

CSILLAGÁSZATI  
ÉVKÖNYV 1969



# CSILLAGÁSZATI ÉVKÖNYV

AZ 1969. ÉVRE

SZERKESZTETTE

A TUDOMÁNYOS ISMERETTERJESZTŐ TÁRSULAT  
CSILLAGÁSZATI ÉS ŪRKUTATÁSI SZAKOSZTÁLYAINAK  
ORSZÁGOS VÁLASZTMÁNYA

GONDOLAT KIADO  
BUDAPEST 1968

MTA Csillagvizsgáló  
Intézet  
**TÖRÖLVE**  
10 378/1968



CSILLAGÁSZATI ADATOK  
AZ 1969. ÉVRE

Az I—XIV. táblázatokat összeállította  
a TIT Hajdú-Bihar Megyei Csillagászati Szakosztálya  
az MTA Napfizikai Obszervatórium közreműködésével  
(Debrecen)

DÁTUM	A HÉT napjai	Év hányadik hete	Év hányadik napja	KÜZÉP-EURÓPAI zónaidőben					A HOLD fény-változásai
				Budapesten					
				A NAP			A HOLD		
				kel	delel	nyug-szik	kel	nyug-szik	
				h m	h m	h m	h m	h m	
1	Sz	(1)	1	7 32	11 47	16 03	13 43	5 58	
2	Cs		2	7 32	11 48	16 05	14 27	6 58	
3	P		3	7 32	11 49	16 06	15 21	7 48	○ 19 28
4	Sz		4	7 32	11 49	16 06	16 25	8 30	
5	V		5	7 32	11 49	16 07	17 33	9 02	
6	H	2	6	7 32	11 50	16 08	18 44	9 28	
7	K		7	7 32	11 50	16 09	19 56	9 48	
8	Sz		8	7 31	11 50	16 10	21 07	10 04	
9	Cs		9	7 31	11 51	16 12	22 18	10 20	
10	P		10	7 30	11 51	16 13	23 33	10 35	
11	Sz		11	7 30	11 52	16 14	—	10 51	☾ 15 01
12	V		12	7 29	11 52	16 16	0 50	11 09	
13	H	3	13	7 29	11 53	16 17	2 11	11 32	
14	K		14	7 28	11 53	16 19	3 38	12 02	
15	Sz		15	7 28	11 54	16 20	5 03	12 44	
16	Cs		16	7 28	11 54	16 21	6 20	14 04	
17	P		17	7 27	11 54	16 22	7 22	15 01	
18	Sz		18	7 26	11 55	16 24	8 07	16 28	● 05 59
19	V		19	7 25	11 55	16 25	8 38	17 58	
20	H	4	20	7 24	11 55	16 27	9 01	19 22	
21	K		21	7 23	11 55	16 28	9 20	20 41	
22	Sz		22	7 22	11 56	16 30	9 36	21 57	
23	Cs		23	7 22	11 56	16 31	9 51	23 09	
24	P		24	7 21	11 56	16 32	10 07	—	
25	Sz		25	7 20	11 56	16 34	10 23	0 20	☾ 09 24
26	V		26	7 19	11 56	16 36	10 43	1 32	
27	H	5	27	7 17	11 57	16 37	11 09	2 42	
28	K		28	7 16	11 57	16 39	11 40	3 49	
29	Sz		29	7 16	11 57	16 40	12 21	4 52	
30	Cs		30	7 14	11 58	16 42	13 12	5 46	
31	P		31	7 13	11 58	16 43	14 13	6 30	

Hold: 1-én 16<sup>h</sup>.kor földtávolban  
 17-én 01<sup>h</sup>.kor földközélen  
 29-én 04<sup>h</sup>.kor földtávolban

# HÓNAP

0 <sup>h</sup> világidőkor						
Julián dátum 2440...	Csillagidő ( $\lambda=0^h$ -nál)	NAP			HOLD	
		RA	D	látszó sugara	RA	D
	h m s	h m	° ' "	' "	h m	° ' "
222,5	6 41 52,291	18 45	- 23 02	16 18	4 32	+ 26 30
223,5	6 45 48,854	18 50	22 57	16 18	5 24	28 05
224,5	6 49 45,418	18 54	22 52	16 18	6 18	28 22
225,5	6 53 41,981	18 58	22 46	16 18	7 12	27 20
226,5	6 57 38,543	19 03	22 40	16 18	8 04	25 01
227,5	7 01 35,103	19 07	22 33	16 18	8 55	21 34
228,5	7 05 31,661	19 12	22 25	16 18	9 44	17 09
229,5	7 09 28,217	19 16	22 18	16 17	10 30	11 59
230,5	7 13 24,770	19 20	22 10	16 17	11 16	6 14
231,5	7 17 21,322	19 25	22 01	16 17	12 01	+ 0 08
232,5	7 21 17,875	19 29	21 52	16 17	12 48	- 6 06
233,5	7 25 14,428	19 33	21 43	16 17	13 37	12 15
234,5	7 29 10,984	19 38	21 33	16 17	14 29	17 58
235,5	7 33 07,544	19 42	21 23	16 17	15 26	22 52
236,5	7 37 04,108	19 46	21 12	16 17	16 29	26 28
237,5	7 41 00,675	19 51	21 01	16 17	17 35	28 19
238,5	7 44 57,242	19 55	20 49	16 17	18 44	28 05
239,5	7 48 53,808	19 59	20 37	16 17	19 51	25 46
240,5	7 52 50,371	20 03	20 25	16 17	20 53	21 40
241,5	7 56 46,930	20 08	20 12	16 17	21 51	16 19
242,5	8 00 43,484	20 12	19 59	16 17	22 44	10 13
243,5	8 04 40,036	20 16	19 46	16 17	23 33	- 3 49
244,5	8 08 36,587	20 20	19 32	16 16	0 20	+ 2 31
245,5	8 12 33,139	20 25	19 18	16 16	1 06	8 34
246,5	8 16 29,692	20 29	19 04	16 16	1 52	14 06
247,5	8 20 26,247	20 33	18 49	16 16	2 38	18 58
248,5	8 24 22,804	20 37	18 33	16 16	3 27	23 00
249,5	8 28 19,363	20 41	18 18	16 16	4 17	26 02
250,5	8 32 15,924	20 45	18 02	16 16	5 09	27 55
251,5	8 36 12,486	20 49	17 46	16 16	6 03	28 32
252,5	8 40 09,047	20 54	- 17 29	16 16	6 57	+ 27 49

Föld: 3-án napközben

# I. FEBRUÁR

DÁTUM	A HÉT napjai	Év hányadik hete	Év hányadik napja	KÖZÉP-EURÓPAI zónaidőben						A HOLD fényváltásai
				Budapesten					A HOLD	
				A NAP			A HOLD			
				kel	delel	nyug-szik	kel	nyug-szik		
				h m	h m	h m	h m	h m	h m	
1	Sz	(5)	32	7 12	11 58	16 44	15 21	7 05		
2	V		33	7 10	11 58	16 46	16 34	7 32	○ 13 56	
3	H	6	34	7 09	11 59	16 48	17 45	7 54		
4	K		35	7 07	11 59	16 50	18 58	8 12		
5	Sz		36	7 06	11 59	16 51	20 10	8 27		
6	Cs		37	7 05	11 59	16 53	21 24	8 44		
7	P		38	7 04	11 59	16 54	22 39	9 00		
8	Sz		39	7 02	11 59	16 55	23 58	9 14		
9	V		40	7 00	11 59	16 57	—	9 39		
10	H	7	41	6 59	11 59	16 59	1 21	10 06	☾ 01 09	
11	K		42	6 57	11 59	17 01	2 44	10 37		
12	Sz		43	6 56	11 59	17 02	4 03	11 28		
13	Cs		44	6 55	11 59	17 04	5 08	12 35		
14	P		45	6 53	11 59	17 06	5 59	13 55		
15	Sz		46	6 51	11 59	17 07	6 35	15 24		
16	V		47	6 49	11 59	17 08	7 01	17 09	● 17 26	
17	H	8	48	6 47	11 59	17 10	7 22	18 13		
18	K		49	6 45	11 59	17 12	7 39	19 32		
19	Sz		50	6 44	11 59	17 13	7 55	20 47		
20	Cs		51	6 43	11 59	17 14	8 10	22 01		
21	P		52	6 41	11 58	17 16	8 27	23 14		
22	Sz		53	6 39	11 58	17 17	8 46	—		
23	V		54	6 37	11 58	17 19	9 09	0 26		
24	H	9	55	6 36	11 58	17 21	9 38	1 36	☾ 05 31	
25	K		56	6 34	11 57	17 22	10 15	2 41		
26	Sz		57	6 32	11 57	17 23	11 02	3 39		
27	Cs		58	6 30	11 57	17 24	12 00	4 27		
28	P		59	6 28	11 57	17 26	13 06	5 05		

Hold: 14-én 05<sup>h</sup>-kor földközélen  
25-én 23<sup>h</sup>-kor földtávolban

# HÓNAP

0 <sup>b</sup> világidőkor						
Julian dátum 2440. ...	Csillagidő ( $\lambda = 0^{\text{h}}$ -nál)	NAP			HOLD	
		RA	D	látszó sugara	RA	D
	h m s	h m	° ' "	' "	h m	° ' "
... 253,5	8 44 05,607	20 58	- 17 13	16 15	7 50	+ 25 48
254,5	8 48 02,166	21 02	16 56	16 15	8 42	22 34
255,5	8 51 58,722	21 06	16 38	16 15	9 31	18 18
256,5	8 55 55,276	21 10	16 20	16 15	10 19	13 12
257,5	8 59 51,828	21 14	16 02	16 15	11 05	7 29
258,5	9 03 48,378	21 18	15 44	16 15	11 51	+ 1 23
259,5	9 07 44,927	21 22	15 26	16 15	12 37	- 4 53
260,5	9 11 41,478	21 26	15 07	16 14	13 25	11 03
261,5	9 15 38,031	21 30	14 48	16 14	14 15	16 49
262,5	9 19 34,587	21 34	14 29	16 14	15 10	21 50
263,5	9 23 31,147	21 38	14 09	16 14	16 09	25 44
264,5	9 27 27,709	21 42	13 49	16 14	17 12	28 05
265,5	9 31 24,274	21 46	13 29	16 13	18 18	28 33
266,5	9 35 20,837	21 50	13 09	16 13	19 24	27 01
267,5	9 39 17,399	21 54	12 49	16 13	20 27	23 39
268,5	9 43 13,956	21 57	12 28	16 13	21 26	18 48
269,5	9 47 10,510	22 01	12 07	16 13	22 21	12 56
270,5	9 51 07,060	22 05	11 46	16 12	23 12	- 6 32
271,5	9 55 03,609	22 09	11 25	16 12	0 00	+ 0 01
272,5	9 59 00,157	22 13	11 03	16 12	0 47	6 22
273,5	10 02 56,707	22 17	10 42	16 12	1 34	12 16
274,5	10 06 53,259	22 21	10 20	16 12	2 21	17 31
275,5	10 10 49,813	22 24	9 58	16 11	3 10	21 56
276,5	10 14 46,369	22 28	9 36	16 11	4 00	25 21
277,5	10 18 42,927	22 32	9 14	16 11	4 53	27 37
278,5	10 22 39,486	22 36	8 52	16 11	5 46	28 38
279,5	10 26 36,045	22 39	8 29	16 10	6 40	28 19
280,5	10 30 32,604	22 43	- 8 07	16 10	7 33	+ 26 41



# I. MÁRCIUS

DÁTUM	A HÉT napjai	Év hányadik hete	Év hányadik napja	KÖZÉP-EURÓPAI zónaidőben					A HOLD fényváltózsai
				Budapest					
				A NAP			A HOLD		
				kei	delel	nyug-szik	kei	nyug-szik	
				h m	h m	h m	h m	h m	h m
1	Sz	(9)	60	6 26	11 57	17 28	14 16	5 34	
2	V		61	6 24	11 57	17 30	15 30	5 58	
3	H	10	62	6 22	11 57	17 31	16 44	6 17	
4	K		63	6 21	11 56	17 32	17 56	6 33	○ 06 18
5	Sz		64	6 18	11 56	17 34	19 11	6 49	
6	Cs		65	6 16	11 56	17 36	20 27	7 04	
7	P		66	6 14	11 56	17 37	21 46	7 21	
8	Sz		67	6 12	11 56	17 39	23 09	7 40	
9	V		68	6 11	11 55	17 40	—	8 05	
10	H	11	69	6 09	11 55	17 42	0 32	8 37	
11	K		70	6 07	11 55	17 43	1 53	9 23	☾ 08 45
12	Sz		71	6 05	11 55	17 44	3 02	10 22	
13	Cs		72	6 03	11 54	17 46	3 55	11 37	
14	P		73	6 00	11 54	17 47	4 35	12 59	
15	Sz		74	5 58	11 54	17 49	5 03	14 25	
16	V		75	5 57	11 54	17 51	5 25	15 48	
17	H	12	76	5 55	11 53	17 52	5 43	16 57	
18	K		77	5 53	11 53	17 53	5 59	18 24	● 05 52
19	Sz		78	5 50	11 53	17 54	6 14	19 38	
20	Cs		79	5 48	11 52	17 56	6 31	20 53	
21	P		80	5 46	11 52	17 58	6 49	22 06	
22	Sz		81	5 44	11 52	17 59	7 09	23 18	
23	V		82	5 43	11 52	18 01	7 37	—	
24	H	13	83	5 41	11 51	18 02	8 10	0 26	
25	K		84	5 38	11 51	18 03	8 53	1 28	
26	Sz		85	5 36	11 51	18 05	9 46	2 21	☾ 01 49
27	Cs		86	5 34	11 50	18 06	10 49	3 02	
28	P		87	5 32	11 50	18 08	11 58	3 34	
29	Sz		88	5 31	11 50	18 09	13 09	4 01	
30	V		89	5 28	11 49	18 10	14 23	4 22	
31	H	14	90	5 26	11 49	18 11	15 36	4 38	

Hold: 13-án 03<sup>h</sup>-kor földközélen  
25-én 19<sup>h</sup>-kor földtávolban



# H Ó N A P

0 <sup>h</sup> világidőkor						
Julián dátum 2440. . .	Csillagidő (λ=0 <sup>h</sup> -nál)	NAP			HOLD	
		RA	D	látszó sugara	RA	D
	h m s	h m	° ' "	' "	h m	° ' "
.. 281,5	10 34 29,161	22 47	- 7 44	16 10	8 25	+ 23 48
282,5	10 38 25,715	22 51	7 21	16 10	9 16	19 48
283,5	10 42 22,268	22 54	6 58	16 10	10 04	14 53
284,5	10 46 18,818	22 58	6 35	16 09	10 51	9 14
285,5	10 50 15,366	23 02	6 12	16 09	11 38	+ 3 05
286,5	10 54 11,913	23 06	5 49	16 09	12 24	- 3 18
287,5	10 58 08,461	23 09	5 26	16 09	13 12	9 38
288,5	11 02 05,011	23 13	5 02	16 08	14 03	15 38
289,5	11 06 01,565	23 17	4 39	16 08	14 57	20 54
290,5	11 09 58,122	23 20	4 16	16 08	15 55	25 05
291,5	11 13 54,682	23 24	3 52	16 08	16 57	27 47
292,5	11 17 51,243	23 28	3 28	16 07	18 01	28 43
293,5	11 21 47,805	23 31	3 05	16 07	19 05	27 45
294,5	11 25 44,365	23 35	2 41	16 07	20 08	24 58
295,5	11 29 40,922	23 39	2 18	16 06	21 06	20 39
296,5	11 33 37,475	23 42	1 54	16 06	22 01	15 13
297,5	11 37 34,025	23 46	1 30	16 06	22 52	9 04
298,5	11 41 30,573	23 50	1 06	16 06	23 41	- 2 35
299,5	11 45 27,120	23 53	0 43	16 05	0 29	+ 3 53
300,5	11 49 23,668	23 57	- 0 19	16 05	1 16	10 02
301,5	11 53 20,217	0 01	+ 0 05	16 05	2 03	15 39
302,5	11 57 16,770	0 04	0 29	16 05	2 52	20 28
303,5	12 01 13,324	0 08	0 52	16 04	3 42	24 19
304,5	12 05 09,881	0 12	1 16	16 04	4 34	27 02
305,5	12 09 06,439	0 15	1 39	16 04	5 28	28 29
306,5	12 13 02,997	0 19	2 03	16 03	6 22	28 37
307,5	12 16 59,555	0 23	2 27	16 03	7 15	27 26
308,5	12 20 56,112	0 26	2 50	16 03	8 07	24 58
309,5	12 24 52,667	0 30	3 13	16 03	8 58	21 23
310,5	12 28 49,220	0 33	3 37	16 02	9 47	16 47
311,5	12 32 45,770	0 37	+ 4 00	16 02	10 34	+ 11 23

Föld; 20-án 20<sup>h</sup> 08<sup>m</sup>.kor tavasz kezdete (KözEI)

