarta azt a nyilvánvalóan tarthatatlan szemléletet, amely az élet egyetemességének elvét arra a megállapításra alapozta, hogy — mivel a Földön van élet — minden olyan bolygón is lennie kell, amelyen a földi élet kozmikus alapfeltételei megvannak. Ezek ugyanis *csak a földi élet*, nem pedig az *élet* egyetemes feltételei!

A Drake-formula tartalmi és formai bizonytalanságai, valamint a vele való bánásmód szubjektív, a geo- és antropocentrikus volta oda vezettek, hogy megoldása egyre inkább az *N = 1, azaz galaktikus magányosságunk* elve felé hajlik. Különösen az utóbbi néhány év szak- és népszerűsítő irodalmában tükröződik a formula válsága. Sok előadó mutatott rá korlátaira, egyetemesítésének szükségességére.

A Gondolat Kiadó e tárgykört érintő két legutolsó kiadványában** még nem tükröződik a formula válsága, mert nem a legutóbbi évek „terméke". Sklovszkij könyve egyébként (amellett, hogy aránytalanul nagy asztrofizikai bevezetést ad), igen nagy teret szentel a *műszaki-technikai fejlettség és a technikai kapcsolatfelvétel* kérdéseinek, holott a formula válságának egyik oka éppen a földi technika gátlástalan, helyenként már a science-fiction hatáskörébe utalható extrapolálása! Sklovszkij munkás-

* Az alábbiakban a szerző a Drake-formula bizonytalanságaiból kiindulva, olyan látásmódon alapuló egyéni véleményt fejt ki az élet és a tudat egyetemessége elvéről, amely látásmód nem jellemző a témakör eddigi hazai megközelítésére. Szeretnénk, ha a leírtak olyan szakmai vita kiindulópontját képeznék, amely végső fokon hozzásegít ahhoz, hogy ezt a rendkívül érdekes kérdéskört a túlságosan is meggyökeresedett szempontoktól eltérően közelítse meg a hazai népszerűsítő irodalom. *(A szerk.)*

** Lásd Johann Dorschner: *Van-e élet a Földön kívül?* (Gondolat, 1975.) és J. Sz. Sklovszkij: *Világegyetem, élet, értelem.* (Gondolat, 1976.)

sága emellett arra is példa, hogy az élet egyetemessége és galaktikus elterjedtsége kérdésében sokan a földi technikai-politikai-gazdasági válságokkal „szinkronban" változtatják nézeteiket. Itt (amint azt imént említett könyve után megjelent tanulmányai is bizonyítják) *a földi civilizáció élettartamát* befolyásoló korlátok geo- és antropocentrikus extrapolálására kapunk példát. Sajnos e pesszimista hangvételű nézetek túlságosan is elterjedtek a hazai népszerűsítésben, pedig — megítélésem szerint — az ilyen rövid távú nézetváltozásokra sem a földi válságok, sem a csillagászati megfigyelések nem nyújtanak elegendő jogalapot!

A nehézségek a helytelen megközelítési irányból adódnak. Vagy a földi élet és tudat kozmikus feltételeit *extrapoláljuk* korlátlanul a Galaxisra és az Univerzumra — s így óhatatlanul is önnönmagunk másolataihoz jutunk (UFO-kultusz), vagy ugyanezen feltételeket *matematikai formulába öntve* keltjük azt a látszatot, mintha bármiféle lehetőségünk is volna arra, hogy az élet és tudat galaktikus arányaira, s az Univerzumban való egyetemességének számszerű értékeire becsléseket kaphassunk! Mindkét esetben *geo- és antropocentrikus kötöttségeink* nyilvánulnak meg. Ezek a legvégső fokon abból a látomásból táplálkoznak, amely lokális galaktikus nézőpontunkból egyáltalán kialakulhat.

A Drake-formula

Eredeti változata a következő alakú:

$$N = R \cdot f_p \cdot f_e \cdot f_e \cdot b_1 \cdot f_c \cdot L$$

Az irodalomból való közismertsége miatt az egyes tényezők jelentésével csak röviden foglalkozunk.

A bal oldalon álló N = *a „Tejútrendszerünkben velünk egyidejűleg" létező technikai civilizációk száma;* ezt keressük. A végeredményt a jobb oldali tényezők szorzata adja. Mivel idegen intelligenciát nem ismerünk, az egyes tényezők csak *matematikai valószínűség jellegű számokkal* helyettesíthetők! Ezeket a szakértők (sok tekintetben kényszerűen szubjektív) becslésekkel határozzák meg. A szorzótényezők jelentése a következő:

R = a Galaxisunkban évente születő *csillagok száma.*

f_p = ilyen valószínűséggel övezi a születő csillagokat *bolygórendszer.* (Eszerint évente átlagosan $R \cdot f_p$ a keletkező bolygórendszerek száma.)

f_e = annak valószínűsége, hogy az adott csillag ökoszférájában keringő bolygók felszínén a *fizikai-kémiai viszonyok* kedveznek az anyag életté szerveződésének. (Itt még fel szoktak venni egy N_e tényezőt is, amely a csillag *ökoszférájában* keringő bolygók számát adja meg,

azaz az élet szempontjából számításba vehető égitestek minimális számát egy rendszeren belül. Ennek azonban nem sok értelme van, mert általában egy ilyen bolygóval számolhatunk, és még ennek feltételezése is csak becslés.)

f_i = az arra alkalmas bolygókon ezzel a valószínűséggel alakul ki a *bioszféra*, az élet.

$_i$ = annak valószínűsége, hogy az ilyen bolygón megjelenik az *intelligencia*, a tudat — azon időtartam alatt, amely alatt a központi csillag egyenletesen sugároz.

f_c = a kapcsolatteremtésre is alkalmas *műszaki-technikai fejlettség* valószínűsége.

L = az ilyen civilizációk *várható élettartama*. Ha ezzel megszorozzuk az előbbi tényezők valószínűségeinek szorzata alapján „adott" technikai civilizációk számát, megkapjuk a Galaxisban „jelenleg" várható műszakilag fejlett társadalmak számát.

A Drake-formulát legátfogóbban az *1971-ben megrendezett bjurakáni CETI-konferencián* elemezték a világ minden részéről érkezett és a legkülönbözőbb tudományágakat képviselő szakértők.* Azóta egymást váltják a túlságosan is optimista vagy éppen szélsőségesen borúlátó vélemények. Az elvégzett számszerű becslések pedig olyan szélsőséges értékekhez vezettek, amelyeket még a legnagyobb jóindulattal sem lehet racionálisaknak és tudományos értékűeknek tekinteni.

A Drake-formula bizonytalanságai

Ha az *idő és a távolság* szerepét vizsgáljuk, érthető is ez a bizonytalanság. Különös esetnek kellene ugyanis tartanunk, ha éppen közvetlen környezetünkben, 10—20 fényéven belül akadnánk rá a legközelebbi társadalomra vagy társadalmakra. A kapcsolatteremtést napjainkban csak irányítható vagy irányfüggetlen rádiótávcsövek segítségével tudjuk elképzelni. Eddig már számos kísérlet történt a *csillagközi térből* esetleg felénk irányított rádiójelzések megfigyelésére, de magunk is küldtünk már létezésünkről hírt adó rádiójeleket bizonyos meghatározott, „bolygógyanús" csillagok irányába. Eredmények „még" nincsenek. Ez is érthető, mert a civilizációk élettartama egy-, a kutatásra előttünk álló tér pedig háromdimenziós, így a fejlődésbeni *és* térbeni szomszédságot igen ritkának kell tartanunk! Talán ez is az oka annak, hogy mostanában előtérbe kerültek a Drake-formula bizonytalanságai, amelyek az $N = 1$ megoldásban, a földi élet egyedülvalósága elvében nyernek kifejezést.

* A konferencia anyagának jegyzőkönyvét *Carl Sagan* adta ki: Communication with Extraterrestrial Intelligence (CETI) Cambridge, Massachusetts and London, 1973.