# I. ÁPRILIS

DÁTUM	A HÉT napjai	Év hányadik hete	Év hányadik napja	KÖZÉP-EURÓPAI zónaidőben					A HOLD fény-változásai
				Budapesten					
				A NAP			A HOLD		
				kel	delel	nyug-szik	kel	nyug-szik	
				h m	h m	h m	h m	h m	h m
1	K	(14)	91	5 24	11 49	18 13	16 51	4 54	☉ 19 46
2	Sz		92	5 22	11 48	18 14	18 08	5 10	
3	Cs		93	5 20	11 48	18 16	19 28	5 26	
4	P		94	5 19	11 48	18 17	20 51	5 45	
5	Sz		95	5 17	11 48	18 18	22 16	6 08	
6	V	15	96	5 14	11 47	18 20	23 41	6 37	☾ 14 59
7	H		97	5 12	11 47	18 21	—	7 19	
8	K		98	5 10	11 47	18 23	0 57	8 15	
9	Sz		99	5 08	11 46	18 24	1 54	9 26	
10	Cs		100	5 07	11 46	18 26	2 37	10 46	
11	P		101	5 05	11 46	18 27	3 07	12 10	
12	Sz	102	5 03	11 46	18 28	3 30	13 32	☀ 19 16	
13	V	103	5 01	11 45	18 30	3 49	14 50		
14	H	104	4 59	11 45	18 31	4 05	16 06		
15	K	105	4 56	11 45	18 33	4 21	17 20		
16	Sz	106	4 54	11 44	18 34	4 37	18 34		
17	Cs	107	4 53	11 44	18 36	4 53	19 47		
18	P	108	4 51	11 44	18 37	5 12	21 00	☾ 20 45	
19	Sz	109	4 49	11 44	18 38	5 37	22 11		
20	V	110	4 47	11 44	18 39	6 08	23 16		
21	H	111	4 45	11 43	18 41	6 48	—		
22	K	112	4 43	11 43	18 43	7 36	0 12		
23	Sz	113	4 42	11 43	18 44	8 35	0 59		
24	Cs	114	4 40	11 43	18 45	9 42	1 34		
25	P	115	4 39	11 43	18 46	10 50	2 03	☀ 19 16	
26	Sz	116	4 37	11 42	18 48	12 02	2 25		
27	V	117	4 35	11 42	18 49	13 16	2 43		
28	H	118	4 33	11 42	18 51	14 27	2 59		
29	K	119	4 32	11 42	18 52	15 42	3 14		
30	Sz	120	4 30	11 42	18 53	17 01	3 30		

Hold: 7-én 01<sup>h</sup>-kor földközélen  
22-én 15<sup>h</sup>-kor földtávolban

# HÓNAP

0 <sup>h</sup> világidőkor						
Julián dátum 2440...	Csillagidő (λ=0 <sup>h</sup> -nál)	NAP			HOLD	
		RA	D	látszó sugara	RA	D
	h m s	h m	° ' "	' "	h m	° ' "
...312,5	12 36 42,319	0 41	+ 4 23	16 02	11 21	+ 5 22
313,5	12 40 38,866	0 44	4 46	16 02	12 08	- 1 02
314,5	12 44 35,414	0 48	5 10	16 01	12 56	7 33
315,5	12 48 31,963	0 52	5 32	16 01	13 47	13 49
316,5	12 52 28,516	0 55	5 55	16 01	14 41	19 29
317,5	12 56 25,072	0 59	6 18	16 00	15 40	24 07
318,5	13 00 21,632	1 03	6 41	16 00	16 42	27 17
319,5	13 04 18,194	1 06	7 03	16 00	17 46	28 39
320,5	13 08 14,757	1 10	7 26	16 00	18 51	28 06
321,5	13 12 11,318	1 14	7 48	15 59	19 53	25 44
322,5	13 16 07,876	1 17	8 10	15 59	20 52	21 48
323,5	13 20 04,430	1 21	8 32	15 59	21 47	16 44
324,5	13 24 00,982	1 25	8 54	15 58	22 38	10 52
325,5	13 27 57,531	1 28	9 16	15 58	23 26	- 4 36
326,5	13 31 54,078	1 32	9 37	15 58	0 13	+ 1 46
327,5	13 35 50,627	1 36	9 59	15 58	1 00	7 59
328,5	13 39 47,177	1 39	10 20	15 57	1 46	13 45
329,5	13 43 43,729	1 43	10 41	15 57	2 35	18 50
330,5	13 47 40,284	1 47	11 02	15 57	3 25	23 03
331,5	13 51 36,841	1 51	11 23	15 57	4 17	26 10
332,5	13 55 33,400	1 54	11 44	15 56	5 10	28 04
333,5	13 59 29,960	1 58	12 04	15 56	6 04	28 38
334,5	14 03 26,520	2 02	12 24	15 56	6 57	27 53
335,5	14 07 23,078	2 06	12 44	15 56	7 50	25 51
336,5	14 11 19,636	2 09	13 04	15 55	8 40	22 40
337,5	14 15 16,191	2 13	13 23	15 55	9 29	18 28
338,5	14 19 12,744	2 17	13 43	15 55	10 16	13 26
339,5	14 23 09,294	2 21	14 02	15 55	11 02	7 43
340,5	14 27 05,844	2 24	14 20	15 54	11 49	+ 1 31
341,5	14 31 02,393	2 28	+ 14 39	15 54	12 36	- 4 57

DÁTUM	A HÉT napjai	Év hányadik hete	Év hányadik napja	KÖZÉP-EURÓPAI zónaidőben					A HOLD fényváltózásal
				Budapesten					
				A NAP			A HOLD		
				kel	delel	nyug-szik	kel	nyug-szik	
				h m	h m	h m	h m	h m	h m
1	Cs	(18)	121	4 29	11 42	18 55	18 24	3 47	
2	P		122	4 27	11 42	18 56	19 51	4 09	○ 06 14
3	Sz		123	4 25	11 42	18 58	21 19	4 36	
4	V		124	4 23	11 42	18 59	22 40	5 14	
5	H	19	125	4 22	11 42	19 01	23 47	6 06	
6	K		126	4 20	11 42	19 02	—	7 13	
7	Sz		127	4 18	11 42	19 03	0 36	8 33	
8	Cs		128	4 17	11 41	19 04	1 10	9 59	☾ 21 12
9	P		129	4 16	11 41	19 06	1 35	11 21	
10	Sz		130	4 14	11 41	19 07	1 55	12 40	
11	V		131	4 13	11 41	19 09	2 13	13 55	
12	H	20	132	4 12	11 41	19 10	2 28	15 09	
13	K		133	4 11	11 41	19 12	2 42	16 20	
14	Sz		134	4 09	11 41	19 13	2 59	17 33	
15	Cs		135	4 08	11 41	19 14	3 17	18 46	
16	P		136	4 06	11 41	19 15	3 40	19 57	● 09 27
17	Sz		137	4 05	11 41	19 16	4 08	21 04	
18	V		138	4 04	11 41	19 17	4 45	22 04	
19	H	21	139	4 03	11 41	19 19	5 30	22 54	
20	K		140	4 02	11 41	19 20	6 25	23 33	
21	Sz		141	4 01	11 41	19 21	7 29	—	
22	Cs		142	4 00	11 41	19 22	8 37	0 03	
23	P		143	3 59	11 41	19 23	9 47	0 27	
24	Sz		144	3 58	11 42	19 24	10 58	0 47	☾ 13 16
25	V		145	3 56	11 42	19 26	12 07	1 03	
26	H	22	146	3 55	11 42	19 27	13 20	1 19	
27	K		147	3 55	11 42	19 28	14 35	1 33	
28	Sz		148	3 54	11 42	19 29	15 54	1 49	
29	Cs		149	3 54	11 42	19 30	17 18	2 08	
30	P		150	3 53	11 42	19 30	18 47	2 32	
31	Sz		151	3 52	11 42	19 31	20 14	3 05	○ 14 19

Hold: 4-én 12<sup>h</sup>-kor földközélen  
20-án 06<sup>h</sup>-kor földtávolban



# HÓNAP

0 <sup>h</sup> világitőkor						
Julian dátum 2440...	Csillagidő (λ=0 <sup>h</sup> -nál)	NAP			HOLD	
		RA	D	látászó sugara	RA	D
	h m s	h m	° ′	′ ″	h m	° ′
...342,5	14 34 58,943	2 32	+ 14 57	15 54	13 26	- 11 22
343,5	14 38 55,497	2 36	15 16	15 54	14 20	17 23
344,5	14 42 52,054	2 40	15 33	15 53	15 18	22 32
345,5	14 46 48,615	2 44	15 51	15 53	16 21	26 20
346,5	14 50 45,179	2 47	16 08	15 53	17 27	28 20
347,5	14 54 41,745	2 51	16 25	15 53	18 33	28 19
348,5	14 58 38,309	2 55	16 42	15 52	19 38	26 20
349,5	15 02 34,870	2 59	16 59	15 52	20 39	22 41
350,5	15 06 31,427	3 03	17 15	15 52	21 35	17 48
351,5	15 10 27,981	3 07	17 31	15 52	22 27	12 07
352,5	15 14 24,533	3 11	17 47	15 52	23 15	- 5 59
353,5	15 18 21,083	3 15	18 02	15 51	0 01	+ 0 17
354,5	15 22 17,634	3 19	18 17	15 51	0 47	6 26
355,5	15 26 14,185	3 22	18 32	15 51	1 33	12 14
356,5	15 30 10,739	3 26	18 46	15 51	2 21	17 27
357,5	15 34 07,296	3 30	19 01	15 51	3 10	21 52
358,5	15 38 03,854	3 34	19 14	15 50	4 01	25 17
359,5	15 42 00,415	3 38	19 28	15 50	4 54	27 32
360,5	15 45 56,977	3 42	19 41	15 50	5 48	28 28
361,5	15 49 53,539	3 46	19 54	15 50	6 41	28 05
362,5	15 53 50,100	3 50	20 06	15 50	7 34	26 25
363,5	15 57 46,660	3 54	20 19	15 49	8 25	23 34
364,5	16 01 43,218	3 58	20 30	15 49	9 13	19 43
365,5	16 05 39,773	4 02	20 42	15 49	10 00	15 01
366,5	16 09 36,327	4 06	20 53	15 49	10 46	9 38
367,5	16 13 32,879	4 10	21 04	15 49	11 31	+ 3 44
368,5	16 17 29,430	4 14	21 14	15 49	12 17	- 2 30
369,5	16 21 25,982	4 19	21 24	15 48	13 05	8 50
370,5	16 25 22,536	4 23	21 34	15 48	13 56	14 58
371,5	16 29 19,094	4 27	21 43	15 48	14 52	20 29
372,5	16 33 15,656	4 31	+ 21 52	15 48	15 54	- 24 54

# I. JÚNIUS

DÁTUM	A HÉT napjai	Év hányadik hete	Év hányadik napja	KÖZÉP-EURÓPAI zónaidőben					A HOLD fényváltásai
				Budapest					
				A NAP			A HOLD		
				kel	delel	nyug-szik	kel	nyug-szik	
				h m	hm	h m	h m	h m	
1	V	(22)	152	3 51	11 42	19 33	21 30	3 50	
2	H	23	153	3 50	11 42	19 34	22 27	4 54	
3	K		154	3 50	11 43	19 35	23 09	6 12	
4	Sz		155	3 49	11 43	19 35	23 38	7 39	
5	Cs		156	3 48	11 43	19 36	—	9 06	
6	P		157	3 48	11 43	19 37	0 01	10 28	
7	Sz		158	3 47	11 43	19 38	0 19	11 46	☾ 04 40
8	V		159	3 47	11 44	19 39	0 35	13 00	
9	H	24	160	3 47	11 44	19 40	0 50	14 12	
10	K		161	3 47	11 44	19 40	1 05	15 23	
11	Sz		162	3 47	11 44	19 40	1 23	16 36	
12	Cs		163	3 46	11 44	19 41	1 44	17 46	
13	P		164	3 46	11 44	19 41	2 11	18 54	
14	Sz		165	3 46	11 44	19 42	2 44	19 58	
15	V		166	3 46	11 45	19 42	3 27	20 50	● 00 09
16	H	25	167	3 46	11 45	19 43	4 19	21 32	
17	K		168	3 46	11 45	19 43	5 19	22 05	
18	Sz		169	3 46	11 45	19 44	6 27	22 31	
19	Cs		170	3 46	11 45	19 44	7 36	22 51	
20	P		171	3 46	11 45	19 44	8 45	23 08	
21	Sz		172	3 46	11 46	19 45	9 55	23 24	
22	V		173	3 46	11 46	19 45	11 04	23 38	
23	H	26	174	3 47	11 46	19 45	12 15	23 52	☾ 02 45
24	K		175	3 47	11 47	19 45	13 30	—	
25	Sz		176	3 47	11 47	19 45	14 49	0 10	
26	Cs		177	3 48	11 47	19 45	16 14	0 32	
27	P		178	3 48	11 47	19 45	17 42	0 58	
28	Sz		179	3 49	11 47	19 45	19 04	1 37	
29	V		180	3 49	11 47	19 45	20 12	2 31	○ 21 04
30	H	27	181	3 50	11 48	19 45	21 03	3 43	

Hold: 1-én 16<sup>h</sup>-kor földközélen  
 16-án 16<sup>h</sup>-kor földtávolban  
 30-án 01<sup>h</sup>-kor földközélen



# HÓNAP

0 <sup>h</sup> világidőkor						
Jullán dátum 2440...	Csillagidő ( $\lambda=0^h$ -nál)	NAP			HOLD	
		RA	D	látszó sugara	RA	D
	h m s	h m	° ′	''	h m	° ′
... 373,5	16 37 12,221	4 35	+ 22 00	15 48	17 00	- 27 41
374,5	16 41 08,789	4 39	22 08	15 48	18 08	28 26
375,5	16 45 05,356	4 43	22 16	15 48	19 16	27 04
376,5	16 49 01,921	4 47	22 23	15 47	20 20	23 47
377,5	16 52 58,482	4 51	22 30	15 47	21 19	19 04
378,5	16 56 55,039	4 55	22 37	15 47	22 13	13 25
379,5	17 00 51,593	4 59	22 43	15 47	23 03	7 15
380,5	17 04 48,145	5 04	22 49	15 47	23 51	- 0 57
381,5	17 08 44,697	5 08	22 54	15 47	0 37	+ 5 15
382,5	17 12 41,250	5 12	22 59	15 47	1 22	11 05
383,5	17 16 37,805	5 16	23 04	15 47	2 09	16 23
384,5	17 20 34,362	5 20	23 08	15 46	2 57	20 56
385,5	17 24 30,921	5 24	23 12	15 46	3 47	24 33
386,5	17 28 27,483	5 28	23 15	15 46	4 40	27 03
387,5	17 32 24,046	5 33	23 18	15 46	5 33	28 18
388,5	17 36 20,609	5 37	23 20	15 46	6 27	28 13
389,5	17 40 17,172	5 41	23 22	15 46	7 20	26 50
390,5	17 44 13,733	5 45	23 24	15 46	8 11	24 15
391,5	17 48 10,293	5 49	23 25	15 46	9 00	20 38
392,5	17 52 06,850	5 53	23 26	15 46	9 47	16 10
393,5	17 56 03,405	5 58	23 27	15 46	10 32	11 01
394,5	17 59 59,958	6 02	23 27	15 46	11 16	+ 5 21
395,5	18 03 56,511	6 06	23 26	15 46	12 01	- 0 39
396,5	18 07 53,063	6 10	23 26	15 46	12 47	6 47
397,5	18 11 49,617	6 14	23 24	15 46	13 36	12 50
398,5	18 15 46,173	6 18	23 23	15 46	14 28	18 28
399,5	18 19 42,734	6 23	23 21	15 46	15 26	23 17
400,5	18 23 39,298	6 27	23 18	15 45	16 30	26 44
401,5	18 27 35,866	6 31	23 15	15 45	17 38	28 22
402,5	18 31 32,434	6 35	+ 23 12	15 45	18 47	- 27 51

Föld: 21-én 14<sup>h</sup> 55<sup>m</sup>-kor nyár kezdete (KözEI)

# I. JÚLIUS

DÁTUM	A HÉT napjai	Év hányadik hete	Év hányadik napja	KÖZÉP-EURÓPAI zónaidőben					A HOLD fény-változásai
				Budapesten					
				A NAP			A HOLD		
				kel	delel	nyug-szik	kel	nyug-szik	
			h m	h m	h m	h m	h m	h m	
1	K	(27)	182	3 50	11 48	19 45	21 38	5 09	
2	Sz		183	3 51	11 48	19 45	22 03	6 40	
3	Cs		184	3 52	11 48	19 45	22 24	8 07	
4	P		185	3 52	11 48	19 45	22 39	9 29	
5	Sz		186	3 53	11 49	19 44	22 56	10 47	
6	V	28	187	3 53	11 49	19 44	23 12	12 12	☾ 14 18
7	H		188	3 54	11 49	19 43	23 28	13 13	
8	K		189	3 55	11 49	19 43	23 48	14 26	
9	Sz		190	3 55	11 49	19 42	—	15 37	
10	Cs		191	3 56	11 49	19 41	0 13	16 48	
11	P	29	192	3 57	11 49	19 41	0 45	17 52	
12	Sz		193	3 58	11 50	19 40	1 24	18 47	
13	V		194	3 59	11 50	19 39	2 14	19 32	
14	H		195	4 01	11 50	19 38	3 12	20 07	● 15 12
15	K		196	4 02	11 50	19 37	4 18	20 36	
16	Sz	30	197	4 03	11 50	19 37	5 26	20 57	
17	Cs		198	4 03	11 50	19 36	6 36	21 15	
18	P		199	4 04	11 50	19 35	7 46	21 30	
19	Sz		200	4 05	11 50	19 34	8 55	21 45	
20	V		201	4 06	11 50	19 33	10 04	21 59	
21	H	31	202	4 08	11 50	19 32	11 17	22 15	
22	K		203	4 09	11 50	19 31	12 31	22 33	☾ 13 10
23	Sz		204	4 10	11 51	19 30	13 51	22 56	
24	Cs		205	4 11	11 51	19 29	15 16	23 28	
25	P		206	4 12	11 51	19 28	16 38	—	
26	Sz	31	207	4 13	11 51	19 27	17 51	0 13	
27	V		208	4 14	11 51	19 26	18 50	1 15	
28	H		209	4 15	11 51	19 25	19 32	2 35	
29	K		210	4 17	11 51	19 23	20 02	3 55	○ 03 46
30	Sz		211	4 18	11 51	19 22	20 25	5 36	
31	Cs		212	4 20	11 50	19 21	20 44	7 02	