Az egyes tényezők csökkenő megbízhatósága

A formula legfőbb bizonytalanságát az a tény tükrözi, hogy a tényezők helyébe lépő becsült, számszerű értékek, *a valószínűségek megbízhatósága az R-től az L irányba haladva fokozatosan csökken!*

Az R esetében még statisztikai valószínűség jellegű számot kapunk, ha a Galaxis kereken 150 milliárd csillagának számát elosztjuk csillagvárosunk élettartamának tízmilliárd esztendejével: $R = 15$ csillag/év adódik. A többi tényezőre azonban már *csak egy, a földi példa áll előttünk!* Arra, hogy valóban léteznek idegen naprendszerek (f_p), csak *közvetett bizonyítékaink* vannak, és újabban még ezeket a közvetett bizonyítékokat is kétlik bizonyos asztrofizikai megfontolások okán a kutatók. Azt pedig, hogy más bolygórendszerek esetén is hasonlóak-e az életté szerveződés fizikai-kémiai feltételei a földiekhez ($f_e \cdot f_l$) — majdnem minden esetben *földi analógiák, extrapolációk* alapján vélelmezzük. Nem jobb a helyzet a tudat, a társadalmiasodás és a technikai kultúra ($f_i \cdot f_c$) születésének vélelmezésével sem.

Az L faktor az egész formula legbizonytalanabb tagja. Egy, *a társadalom jövőjére* vonatkozó, és az eredményt erősen befolyásoló, de meglehetősen homályos tényező, amely (a Földön) a történelem, a politika, a szociológia, s általában a *társadalomtudományok* szakértőinek szigorú elemzését igényli!

Az eljárásból két szélsőséges eredmény születhet. Egyfelől az egész Galaxist benépesítjük felénk fordult, és a miénkhez megszólalásig hasonló technikai kultúrákkal, rádiótávcsövekkel, másfelől a földi élet és tudat kivételességét, egyedülvalóságát, galaktikus magányunknak az elvét hirdetjük.

A nézetkülönbségek egyik oka, hogy *önkényes a becslések számszerűsége is.* A valószínűségek közölt értékeinek nagysága ugyanis szinte teljes mértékben a becslést végző kutatók belátásától, felkészültségétől és az élet kozmikus távlatai iránti „érzékétől" függ. Tudományosnak aligha lehet nevezni az olyan szélsőséges értékeket, amelyek például a bolygórendszerek számát tízmilliárd és százmillió közé, az életet is hordozó bolygókét pedig tízmilliárd és egymillió közé teszik a Galaxisban! Bizonyos, talán túlságosan is óvatosan becslő kutatóknál azonban az értelmes lények lakta bolygók száma Galaxisunkban alig éri el az ezres nagyságrendet!

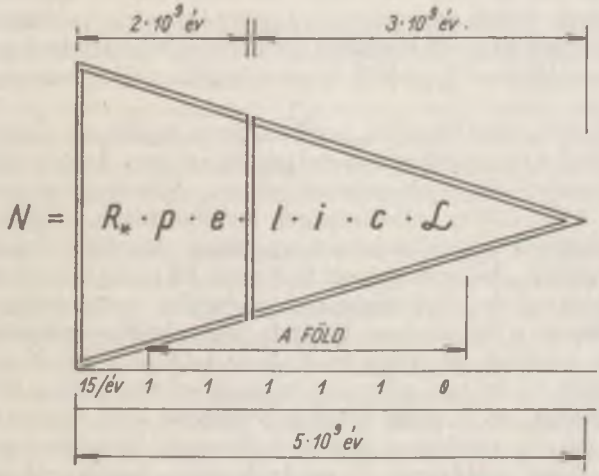
(Mások az L faktor, tehát egy társadalom várható életidejének a kérdésében borúlátóak — olyannyira, hogy a földi technikai társadalom esetleges önpusztításának a veszélyét *önkényesen extrapolálják* az egész Galaxisra, sőt a Metagalaxisra is! Így a Drake-formula megoldása náluk az $N = 1$, azaz a földi élet egyedülvalóságának határozott *elvévé* válik!)

Végső fokon azt mondhatjuk, hogy mind a pozitív, mind a negatív

irányú elfogultság *„a formula egyes tényezőit kompromittálja”* (Sklovszkij), s ezzel tovább növekszenek az iméntiekben vázolt formai, de tartalmi, belső bizonytalanságok is!

Jelöljük a formula fokozatosan csökkenő megbízhatósági irányát (amely egyben hatóiránya is) egy, az alapjával az R tényezőnél álló, s az L tényező felé mutató, hosszan elnyúlt háromszöggel, vagy még inkább: írjuk be a formulát egy ilyen háromszögbe, és nevezzük ezt a továbbiakban *Drake-háromszögnek (1. ábra)*. Rátekintéssel is látható, hogy ez a háromszög tulajdonképpen egy elkeskenyedő nyíl szerepét tölti be, mutatja az egész formula „megbízhatóságának” csökkenési irányát, és tényezőnként is ábrázolja a megbízhatóság fokozatos csökkenését.

Mindenekelőtt úgy tűnik, hogy a formula a múltban, a csillagok megjelenése idején áll biztosan a „talpán”, és a jelenben, az élettudományok tényezőinél (éppen a keresett értékeknél) ölti a legbizonytalanabb formát. Az L faktor bevezetésével pedig elveszti minden megbízhatóságát, mert annak gyakran nulla értéke okán az derül ki, hogy a technikai társadalmak valójában éppen technikai kultúrájuk születése „pillanatában” pusztulnak el, s nincs életidejük, amely számottevő lehetne a kapcsolatfelvétel időigényes vállalkozásában! Ez negálja az egész formulát és annak minden, akár a legkörültekintőbben végzett becslések alapján megállapított N-értékét is!



1. ábra. Az ún. Drake-háromszöggel szemléltethető, hogy a Drake-formulában szereplő valószínűségek becslési bizonyossága az R-től az L irányba fokozatosan csökken. Az L becslése esetén akár nulla is lehet. Az l·i·c tényezők egyetlen példája a földi technikai civilizáció

Emellett *nem állhat valami a csillagkeletkezés több milliárd éves távlatában, a kozmológiai homályba vezető rétegekben biztosabban a lábán, mint jelen ismereteink fényében szemlélve!* Nem az ugyanis a formula elsődleges célja, hogy segítségével a Galaxis csillagainak számára végezzünk becsléseket, hanem az élet gyakoriságát kutatjuk.

Még tovább elemezve kideriil, hogy a háromszög az f_e és f_l tényezők közötti régiókban élesen kettéhasad: az R, az f_p és az f_e tényezők még csillagászati eszközökkel megközelíthetők, de az élet, a tudat és a technikai kultúra valószínűségeit hordozó f_l, f_i és f_c tényezők esetében a legnagyobb bizonytalanságban vagyunk: csak a földi példa áll előttünk, az L esetében pedig még az sem, mert senki sem képes megjósolni technikai civilizációnk várható jövőjét, élettartamát (lásd *1. ábra*).

Tartalmi bizonytalanságok

keletkeznek a formula kezeléséből is, a módszerből, ahogy dolgozunk vele. Drake eredeti szándéka az volt, hogy az élet korábban megállapított és használt kozmikus alapfeltételeit (láttuk, hogy ezek valójában csak a földi élet feltételeiként vehetők számításba) egyetlen matematikai összefüggésbe foglalja össze, amivel az egyes tényezők egymásra épülésének és kölcsönhatásainak a figyelembevételével végezhetők el a becslések. Ez azonban nem történt meg. Az elmúlt két évtized alatt igen szélsőséges becslési értékek láttak napvilágot. Az egyes tényezők valószínűségének külön-külön becslése során kialakult igen éles és ellentétektől egyáltalán nem mentes viták *nem küszöbölték ki nézeteinkből* a *geo- és antropocentrikus elemeket.*

A formula nem teszi lehetővé, hogy az életet egyetemes összefüggéseiben, kozmológiai mozgásában szemléljük, és azt sem, hogy a földi életet az egyetemes élet lokális jelenségének tartsuk. Ellenkezőleg: arra ösztökél, hogy a külön-külön valószínűségek becslése révén a földi élet kozmikus alapfeltételeit korlátlanul extrapoláljuk. Így az egyes tényezők közötti szorzójel a „ha" szócskának felel meg. Ez pedig a becslést végzők szubjektivitásával és elfogultságaival párosulva meggátolja, hogy a formula túllépjen a Naprendszer határain: nem tágulhat galaktikus érvényűvé! Ezt tükrözik az utóbi évek $N = 1$, $N < 1$, sőt $N \ll 1$ megoldások. Ebben az esetben a formula valamennyi tényezője a földi viszonyokat ábrázolja, az L pedig minden bizonnyal csak átmeneti jellegű válságokat tükröz, amelyeket korunk felgyorsult társadalmi-gazdasági-politikai mozgásai indokolnak, és amelyek csak a legnagyobb önkényességgel terjeszthetők ki az élet és tudat *idegen* formáira! A formula tehát egyre inkább a földi élet létrejöttének és jelen állapotának valószínűségét fejezi ki. Önmagába fordul és alkalmatlanná is valik az élet egyetemes-

sége elvének vizsgálatára és megerősítésére! Az $N = 1$ megoldás ugyanis az életnek az *Univerzumban* való ritkaságát, majd hogy nem valószínűtlenségét, ebből következően pedig a Föld kiváltságos szerepét hangsúlyozza, azt, hogy Galaxisunkban — vagy akár az „egész" Univerzumban is — egyedül a Nap nevű csillag harmadik bolygóján, a Földön van élet, egyedül itt létezik az anyag mozgásának, az a módja, amelyet élőnek nevezünk!

Az a tény, hogy ma még nem ismerünk más, nem földi élőformákat, hogy nem esik látókörünkbe az Univerzum egy másik, a Földhöz hasonló (feltétlenül „hasonlónak" kell lennie?) pontja, az csupán az ilyen pontok térben és időben való relatív távolságait teszi nyilvánvalóvá, de nem bizonyítja az élet valószínűtlenségét, nem kérdőjelezheti meg a lakott világok sokaságának elvét! Az $N = 1$ megoldás a Metagalaxis mintegy 10^{11} (százmilliárd) galaxisára némiképpen önkényesen extrapolálva is — ha galaxisonként egyetlenegy életet hordozó bolygóval számolunk — a lakott világok százmilliárdos nagyságrendjét jelenti. *Az $N = 1$ megoldás lehet ugyan* galaktikus *magányosságunk kifejezője, de az* egyetemes élet *szempontjából nem katasztrofális!* Az $N = 1$ megoldás sokkal inkább az általános megnyilvánulása az egyesben mint egyedüllétünk mutatója és bizonyítéka.

A Drake-formula újraértelmezése és egyetemesítése

Nem az a kérdés, hogy egyedül vagyunk-e a Galaxisban, sokkal inkább fontos annak eldöntése, hogy földi létezésünkben, még galaktikus magányosságunk esetén is, mennyiben nyilvánul meg, és megnyilvánulhat-e egyáltalán *az élet egyetemessége?* Úgy vélem, hogy ennek eldöntésére a Drake-formula alkalmatlan, mert — mint láttuk — nem képes túllépni geo- és antropocentrikus kötöttségein, ebben a formájában nem vihető be a becslési folyamatba egy, az egész formulát átívelő kozmológiai-ontológiai szempont.

Az a tény, hogy Drake a számszerű valószínűségek, egyáltalán a valószínűségek becslését az R tényezőnél indítja, *időtartam-átfogási korlátait* mutatja (lásd *2. ábra*). Az élet eshetőségével csak a sziderális tömegek, a csillagok megjelenésétől számol. Napunk esetében ez alig $5 \cdot 10^9$ esztendő. Semmit sem mond (és nem is gondol?) azonban a sziderális tömegek megjelenését megelőző időről, amely az ősrobbanástól a csillagok vagy az adott csillag megjelenéséig eltelt. E kései indításnak nagyszerűen alátámasztható indokai vannak (élnek is vele a népszerűsítők). Mindenekelőtt az, hogy az említett korai korszakokban még nem voltak meg az Univerzumban az életté szerveződés csillagászati-fizikai-kémiai alapjai — és ebben igazuk is van. Hosszú ideig még atomok és molekulák sem voltak, csak szubatomi, elemi részek. Nem voltak még készen a szer-

ves élet építőkövei, a szén, a hidrogén és az oxigén. Nem voltak csillagok, következésképpen nem gyárthatták le a 26-os rendszámú vasnál nehezebb, a földi élet szempontjából nélkülözhetetlen elemeket.

Ez a látásmód csillagászati szempontból kétségkívül korrekt, de nem számol azzal, hogy *az anyag szerveződése nem a sziderális korszakban, hanem azt messze megelőzve, „közvetlenül" az Ősrobbanást követően megindul.* Nem veszi észre, hogy a kozmológiai folyamatban az anyagfejlődés az elemitől az atomin, a molekulárison és a biológiain vezet az emberig, az emberi agyig, és hogy ez a folyamat nem szakítható meg semmilyen szempontból! Ez ugyanis olyan kettős kötésű szerveződési evolutív lánc, amelynek egyik szálán a fizikai szerveződés, másikon pedig a tükrözőképesség — mint egyetemes kölcsönhatási képesség— szerveződik, amelyet majd az evolúció adott fokán, a szervezettség adott szintjén biológiai-pszichikai és mentális tükrözésnek, tehát *tudatnak* kell neveznünk!

A szervezettség e két szálán egyenrangú minőségek érkeznek a kozmológiai evolutív tengely csúcsára: az ultrakomplex szervezettségű emberi agy és a neki megfelelő szervezettségi fokú, szintén ultrakomplex tükrözőképesség, a pszichikai tükrözés tudati szintje! A folyamat az Univerzum anyagi alapját képező legprimitívebb anyag, a szervezetlen hidrogén csomósodásával, szerveződésével „kezdődik" igazán. Vele együtt szerveződik az, amit a fizikai régiókban még csak a tükrözés különböző formáinak, később biológiai és állati pszichikai tükrözésnek, végül tudatnak fogunk nevezni! Az élet előkészítő szakasza kozmológiailag is két szálon fut: az elemitől a sziderális tömegekig. A sziderális tömegek szolgáltatják — akár „életük" árán is — a majdani planetáris környezetet és a rajta (benne) zajló kémiai-biológiai szerveződés anyagi alapját. A bolygókon — és csakis a bolygókon — a szerveződés irányt változtat a nagykomplexumok, az óriásmolekulák felé. Nincs más égitestfajta az Univerzumban, amely alkalmas volna a kozmológiai folyamatban az anyag szerveződésének, genezisének a periódusos rendszer csillagok által kínált elemei fölé emelésére, csak a bolygók! Csak ők lehetnek az Univerzum vitális csomópontjai.