Hold: 13-án 19<sup>h</sup>-kor földtávolban  
28-án 10<sup>h</sup>-kor földközélen

# HÓNAP

0 <sup>h</sup> világidőkor						
Julián dátum 2440. ...	Csillagidő ( $\lambda=0^h$ -nál)	NAP			HOLD	
		RA	D	látszó sugara	RA	D
	h m s	h m	° ' "	° ' "	h m	° ' "
... 403,5	18 35 29,001	6 39	+ 23 08	15 45	19 54	- 25 13
404,5	18 39 25,564	6 43	23 04	15 45	20 57	20 51
405,5	18 43 22,123	6 47	23 00	15 45	21 54	15 17
406,5	18 47 18,678	6 51	22 55	15 45	22 47	9 02
407,5	18 51 15,230	6 56	22 50	15 45	23 37	- 2 32
408,5	18 55 11,782	7 00	22 44	15 45	0 24	+ 3 51
409,5	18 59 08,335	7 04	22 38	15 45	1 11	9 54
410,5	19 03 04,889	7 08	22 32	15 45	1 57	15 23
411,5	19 07 01,446	7 12	22 25	15 45	2 45	20 07
412,5	19 10 58,004	7 16	22 18	15 45	3 35	23 56
413,5	19 14 54,565	7 20	22 10	15 45	4 27	26 40
414,5	19 18 51,127	7 24	22 02	15 45	5 20	28 11
415,5	19 22 47,690	7 28	21 54	15 46	6 14	28 23
416,5	19 26 44,252	7 32	21 45	15 46	7 07	27 16
417,5	19 30 40,813	7 36	21 36	15 46	7 59	24 55
418,5	19 34 37,373	7 41	21 26	15 46	8 48	21 30
419,5	19 38 33,930	7 45	21 16	15 46	9 36	17 10
420,5	19 42 30,484	7 49	21 06	15 46	10 21	12 09
421,5	19 46 27,037	7 53	20 56	15 46	11 05	6 36
422,5	19 50 23,588	7 57	20 45	15 46	11 49	+ 0 43
423,5	19 54 20,139	8 01	20 33	15 46	12 34	- 5 19
424,5	19 58 16 691	8 05	20 22	15 46	13 20	11 16
425,5	20 02 13,246	8 09	20 10	15 46	14 10	16 54
426,5	20 06 09,803	8 13	19 57	15 46	15 05	21 52
427,5	20 10 06,364	8 17	19 45	15 46	16 04	25 45
428,5	20 14 02,929	8 20	19 32	15 46	17 09	28 03
429,5	20 17 59,495	8 24	19 19	15 47	18 17	28 25
430,5	20 21 56,061	8 28	19 05	15 47	19 24	26 39
431,5	20 25 52,625	8 32	18 51	15 47	20 29	22 57
432,5	20 29 49,184	8 36	18 37	15 47	21 30	17 44
433,5	20 33 45,739	8 40	+ 18 22	15 47	22 26	- 11 32

Föld: 5-6-n naptávolban



# I. AUGUSZTUS

DÁTUM	A HÉT napjai	Év hányadik hete	Év hányadik napja	KÖZÉP-EURÓPAI zónaidőben					A HOLD fény-változásai
				Budapest					
				A NAP			A HOLD		
				kel	delel	nyug-szik	kel	nyug-szik	
				h m	h m	h m	h m	h m	h m
1	P	(31)	213	4 21	11 50	19 20	21 00	8 25	
2	Sz		214	4 22	11 50	19 18	21 16	9 43	
3	V		215	4 23	11 50	19 16	21 33	10 58	
4	H	32	216	4 24	11 50	19 15	21 52	12 13	
5	K		217	4 25	11 50	19 13	22 16	13 26	☾ 02 39
6	Sz		218	4 27	11 50	19 12	22 44	14 37	
7	Cs		219	4 29	11 50	19 11	23 23	15 44	
8	P		220	4 30	11 50	19 09	—	16 43	
9	Sz		221	4 31	11 49	19 07	0 08	17 32	
10	V		222	4 32	11 49	19 05	1 04	18 10	
11	H	33	223	4 33	11 49	19 04	2 08	18 39	
12	K		224	4 35	11 49	19 02	3 17	19 02	
13	Sz		225	4 36	11 49	19 00	4 27	19 21	☉ 06 17
14	Cs		226	4 38	11 48	18 58	5 36	19 38	
15	P		227	4 39	11 48	18 57	6 46	19 52	
16	Sz		228	4 40	11 48	18 56	7 56	20 07	
17	V		229	4 41	11 48	18 54	9 07	20 22	
18	H	34	230	4 43	11 48	18 52	10 20	20 38	
19	K		231	4 44	11 47	18 50	11 37	20 59	
20	Sz		232	4.46	11 47	18 48	12 58	21 27	☾ 21 04
21	Cs		233	4 47	11 47	18 47	14 19	22 05	
22	P		234	4 48	11 47	18 45	15 36	22 58	
23	Sz		235	4 49	11 46	18 43	16 38	—	
24	V		236	4 51	11 46	18 41	17 26	0 08	
25	H	35	237	4 52	11 46	18 39	18 01	1 32	
26	K		238	4 54	11 45	18 37	18 26	3 02	
27	Sz		239	4 55	11 45	18 36	18 46	4 31	☉ 11 33
28	Cs		240	4 56	11 45	18 34	19 04	5 55	
29	P		241	4 57	11 45	18 32	19 19	7 17	
30	Sz		242	4 59	11 45	18 30	19 37	8 35	
31	V		243	5 00	11 44	18 28	19 55	9 52	

Hold: 10-én 02h-kor földtávolban  
25-én 16h-kor földközelen



# HÓNAP

0 <sup>h</sup> világidőkor						
Julián dátum 2440...	Csillagidő (λ=0 <sup>h</sup> -nál)	NAP			HOLD	
		RA	D	látászó sugara	RA	D
	h m s	h m	° ′	′ ″	h m	° ′
...434,5	20 37 42,291	8 44	+ 18 08	15 47	23 18	- 4 53
435,5	20 41 38,841	8 48	17 52	15 47	0 07	+ 1 48
436,5	20 45 35,391	8 52	17 37	15 47	0 55	8 11
437,5	20 49 31,943	8 56	17 21	15 47	1 43	14 00
438,5	20 53 28,497	8 59	17 05	15 48	2 31	19 05
439,5	20 57 25,054	9 03	16 49	15 48	3 22	23 12
440,5	21 01 21,612	9 07	16 32	15 48	4 13	26 15
441,5	21 05 18,173	9 11	16 16	15 48	5 06	28 03
442,5	21 09 14,733	9 14	15 59	15 48	6 00	28 34
443,5	21 13 11,294	9 19	15 41	15 48	6 54	27 45
444,5	21 17 07,853	9 22	15 24	15 48	7 46	25 41
445,5	21 21 04,411	9 26	15 06	15 49	8 36	22 28
446,5	21 25 00,966	9 30	14 48	15 49	9 24	18 18
447,5	21 28 57,519	9 34	14 30	15 49	10 10	13 22
448,5	21 32 54,070	9 37	14 11	15 49	10 55	7 52
449,5	21 36 50,620	9 41	13 52	15 49	11 39	+ 1 59
450,5	21 40 47,168	9 45	13 33	15 49	12 23	- 4 03
451,5	21 44 43,718	9 49	13 14	15 50	13 09	10 02
452,5	21 48 40,269	9 52	12 55	15 50	13 57	15 43
453,5	21 52 36,823	9 56	12 35	15 50	14 50	20 47
454,5	21 56 33,381	10 00	12 15	15 50	15 46	24 54
455,5	22 00 29,942	10 03	11 55	15 50	16 47	27 38
456,5	22 04 26,505	10 07	11 35	15 51	17 52	28 38
457,5	22 08 23,069	10 11	11 15	15 51	18 58	27 40
458,5	22 12 19,631	10 15	10 54	15 51	20 03	24 45
459,5	22 16 16,189	10 18	10 33	15 51	21 04	20 09
460,5	22 20 12,744	10 22	10 13	15 51	22 02	14 19
461,5	22 24 09,295	10 26	9 52	15 52	22 55	7 46
462,5	22 28 05,843	10 29	9 30	15 52	23 46	- 0 56
463,5	22 32 02,391	10 33	9 09	15 52	0 36	+ 5 45
464,5	22 35 58,940	10 36	+ 8 47	15 52	1 25	+ 11 59

# I. SZEPTEMBER

DÁTUM	A HÉT napjai	Év hányadik hete	Év hányadik napja	KÖZÉP-EURÓPAI zónaidőben					A HOLD fényváltásai
				Budapest					
				A NAP			A HOLD		
				kel	delel	nyug-szik	kel	nyug-szik	
			h m	h m	h m	h m	h m	h m	
1	H	36	244	5 02	11 44	18 26	20 17	11 09	
2	K		245	5 03	11 44	18 24	20 44	12 23	
3	Sz		246	5 04	11 43	18 22	21 18	13 33	☾ 17 58
4	Cs		247	5 05	11 43	18 20	22 02	14 35	
5	P		248	5 07	11 43	18 18	22 54	15 28	
6	Sz		249	5 08	11 42	18 16	23 55	16 10	
7	V		250	5 10	11 42	18 13	—	16 42	
8	H	37	251	5 11	11 42	18 11	1 04	17 07	
9	K		252	5 13	11 41	18 10	2 14	17 28	
10	Sz		253	5 14	11 41	18 08	3 25	17 44	
11	Cs		254	5 15	11 41	18 06	4 35	18 00	● 20 56
12	P		255	5 16	11 40	18 04	5 45	18 14	
13	Sz		256	5 18	11 40	18 02	6 57	18 28	
14	V		257	5 19	11 40	17 59	8 09	18 45	
15	H	38	258	5 21	11 39	17 58	9 26	19 05	
16	K		259	5 22	11 39	17 56	10 47	19 31	
17	Sz		260	5 23	11 38	17 54	12 09	20 04	
18	Cs		261	5 24	11 38	17 51	13 24	20 51	
19	P		262	5 26	11 37	17 49	14 31	21 53	☾ 03 25
20	Sz		263	5 27	11 37	17 47	15 22	23 10	
21	V		264	5 29	11 37	17 45	16 00	—	
22	H	39	265	5 30	11 36	17 43	16 27	0 36	
23	K		266	5 31	11 36	17 41	16 49	2 03	
24	Sz		267	5 32	11 36	17 39	17 07	3 28	
25	Cs		268	5 34	11 35	17 37	17 24	4 49	○ 21 22
26	P		269	5 35	11 35	17 35	17 40	6 10	
27	Sz		270	5 37	11 35	17 33	17 59	7 27	
28	V		271	5 38	11 35	17 31	18 18	8 45	
29	H	40	272	5 39	11 34	17 29	18 44	10 02	
30	K		273	5 40	11 34	17 27	19 15	11 15	

Hold: 6-án 16<sup>h</sup>-kor földtávolban  
22-én 12<sup>h</sup>-kor földközelen



# HÓNAP

0 <sup>h</sup> világidőkor						
Julián dátum 2440...	Csillagidő ( $\lambda=0^h$ -nál)	NAP			HOLD	
		RA	D	látszó sugara	RA	D
	h m s	h m	° ' "	' "	h m	° ' "
... 465,5	22 39 55,491	10 40	+ 8 26	15 53	2 14	+ 17 30
466,5	22 43 52,045	10 44	8 04	15 53	3 05	22 04
467,5	22 47 48,601	10 47	7 42	15 53	3 57	25 32
468,5	22 51 45,159	10 51	7 20	15 53	4 50	27 45
469,5	22 55 41,718	10 55	6 58	15 53	5 44	28 39
470,5	22 59 38,277	10 58	6 36	15 54	6 38	28 12
471,5	23 03 34,835	11 02	6 13	15 54	7 31	26 28
472,5	23 07 31,391	11 05	5 51	15 54	8 22	23 34
473,5	23 11 27,945	11 09	5 28	15 54	9 10	19 38
474,5	23 15 24,497	11 13	5 06	15 55	9 57	14 52
475,5	23 19 21,047	11 16	4 43	15 55	10 42	9 26
476,5	23 23 17,595	11 20	4 20	15 55	11 27	+ 3 34
477,5	23 27 14,142	11 23	3 57	15 55	12 12	- 2 32
478,5	23 31 10,690	11 27	3 34	15 56	12 58	8 38
479,5	23 35 07,239	11 31	3 11	15 56	13 46	14 29
480,5	23 39 03,791	11 34	2 48	15 56	14 37	19 45
481,5	23 43 00,346	11 38	2 25	15 56	15 33	24 07
482,5	23 46 56,905	11 41	2 02	15 57	16 32	27 10
483,5	23 50 53,466	11 45	1 38	15 57	17 35	28 36
484,5	23 54 50,028	11 48	1 15	15 57	18 40	28 11
485,5	23 58 46,589	11 52	0 52	15 57	19 43	25 53
486,5	0 02 43,147	11 56	0 28	15 58	20 44	21 55
487,5	0 06 39,701	11 59	+ 0 05	15 58	21 41	16 38
488,5	0 10 36,252	12 03	- 0 18	15 58	22 35	10 26
489,5	0 14 32,801	12 06	0 42	15 59	23 26	- 3 45
490,5	0 18 29,348	12 10	1 05	15 59	0 15	+ 3 00
491,5	0 22 25,895	12 14	1 28	15 59	1 04	9 29
492,5	0 26 22,445	12 17	1 52	15 59	1 54	15 23
493,5	0 30 18,997	12 21	2 15	16 00	2 45	20 26
494,5	0 34 15,552	12 24	- 2 39	16 00	3 38	+ 24 24

Föld: 23-án 6<sup>h</sup> 07<sup>m</sup>-kor ősz kezdete (KözEI)

# I. OKTÓBER

DÁTUM	A HÉT napjai	Év hányadik hete	Év hányadik napja	KÖZÉP-EURÓPAI zónaidőben					A HOLD fényváltásai
				Budapesten					
				A NAP			A HOLD		
				kel	delcl	nyug-szik	kel	nyug-szik	
				h m	h m	h m	h m	h m	
1	Sz	(40)	274	5 42	11 34	17 25	19 55	12 22	
2	Cs		275	5 43	11 33	17 23	20 44	13 19	
3	P		276	5 44	11 33	17 20	21 43	14 07	☾ 12 06
4	Sz		277	5 45	11 33	17 18	22 49	14 43	
5	V		278	5 47	11 32	17 17	23 57	15 11	
6	H	41	279	5 48	11 32	17 15	—	15 32	
7	K		280	5 49	11 32	17 13	1 07	15 50	
8	Sz		281	5 51	11 32	17 11	2 19	16 06	
9	Cs		282	5 53	11 31	17 09	3 28	16 20	
10	P		283	5 55	11 31	17 07	4 40	16 35	
11	Sz		284	5 56	11 31	17 05	6 04	16 51	☉ 10 40
12	V		285	5 57	11 30	17 03	7 11	17 11	
13	H	42	286	5 59	11 30	17 01	8 31	17 34	
14	K		287	0 00	11 30	16 59	9 55	18 05	
15	Sz		288	6 02	11 30	16 57	11 14	18 49	
16	Cs		289	6 03	11 30	16 55	12 24	19 47	
17	P		290	6 05	11 29	16 54	13 21	20 59	
18	Sz		291	6 06	11 29	16 52	14 01	22 21	☾ 09 32
19	V		292	6 07	11 29	16 50	14 31	23 46	
20	H	43	293	6 09	11 29	16 48	14 54	—	
21	K		294	6 10	11 29	16 46	15 13	1 10	
22	Sz		295	6 12	11 29	16 46	15 29	2 29	
23	Cs		296	6 14	11 28	16 42	15 45	3 48	
24	P		297	6 15	11 28	16 41	16 02	5 05	
25	Sz		298	6 16	11 28	16 39	16 21	6 22	☉ 09 45
26	V		299	6 18	11 28	16 38	16 44	7 39	
27	H	44	300	6 19	11 28	16 36	17 12	8 53	
28	K		301	6 21	11 28	16 34	17 49	10 05	
29	Sz		302	6 23	11 28	16 32	18 35	11 08	
30	Cs		303	6 24	11 28	16 31	19 31	11 59	
31	P		304	6 25	11 28	16 30	20 33	12 39	