Célszerűbbnek látszik tehát úgy fogalmazni, hogy a kozmológiai történésben nincs külön élettelen és élő, csak szervetlen és szerves, mely utóbbinak a mértéke fokozatosan növekszik az elemitől az emberi agyig! A szervezettség mértékének növekedése pedig az egyre nagyobb élet és egyre nagyobb tudat felé „tart". A jelen valóság minden létezőjét — beleértve a tudatot és a gondolatot is — az Ősrobbanást követő szubatomi porig „porlaszthatjuk" le, és ha egyszer ezt a kozmológiai léptékű visszatekintést elvégeztük, az evolutív tengely mentén fel is „építhetjük" az Univerzumot az elemi portól az emberi agyig. Egy ilyen látásmód mellett lehetetlen nem felismerni, hogy az evolúció nem más,

mint az Univerzum anyagának az elemitől az egyre komplexebb formák, az egyre növekvő élet és tudat fokozatos egymásba szerveződésének, mozgásának végtelen láncolata is! Az, amit a csillagtömegek megjelenésekor a körülöttük vélelmezett planetáris környezetben keresünk, már régen elindult — valójában soha nem volt olyan kozmológiai korszaka az Univerzumnak, amelyben hajszálgyökerei ott ne lettek volna! *Máskülönben kész csodának kellene tartanunk e kései korszakban annak a létezési módnak, mozgásnak, ultrakomplex szervezettségű mozgásformának a megjelenését, amit szervesnek és élőnek nevezünk! Olyan minőség feltűnésének, amelynek nincs kozmológiai-ontológiai előzménye a megelőző* $15 \cdot 10^9$ *esztendőben! Ezt értem a Drake-formula időtartam-átfogási korlátai alatt.*

Azt, hogy általában hajlandók vagyunk azt a létezési módot, a mozgásnak azt a formáját, amit életnek nevezünk, az Univerzum összefüggéseiből, a totális összefüggés-rendszerből kiemelve, elkülönítve vizsgálni, és csak nehezen látjuk be, hogy az élet és a tudat a kozmológiai mozgásnak az Ősrobbanástól, a fizikai α ponttól számított $t =$ jelen korszaknak megfelelő szervezettségi szintű anyagi formációja, fizikai-kozmológiai állapot, és mint ilyen, egyetemes állapot is abban a régióban, amit a $t = 2 \cdot 10^{10}$ fényév nagyságú sugárral az Ősrobbanás „téridőpontja" körül rajzolhatunk, és amely régió legfelsőbb szintjét, annak legfiatalabb rétegét *galaktikus gyűrűnek* nevezhetünk. A $2 \cdot 10^{10}$ fényév sugarú szférához $2 \cdot 10^{10}$ éves evolutív tartam kapcsolódik, így ebben a régióban „azonos" minőségek kapcsolhatók szférikusan (vagy az elfogadott kozmológiai világmodellnek megfelelő geometriával) össze!

Pierre Teilhard de Chardin

a híres jezsuita paleontológus, geológus és filozófus (1881—1955) volt az első, aki megkísérelte az életet és a tudatot nem elsősorban előre, de „hátrafelé" meghosszabbítani. Fő művében* és más, részben természetfilozófiai színezetű írásaiban felvázolta azt a sajátos és egyedülálló látásmódot, amely révén szilárd meggyőződésem szerint századunkban a legtöbbet mondta az életről és a tudatról. Különösen érdekes, hogy közel negyedszázaddal a Drake-formula felállítása előtt verbálisan elemezte annak minden tényezőjét, és mélyrehatóbban is dolgozott az egyes faktorokkal, mint maga Drake és követői! Azt is mondhatnánk, hogy ő „fedezte fel" a formula összekapcsolható tényezőit.** Az élet keletkezésé-

* Pierre Teilhard de Chardin: *Az emberi jelenség*. Gondolat, 1973 *és* 1980.

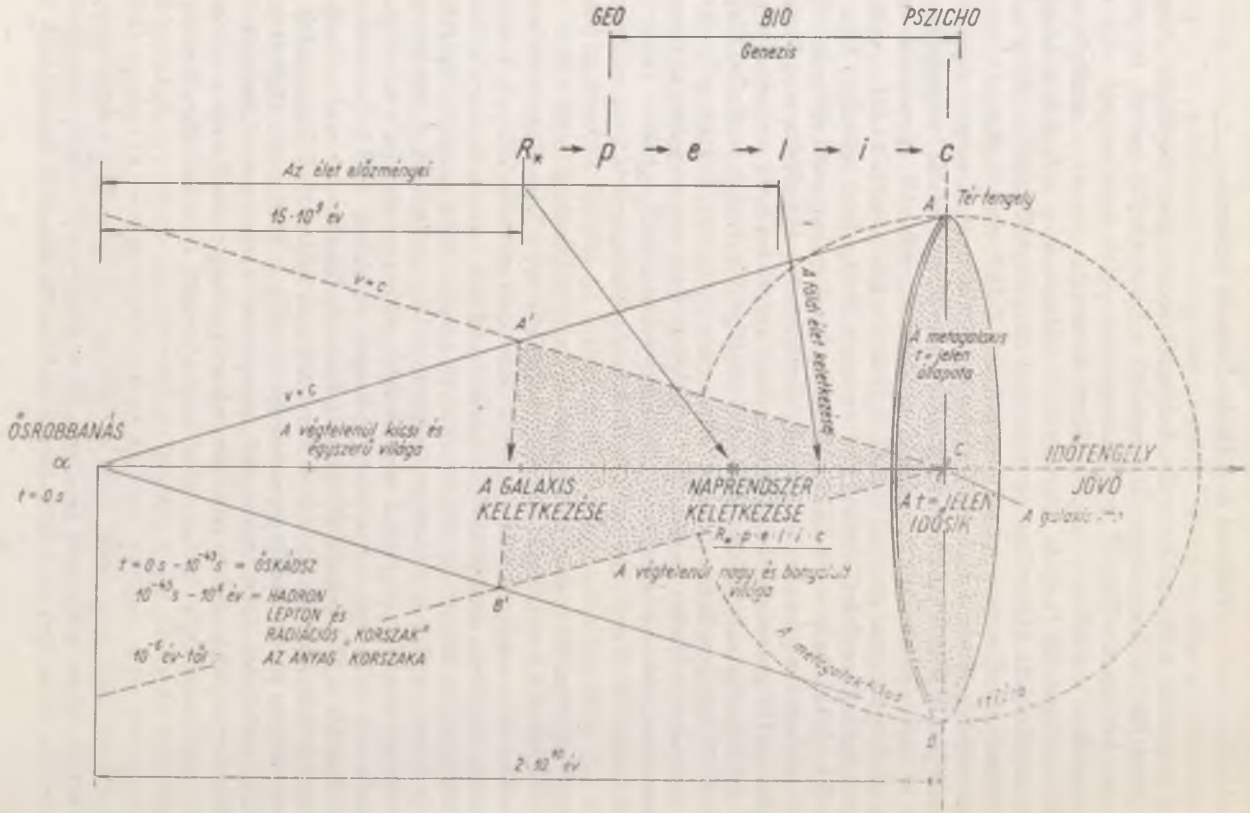
** Teilhard művei életében nem jelenhettek meg, mert az egyház nem jó szemmel nézte az evolúció általa szorgalmazott teológiai elismerését. Csak 1955-ben bekövetkezett halála után adták ki műveit, így főművét, *Az emberi jelenség*et is. Frank Drake 1962-ben közölte formuláját.

nek folyamatába nem a sziderális tömegek kései korszakában, de azt messze (legkevesebb 10^{10} évvel) megelőzve, a szubatomi részek világánál lépett be; a kozmológiai folyamat „mentén" próbálta felkutatni az életté szerveződés potenciális eshetőségeit. Amikor már e korai szinten is az anyag *„belsejéről"*, *„fizikai, majd szerves önmagára vetüléséről"* beszél, akkor tulajdonképpen ugyanarra gondol, amit Hegel *„az anyag belsőségének"*, Plehanov *„az anyag belső állapotának"*, Lenin pedig *„az érzékeléshez hasonló egyetemes visszatükröző képességének"* nevez.* Teilhard — bár egészen más célkitűzésekkel és igen sajátos terminológia alkalmazásával — önmagunk mélységeinek nagyítóján át tanít visszanézni a múltba. Az embert a kozmológiai folyamat csúcsán látva, lent a mélységben megpillantja az Univerzum elemi porát. A kísértés, hogy a kettőt szervesen összekapcsolja, ellenállhatatlan. A tudomány mindig is összekapcsolta az anyagot és az életet. Teilhard zsenialitása abban van, hogy a „végpontokon" kapcsolja egybe őket, és ezzel lehetetlenné teszi az életnek és a tudatnak a kozmológiai folyamattól független szemléletét. Látni tanít. Az éppen szükséges nagyítást és a kellő távlatot adja meg a dolgok helyes értékeléséhez. Nem lokális (galaktikus) nézőpontból *vissza-*, de centrálisból (a fizikai α pontból) *körül*néz. Nem földi analógiákra épít, jóllehet a végtelen sok közül csak egyetlen, a Föld felé vezető kozmológiai időnyíl mentén halad végig. De éppen ez az a módszer, amellyel a fizikai α ponttól a földi tudatig kíséri a szemlélőt. Korszakai és szférái sajátosan nyúlnak át a Drake-formula korszakain és szféráin 15—16 · 10^9 esztendővel az R faktor elé!

Látásmódjában az élet és az ember egy ilyen tartamban fokozatosan növekvő *„jelenség"*. Az élet nála egyetlen kozmikus „lökéshullám", amely első elővillanása óta — akár még a fizikai szinten felé mutató tulajdonságok okán — majd a hullámterjedés fizikai törvényei szerint sodródik végig a Mindenségen, és megtermékenyíti annak arra alkalmas pontjait. A Földet ért „lökéshullámot" visszafelé követve, majd újra „felépítve" leírja az egyre nagyobb és egyre inkább élet és tudat kozmológiai növekedését. Világosan látja, hogy az evolúció egy adott ponton, az összetettség és szervezettség meghatározott értékénél átlépi a szigorúan fizikainak és szervetlennek a küszöbét, hogy színteret is változtatva (a sziderális tömegekről a planetárisokra térve) most már a szerves és a biológiai, majd a tudat felé forduljon, hogy végül a gondolat küszöbén is átlépve az emberben tisztán megtestesüljön az az új minőség, amit tudatosnak nevezünk!

* G. W. F. Hegel: *A természetfilozófia*. Enciklopédia II. 1. Szakasz. 265. § 69. old. Akadémiai Kiadó, 1968.; *G. V. Plehanov válogatott filozófiai írásai*. Kossuth, 1972.; V. I. Lenin: *Materializmus és empiriokriticizmus*. LÖM. 18. 133. old. Kossuth, 1964.

A csúcsával a fizikai α pontba helyezett *kozmológiai fénykúpot* „megtölthetjük" a kozmológiai látásmódból szükségszerűen adódó, és meg sem kerülhetőteilhard-i gondolatmenettel mint tartalommal. Ez a „tartalom" sehol nem mond ellent és nem is tér el a szokványos kozmológiai fénykúpok „tartalmától". Magának a világfolyamatnak a szimbolikus ábrázolása és metszete: dimenzionált téridő. Földi nézőpontunkból a $t =$ jelent megtestesítő $2 \cdot 10^{10}$ éves tartamnál (egy, az időtengely és a látható Univerzum 10^{10} fényéves sugara metszéspontjánál) vett kozmológiai léptékű metszettel egyfelől megkapjuk a $t =$ jelen pillanatnak megfelelő térídősíkot, másfelől ugyanezen sugárral ugyanezen pontból rajzolt szférával „kibonthatjuk" a $t =$ jelen pillanatnak megfelelő látható Univerzum, a Metagalaxis szféráját. Ekkor válik nyilvánvalóvá téridő-lokalitásunk, és az is, hogy ami eddig az idősíkban vett metszet esetén mintegy összepréselve állt előttünk (a Metagalaxis 10^{11} galaxisához az Ősrobbanástól vezető evolutív tengelyek végtelen sokaságának „kötege"), most a tértengely mentén szférikussá bomlott Metagalaxisban egyszerre dimenzionálódik, és felragyog a 10^{11} extragalaxist hordozó metagalaktikus égbolt. Íme, ez a kozmológiai folyamat *galaktikus korszaka,* amelyben az Ősrobbanástól „egyenlő" evolutív tartamra fekvő galaxisokat fűzhetünk és kapcsolhatunk szférikusan egybe egy *kozmológiailag egyidejűségi szférában!* (A látható Univerzum minden egyes galaxisa azonos tartamra fekszik az Ősrobbanástól.) Ami itt elénk tárul, a kozmológiai szervezettség szintjének a kozmológiai evolutív tartam által meghatározott „azonos" szintje és minősége! Ha a galaxisok e rengetegében, amelyeket lokális nézőpontunk okán igen nagy téridőrelativitások (téridő-elkülönülések) választanak el egymástól, legalább egy ponton felleljük a szervezettségnek azt a mértékét, amit élő módon való létezésnek, mozgásnak nevezhetünk, akkor az azonos kozmológiai tartamok okán egyetemes jelenség megnyilvánulását kell felismernünk benne. *Ha a Metagalaxis 10^{11} galaxisának mindegyike akár csak a Drake-formula legborúlátóbb, azaz $N = 1$ mértékéig is felmutatja a szervezettség e mértékét, az élet és a tudat egyetemessége elvétől már aligha lehet eltekinteni!* Ebben a képben élettelent és élőt, szervetlent és szervest, fizikai tükrözést és pszichikait semmi más nem választja el egymástól, csak a szervezettség kozmológiai tartam által meghatározott mértéke! Egyidejűségi szféráról lévén szó, a kozmológiai evolutív tartam adott; a mozgásnak és létezésnek azt a „sajátos" módját, amit a Földön életnek és tudatos életnek nevezünk, nem csoda, nem is isteni akarat, egyedül a szervezettség mértéke képes felmutatni *(2. ábra).* Ez az az abszolút mérték, amelynek révén a jelenségek és dolgok megkülönböztethetők és elválaszthatók is


GEO
BIO
PSZICHO
Genezis
$R_k \rightarrow p \rightarrow e \rightarrow l \rightarrow i \rightarrow c$
Az élet előzményei
$15 \cdot 10^9$ év
v = c
A'
A
Tér tengely
A földi élet kelétkezése
A metagalaxis t = jelen állapota
v = c
A végtelenül kicsi és egyszerű világa
ŐSROBBANÁS
α
t = 0 s
A GALAXIS KELETKEZÉSE
NAPRENDSZER KELETKEZÉSE
$R_k \cdot p \cdot e \cdot l \cdot i \cdot c$
C
IDŐTENGELY
JÖVŐ
A t = JELEN IDŐSÍK
A galaxis
A végtelenül nagy és bonyolult világa
t = 0 s - 10^{-43} s = ŐSKÁOSZ
10^{-43} s - 10^{6} év = HADRON LEPTON és RADIÁCIÓS „KORSZAK"
10^{-6} év-től AZ ANYAG KORSZAKA
B'
A metagalaxis kitágulása
B
$2 \cdot 10^{10}$ év

egymástól, illetve amelynek alapján összekapcsolhatók. Minden más látásmódban össze nem tartozó síkokat és minőségeket hasonlítunk össze; geometriai nagyságaik szerint kapcsoljuk egymáshoz a dolgokat. Olyan mértékkel mérünk, amely nem mértéke a minőségkülönbségeknek.

A teilhard-i látásmód

Az itt ajánlott látásmód mellett azonban nem lehet az életet lokális jelenségnek tartani. Az egyetemesítésnek ezt a kozmológiai léptékű lehetőségét *Teilhard* maga is nyitva hagyta. E pillanattól kezdve a dolgok leegyszerűsödnek. Már csak látni és meglátni kell „*az emberi jelenség*"-ben (az emberben mint jelenségben) és által megnyilvánuló egyetemest. A Drake-formula szorzójeleit elhagyhatjuk. Nem kell többé erőszakosan összeszoroznunk szigorúan fizikai és biológiai minőségeket, mint ahogy valós számokat sem a valószínűségekkel. Felismertük ugyanis, hogy a tényezőket őseredet óta a kozmológiai folyamat, az evolutív tengely fűzi össze és szervezi egymásba. A valószínűségek számszerű becslése részletkérdés, szűkebb szakmai viták tárgya; nem eredményt befolyásoló tényező. Mert nem a konkrét előformákat kutatjuk többé; ezek száma végtelen lehet. *A jelenséget* vizsgáljuk! Az $N = 1$ megoldás az egyetemes jelenség egyik speciális, lokális esete csupán.