Hold: 4-én 10<sup>h</sup>-kor földtávolban  
18-án 05<sup>h</sup>-kor földközéiben

# H Ó N A P

0 <sup>h</sup> világidőkor						
Julián dátum 2440...	Csillagidő ( $\lambda=0^h$ -nál)	NAP			HOLD	
		RA	D	látszó sugara	RA	D
	h m s	h m	° ′	′ ″	h m	° ′
...495,5	0 38 12,109	12 28	- 3 02	16 00	4 31	+ 27 07
496,5	0 42 08,667	12 32	3 25	16 00	5 26	28 29
497,5	0 46 05,226	12 35	3 48	16 01	6 21	28 29
498,5	0 50 01,784	12 39	4 12	16 01	7 14	27 09
499,5	0 53 58,341	12 43	4 35	16 01	8 05	24 36
500,5	0 57 54,896	12 46	4 58	16 02	8 55	21 00
501,5	1 01 51,449	12 50	5 21	16 02	9 42	16 30
502,5	1 05 47,999	12 54	5 44	16 02	10 27	11 18
503,5	1 09 44,548	12 57	6 07	16 02	11 12	+ 5 33
504,5	1 13 41,095	13 01	6 30	16 03	11 57	- 0 32
505,5	1 17 37,643	13 05	6 52	16 03	12 43	6 44
506,5	1 21 34,192	13 08	7 15	16 03	13 32	12 47
507,5	1 25 30,744	13 12	7 38	16 03	14 23	18 21
508,9	1 29 27,299	13 16	8 00	16 04	15 19	23 04
509,5	1 33 23,858	13 19	8 22	16 04	16 18	26 31
510,5	1 37 20,419	13 23	8 44	16 04	17 21	28 21
511,5	1 41 16,982	13 27	9 07	16 05	18 25	28 21
512,5	1 45 13,544	13 31	9 29	16 05	19 28	26 29
513,5	1 49 10,103	13 34	9 50	16 05	20 29	22 58
514,5	1 53 06,860	13 38	10 12	16 05	21 26	18 06
515,5	1 57 03,212	13 42	10 33	16 06	22 19	12 17
516,5	2 00 59,762	13 46	10 55	16 06	23 09	- 5 54
517,5	2 04 56,311	13 49	11 16	16 06	23 58	+ 0 41
518,5	2 08 52,859	13 53	11 37	16 06	0 46	7 10
519,5	2 12 49,410	13 57	11 58	16 07	1 35	13 14
520,5	2 16 45,962	14 01	12 19	16 07	2 26	18 35
521,5	2 20 42,518	14 05	12 39	16 07	3 18	22 58
522,5	2 24 39,076	14 09	12 59	16 08	4 12	26 10
523,5	2 28 35,635	14 12	13 19	16 08	5 07	28 02
524,5	2 32 32,196	14 16	13 39	16 08	6 02	28 30
525,5	2 36 28,756	14 20	- 13 59	16 08	6 56	+ 27 35

# I. NOVEMBER

DÁTUM	A HÉT napjai	Év hányadik hete	Év hányadik napja	KÖZÉP-EURÓPAI zónaidőben					A HOLD fényváltásai
				Budapest					
				A NAP			A HOLD		
				kel	delel	nyug-szik	kel	nyug-szik	
				h m	h m	h m	h m	h m	h m
1	Sz	(44)	305	6 27	11 28	16 28	21 42	13 11	
2	V		306	6 28	11 28	16 26	22 50	13 35	☾ 08 14
3	H	45	307	6 30	11 28	16 24	—	13 54	
4	K		308	6 32	11 28	16 23	0 00	14 10	
5	Sz		309	6 33	11 28	16 21	1 09	14 25	
6	Cs		310	6 35	11 28	16 20	2 19	14 40	
7	P		311	6 36	11 28	16 19	3 32	14 55	
8	Sz		312	6 37	11 28	16 18	4 47	15 13	
9	V		313	6 39	11 28	16 16	6 07	15 35	● 23 12
10	H	46	314	6 41	11 28	16 15	7 32	16 04	
11	K		315	6 42	11 28	16 13	8 56	16 44	
12	Sz		316	6 44	11 28	16 12	10 12	17 37	
13	Cs		317	6 45	11 28	16 11	11 15	18 47	
14	P		318	6 46	11 28	16 10	12 01	20 09	
15	Sz		319	6 47	11 29	16 09	12 34	21 35	
16	V		320	6 49	11 29	16 08	12 58	22 58	☾ 16 46
17	H	47	321	6 51	11 29	16 06	13 18	—	
18	K		322	6 53	11 29	16 05	13 35	0 18	
19	Sz		323	6 54	11 30	16 05	13 51	1 36	
20	Cs		324	6 56	11 30	16 04	14 03	2 51	
21	P		325	6 57	11 30	16 03	14 25	4 06	
22	Sz		326	6 58	11 30	16 02	14 47	5 21	
23	V		327	6 59	11 30	16 01	15 13	6 36	
24	H	48	328	7 01	11 31	16 00	15 46	7 49	○ 00 54
25	K		329	7 03	11 31	15 59	16 28	8 54	
26	Sz		330	7 04	11 31	15 58	17 20	9 51	
27	Cs		331	7 05	11 32	15 58	18 21	10 35	
28	P		332	7 07	11 32	15 57	19 28	11 09	
29	Sz		333	7 08	11 32	15 57	20 36	11 37	
30	V		334	7 09	11 33	15 56	21 44	11 57	

Hold: 1-én 07<sup>h</sup>-kor földtávolban  
 13-án 03<sup>h</sup>-kor földközélen  
 29-én 02<sup>h</sup>-kor földtávolban



# HÓNAP

0 <sup>a</sup> világdőkor						
Julán dátum 2440...	Csillagdő ( $\lambda=0^h$ -nál)	NAP			HOLD	
		RA	D	íátszó sugara	RA	D
	h m s	hm	° ′	′ ″	h m	° ′
... 526,5	2 40 25,315	14 24	- 14 18	16 09	7 48	+ 25 26
527,5	2 44 21,873	14 28	14 38	16 09	8 38	22 11
528,5	2 48 18,428	14 32	14 57	16 09	9 25	18 01
529,5	2 52 14,982	14 36	15 15	16 09	10 11	13 07
530,5	2 56 11,533	14 40	15 34	16 09	10 55	7 37
531,5	3 00 08,083	14 44	15 52	16 10	11 40	+ 1 43
532,5	3 04 04,633	14 48	16 10	16 10	12 25	- 4 25
533,5	3 08 01,183	14 52	16 28	16 10	13 13	10 33
534,5	3 11 57,736	14 56	16 45	16 10	14 04	16 22
535,5	3 15 54,293	15 00	17 02	16 11	14 59	21 29
536,5	3 19 50,853	15 04	17 19	16 11	15 58	25 28
537,5	3 23 47,416	15 08	17 36	16 11	17 02	27 52
538,5	3 27 43,982	15 12	17 52	16 11	18 08	28 22
539,5	3 31 40,547	15 16	18 08	16 12	19 13	26 56
540,5	3 35 37,110	15 20	18 23	16 12	20 15	23 42
541,5	3 39 33,670	15 24	18 39	16 12	21 13	19 05
542,5	3 43 30,226	15 28	18 54	16 12	22 07	13 29
543,5	3 47 26,779	15 33	19 08	16 12	22 57	7 17
544,5	3 51 23,330	15 37	19 22	16 13	23 45	- 0 51
545,5	3 55 19,881	15 41	19 36	16 13	0 33	+ 5 31
546,5	3 59 16,433	15 45	19 50	16 13	1 21	11 34
547,5	4 03 12,987	15 49	20 03	16 13	2 10	17 02
548,5	4 07 09,544	15 53	20 16	16 13	3 01	21 39
549,5	4 11 06,104	15 58	20 28	16 14	3 54	25 11
550,5	4 15 02,666	16 02	20 41	16 14	4 48	27 27
551,5	4 18 59,229	16 06	20 52	16 14	5 44	28 21
552,5	4 22 55,792	16 10	21 04	16 14	6 38	27 51
553,5	4 26 52,354	16 15	21 14	16 14	7 31	26 03
554,5	4 30 48,914	16 19	21 25	16 15	8 22	23 07
555,5	4 34 45,473	16 23	- 21 35	16 15	9 10	+ 19 15

# I. DECEMBER

DÁTUM	A HÉT napjai	Év hányadik hete	Év hányadik napja	KÖZÉP-EURÓPAI zónaidőben					A HOLD fényváltásai
				Budapestben					
				A NAP			A HOLD		
				kel	delel	nyug-szik	kel	nyug-szik	
				h m	h m	h m	h m	h m	
1	H	49	335	7 10	11 33	15 56	22 52	12 15	
2	K		336	7 11	11 34	15 55	—	12 29	☾ 04 51
3	Sz		337	7 13	11 34	15 55	0 01	12 44	
4	Cs		338	7 14	11 34	15 54	1 10	12 58	
5	P		339	7 15	11 35	15 54	2 23	13 15	
6	Sz		340	7 16	11 35	15 53	3 39	13 34	
7	V		341	7 18	11 36	15 53	5 01	14 00	
8	H	50	342	7 19	11 36	15 53	6 26	14 34	
9	K		343	7 20	11 37	15 53	7 49	15 22	● 10 43
10	Sz		344	7 21	11 37	15 53	9 00	16 27	
11	Cs		345	7 22	11 38	15 53	9 55	17 48	
12	P		346	7 22	11 38	15 53	10 34	19 16	
12	Sz		347	7 23	11 38	15 53	11 01	20 43	
14	V		348	7 24	11 39	15 53	11 23	22 06	
15	H	51	349	7 25	11 39	15 53	11 42	23 26	
16	K		350	7 25	11 40	15 53	11 58	—	☾ 02 10
17	Sz		351	7 26	11 41	15 54	12 13	0 42	
18	Cs		352	7 27	11 41	15 54	12 31	1 57	
19	P		353	7 28	11 41	15 54	12 50	3 11	
20	Sz		354	7 28	11 42	15 55	13 16	4 24	
21	V		355	7 29	11 42	15 55	13 46	5 36	
22	H	52	356	7 30	11 42	15 56	14 24	6 45	
23	K		357	7 30	11 43	15 56	15 12	7 44	○ 18 36
24	Sz		358	7 30	11 44	15 57	16 11	8 33	
25	Cs		359	7 31	11 45	15 58	17 16	9 10	
26	P		360	7 31	11 45	15 58	18 24	9 39	
27	Sz		361	7 31	11 45	15 58	19 33	10 02	
28	V		362	7 31	11 46	15 59	20 41	10 19	
29	H	53	363	7 32	11 46	16 00	21 47	10 35	
30	K		364	7 32	11 47	16 01	22 54	10 50	
31	Sz		365	7 32	11 47	16 02	—	11 03	☾ 23 53

Hold: 11-én 01<sup>h</sup>.kor földközélen  
26-án 18<sup>h</sup>.kor földtávolban



# HÓNAP

0b viláigidőkor						
Julán dátum 2440...	Csillagidő (A=0 <sup>h</sup> -nál)	NAP			HOLD	
		RA	D	látszó sugara	RA	D
	h m s	h m	° ′	′ ″	h m	° ′
.. 556,5	4 38 42,029	16 28	- 21 45	16 15	9 55	+ 14 36
557,5	4 42 38,583	16 32	21 54	16 15	10 39	9 23
558,5	4 46 35,136	16 36	22 03	16 15	11 23	+ 3 43
559,5	4 50 31,688	16 41	22 11	16 15	12 07	- 2 13
560,5	4 54 28,241	16 45	22 19	16 15	12 53	8 14
561,5	4 58 24,795	16 49	22 27	16 16	13 41	14 05
562,5	5 02 21,352	16 54	22 34	16 16	14 34	19 28
563,5	5 06 17,913	16 58	22 41	16 16	15 32	23 57
564,5	5 10 14,477	17 02	22 47	16 16	16 35	27 03
565,5	5 14 11,045	17 07	22 53	16 16	17 42	28 19
566,5	5 18 07,613	17 11	22 58	16 16	18 50	27 31
567,5	5 22 04,180	17 16	23 03	16 16	19 55	24 44
568,5	5 26 00,743	17 20	23 08	16 16	20 56	20 19
569,5	5 29 57,302	17 24	23 12	16 16	21 53	14 46
570,5	5 33 53,857	17 29	23 15	16 17	22 45	8 33
571,5	5 37 50,411	17 33	23 18	16 17	23 34	- 2 05
572,5	5 41 46,963	17 38	23 21	16 17	0 22	+ 4 20
573,5	5 45 43,517	17 42	23 23	16 17	1 09	10 25
574,5	5 49 40,072	17 47	23 25	16 17	1 57	15 57
575,5	5 53 36,630	17 51	23 26	16 17	2 47	20 41
576,5	5 57 33,190	17 55	23 26	16 17	3 39	24 26
577,5	6 01 29,752	18 00	23 27	16 17	4 33	26 59
578,5	6 05 26,316	18 04	23 26	16 17	5 28	28 12
579,5	6 09 22,880	18 09	23 26	16 17	6 22	28 03
580,5	6 13 19,444	18 13	23 25	16 17	7 16	26 35
581,5	6 17 16,006	18 18	23 23	16 17	8 07	23 55
582,5	6 21 12,566	18 22	23 21	16 17	8 56	20 15
583,5	6 25 09,123	18 26	23 18	16 17	9 42	15 48
584,5	6 29 05,679	18 31	23 15	16 17	10 26	10 45
585,5	6 33 02,233	18 35	23 12	16 17	11 09	+ 5 16
586,5	6 36 58,785	18 40	- 23 08	16 17	11 52	- 0 29

Föld: 22-én 1<sup>h</sup> 44<sup>m</sup>-kor tél kezdete (KözEI)

## II. A NAP forgási tengelyének helyzete és a napkorong közép-pontjának héliografikus koordinátái

Dátum	P	B <sub>o</sub>	L <sub>o</sub>	Dátum	P	B <sub>o</sub>	L <sub>o</sub>
	°	°	°		°	°	°
I. 1	+ 2,1	- 3,1	44,8	VII. 5	- 1,0	+ 3,3	123,0
6	- 0,3	3,6	338,9	10	+ 1,3	3,9	56,8
11	2,7	4,2	273,1	15	3,6	4,4	350,7
16	5,1	4,7	207,2	20	5,8	4,8	284,5
21	7,4	5,2	141,4	25	7,9	5,3	218,4
26	9,6	5,6	75,6	30	10,0	5,7	152,2
31	11,8	6,0	9,7	VIII. 4	12,0	6,0	86,1
II. 5	13,8	6,3	303,9	9	13,8	6,3	20,0
10	15,7	6,6	238,1	14	15,6	6,6	313,9
15	17,4	6,8	172,2	19	17,3	6,8	247,8
20	19,0	7,0	106,4	24	18,9	7,0	181,7
25	20,5	7,2	40,5	29	20,3	7,1	115,7
III. 2	21,8	7,2	334,7	IX. 3	21,6	7,2	49,6
7	23,0	7,3	268,8	8	22,7	7,3	343,6
12	24,0	7,2	202,9	13	23,7	7,2	277,6
17	24,8	7,1	137,0	18	24,6	7,2	211,6
22	25,4	7,0	71,1	23	25,3	7,0	145,6
27	25,9	6,8	5,2	28	25,8	6,8	79,6
IV. 1	26,2	6,5	299,2	X. 3	26,1	6,6	13,6
6	26,3	6,2	233,2	8	26,3	6,3	307,6
11	26,3	5,9	167,2	13	26,3	6,0	241,7
16	26,1	5,5	101,2	18	26,1	5,6	175,7
21	25,6	5,1	35,2	23	25,8	5,2	109,8
26	25,0	4,6	329,1	28	25,2	4,7	43,8
V. 1	24,2	4,1	263,1	XI. 2	24,4	4,3	337,9
6	23,3	3,6	197,0	7	23,4	3,7	272,0
11	22,1	3,1	130,9	12	22,3	3,2	206,0
16	20,8	2,5	64,7	17	20,9	2,6	140,1
21	19,3	1,9	358,6	22	19,4	2,0	74,2
26	17,7	1,4	292,4	27	17,7	1,4	8,3
31	15,9	0,8	226,3	XII. 2	15,8	0,7	302,4
VI. 5	14,0	- 0,2	160,1	7	13,8	+ 0,1	236,5
10	12,0	+ 0,5	93,9	12	11,6	- 0,6	170,7
15	9,9	1,1	27,7	17	9,4	1,2	104,8
20	7,7	1,7	321,6	22	7,0	1,8	38,9
25	5,5	2,2	255,4	27	4,6	2,4	333,0
30	- 3,2	+ 2,8	180,2	I. 1	+ 2,2	- 3,0	267,2

P: A Nap forgási tengelyének helyzete a napkorong geocentrikus Észak—Dél-irányától van számítva, pozitívnak véve a keleti irányú elhajlást.