A dolgok már nem az Univerzumot behálózó kozmográtiai koordináták metszéspontjaiban mint „helyek"-en jelennek meg, hanem kozmológiai dátumot kapnak. „Helyük" az Univerzumban olyan időjellegű meghatározottság, amelyhez minőségmeghatározó tényezőként a szervezettség mértéke csatlakozik. Így tekintve *az ember nem azért része az Univerzum-*

←2. ábra. A kozmológiai és a filozófiai általánosítás egybehangolásának illusztrálása. Ami a kozmológus számára a kozmológiai fénykúp, az a filozófus számára az ontológia. A kozmológus t = jelen idősíkja a filozófia ismeretelméleti síkja. Balról jobbra: a kozmológiai folyamat, jobbról balra: a megismerés iránya. A létezők a hozzájuk vezető evolutív tengely és a visszatekintés radiális sugara metszéspontjában tűnnek fel a számunkra, de mélyen a múltba zuhanva. A két kúp ellentett irányban szűrődik át egymáson. A t = jelen idősíkba „préselt" Metagalaxis valamennyi objektuma (10^{11} galaxis) azonos evolutív tartamra fekszik a fizikai alfa-ponttól. Ennek a tartamnak alapján kapcsolhatók egybe szférikusan (vagy az elfogadott világmodell geometriájának megfelelően) az AC világsugárral alkotott kozmológiai egyidejűségi szférában. Az idősík szférikus kibontásával dimenzionálódik az „idő", és egymáshoz képest téridő-relativitásokkal, elkülönültségekkel terhelődik az egész szféra. Az elkülönültségek mértékét saját evolutív (idő-) tengelyünkre vetíthetjük vissza. Ábránk a Drake-formula időtartam-átfogási korlátait is mutatja

nak, mert „benne" él, hanem mert szervezettségének mértéke az evolutív tengely „csúcsára" állította: az Univerzum általunk ismert legkomplexebb (ultrakomplex szervezettségű) anyaga az emberi agy! Ehhez a fizikai szervezettséghez hasonló minőségű ultrakomplex reflektív képesség társul: a tudat. Az evolutív tengely mentén egyre fokozottabban „élő" és „tudatosult" anyag szerveződési folyamata vezet ehhez e minőséghez.

Ez a látásmód nem merül el a lokális és szükségszerűen optikai csalódásokkal terhelt részletekben. Arra az alapvető felismerésre támaszkodik, hogy bár az Univerzum geometriailag a végtelen kicsitől a végtelen nagy felé tágul, mégsem az utóbbi a dolgok minőségkülönbségének igazi oka. Nem a geometriai nagyságok, hanem a szervezettség mértéke választja el egymástól a létezőket. Ez az igazi minőségi tényező. *A geometriai nagyságok fokozódó növekedése ugyanis a szervezettség mértékének és az evolutív tartamnak a csökkenésével jár együtt, míg a szervezettség mértékének növekedéséhez a kozmikus testekhez képest egyre kisebb geometriai nagyságok és egyre hosszabb kozmológiai-evolutív tartamok csatlakoznak!* A végtelen nagy, azaz a lokális nézőpont szerinti osztályozásban az élet és tudat szükségszerűen kerül az Univerzum „peremére", mintha planetáris szennyeződés volna csupán a geometriailag roppant méretű gázuniverzumban. Mintha a Metagalaxist „kitöltő" szervezetlen hidrogénfelhőkhöz és csomókhoz képest elhanyagolható lenne az a nagyságrend, amit a morzsányi és zárt felületű bolygókon megnyilvánuló, kozmológiailag legfiatalabb létezési mód, az élő és a tudatos jelent. Mintha e fonák nézőpont szerinti Univerzumnak nem lenne legbensőbb lényege.

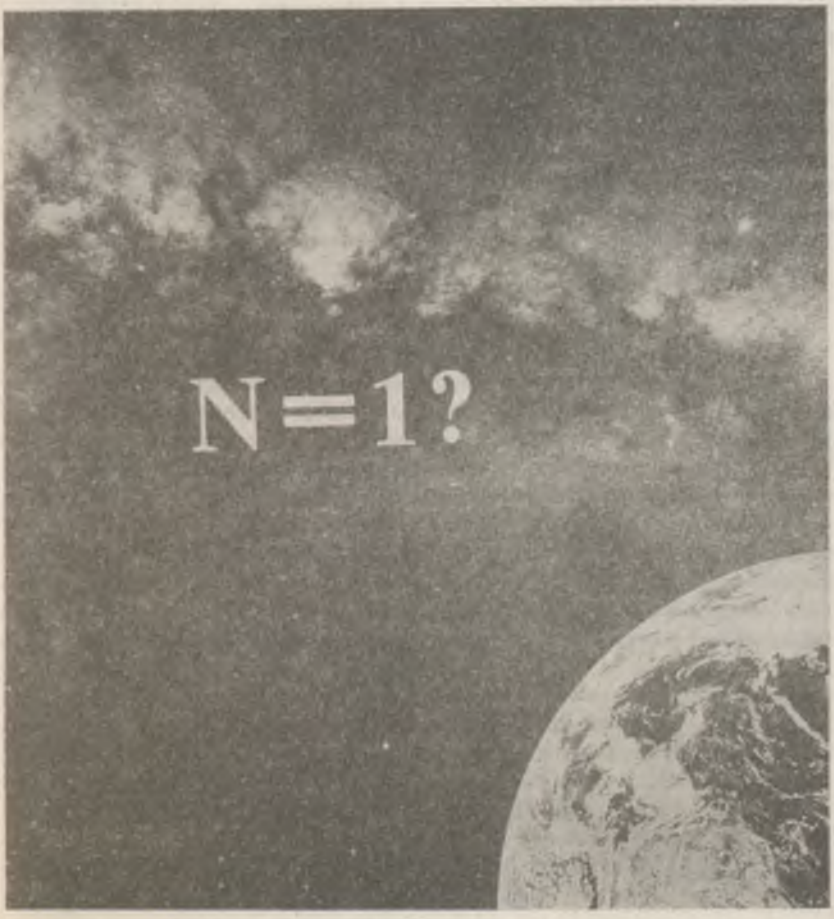
A valóság ezzel szemben az, hogy *az élet „kozmikus nagyságrendű egyetemes működés"* (Teilhard) — *állapot. Kozmológiai állapot.* Egyedül ez a látásmód lehet az élet és intelligencia egyetemessége elvének racionális alapja, amelyben *„csak azt a nagyságrendet terjesztjük ki a pszichikaira is, amelynek valóságát az anyagra vonatkozóan senki sem vonja ma már kétségbe"* (Teilhard).

Helyünk az Univerzumban

Körvonalazhatjuk immár az Univerzumnak azt a látásmódját, amelyben *az élet és tudat egyetemességének elve nem a földi élet alaptalan extrapolálásán és nem is becsléseken alapszik, hanem az Univerzum struktúrájából következik!* Elkészíthetjük a dolgok és jelenségek, különösen az égitestek hierarchiájának a geometriai nagyságrendektől, az ún. strukturális méreti lépcsőn elfoglalt helyüktől eltérő, belső szervezettségük mértékéből adódó természetes sorrendjét. Meghatározhatjuk „helyünket" az Univerzumban.