**III. A HOLDKORONG sugara**  
0<sup>h</sup> világidőkor

I.	1	14 43	IV.	1	15 33	VII.	3	16 22	X.	1	15 03
	4	14 46		4	16 03		6	15 37		4	14 47
	7	15 02		7	16 14		9	15 01		7	14 56
	10	15 29		10	16 06		12	14 44		10	15 22
	13	16 06		13	15 48		15	14 43		13	15 50
	16	16 35		16	15 24		18	14 55		16	16 06
	19	16 28		19	15 00		21	15 22		19	16 08
	22	15 47		22	14 46		24	16 02		22	15 59
	25	15 06		25	14 54		27	16 37		25	15 37
	28	14 45		28	15 25		30	16 35		28	15 08
	31	14 47	V.	1	16 05	VIII.	2	15 55		31	14 48
II.	3	15 04		4	16 27		5	15 12	XI.	3	14 51
	6	15 27		7	16 17		8	14 47		6	15 17
	9	15 53		10	15 49		11	14 44		9	15 54
	12	16 17		13	15 21		14	14 55		12	16 17
	15	16 23		16	14 59		17	15 17		15	16 14
	18	15 58		19	14 45		20	15 47		18	15 55
	21	15 19		22	14 47		23	16 19		21	15 32
	24	14 51		25	15 11		26	16 31		24	15 08
	27	14 47		28	15 54		29	16 09		27	14 49
III.	2	15 05		31	16 33	IX.	1	15 26		30	14 46
	5	15 32	VI.	3	16 34		4	14 54	XII.	3	15 05
	8	15 54		6	16 02		7	14 45		6	15 46
	11	16 07		9	15 24		10	14 57		9	16 25
	14	16 10		12	14 57		13	15 19		12	16 31
	17	15 56		15	14 44		16	15 44		15	16 05
	20	15 26		18	14 44		19	16 05		18	15 31
	23	14 57		21	15 00		22	16 18		21	15 05
	26	14 47		24	15 37		25	16 08		24	14 49
	29	15 01		27	16 22		28	15 37		27	14 43
				30	16 44					30	14 54

#### IV. Az öt fényes bolygó geocentrikus távolsága és fényessége

Dátum	Merkur		Vénusz		Mars		Jupiter		Szaturnusz	
	r	m	r	m	r	m	r	m	r	m
I. 1	1,26	-0,7	0,88	-3,8	1,72	+1,5	5,27	-1,6	9,12	+0,7
16	0,91	-0,1	0,77	-3,9	1,58	+1,3	5,03	-1,7	9,37	+0,8
II. 1	0,66	+2,3	0,65	-4,1	1,41	+1,1	4,80	-1,8	9,62	+0,8
16	0,84	+0,5	0,54	-4,2	1,26	+0,8	4,63	-1,9	9,84	+0,8
III. 1	1,05	+0,2	0,45	-4,3	1,13	+0,6	4,52	-2,0	10,00	+0,8
16	1,23	-0,2	0,36	-4,2	0,98	+0,2	4,46	-2,0	10,15	+0,8
IV. 1	1,34	-1,0	0,29	-3,6	0,84	-0,2	4,46	-2,0	10,25	+0,8
16	1,27	-1,5	0,29	-3,5	0,71	-0,6	4,54	-2,0	10,28	+0,8
V. 1	0,96	0,0	0,35	-4,1	0,61	-1,1	4,68	-1,9	10,27	+0,8
16	0,66	+1,6	0,45	-4,2	0,53	-1,6	4,86	-1,8	10,20	+0,7
VI. 1	0,55	+3,2	0,57	-4,1	0,49	-2,0	5,08	-1,7	10,07	+0,7
16	0,70	+1,3	0,69	-4,0	0,48	-1,8	5,32	-1,6	9,90	+0,7
VII. 1	0,99	0,0	0,81	-3,8	0,51	-1,6	5,55	-1,5	9,69	+0,6
16	1,28	-1,5	0,93	-3,7	0,57	-1,2	5,77	-1,4	9,46	+0,6
VIII. 1	1,32	-1,0	1,05	-3,6	0,64	-0,9	5,99	-1,4	9,20	+0,5
16	1,19	0,0	1,15	-3,5	0,72	-0,6	6,16	-1,3	8,95	+0,5
IX. 1	0,97	+0,4	1,26	-3,4	0,81	-0,4	6,31	-1,3	8,71	+0,4
16	0,75	+1,0	1,35	-3,4	0,90	-0,1	6,40	-1,2	8,51	+0,3
X. 1	0,67	+2,7	1,43	-3,4	0,98	+0,1	6,45	-1,2	8,36	+0,2
16	1,00	-0,4	1,50	-3,4	1,07	+0,2	6,45	-1,2	8,26	+0,1
XI. 1	1,34	-0,9	1,56	-3,4	1,17	+0,4	6,39	-1,2	8,24	+0,1
16	1,45	-0,9	1,61	-3,4	1,27	+0,6	6,29	-1,3	8,29	+0,2
XII. 1	1,41	-0,6	1,65	-3,4	1,37	+0,7	6,15	-1,3	8,40	+0,3
16	1,25	-0,5	1,68	-3,4	1,47	+0,9	5,97	-1,4	8,57	+0,4

r: csillagászati egységekben; m: magnitúdókban

## V. Bolygókorongok megvilágításának adatai

Dátum	MERKUR		VÉNUSZ		MARS	
	K	I	K	I	K	I
	%	°	%	°	%	°
I. 9	73	62	60	79	91	35
19	33	110	55	84	91	36
29	1	169	50	90	90	37
II. 8	22	124	44	96	90	37
18	49	92	38	104	90	38
28	66	72	30	113	90	38
III. 10	77	57	22	124	90	37
20	86	44	12	139	90	36
30	95	27	4	156	91	34
IV. 9	100	3	1	170	92	32
19	89	39	4	156	94	28
29	58	81	12	139	96	24
V. 9	29	115	21	125	98	18
19	9	146	30	114	99	11
29	0	176	38	105	100	3
VI. 8	8	148	44	97	100	7
18	25	120	50	90	98	15
28	48	93	55	84	96	23
VII. 8	76	59	60	79	94	29
18	97	19	64	74	91	34
28	97	19	68	69	89	38
VIII. 7	87	42	72	64	88	41
17	76	58	75	60	86	43
27	65	73	78	56	86	45
IX. 6	50	90	81	51	85	46
16	29	116	84	47	85	46
26	4	158	87	43	85	46
X. 6	13	138	89	39	85	46
16	59	80	91	35	85	46
26	88	41	93	31	85	45
XI. 5	98	17	94	28	86	44
15	100	2	96	24	86	44
25	99	11	97	20	87	43
XII. 5	96	23	98	17	88	41
15	88	40	99	13	88	40
25	70	67	99	10	89	39

K: a bolygó korongjának a Nap által megvilágított hányada

I: a bolygó centrumából nézve a Nap és a Föld látszólagos szögtávolsága



## VI. A MARS és JUPITER centrál-meridiánjának

DÁTUM		MARS	JUPITER	
		°	°	°
December	31	176,7	I. 172,5	II. 147,3
Január	4	138,0	84,2	28,5
	8	99,4	356,0	269,7
	12	60,8	267,7	151,0
	16	22,2	179,6	32,3
	20	343,7	91,4	273,6
	24	305,2	3,4	155,0
	28	266,8	275,3	36,4
Február	1	228,4	187,3	277,9
	5	190,1	99,3	159,4
	9	151,8	11,4	41,0
	13	113,6	283,5	282,5
	17	75,4	195,6	164,1
	21	37,2	107,7	45,8
	25	359,1	19,9	287,4
Március	1	321,1	292,1	169,0
	5	283,1	204,2	50,7
	9	245,2	116,4	292,3
	13	207,4	28,6	174,0
	17	169,6	300,7	55,6
	21	131,9	212,9	297,2
	25	94,3	125,0	178,8
	29	56,8	37,1	60,4
Április	2	19,4	309,1	301,9
	6	342,1	221,1	183,4
	10	305,0	133,1	64,8
	14	267,9	45,0	306,2
	18	231,0	316,9	187,6
	22	194,3	228,7	68,9
	26	157,7	140,4	310,1
	30	121,2	52,1	191,3
Május	4	84,9	323,8	72,4
	8	48,9	235,3	313,5
	12	13,0	146,8	194,4
	16	337,3	58,3	75,4
	20	301,7	329,7	316,2
	24	266,2	241,0	197,1
	28	230,9	152,3	77,8
Június	1	195,6	63,5	318,5
	5	160,3	334,7	199,2
	9	125,0	245,8	79,8
	13	89,7	156,8	320,3
	17	54,3	67,9	200,8
	21	18,7	338,9	81,3
	25	343,0	249,8	321,7
	29	307,1	160,7	202,1

A megadott planetografikus hosszúságok a bolygók forgási tengelyével definiált koordinátákat adják meg.

planetografikus hosszúsága 0<sup>h</sup> világidőkor

DÁTUM		MARS	JUPITER	
		°	°	°
Július	3	271,0	I. 71,6	II. 82,4
	7	234,6	342,4	322,8
	11	198,1	253,2	203,0
	15	161,4	164,0	83,3
	19	124,5	74,7	323,5
	23	87,4	345,5	203,8
	27	50,1	256,2	84,0
	31	12,7	166,9	324,1
Augusztus	4	335,1	77,6	204,3
	8	297,4	348,2	84,5
	12	259,5	258,9	324,6
	16	221,6	169,6	204,7
	20	183,5	80,2	84,9
	24	145,3	350,8	325,0
	28	107,1	261,5	205,1
Szeptember	1	68,8	172,1	85,2
	5	30,4	82,8	325,4
	9	351,9	353,4	205,5
	13	313,4	264,1	85,6
	17	274,8	174,7	325,8
	21	236,2	85,4	205,9
	25	197,5	356,1	86,1
	29	158,7	266,8	326,3
Október	3	119,9	177,5	206,4
	7	81,1	88,2	86,6
	11	42,2	358,9	326,9
	15	3,3	269,7	207,1
	19	324,3	180,5	87,3
	23	285,3	91,3	327,6
	27	246,2	2,1	207,9
	31	207,1	272,9	88,2
November	4	168,0	183,8	328,6
	8	128,8	94,6	208,9
	12	89,5	5,6	89,3
	16	50,3	276,5	329,7
	20	10,9	187,5	210,2
	24	331,5	98,5	90,6
	28	292,1	9,5	331,2
	2	252,7	280,5	211,7
December	6	213,2	191,6	92,3
	10	173,6	102,8	332,9
	14	134,0	13,9	213,5
	18	94,4	285,1	94,2
	22	54,8	196,3	334,0
	26	15,1	107,6	215,7
	30	335,4	19,0	96,5

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

## VIIa. A Jupiter-holdak helyzetei (KözEI-ben)

E	Január				Február			
	A holdak a bolygó				A holdak a bolygó			
	nyugati oldalán		keleti oldalán		nyugati oldalán		keleti oldalán	
	0 <sup>b</sup>				0 <sup>b</sup>			
1		2. 3.	1.		4.	.3		2. .4
2		3. .2	.1		4.	2. 1.		.4
3		3. 1.		.2	4.	.2		.1 .3 .4
4		.32.	.1		4.	1.		2. 3. 4.
5		.2 .1		.3		2.		.13. 4.
6		4.	1..2	.3		.23..1		4.
7		4. .1	2.		3.	3.		1.4. .2
8		4. 2.	1.			.3 4.		2.
9	4.	3. .2				4. 2. 1.		
10	.4	.3 1.		.2		4. .2		.1 .3
11		.4 .3		.1		4. 1.		.2 3.
12		.4.21.		.3		.4		.13.
13		.4	.21.		.3	.4 .2.13.		
14		.1	.42.		3.	.43.		1..2
15		2.	3.1.		.4	.3 .4.1		2.
16		3. .2			.4	2. .3		.4
17		.3 1.		.2		.4		.1 .3 .4
18		.3	2..1		4.	1.		.2 3. .4
19		.2 .1		.3		4.		2. .1 3. .4
20			.2.1		.34.	.2.1 3.		4.
21		.1	4.2.		3.	3.		.21. 4.
22		2. 4.	3.1.			.3 .1		2. 4.
23		4.3..2				2..3		1. 4.
24		4. .3		.2		.2		.1 .3
25	4.	.3	2..1			4. 1.		.2 .3
26	.4	2. 1.		.3		4.		2..1 3.
27		.4		.1 .3		4. 2. 1.		
28		.4 .1		2. 3.		.4 3.		.2 1.
29		.4 2.		1.3.				
30		.23. .1		.4				
31		3.		1. .2 .4				

## VIIb. A Jupiter-holdak jelenségei (KözEI-ben)

Dátum		h	m		Hold	Jelenség	Dátum	h	m		Hold	Jelenség	
I. 1	0 40	v	1			a	II. 1	22 07	v	1		e	
	1 52	v	1			e		22 51	k	3		m	
7	3 00	k	1	f			2	1 38	v	3		m	
	6 25	v	1			m		23 23	k	2		f	
8	0 19	k	1			a	3	4 01	v	2		m	
	0 49	v	3			e		4	22 06	v	2		e
	1 31	k	1			e	6		23 48	k	4		a
	2 33	v	1			a			7	1 24	v	4	
	3 43	v	1			e	2 20	k		1		a	
9	0 53	v	1		m		3 15	k	1		e		
	2 21	k	2	f			8	22 42	k	3	f		
15	0 03	v	3			a		23 03	v	1		a	
	1 47	k	3			e		23 54	v	1		e	
	2 12	k	1			a	9	1 48	v	3	f		
	3 22	k	1			e		2 23	k	3	m		
	4 26	v	1			a		5 09	v	3	m		
	4 35	v	3			e	11	22 51	v	2		a	
5 34	v	1			e	12		0 27	v	2		e	
16	2 43	v	1		m		14	4 14	k	1		a	
	4 56	k	2	f		a		5 02	k	1		e	
17	23 14	k	2				15	22 42	k	1		a	
18	1 31	k	2			e		23 28	k	1		e	
	1 54	v	2			a	16	0 56	v	1		a	
	4 06	v	2			e		1 40	v	1		e	
22	0 53	k	3			a		2 39	k	3	f		
	4 00	v	3			a	5 44	v	3	f			
	4 06	k	1			a	18	22 44	k	2		a	
	5 12	k	1			e		19	0 10	k	2		e
	5 30	k	3			e	1 25		v	2		a	
23	1 14	k	1	f			22 23	v	3		e		
	4 33	v	1		m		20	21 51	v	2		m	
	23 39	k	1		e	23		0 36	k	1		a	
24	0 48	v	1				a	1 14	k	1		e	
	1 52	v	1				e	21 43	k	1	f		
	23 00	v	1		m		24	0 33	v	1	m		
25	1 47	k	2			a		21 18	v	1		a	
	3 56	k	2			e		21 52	v	1		e	
	4 27	v	2			a	26	1 18	k	2		a	
29	4 51	k	3			a		2 27	k	2		e	
	5 59	k	1			a		3 59	v	2		a	
31	0 27	k	1			a		23 01	k	3		e	
	1 28	k	1			e	23 45	v	3		a		
	2 41	v	1			a	27	1 45	v	3		e	



### VIIa. A Jupiter-holdak helyzetei (KözEI-ben)

Nap	Március				Április			
	A holdak a bolygó				A holdak a bolygó			
	nyugati oldalán		keleti oldalán		nyugati oldalán		keleti oldalán	
	21 <sup>h</sup>				21 <sup>h</sup>			
1	.4	.32.	1.	4.	.1	2.	3.	
2		.4 .2.1	.3	.4	2.	1.	3.	
3		.4	1. .2 .3	.4	.2 3.			
4			.1.42. 3.		.43. 1.		.2	
5		2. 1.	3. .4		.3 .4		.12.	
6		3. .2	.1 .4		2.1.3		.4	
7		3. 1.	.2 .4		.2		.1.3 .4	
8		.3 2.	1. .4 4.		.1		.2 .3 .4	
9		.2 .1	.3 4.		2.		1. 3. .4	
10			1..2 .34.		.2 .1		4.	
11			4.2. 3.		3.		.2 4.	
12		2. 4.1.	3.		.3		.1 2. 4.	
13		4. 3..2	.1		2..31.		4.	
14		4. 3. 1.	.2		.2		.1 .3	
15	4.	.3	.1		4. .1		.2 .3	
16	.4	.2 .1			4. 2.		1. 3.	
17	.4		1..2 .3		4. .2 .1		3.	
18		.4 .1	2. 3.	4.	3.		.2	
19		.42.	3.	.4	.3		.1 2.	
20		3..2	.1		.4 .32. 1.			
21		3. 1.	.2.4		.4 .2		.3.1	
22		.3	2. .1 .4		.1 .4		.2 .3	
23		2. .1.3					1. .4 3.	
24			.2 1. .3 4.		.2 .1		3. .4	
25		.1	2. 3. 4.		3.		.21. .4	
26		2.	1. 3. 4.		.3		2. .4	
27		.2 3.	.1 4.		.32. 1.		4.	
28		3. 1.	4. .2		.2		.3.1 4.	
29		.3 4.	2. .1		1.		.2 .34.	
30		4. 2.1..3					2..14. 3.	
31		4.	1. .3					



### VIII. A Jupiter-holdak jelenségei (KözEI-ben)

Dátum		h	m	Hold	Jelenség	Dátum		h	m	Hold	Jelenség
III. 3	20 58	k	1		a	IV. 2	22 45	k	1		e
	21 24	k	1		e		23 02	k	1		a
4	4 00	k	4	f		3	0 58	v	1		e
	4 46	v	4	f			1 16	v	1		a
	20 43	v	1		m		19 33	v	3		a
5	3 53	k	2		a		19 52	k	1		m
	4 43	k	2		e		22 24	v	1	f	
6	0 40	k	3		a	6	2 49	k	2		e
	2 21	k	3		e		3 31	k	2		a
	3 43	v	3		a	7	21 51	k	2		m
	23 01	k	2	f			1 18	v	2	f	
8	19 50	v	2		a	9	19 30	v	2		a
	20 26	v	2		e		10	20 33	k	3	
10	22 52	k	1		a	21 34		v	3		e
	23 08	k	1		e	21 37		k	1		m
11	19 59	k	1	f		23 31		v	3		a
	22 27	v	1		m	11	0 19	v	1	f	
12	19 34	v	1		a		21 09	v	1		e
	19 47	v	1		e		21 38	v	1		a
15	19 44	k	2		a	15	0 07	k	2		m
	20 04	k	2		e		3 53	v	2	f	
	22 25	v	2		a	16	20 52	v	2		e
	22 41	v	2		e		22 06	v	2		a
16	21 55	v	3		m	17	22 03	k	3		e
18	21 53	k	1	f	23 22		k	1		m	
19	0 11	v	1		m	18	20 42	k	1		e
	19 14	k	1		a		21 19	k	1		a
	19 18	k	1		e		22 54	v	1		e
	21 28	v	1		a		23 32	v	1		a
	21 30	v	1		e	19	20 42	v	1	f	
22	22 19	k	2		e		23	20 33	k	2	
	22 20	k	2		a	22 02		k	2		a
23	0 55	v	2		e	23 12		v	2		e
24	20 09	v	2	f		24	0 42	v	2		a
25	23 42	k	1		m		25	1 08	k	1	
26	21 01	k	1		e	1 27		k	3		e
	21 08	k	1		a	22 28		k	1		e
27	20 30	v	1	f		23 14		k	1		a
30	0 33	k	2		e	26	0 41	v	1		e
	0 55	k	2		a		22 37	v	1	f	
31	19 36	k	2		m	30	22 54	k	2		e
	22 44	v	2	f							

### VIIa. A Jupiter-holdak helyzetei (KözEI-ben)

Nap	Május			Június		
	A holdak a bolygó					
	nyugati oldalán		keleti oldalán	nyugati oldalán		keleti oldalán
	21 <sup>h</sup>			21 <sup>h</sup>		
1		2. .14.		.3	2.1. 4.	
2		4. 3.	1.	2..3 .1	4.	
3	4. 3. .1		2.	4.	.3	
4	4. .3 2. 1.			4.	2. .3	
5	.4 .2	.1		4. 2.1.	3.	
6	.4 1.	.2 .3		4. .2	3. .1	
7	.4	2..1 3.		.4 3. .1	.2	
8	2..4 .1	3.		.4 3.	2. 1.	
9	3.	.4 1.		.4 2..3.1		
10	3. .1	2..4		.4	1..3	
11	.3 2.	.4		.4	2. .3	
12	.2 .3	.1 .4	.4	2. 1.	.4 3.	
13	1.	.2 .3 .4		.2	3..1 .4	
14		.12. 3. 4.		3. 1.	.2 .4	
15	2. 1.	3. 4.		3.	2..1 .4	
16	3. .2	1. 4.		.32. .1	4.	
17	3. .1	4. .2		.2	1. 4.	
18	.3 4. 2.	1.		.1	2. .34.	
19	4. .2.3	.1		2.1.	4. 3.	
20	4. 1.	.2 .3		.2 4.	.13.	
21	4.	.12. 3.		4. 3.1.	.2	
22	.4 2.1.	3.		4. 3.	2..1	
23	.4 .23.	1.		4. .3 2..1		
24	.43. .1	.2		.4 .2 .3	1.	
25	.3 .4	1.		.4 .1	.2 .3	
26	.2 .3.1	.4		.4	3.	
27	1.	.2 .3 .4		.4.2	3.	
28		.12. .3 .4		3.1..4	.2	
29	2. 1.	3. .4		3.	.1 2..4	
30	.2	.1 4.		.3 2.1.	.4	
31	3. .1	.2 4.				

### VIII. A Jupiter-holdak jelenségei (KözEI-ben)

Dátum	h m		Hold	Jelenség	Dátum	h m		Hold	Jelenség
V. 1	0 38 1 33	k v	2 2	a e	VI. 1	21 56	k	2	e
2	22 19	v	2	f	2	0 25 0 37 23 12	k v k	2 2 1	a e m
3	0 15 1 08 21 23	k k k	1 1 1	e a m	3	20 31 21 44 21 54 22 44 23 55	k k v v v	1 1 2 1 1	e a f e a
4	0 32 20 55 21 49	v v v	1 1 1	f e a	4	21 09	v	1	f
5	21 32 22 23	v k	3 3	m f	6	23 18	k	3	e
6	1 20	v	3	f	10	21 12 22 24 23 38	v k k	3 1 1	f e a
8	1 17	k	2	e	11	23 04	v	1	f
9	20 16	k	2	m	17	21 54 22 19	k k	2 3	m f
10	0 53 2 03 23 11	v k k	2 1 1	f e m	18	21 29	k	1	m
11	20 31 21 31 22 43 23 44	k k v v	1 1 1 1	e a e a	19	21 38 22 13	v v	2 1	a a
12	20 55 22 08	v k	1 3	f m	24	21 06	k	3	m
13	1 08	v	3	m	26	21 37 21 44 21 56	k v k	2 2 1	a e a
16	22 40	k	2	m	27	21 24	v	1	f
18	21 50 22 20 23 26	v k k	2 1 1	a e a	28	21 34	k	4	m
19	0 33 22 50	v v	1 1	e f					
23	20 26 23 18	k v	3 3	a a					
25	21 48 22 05	k v	2 2	a e					
26	0 11 0 27 21 20	k k k	1 2 1	e a m					
27	0 45 20 52 22 01	v v v	1 1 1	f e a					
30	22 30	v	3	e					
31	0 26	k	3	a					

## VIIa. A Jupiter-holdak helyzetei (KözEI-ben)

Nap	Július				December				
	A holdak a bolygó				A holdak a bolygó				
	nyugati oldalán		keleti oldalán		nyugati oldalán		keleti oldalán		
	21 <sup>h</sup>				3 <sup>h</sup>				
1		.2.3	1.		.4	2.	1.	.3	.4
2		.1		.2.3	.4	.1	3.		4.
3				2.1.	3.	4.	1.3.	2.	4.
4		2.	.1	3.	4.	3. 2.	4.		
5			3.1.	4.		3. .2 1.	4.		
6		3.		4. .1 2.		.3 4.	.1 .2		
7		.3	421.			4. 1.	.3 2.		
8		4.	.2.3	1.		4. 2.	1.	.3	
9		4.	.1	.2.3		4. .1	3.		
10		4.		1.2.	.3	.4	1.3.	2.	
11		.4	2.	.1	3.	.4 3. 2.			
12		.4				.43. .2 1.			
13		.4	3.	.1 2.		.3 4	.1 .2		
14		.3	.41.2.			1..3.4	2.		
15			.2.3	.4 .1		2.	1. .4.3		
16			.1	.3.2 .4		.1.2	3. .4		
17				1.2. .3 .4			1.3..2		.4
18		2.	.1	3.	.4	3. .1			.4
19			.2	1.3.	4.	3. .2			4.
20		3.		.2	4.	.3	.1.2	4.	
21		3.	1.2.	4.		1. .3	2. 4.		
22		.3 .2		.1 4.		2.	4..1 .3		
23			.1	4..3 .2		4..21		.3	
24			4.	1.2. .3		4.	1. .23.		
25		4.	2..1	3.		4. 3..1	2.		
26		4.	.2	1.3.		4. 3. 2.	1.		
27		4.	3. .1	.2		.4 .3	.2		
28		.4	3. 1.			.4 .31.	2.		
29		.4	.3 .2	.1		.4 2.	.1 .3		
30		.4	1.	.2		.4.21		.3	
31			.4	1.2. .3			.41. .2 3.		



## VIIb. A Jupiter-holdak jelenségei (KözEI-ben)

Dátum	h	m		Hold	Jelenség	Dátum	h	m		Hold	Jelenség
VII. 3	21 43		k	2	e	XII. 2	5 20		v	2	m
	22 38		k	1	<sup>F</sup> e		3	4 45		k	1
5	21 29		v	2	f			5 36		v	1
11	21 48		k	1	m	4	5 06		v	1	m
12	21 17		v	1	e	7	3 56		v	3	m
19	21 01		v	1	e	9	3 38		k	2	f
	21 44		k	2	m	11	3 58		k	1	f
20	21 38		v	1	f	12	3 18		v	1	a
21	21 26		v	2	a		4 15		v	1	e
23	21 05		v	3	f	14	4 19		v	3	f
28	20 43		v	1	a		5 47		k	3	m
	21 26		k	2	a	16	6 13		k	2	f
<p><i>k</i> vagy <i>v</i> betű azt mutatja, hogy a szomszédos oszlop időadata a jelenség kezdetére, ill. végére vonatkozik-e. A többi betű: <i>f</i> = fogyatkozásban van (a Jupiter-hold fogyatkozásban van, tehát a Jupiter árnyékkúpjába került), <i>m</i> = a hold a Jupiter korongja mögött (Földünkről nem látszik), <i>c</i> = a hold a Jupiter korongja előtt (a hold látszólagosan a bolygó korongján van), <i>a</i> = a hold „fekete” árnyéka vetítődik a Jupiteren teljes napfogyatkozás van).</p>						18	3 13		k	2	e
							3 47		v	2	a
							5 46		v	2	e
							5 51		k	1	f
						19	3 01		k	1	a
							4 02		k	1	e
							5 12		v	1	a
							6 13		v	1	e
						20	3 31		v	1	m
						21	5 45		k	3	f
						25	3 46		k	2	a
							5 54		k	2	e
							6 20		v	2	a
						26	4 55		k	1	a
							6 00		k	1	e
						27	5 28		v	1	m



### VIII. A szabad szemmel látható bolygók koordinátái

Dátum	MERKUR			VÉNUSZ			MARS		
	RA	D	látszó sugara	RA	D	látszó sugara	RA	D	látszó sugara
	h m	° ' "	"	h m	° ' "	"	h m	° ' "	"
I. 1	19 47	-23 17	2,65	21 54	-14 30	9,57	13 58	-10 35	2,72
6	20 20	21 23	2,87	22 15	12 17	9,97	14 09	11 33	2,79
11	20 48	19 01	3,19	22 36	9 57	10,42	14 20	12 29	2,88
16	21 07	16 34	3,65	22 56	7 32	10,92	14 30	13 23	2,97
21	21 12	14 42	4,26	23 15	5 05	11,46	14 41	14 14	3,07
26	20 59	14 09	4,85	23 33	2 36	12,07	14 52	15 03	3,17
31	20 35	14 59	5,09	23 51	- 0 07	12,75	15 02	15 49	3,29
II. 5	20 15	16 22	4,89	0,08	+ 2 20	13,52	15 12	16 33	3,41
10	20 07	17 35	4,47	0,23	4 43	14,37	15 23	17 14	3,54
15	20 13	18 19	4,04	0 38	7 01	15,33	15 33	17 52	3,68
20	20 28	18 30	3,67	0 52	9 12	16,42	15 42	18 27	3,84
25	20 48	18 07	3,38	1 04	11 13	17,64	15 52	19 00	4,00
III. 2	21 12	17 11	3,15	1 14	+ 13 03	19,01	16 01	19 30	4,18
7	21 39	15 41	2,96	1 22	14 38	20,55	16 10	19 58	4,37
12	22 08	13 39	2,82	1 27	15 55	22,23	16 18	20 23	4,58
17	22 37	11 06	2,70	1 29	16 48	24,01	16 26	20 46	4,81
22	23 08	8 02	2,60	1 27	17 14	25,82	16 34	21 07	5,05
27	23 40	4 29	2,54	1 22	17 05	27,51	16 40	21 26	5,32
IV. 1	0 14	- 0 28	2,49	1 13	16 20	28,84	16 46	21 44	5,60
6	0 49	+ 3 54	2,48	1 03	14 58	29,59	16 52	22 00	5,91
11	1 27	8 31	2,52	0 52	13 10	29,58	16 56	22 16	6,23
16	2 05	13 05	2,63	0 43	11 11	28,82	16 59	22 30	6,58
21	2 44	17 11	2,81	0 37	9 18	27,46	17 01	22 44	6,94
26	3 20	20 27	3,10	0 34	7 43	25,74	17 02	22 57	7,32
V. 1	3 51	22 42	3,48	0 35	6 34	23,87	17 02	23 09	7,71
6	4 16	23 56	3,96	0 39	5 52	22,03	17 00	23 21	8,10
11	4 32	24 14	4,51	0 46	5 37	20,30	16 57	23 32	8,49
16	4 41	23 44	5,09	0 56	5 45	18,72	16 53	23 41	8,84
21	4 40	22 33	5,62	1 07	6 13	17,31	16 47	23 49	9,16
26	4 33	20 52	5,99	1 21	6 57	16,06	16 40	23 54	9,42
31	4 22	19 04	6,08	1 35	7 54	14,95	16 33	23 57	9,62
VI. 5	4 13	17 35	5,86	1 51	9 02	13,97	16 26	23 57	9,73
10	4 09	16 49	5,43	2 08	10 16	13,10	16 18	23 55	9,76
15	4 12	16 52	4,90	2 26	11 35	12,33	16 11	23 52	9,70
20	4 22	17 40	4,37	2 45	12 56	11,64	16 06	23 48	9,57
25	4 40	18 59	3,88	3 04	14 18	11,03	16 01	23 44	9,38
30	5 04	+ 20 34	3,45	3 25	+ 15 37	10,48	15 58	- 23 43	9,14

és látszó sugara 0<sup>h</sup> világidőkor

Dátum	JUPITER			SZATURNUSZ			URÁNUSZ		
	RA	D	látszó sugara	RA	D	látszó sugara	RA	D	látszó sugara
	h m	° ' "	"	h m	° ' "	"	h m	° ' "	"
I. 1	12 22	- 0 58	17,45	1 13	+ 5 01	8,18	12 16	- 0 54	1,89
6	12 23	1 03	17,72	1 14	5 05	8,11	12 16	0 54	1,90
11	12 24	1 07	18,00	1 14	5 10	8,03	12 16	0 54	1,90
16	12 24	1 08	18,27	1 15	5 16	7,96	12 16	0 53	1,91
21	12 24	1 08	18,54	1 16	5 23	7,89	12 16	0 52	1,92
26	12 24	1 05	18,82	1 17	5 31	7,83	12 15	0 50	1,93
31	12 24	1 01	19,08	1 18	5 39	7,76	12 15	0 48	1,94
II. 5	12 23	0 55	19,34	1 19	5 48	7,70	12 15	0 45	1,95
10	12 22	0 47	19,58	1 21	5 58	7,64	12 14	0 42	1,95
15	12 21	0 38	19,81	1 23	6 09	7,59	12 14	0 38	1,96
20	12 19	0 27	20,01	1 24	6 20	7,54	12 13	0 34	1,96
25	12 18	0 14	20,20	1 26	6 32	7,49	12 12	0 30	1,97
III. 2	12 16	- 0 01	20,35	1 28	6 45	7,45	12 12	0 25	1,97
7	12 14	+ 0 14	20,48	1 30	6 57	7,41	12 11	0 20	1,98
12	12 11	0 29	20,57	1 32	7 10	7,37	12 10	0 15	1,98
17	12 09	0 44	20,63	1 34	7 23	7,34	12 09	0 10	1,98
22	12 07	1 00	20,65	1 36	7 37	7,32	12 09	- 0 05	1,98
27	12 04	1 15	20,64	1 39	7 51	7,30	12 08	+ 0 00	1,98
IV. 1	12 02	1 30	20,59	1 41	8 04	7,28	12 07	0 05	1,98
6	12 00	1 44	20,50	1 43	8 18	7,26	12 06	0 10	1,98
11	11 58	1 58	20,39	1 46	8 32	7,26	12 05	0 15	1,97
16	11 56	2 10	20,24	1 48	8 45	7,25	12 05	0 19	1,97
21	11 54	2 21	20,07	1 51	8 59	7,25	12 04	0 24	1,97
26	11 52	2 31	19,87	1 53	9 12	7,25	12 03	0 28	1,96
V. 1	11 51	2 38	19,66	1 55	9 26	7,26	12 03	0 31	1,96
6	11 50	2 45	19,42	1 58	9 38	7,28	12 02	0 35	1,95
11	11 49	2 49	19,18	2 00	9 51	7,29	12 02	0 37	1,94
16	11 48	2 51	18,92	2 02	10 03	7,31	12 02	0 40	1,94
21	11 48	2 52	18,66	2 05	10 15	7,34	12 01	0 42	1,93
26	11 48	2 51	18,39	2 07	10 27	7,37	12 01	0 43	1,92
31	11 48	2 48	18,12	2 09	10 38	7,40	12 01	0 44	1,91
VI. 5	11 49	2 43	17,86	2 11	10 48	7,44	12 01	0 44	1,90
10	11 50	2 37	17,59	2 13	10 58	7,48	12 01	0 44	1,90
15	11 51	2 29	17,34	2 15	11 07	7,53	12 01	0 43	1,89
20	11 52	2 19	17,09	2 17	11 16	7,57	12 01	0 42	1,88
25	11 53	2 08	16,84	2 19	11 24	7,63	12 01	0 40	1,87
30	11 55	+ 1 55	16,61	2 21	+ 11 32	7,68	12 02	+ 0 38	1,86