A Földről nézve, általában a *csillaggáz-molekulákat* tekintjük a dolgok

természetes fizikai egységeinek. *A Galaxisban* olyan gáztömegben élünk, amelynek molekulái olyan súlyosak, mint a Nap, és fényévekkel mérhető távolságokra vannak egymástól. Csillagvárosunkon túl pedig a hozzá hasonló galaxisok milliárdjai lebegnek. És ezzel a kör bezárul. *Csillagok, galaxisok, lokális galaxishalmazok, galaktikus szuperhalmazok, Metagalaxis.* Ez a minket övező gázuniverzum geometriai nagyságrendek szerinti felépítése. Hol van a helye a bolygónak és annak, amit életnek és tudatnak nevezünk? Szemmel láthatóan sehol sincs természetes helyük. Idegenek a csillagok és galaxisok rengetegében. Intuitive is innen táplálkozik az a hiedelem, hogy ami „csak" planetáris, az egyúttal porszem és



jelentőség nélküli is. Ez a látásmód és ez a nézőpont *az össze nem hasonlíthatók összehasonlításának a kényszere. Ebből a nézőpontból általánosít a filozófiai, de gyakran a tudományos gondolkodás is. Ezen a nézőponton „folyik" át a végtelenből érkező és a végtelenbe távozó szubsztancializált idő is, „amelyben" élünk és mozgunk, és „amelyben" az Univerzum is mozog! Így a fizikai-geometriai nagyságrendeken túl ahhoz a valamihez képest is morzsányivá zsugorodunk, amit időnek nevezünk.* A végtelen tartamban és térben hozzánk képest végtelen nagy tömegek öveznek bennünket és nyúlnak át tartamaikkal és geometriai nagyságaikkal létezésünk pillanatnak tűnő tartamán és pontszerű terén. Az így feltáruló és olyannyira nyomasztó Univerzumot és a hozzá való viszonyunkat, még a racionális gondolkodás sem képes igazán felfogni és elfogadni. Itt már csak a vallásfilozófiai színezetű magyarázat látszik „megnyugtatónak" és valamiként elfogadhatónak. Élt és él is vele a vallásfilozófia, még ha napjainkban „*teremtő evolúció*"-nak (a létezők evolúció révén történő folyamatos teremtésének) nevezi is azt, amit régebben egyszeri teremtésnek nevezett. Ebből a nézőpontból egyenesen vezet az út a transzcendenciába, a fizikai valóság „feletti" másvilágba. Ez a látásmód és ez a pozíció azonban nem lehet a tudományos, de a filozófiai gondolkodás végső szava sem. Nézőpontot kell váltanunk.

Váltsunk nézőpontot

A létezők fizikai nagyság szerinti csoportosításakor (vagyis akkor, amikor az általunk belátható Univerzumban körülnézünk) elénk táruló égi hierarchiában ugyanis *nem az Univerzum természetes fizikai egységei, csupán álegységei emelkednek az ismeretelméleti síkba!* Ha belátjuk, hogy egyedül a szervezettség mértékkülönbsége az, amely elhelyezhetővé, összehasonlíthatóvá és összekapcsolhatóvá is teszi számunkra a létezőket az Univerzumban, és ha e szerint rendezzük el őket, *megdől a csillag—galaxis—lokális galaxishalmaz—galaktikus szuperhalmaz—Metagalaxis sor- és értékrend. Helyette a következő sorrendben lépnek elénk a létezők: szubatomi-elemi—atomi—szubmolekuláris—molekuláris—sejt alatti képlet—sejt—szövet—szerv—szervrendszer—egyszerű organizmus—növény- és állatvilág—szuperorganizmus—ember—emberi agy.* Csak ezek mutatnak egymáshoz képest egyre fokozódó szervezettséget. Ebben az összefüggésben a létezők már nem elsősorban a bennük foglalt elemi alkotók számától, nem az ebből adódó geometriai nagyságuktól (nem a tömegszámtól mint olyantól), hanem az elemi alkotók között szervezetten kialakuló kapcsolatok és kapcsolatrendszerek — a kölcsönhatások és kölcsönhatás-rendszerek — számától, szervezettségük mértékétől függenek. Ennek alapján válnak megkülönböztethetőkké, később pedig egyedekké. *Az Univerzum*

természetes fizikai egységei tehát szervezettségük emelkedő iránya — a kozmológiai folyamat iránya — szerint is az élő szervezet szerkezeti szintjeinek felelnek meg! Azt is mondhatjuk, hogy az emberben és az emberi agyban szervezetten „összegeződnek" az Univerzum természetes fizikai egységei, ami éppen a szervezettség okán nem egyenlő annak állításával, hogy az ember ezen egységek szummatív összege.

— *A periódusos rendszer elemei:* elektronjaikkal „társult" atommagcsoportok.

— *Molekulák:* atomcsoportok, amelyek a tehérjefélékben már sok ezer atom szerveződését (nem csupán összetettségét) mutatják.

— *Vírusok és sejt alatti képletek:* molekulasúlyuk már milliós. Határesetek — félfizikai félszerves formációk. Az anyag átmeneti állapotainak tekinthetők. Az élet hajnalán bizonyosan az ilyen, még a sejtnél is egyszerűbb rendszerek képezték a strukturalis-funkcionális egységet.

— *Élő sejtek:* az élet strukturális alapegységei, „atomtartalmuk" már billiónyi. Minőségüket azonban nem ez a tény adja, hanem az, hogy bennük és általuk az *anyag életre kel.* A sejtes forma alatt nem ismerünk önálló élő egységet. Magunk mögött hagytuk a szervetlent és a szervest elválasztó küszöböt. A létezésnek — a mozgásnak — abba a szférájába léptünk, amelyet *Hegel „szerves fizikának"* nevezett.* Ezzel intuitíve is azt jelezte, hogy a világ a maga valóságában nem osztható önkényesen élettelenre és élőre, csak szervetlenre és szervesre.

— *Élőlények világa:* sejtcsoportosulások (organizmusok).

— *Szuperorganizmusok — Ember:* soksejtűek csoportjainak szervezett társulása, amely magasan szervezett individuumhoz vezet.

— *Emberi agy:* harmincmilliárd ($3 \cdot 10^{10}$) idegsejt szervezett társulása, amelyben a szinaptikus kapcsolatok száma 10^{13}—10^{14}. A legmagasabban szervezett anyagcsomó az általunk ismert Univerzumban.

Látható, hogy a belső struktúra által megszabott csoportosítás egyetlen fejlődési sorozattá rendezi el a létezőket. *Bármekkora is számunkra az élettelen és az élő közötti különbség, bizonyos, hogy a milliós atomszámon túl az anyag életre kel, a milliárdoson túl pedig öntudatra ébred, és ami még ennél is fontosabb: az anyag az, amely életre kel és öntudatra ébred.* A létezők az élet felé mutatás kozmológiai sorrendjében állnak elénk. Valóban kozmológiai dátummá válik az, ami eddig kozmográfiai koordináták által meghatározott helynek mutatkozott előttünk. Ez a dátum az Univerzumban elfoglalt valódi helyünk, amelynek racionális magja a szervezettség mértéke. Táblázatunk megfelel az *„egyre nagyobb élet és tudat felé emelkedő tengelynek"* (Teilhard), amely pontosan egybeesik a kozmológiai evolutív tengellyel, a kozmológiai időnyíllal.

* G. W. F. Hegel: *A természetfilozófia.* Enciklopédia II. III. Szakasz. Szerves Fizika. 337. §. 338—545. old. Akadémiai Kiadó, 1968.

Elkészíthetjük immár *a létezőknek a komplexitási súlyaik szerinti táblázatát.* Abszolút értékkel és mértékkel — a szervezettség mértékével — mérhetjük a fontossági sorrendet. És ekkor rá fogunk döbbenni: a Földről nézve fonákjáról, mintegy kifordítva látjuk a világot, mert csak a külső az, ami megnyilvánul számunkra, amikor rátekintünk. Ezért a fizikai-geometriai nagyságok fordított sorrendje mentén kell haladnunk: a geometriai nagyságok fokozódó növekedése a szervezettség mértékének fokozott csökkenésével jár együtt és fordítva.