### VIII. A szabad szemmel látható bolygók koordinátái

Dátum	MERKUR			VÉNUSZ			MARS		
	RA	D	látszó sugara	RA	D	látszó sugara	RA	D	látszó sugara
	h m	° ' "	"	h m	° ' "	"	h m	° ' "	"
VII. 5	5 36	+ 22 06	3,10	3 46	+ 16 53	9,99	15 56	- 23 43	8,87
10	6 15	23 12	2,82	4 07	18 04	9,54	15 56	23 46	8,58
15	6 59	23 29	2,63	4 29	19 07	9,14	15 57	23 52	8,27
20	7 45	22 40	2,53	4 52	20 02	8,78	15 59	24 01	7,97
25	8 30	20 47	2,49	5 16	20 46	8,45	16 03	24 12	7,67
30	9 11	18 06	2,51	5 40	21 19	8,14	16 09	24 26	7,38
VIII. 4	9 49	14 54	2,56	6 04	21 39	7,87	16 15	24 40	7,10
9	10 22	11 25	2,65	6 28	21 46	7,61	16 23	24 56	6,83
14	10 52	7 50	2,76	6 53	21 38	7,38	16 31	25 12	6,58
19	11 19	4 18	2,90	7 18	21 16	7,17	16 40	25 27	6,34
24	11 43	+ 0 53	3,07	7 43	20 40	6,97	16 51	25 41	6,11
29	12 05	- 2 17	3,28	8 08	19 49	6,79	17 01	25 54	5,90
IX. 3	12 23	5 06	3,53	8 33	18 44	6,62	17 13	26 04	5,70
8	12 38	7 25	3,84	8 57	17 26	6,47	17 25	26 11	5,51
13	12 47	9 00	4,21	9 21	15 55	6,33	17 38	26 15	5,33
18	12 48	9 29	4,63	9 45	14 13	6,20	17 51	26 15	5,16
23	12 40	8 25	5,00	10 09	12 21	6,07	18 05	26 11	5,00
28	12 23	5 40	5,13	10 32	10 19	5,96	18 19	26 02	4,85
X. 3	12 07	- 2 09	4,85	10 56	8 10	5,86	18 33	25 48	4,70
8	12 00	+ 0 20	4,26	11 19	5 55	5,76	18 48	25 29	4,57
13	12 08	+ 0 40	3,64	11 41	3 35	5,67	19 02	25 04	4,44
18	12 29	- 0 56	3,16	12 04	+ 1 12	5,59	19 17	24 34	4,31
23	12 55	3 43	2,83	12 27	- 1 13	5,52	19 32	23 59	4,19
28	13 25	7 00	2,62	12 50	3 39	5,45	19 47	23 17	4,08
XI. 2	13 55	10 23	2,48	13 13	6 03	5,38	20 02	22 31	3,97
7	14 26	13 38	2,39	13 36	8 24	5,32	20 17	21 39	3,87
12	14 58	16 38	2,33	14 00	10 42	5,27	20 32	20 43	3,77
17	15 30	19 17	2,31	14 24	12 53	5,22	20 47	19 41	3,67
22	16 02	21 32	2,31	14 48	14 56	5,18	21 02	18 35	3,58
27	16 35	23 21	2,33	15 13	16 50	5,14	21 16	17 24	3,49
XII. 2	17 09	24 40	2,37	15 39	18 33	5,10	21 31	16 10	3,41
7	17 43	25 26	2,45	16 04	20 03	5,07	21 45	14 52	3,33
12	18 17	25 38	2,56	16 31	21 19	5,04	22 00	13 32	3,25
17	18 50	25 13	2,72	16 58	22 19	5,01	22 14	12 08	3,17
22	19 21	24 11	2,95	17 25	23 03	4,99	22 28	10 41	3,10
27	19 48	22 39	3,28	17 52	23 30	4,97	22 42	9 13	3,03
I. 1	20 05	- 20 51	3,76	18 19	- 23 38	4,95	22 56	- 7 43	2,96

és látszó sugara 0<sup>h</sup> világitőkor

Dátum	JUPITER			SZATURNUSZ			URÁNUSZ		
	RA	D	látszó sugara	RA	D	látszó sugara	RA	D	látszó sugara
	h m	° ' "		h m	° ' "		h m	° ' "	
VII. 5	11 57	+ 1 42	16,38	2 22	+ 11 38	7,74	12 02	+ 0 35	1,85
10	11 59	1 26	16,16	2 24	11 44	7,80	12 02	0 31	1,84
15	12 02	1 10	15,96	2 25	11 50	7,87	12 03	0 28	1,84
20	12 04	0 52	15,77	2 26	11 54	7,94	12 04	0 23	1,83
25	12 07	0 34	15,58	2 27	11 58	8,01	12 04	0 19	1,82
30	12 10	+ 0 14	15,41	2 28	12 01	8,08	12 05	0 14	1,82
VIII. 4	12 13	- 0 06	15,25	2 28	12 03	8,15	12 06	0 08	1,81
9	12 16	0 27	15,10	2 29	12 04	8,23	12 07	+ 0 02	1,80
14	12 19	0 49	14,97	2 29	12 04	8,30	12 08	- 0 04	1,80
19	12 23	1 12	14,84	2 30	12 04	8,37	12 09	0 10	1,79
24	12 26	1 35	14,73	2 30	12 03	8,45	12 10	0 17	1,79
29	12 30	1 59	14,63	2 29	12 01	8,52	12 11	0 24	1,79
IX. 3	12 33	2 23	14,54	2 29	11 58	8,59	12 12	0 31	1,78
8	12 37	2 47	14,46	2 29	11 54	8,66	12 13	0 38	1,78
13	12 41	3 12	14,40	2 28	11 50	8,73	12 14	0 45	1,78
18	12 45	3 37	14,34	2 27	11 45	8,79	12 15	0 53	1,78
23	12 49	4 02	14,30	2 26	11 39	8,84	12 16	1 00	1,78
28	12 53	4 27	14,27	2 25	11 33	8,89	12 17	1 08	1,77
X. 3	12 57	4 52	14,25	2 24	11 26	8,94	12 18	1 15	1,78
8	13 01	5 17	14,25	2 23	11 19	8,98	12 20	1 23	1,78
13	13 05	5 42	14,25	2 21	11 12	9,01	12 21	1 30	1,78
18	13 09	6 07	14,27	2 20	11 04	9,03	12 22	1 37	1,78
23	13 13	6 31	14,30	2 18	10 56	9,05	12 23	1 44	1,78
28	13 17	6 55	14,34	2 17	10 48	9,05	12 24	1 51	1,79
XI. 2	13 21	7 19	14,39	2 15	10 40	9,05	12 25	1 58	1,79
7	13 25	7 42	14,45	2 14	10 33	9,04	12 26	2 04	1,80
12	13 29	8 05	14,53	2 12	10 25	9,02	12 27	2 10	1,80
17	13 32	8 27	14,62	2 11	10 19	8,99	12 28	2 16	1,81
22	13 36	8 49	14,72	2 09	10 12	8,96	12 29	2 22	1,81
27	13 40	9 09	14,84	2 08	10 06	8,91	12 30	2 26	1,82
XII. 2	13 43	9 29	14,97	2 07	10 01	8,86	12 30	2 31	1,83
7	13 47	9 49	15,11	2 06	9 57	8,81	12 31	2 35	1,83
12	13 50	10 07	15,26	2 05	9 54	8,75	12 32	2 39	1,84
17	13 54	10 24	15,43	2 04	9 51	8,68	12 32	2 42	1,85
22	13 57	10 40	15,60	2 04	9 50	8,62	12 33	2 44	1,86
27	14 00	10 55	15,80	2 03	9 49	8,54	12 33	2 46	1,87
I. 1	14 02	- 11 09	16,00	2 03	+ 9 49	8,47	12 33	- 2 48	1,88



## IX. Bolygók héliocentrikus ekliptikai

Dátum	MERKUR		VÉNUSZ		FÖLD	
	l	b	l	b	l	b
	o	o	o	o	o	0,001°- ban
I. 9	8,6	-4,5	53,3	-1,3	108,3	-2
19	66,0	+2,2	69,3	-0,4	118,5	-2
29	127,3	+6,9	85,5	+0,5	128,7	-2
II. 8	175,7	+5,5	101,6	+1,5	138,8	-1
18	211,6	+2,0	117,8	+2,3	148,9	-1
28	241,1	-1,6	134,1	+2,9	159,0	-1
III. 10	268,7	-4,6	150,3	+3,3	169,0	0
20	297,9	-6,6	166,6	+3,4	178,9	0
30	333,0	-6,8	182,8	+3,3	188,9	+1
IV. 9	19,2	-3,4	198,9	+2,9	198,7	+1
19	78,8	+3,6	215,0	+2,2	208,5	+2
29	138,4	+7,0	231,0	+1,4	218,2	+2
V. 9	183,8	+4,9	246,9	+0,5	227,9	+2
19	217,9	+1,2	262,8	-0,4	237,6	+2
29	246,7	-2,3	278,7	-1,3	247,2	+3
VI. 8	274,4	-5,1	294,5	-2,1	256,8	+3
18	304,4	-6,8	310,3	-2,8	266,3	+3
28	341,3	-6,4	326,1	-3,2	275,9	+3
VII. 8	30,4	-2,1	341,9	-3,4	285,4	+2
18	91,6	+4,8	357,8	-3,3	294,9	+2
28	148,8	+6,9	13,7	-3,0	304,5	+2
VIII. 7	191,4	+4,2	29,7	-2,5	314,0	+2
17	224,1	+0,5	45,7	-1,7	323,6	+1
27	252,3	-2,9	61,8	-0,8	333,3	+1
IX. 6	280,2	-5,5	77,9	+0,1	343,0	+1
16	311,2	-7,0	94,0	+1,0	352,7	0
26	350,1	-6,0	110,2	+1,9	2,5	0
X. 6	42,1	-0,7	126,4	+2,6	12,3	-1
16	104,2	+5,8	142,7	+3,1	22,2	-1
26	158,6	+6,6	158,9	+3,4	32,1	-2
XI. 5	198,7	+3,4	175,2	+3,4	42,1	-2
15	230,0	-0,3	191,4	+3,1	52,2	-2
25	257,9	-3,5	207,5	+2,6	62,3	-2
XII. 5	286,1	-6,0	223,5	+1,8	72,4	-3
15	318,3	-7,0	239,5	+1,0	82,6	-3
25	359,5	-5,3	255,4	0,0	92,7	-3



koordinátái 0<sup>h</sup> világidőkor

Dátum	MARS		JUPITER		SZATURNUSZ	
	l	b	l	b	l	b
	o	o	o	o	o	o
I. 9	180,7	+1,4	175,4	+1,3	24,8	-2,5
19	185,2	+1,3	176,2	1,3	25,2	2,5
29	189,7	+1,2	176,9	1,3	25,5	2,5
II. 8	194,2	+1,1	177,7	1,3	25,9	2,5
18	198,8	+0,9	178,5	1,3	26,2	2,5
28	203,4	+0,8	179,2	1,3	26,6	2,5
III. 10	208,1	+0,7	180,0	1,3	26,9	2,5
20	212,9	+0,5	180,7	1,3	27,3	2,5
30	217,7	+0,4	181,5	1,3	27,6	2,5
IV. 9	222,6	+0,2	182,2	1,3	28,0	2,5
19	227,6	+0,1	183,0	1,3	28,3	2,5
29	232,6	-0,1	183,8	1,3	28,7	2,5
V. 9	237,8	-0,3	184,5	1,3	29,0	2,5
19	243,0	-0,4	185,3	1,3	29,4	2,5
29	248,3	-0,6	186,0	1,3	29,7	2,5
VI. 8	253,7	-0,8	186,8	1,3	30,1	2,5
18	259,2	-0,9	187,5	1,3	30,5	2,5
28	264,8	-1,1	188,3	1,3	30,8	2,5
VII. 8	270,5	-1,2	189,1	1,3	31,2	2,5
18	276,3	-1,4	189,8	1,3	31,5	2,5
28	282,2	-1,5	190,6	1,3	31,9	2,5
VIII. 7	288,1	-1,6	191,3	1,3	32,2	2,5
17	294,2	-1,7	192,1	1,3	32,6	2,5
27	300,3	-1,8	192,8	1,3	32,9	2,5
IX. 6	306,5	-1,8	193,6	1,3	33,3	2,5
16	312,7	-1,8	194,3	1,3	33,6	2,4
26	319,0	-1,8	195,1	1,3	34,0	2,4
X. 6	325,3	-1,8	195,9	1,3	34,4	2,4
16	331,7	-1,8	196,6	1,3	34,7	2,4
26	338,0	-1,7	197,4	1,3	35,1	2,4
XI. 5	344,4	-1,7	198,1	1,3	35,4	2,4
15	350,7	-1,6	198,9	1,3	34,8	2,4
25	357,0	-1,5	199,6	1,3	36,1	2,4
XII. 5	3,2	-1,3	200,4	1,3	36,5	2,4
15	9,4	-1,2	201,1	1,3	36,9	2,4
25	15,6	-1,0	201,9	+1,3	37,2	-2,4

## X. A fényesebb csillagok

Csillagok (J. Bayer-féle) elnevezése		MAGN. (viz.)	RA	D	SAJÁTMOZGÁS per ÉV		A legfeltünőbb csillagok neve
					RA	D	
			h m	° ′	s	"	
α	Andromedae	2,1	0 07	+ 28 55	+ 0,01	- 0,16	
β	Cassiopeiae	2,4	0 07	+ 58 58	+ 0,07	- 0,18	
γ	Pegasi	2,9	0 12	+ 15 00	0,00	- 0,01	
ι	Ceti	3,7	0 18	- 9 00	0,00	- 0,03	
α	Phoenicis	2,4	0 25	- 42 29	+ 0,02	- 0,39	
κ	Cassiopeiae	4,2	0 31	+ 62 45	0,00	0,00	
δ	Andromedae	3,5	0 38	+ 30 41	+ 0,01	- 0,08	
α	Cassiopeiae	2,3	0 39	+ 56 22	+ 0,01	- 0,03	
β	Ceti	2,2	0 42	- 18 10	+ 0,02	+ 0,04	
δ	Piscium	4,5	0 47	+ 7 25	+ 0,01	- 0,05	
γ	Cassiopeiae	var.	0 55	+ 60 33	0,00	0,00	
ε	Piscium	4,4	1 01	+ 7 43	- 0,01	+ 0,03	
β	Andromedae	2,4	1 08	+ 35 27	+ 0,02	- 0,11	
ν	Piscium	4,7	1 18	+ 27 06	0,00	- 0,01	
δ	Cassiopeiae	2,8	1 24	+ 60 04	+ 0,04	- 0,05	
γ	Phoenicis	3,4	1 27	- 43 29	0,00	- 0,20	
η	Piscium	3,7	1 30	+ 15 11	0,00	0,00	
α	Eridani	0,6	1 37	- 57 24	+ 0,01	- 0,03	
φ	Persei	4,2	1 42	+ 50 32	0,00	- 0,01	
ζ	Ceti	3,9	1 50	- 10 30	0,00	- 0,04	
ε	Cassiopeiae	3,4	1 52	+ 63 31	+ 0,01	- 0,02	
β	Arietis	2,7	1 53	+ 20 39	+ 0,01	- 0,11	
α	Hydri	3,0	1 58	- 61 44	+ 0,04	+ 0,03	
ν	Ceti	4,2	1 58	- 21 14	+ 0,01	- 0,02	
α	Ursae minoris	2,1	2 02	+ 89 07	+ 0,20	- 0,01	Polaris
γ <sup>1</sup>	Andromedae	2,3	2 02	+ 42 11	0,00	- 0,05	
α	Arietis	2,2	2 05	+ 23 19	+ 0,01	- 0,14	
β	Trianguli	3,1	2 08	+ 34 50	+ 0,01	- 0,04	
ξ <sup>1</sup>	Ceti	4,5	2 11	+ 8 42	0,00	0,00	
γ	Trianguli	4,1	2 15	+ 33 42	0,00	- 0,05	
62	Andromedae	5,1	2 17	+ 47 14	- 0,01	0,00	
κ	Eridani	4,4	2 26	- 47 51	0,00	- 0,01	
ξ <sup>2</sup>	Ceti	4,3	2 26	+ 8 19	0,00	0,00	
δ	Persei	4,2	2 42	+ 49 06	+ 0,03	- 0,08	
41	Arietis	3,7	2 48	+ 27 08	+ 0,01	- 0,11	