— *Galaxisok:* igen ritka, „szervezetlen" hidrogénfelhő. A hidrogén a „legprimitívebb" anyag: egy mag és egy elektron. Ennél egyszerűbbet elképzelni is alig lehet.

— *Csillagok:* már valamivel gazdagabb kémiai állapot. Belsejükben instabil, sok szempontból degenerált anyag, amelyet a felszíni zónákban már a súlyos kémiai elemek csaknem teljes sorozata övez. A gagalaxisok csillagközi anyagához képest gyorsan növekvő komplexitás azonban nem érheti el a szervezettségnek a nagymolekulák felé mutató fokát. A sziderális tömegek olyan kozmológiai anyagcsomók, amelyek a hidrogénből kiindulva legyártják a periódusos rendszer elemeit, de ennél magasabbra nem emelhetik az anyag genezisét.

— *Bolygók — Föld:* csak a bolygókon és a bolygószerű égitesteken fordulhat az anyag fejlődése a kémiai és biológiai szerveződés irányába. A geometriai nagyhoz képest ők azok a „morzsányi" anyagcsomók, amelyeken mint zárt (kiterjedésben véges és gömb alakú, a rajta szerveződő anyagot nem szétszóró!) fizikai rendszereken keresztül halad a nagymolekulák szerveződésének evolutív tengelye. Az Univerzum általunk ismert legalább egyetlen pontján, a Földön ennek a tengelynek a csúcsán az ember, az emberi agy és az agyi-idegi mechanizmus eszmei lényege, a tudat, a gondolat áll. A csillagok nem lehetnek az élet közvetlen szülői és hordozói, csak a bolygók, illetve bolygószerű égitestek.

— *Ember:* abszolút helyét meghatározni már nem jelent mást, mint kijelölni helyét a „szupermolekulák" sorában, meghatározni kozmológiai dátumát. Így tekintve *az emberi agy a kozmológiai folyamat legfiatalabb formációja,* s mint ilyen az Univerzum t = jelen „pillanatához" tartozó meghatározottság, fizikai állapot: *tudatosult fizikai állapotú anyag,* amelynek állapothatározóit a harminemilliárd idegsejt 10^{13}—10^{14} szinaptikus kapcsolatából kellene az agykutatóknak kiolvasniok.*

* *Szentágothai János* professzor a *Valóság* 1982/9. számában „Elmélkedés egy általános agyelméletről" című tanulmányában kifejti, hogy a pszichoneurális folyamatok során a tudat, a gondolat dinamikus, azaz fizikai hatás formájában avatkozik be agyközpontjaink működésébe. Az idegműködés „önorganizáló rendszer által hordozott információs rendszer"-ként fogható fel, és „az előzően feloldhatatlannak tűnő ellentét a lefelé

(Egy vörös óriáscsillag 32 fizikai állapotjelzővel írható le eszmei lénye-ge szerint.) Az ember minősége értékelésekor be kell vezetnünk egy új változót: *„a tudat növekedésének, az agy fejlettségének, fizikai és pszichikai szervezettségének a mértékét."*** Így kerülhet be az ember a létezők strukturáltsága alapján készített táblázatba: *szervezettsége mértékét tekintve első helyen áll az Univerzum természetes fizikai egységeinek a sorában!* Amit képvisel, az eddigi gondolatmenetünk alapján nem lehet lokális, csak egyetemes jelenség. A kozmológiai szempont érvényesítése arra a meggyőződésre vezet, hogy az Univerzum nem anyagi és szellemi, nem élettelen és élő, nem végtelenül kicsiny és végtelenül nagy formákban tárul elénk. Nem állíthatók egymással szembe a létezőknek a strukturális méreti lépcsőn elfoglalt pozíciói és a létezők sem e pozíciók szerint. Nem mutatkozik megoldhatatlan ellentmondás az Univerzumban pusztán a mérőszámok és nagyságrendek különbözőségei okán. Nem tekinthető teljesen véletlennek, hogy a gondolkodás olyan egymástól távoli álláspontját képviselő filozófusok, mint *Hegel, Plehanov, Lenin* és *Teilhard* pontosan ugyanazt értették *„az anyag belsősége"*, *„belső állapota"*, *„érzékeléshez hasonló tulajdonsága"* és *„belseje"* fogalma alatt. Azt, hogy az Univerzum mindenekelőtt és -felett fizikai, amely evolutív mozgás révén lépi át a szervetlen fizika és a hegeli *„szerves fizika"* küszöbét. Az élet és a tudat nem tekinthető másnak, mint a kozmológiai folyamatba integrált állapotváltozott anyagi minőségnek és e minőség (szervezettségi fok) létezési módjának, mozgásának, ahol a mentálisnak nevezett régiók a totális fizikai régiókba testesülve (inkorporálódva bennük és általuk testet öltve) jelennek meg. Univerzumunk olyan biokozmikus téridőstruktúrát „vett fel", amelyben az élet és tudat ontológiája, *magának a fizikai világnak* a kozmológiájával azonos. Az emberi agy fizikai szervezettsége és a neki megfelelő pszichikai szervezettség mint összetartozók, még inkább: mint egyazon minőség két mozzanata érkeznek az evolutív tengely csúcsára. . .

---

irányuló elme—agy (pszichoneurális) ok-okozati lánc és a természettudományos világképünk közt nem áll fenn . . . az agyat ért külső (részben információs) hatások az agyi struktúrák dinamikus állapotait befolyásolják,

** P. Teilhard de Chardin: „Mi történik most a Földön?" Előadás a pekingi francia követségen, 1945. március 10-én. Közölte az *Études* című folyóirat 1946 májusában. Kézirat a fordító *Golen Károly* szívességéből.

Nincs lehetőségünk arra, hogy számszerű becsléseket végezzünk az élet és tudat galaktikus vagy metagalaktikus arányainak nagyságára. De az az állítás, hogy a kozmológiai megfontolások által feltárható összefüggések alapján szükségszerűnek tarthatjuk idegen élőformák létezését, megalapozottnak az élet és tudat egyetemessége elvét, messzebb tudományosabb megfogalmazás, mint bármiféle olyan formula felállítása és alkalmazása, amely azt a látszatot kelti, hogy e formációk mennyisége számszerűen is meghatározható. A közölt gondolatmenetben egyfelől terjedelmi, másfelől objektív kifejezésbeli nehézségek okán nagyfokú leegyszerűsítéssel kellett élnem, ami egy ilyen kozmológiai léptékű áttekintésben különben is elkerülhetetlen. A kozmológiai tartamban visszafelé haladva a dolgok és jelenségek mindinkább elmosódnak, a múlt egyre átlátszatlanabbá válik, az új formációk önnönmagukba szervezetten elfedik a régieket, csak az éppen aktuális „végeredmény" emelkedik a csúcsra. A leírt folyamat nem töretlen, de a fejlődés és visszafejlődés szüntelen harcából a fejlődés, esetünkben az élet és a tudat került ki győztesen. Végül kijelentjük: vagy a régi és tulságosan is megszokott módon foglalkozunk az élet és tudat egyetemességének kérdésével, vagy keresünk egy a világban már régen meglevő olyan egyetemes elvet, amely mindig is magában foglalta az élet és tudat egyetemességének elvét! Úgy vélem, hogy van ilyen elv: *a világ anyagi egységének, az anyagiság kizárólagosságának elve*, amelynek alapján a világ *anyagi létezők* és az általuk nyilvánított minőségmutató *jelenségek* formájában áll elénk. A jelenségek végtelen sorában — a szubatomi elemitől az emberi agyig terjedő fizikai, kémiai, biológiai és psziehikai szervezettségben — az egyik *a szellemi jelenség!* Egyetemessége, miként a többi jelenségé is, nem szubjektív becslésekből, hanem a világ anyagi egységének, az anyagiság kizárólagosságának elvéből kővetkezik. Ezzel az életet és a szellemi jelenséget, a tudatot visszahelyeztük az Univerzumba annak szerves részeként.

60. – Ft