# katalógusa

Csillagok (J. Bayer-féle) elnevezése	MAGN. (viz.)	RA	D	SAJÁTMOZGÁS per EV		A legfeltűnőbb csillagok neve
				RA	D	
		h m	° ′	s	''	
$\tau$ Persei	4,1	2 52	+ 52 38	0,00	0,00	
$\vartheta$ Eridani	3,4	2 57	- 40 26	- 0,01	+ 0,02	
$\alpha$ Ceti	2,8	3 01	+ 3 58	0,00	- 0,07	
$\tau^3$ Eridani	4,2	3 01	- 23 45	- 0,01	- 0,05	
$\gamma$ Persei	3,1	3 02	+ 53 23	0,00	0,00	
$\rho$ Persei	var.	3 03	+ 38 43	+ 0,01	- 0,10	
$\beta$ Persei	var.	3 06	+ 40 50	0,00	0,00	Algol
$\iota$ Persei	4,2	3 07	+ 49 30	+ 0,13	- 0,08	
$\alpha$ Fornacis	3,9	3 11	- 29 07	+ 0,03	+ 0,65	
$\alpha$ Persei	1,9	3 22	+ 49 45	0,00	- 0,02	
$\sigma$ Persei	4,5	3 28	+ 47 53	0,00	+ 0,02	
$\varepsilon$ Eridani	3,8	3 31	- 9 34	- 0,07	+ 0,02	
$\delta$ Persei	3,1	3 41	+ 47 41	0,00	- 0,03	
$\eta$ Tauri	3,0	3 46	+ 24 00	0,00	- 0,04	
$\zeta$ Persei	2,9	3 52	+ 31 47	0,00	- 0,01	
$\varepsilon$ Persei	3,0	3 56	+ 39 55	0,00	- 0,03	
$\gamma$ Eridani	3,2	3 57	- 13 36	0,00	- 0,11	
$\lambda$ Tauri	3,9	3 59	+ 12 24	0,00	- 0,01	
48 Persei	4,0	4 06	+ 47 38	0,00	- 0,03	
$\alpha_1$ Eridani	4,1	4 10	- 6 55	0,00	+ 0,08	
$\mu$ Tauri	4,3	4 14	+ 8 49	0,00	- 0,02	
$\gamma$ Tauri	3,9	4 18	+ 15 33	+ 0,01	- 0,02	
$\delta$ Tauri	3,9	4 21	+ 17 28	+ 0,01	- 0,03	
$\varepsilon$ Tauri	3,6	4 27	+ 19 07	+ 0,01	- 0,04	
$\alpha$ Doradus	3,5	4 33	- 55 07	+ 0,01	0,00	
$\alpha$ Tauri	1,1	4 34	+ 16 27	+ 0,01	- 0,19	Aldebaran
53 Eridani	4,0	4 37	- 14 22	- 0,01	- 0,16	
$\mu$ Eridani	4,2	4 44	- 3 19	0,00	- 0,01	
$\pi^4$ Orionis	3,8	4 50	+ 5 33	0,00	0,00	
$\iota$ Aurigae	2,9	4 55	+ 33 07	0,00	- 0,02	
$\varepsilon$ Aurigae	var.	5 00	+ 43 47	0,00	0,00	
$\eta$ Aurigae	3,3	5 04	+ 41 12	0,00	- 0,07	
$\beta$ Eridani	2,9	5 06	- 5 08	- 0,01	- 0,08	
$\mu$ Aurigae	4,8	5 11	+ 38 37	0,00	- 0,08	
$\beta$ Orionis	0,3	5 13	- 8 14	0,00	0,00	Rigel

## X. A fényesebb csillagok

Csillagok (J. Bayer-féle) elnevezése	IAGN. (Viz.)	RA	D	SAJÁTMOZGÁS per ÉV		A legfeltűnőbb csillagok neve
				RA	M	
		h m	° ′	s	"	
α Aurigae	0,2	5 14	+ 45 58	+ 0,01	- 0,42	Capella
τ Orionis	3,7	5 16	- 6 53	0,00	0,00	
γ Orionis	1,7	5 23	+ 6 19	0,00	- 0,01	
β Tauri	1,8	5 24	+ 28 35	0,00	- 0,18	
β Leporis	3,0	5 27	- 20 47	0,00	- 0,09	
δ Orionis	2,5	5 30	- 0 19	0,00	0,00	Betelgeuse
α Leporis	2,7	5 31	- 17 51	0,00	0,00	
ι Orionis	2,9	5 34	- 5 56	0,00	0,00	
ε Orionis	1,7	5 35	- 1 13	0,00	0,00	
ζ Tauri	3,0	5 36	+ 21 07	0,00	- 0,02	
α Columbae	2,7	5 38	- 34 05	0,00	- 0,03	
ζ Orionis	2,0	5 39	- 1 58	0,00	0,00	
γ Leporis	3,8	5 43	- 22 27	- 0,02	- 0,37	
κ Orionis	2,2	5 46	- 9 41	0,00	- 0,01	
δ Leporis	3,9	5 50	- 20 53	+ 0,02	- 0,65	
α Orionis	var.	5 53	+ 7 24	0,00	+ 0,01	Betelgeuse
β Aurigae	2,1	5 57	+ 44 57	- 0,01	0,00	
θ Aurigae	2,7	5 58	+ 37 13	0,00	- 0,08	
ν Orionis	4,4	6 06	+ 14 46	0,00	- 0,02	
δ Pictoris	4,8	6 10	- 54 58	0,00	+ 0,01	
κ Aurigae	4,4	6 13	+ 29 31	- 0,01	- 0,27	
2 Lyncis	4,4	6 17	+ 59 01	0,00	+ 0,03	
ζ Canis Majoris	3,1	6 19	- 30 03	0,00	0,00	
μ Geminorum	3,2	6 21	+ 22 32	0,00	- 0,11	
β Canis Majoris	2,0	6 21	- 17 56	0,00	0,00	
α Carinae	- 0,9	6 23	- 52 41	0,00	+ 0,02	Canopus
ν Geminorum	4,1	6 27	+ 20 14	0,00	- 0,02	
γ Geminorum	1,9	6 36	+ 16 26	0,00	- 0,04	
ε Geminorum	3,2	6 42	+ 25 10	0,00	- 0,02	
ξ Geminorum	3,4	6 43	+ 12 56	- 0,01	- 0,19	
α Canis Majoris	- 1,6	6 44	- 16 40	- 0,04	- 1,21	Sirius
α Pictoris	3,3	6 48	- 61 54	- 0,01	+ 0,27	
τ Puppis	2,8	6 49	- 50 35	0,00	- 0,07	
θ Canis Majoris	4,2	6 53	- 12 00	- 0,01	- 0,02	
ε Canis Majoris	1,6	6 57	- 28 56	0,00	0,00	



katalógusa

Csillagok (J. Bayer-féle) elnevezése	MAGN. (viz.)	RA	D	SAJÁTMOZGÁS per ÉV		A legfeltűnőbb csillagok neve
				RA	D	
		h m	° ′	s	''	
$\sigma^2$ Canis Majoris	3,1	7 02	- 23 47	0,00	0,00	
$\delta$ Canis Majoris	2,0	7 07	- 26 20	0,00	0,00	
$I$ Puppis	4,5	7 12	- 46 42	- 0,01	+ 0,10	
$\pi$ Puppis	2,7	7 16	- 37 02	0,00	0,00	
$\delta$ Geminorum	3,5	7 18	+ 22 03	0,00	- 0,01	
$\eta$ Canis Majoris	2,4	7 23	- 29 14	0,00	0,00	
$\beta$ Canis Minoris	3,1	7 25	+ 8 21	0,00	- 0,04	
$\theta$ Canis Minoris	4,9	7 28	+ 12 04	0,00	- 0,02	
$\alpha$ Geminorum	1,6	7 33	+ 31 58	- 0,01	- 0,10	Castor
$\alpha$ Canis Minoris	0,5	7 38	+ 5 18	- 0,05	- 1,03	Procyon
$\beta$ Geminorum	1,2	7 43	+ 28 06	- 0,05	- 0,05	Pollux
$\xi$ Puppis	3,5	7 48	- 24 47	0,00	0,00	
26 Lyncis	5,7	7 52	+ 47 39	- 0,01	0,00	
232 G. Puppis	4,6	7 58	- 18 19	0,00	- 0,05	
$\zeta$ Puppis	2,3	8 02	- 39 55	0,00	+ 0,01	
$\rho$ Puppis	2,9	8 06	- 24 13	- 0,01	+ 0,05	
$\gamma^2$ Velorum	1,9	8 09	- 47 15	0,00	0,00	
$\beta$ Cancri	3,8	8 15	+ 9 17	0,00	- 0,05	
31 Lyncis	4,4	8 21	+ 43 18	0,00	- 0,10	
$\varepsilon$ Carinae	1,7	8 22	- 59 24	0,00	+ 0,02	
Br 1197 Hydrae	3,9	8 24	- 3 48	- 0,01	- 0,03	
$\sigma$ Ursae Majoris	3,5	8 28	+ 60 50	- 0,02	- 0,11	
$\delta$ Hydrae	4,2	8 36	+ 5 49	- 0,01	- 0,01	
34 Lyncis	5,5	8 39	+ 45 57	0,00	+ 0,09	
$\alpha$ Pyxidis	3,7	8 42	- 33 04	0,00	+ 0,01	
$\delta$ Velorum	2,0	8 44	- 54 35	0,00	- 0,08	
$\varepsilon$ Hydrae	3,5	8 45	+ 6 32	- 0,01	- 0,05	
$\gamma$ Pyxidis	4,2	8 49	- 27 35	- 0,01	+ 0,08	
$\zeta$ Hydrae	3,3	8 54	+ 6 04	- 0,01	+ 0,01	
$\iota$ Ursae Majoris	3,1	8 57	+ 48 10	- 0,04	- 0,24	
$\kappa$ Ursae Majoris	3,7	9 01	+ 47 17	0,00	- 0,06	
$\lambda$ Velorum	2,2	9 07	- 43 18	0,00	+ 0,01	
$\beta$ Carinae	1,8	9 13	- 69 35	- 0,03	+ 0,10	
$\varepsilon$ Carinae	2,2	9 16	- 59 08	0,00	+ 0,01	
$\alpha$ Lyncis	3,3	9 19	+ 34 32	- 0,02	+ 0,01	



X. A fényesebb csillagok

Csillagok (J. Bayer-féle) elnevezése		MAGN (viz.)	RA	D	SAJÁTMOZGÁS per ÉV		A legféltünőbb csillagok neve
					RA	D	
			h m	° ′	s	''	
δ	Pyxidis	4,9	9 20	- 25 50	0,00	- 0,01	
κ	Velorum	2,6	9 21	- 54 52	0,00	+ 0,01	
α	Hydrae	2,2	9 26	- 8 31	0,00	+ 0,03	
δ	Ursae Majoris	3,3	9 31	+ 51 49	- 0,10	- 0,54	
10	Leonis Minoris	4,6	9 32	+ 36 32	0,00	- 0,03	
ι	Hydrae	4,1	9 38	- 1 00	0,00	- 0,07	
ε	Leonis	3,1	9 44	+ 23 55	0,00	- 0,02	
ν	Ursae Majoris	3,9	9 49	+ 59 11	- 0,04	- 0,16	
19	Leonis Minoris	5,2	9 56	+ 41 13	- 0,01	- 0,03	
π	Leonis	4,9	9 59	+ 8 12	0,00	- 0,03	
α	Leonis	1,3	10 07	+ 12 07	- 0,02	0,00	Regulus
λ	Hydrae	3,8	10 09	- 12 12	- 0,01	- 0,09	
λ	Ursae Majoris	3,5	10 15	+ 43 04	- 0,02	- 0,04	
γ <sup>1</sup>	Leonis	2,6	10 18	+ 20 00	+ 0 02	- 0,15	
μ	Ursae Majoris	3,2	10 20	+ 41 40	- 0,01	+ 0,03	
α	Antliae	4,4	10 26	- 30 54	- 0,01	+ 0,01	
ρ	Leonis	3,8	10 31	+ 9 28	0,00	- 0,01	
37	Leonis Minoris	4,8	10 37	+ 32 09	0,00	0,00	
θ	Carinae	3,0	10 42	- 64 14	0,00	+ 0,01	
μ	Velorum	2,8	10 45	- 49 15	+ 0,01	- 0,05	
ν	Hydrae	3,3	10 48	- 16 02	+ 0,01	+ 0,20	
46	Leonis Minoris	3,9	10 52	+ 34 23	+ 0,01	- 0,28	
47	Ursae Majoris	5,1	10 58	+ 40 36	- 0,03	+ 0,05	
β	Ursae Majoris	2,4	11 00	+ 56 33	+ 0,01	+ 0,03	
α	Ursae Majoris	1,9	11 02	+ 61 55	- 0,02	- 0,07	
ψ	Ursae Majoris	3,1	11 08	+ 44 40	- 0,01	- 0,03	
δ	Leonis	2,6	11 12	+ 20 42	+ 0,01	- 0,14	
δ	Crateris	3,8	11 18	- 14 36	- 0,01	+ 0,20	
σ	Leonis	4,1	11 19	+ 6 12	- 0,01	- 0,02	
ξ	Hydrae	3,7	11 31	- 31 41	- 0,02	- 0,04	
ν	Leonis	4,5	11 35	- 0 39	0,00	+ 0,04	
χ	Ursae Majoris	3,8	11 44	+ 47 57	- 0,01	+ 0,02	
β	Leonis	2,2	11 47	+ 14 45	- 0,03	- 0,12	
γ	Ursae Majoris	2,5	11 52	+ 53 52	+ 0,01	+ 0,01	
π	Virginis	4,6	11 59	+ 6 48	0,00	- 0,03	

katalógusa

Csillagok (J. Bayer-féle) elnevezése		MAGN. (viz.)	RA	D	SAJÁTMOZGÁS per ÉV		A legfeltűnőbb csillagok neve
					RA	D	
			h m	° ′	s	''	
δ	Centauri	2,9	12 07	- 50 33	0,00	- 0,01	
ε	Corvi	3,2	12 08	- 22 27	- 0,01	+ 0,01	
δ	Crucis	3,1	12 13	- 58 34	- 0,01	- 0,01	
δ	Ursae Majoris	3,4	12 14	+ 57 13	+ 0,01	0,00	
γ	Corvi	2,8	12 14	- 17 22	- 0,01	+ 0,02	
η	Virginis	4,0	12 18	- 0 29	0,00	- 0,02	
α <sup>1</sup>	Crucis	1,0	12 25	- 62 55	0,00	- 0,02	
74	Ursae Majoris	5,4	12 28	+ 58 35	- 0,01	+ 0,09	
γ	Crucis	1,6	12 29	- 56 56	0,00	- 0,27	
β	Corvi	2,8	12 33	- 23 13	0,00	- 0,06	
α	Muscae	2,9	12 35	- 68 58	- 0,01	- 0,02	
γ	Centauri	2,4	12 40	- 48 47	- 0,02	- 0,01	
γ	Virginis	2,9	12 40	- 1 16	- 0,04	+ 0,01	
β	Crucis	1,5	12 46	- 59 31	- 0,01	- 0,02	
ε	Ursae Majoris	1,7	12 53	+ 56 08	+ 0,01	- 0,01	
α <sup>2</sup>	C. Venaticorum	2,9	12 55	+ 38 29	- 0,02	+ 0,05	
ε	Virginis	2,9	13 01	+ 11 08	- 0,02	+ 0,02	
14	C. Venaticorum	5,1	13 04	+ 35 58	0,00	+ 0,02	
β	Comae	4,3	13 10	+ 28 02	- 0,06	+ 0,88	
γ	Hydrae	3,3	13 17	- 23 00	+ 0,01	- 0,05	
ι	Centauri	2,9	13 19	- 36 33	- 0,03	- 0,09	
ζ	Ursae Majoris	2,4	13 23	+ 55 06	+ 0,01	- 0,03	Mizar
α	Virginis	1,2	13 24	- 11 00	0,00	- 0,03	
ζ	Virginis	3,4	13 33	- 0 26	- 0,02	+ 0,04	
ε	Centauri	2,6	13 39	- 53 18	0,00	- 0,02	
η	Ursae Majoris	1,9	13 46	+ 49 28	- 0,01	- 0,01	
ζ	Bootis	2,8	13 53	+ 18 33	- 0,01	- 0,36	
η	Centauri	3,1	13 54	- 47 08	- 0,01	- 0,04	
β	Centauri	0,9	14 02	- 60 13	0,00	- 0,02	
π	Hydrae	3,5	14 05	- 26 32	0,00	- 0,14	
δ	Centauri	2,3	14 05	+ 36 13	- 0,04	- 0,52	
4	Ursae Majoris	5,0	14 09	+ 77 42	- 0,01	+ 0,03	
α	Bootis	0,2	14 14	+ 19 21	- 0,08	- 2,00	Areturus
δ	Bootis	4,1	14 24	+ 52 00	- 0,03	- 0,40	
γ	Bootis	3,0	14 31	+ 38 27	- 0,01	+ 0,15	

## X. A fényesebb csillagok

Csillagok (J. Bayer-féle) elnevezése	MAGN. (viz.)	RA	D	SAJÁTMOZGÁS per ÉV		A legfeltűnőbb csillagok neve
				RA	D	
		h m	° ′	s	"	
$\eta$ Centauri	2,6	14 33	- 42 01	0,00	- 0,04	
$\alpha$ Centauri	0,1	14 37	- 60 42	- 0,49	+ 0,71	
$\alpha$ Lupi	2,9	14 40	- 47 15	0,00	- 0,02	
$\varepsilon$ Bootis	2,7	14 44	+ 27 13	0,00	+ 0,02	
$\alpha^2$ Librae	2,9	14 49	- 15 55	- 0,01	- 0,07	
$\beta$ Ursae Minoris	2,2	14 51	+ 74 17	- 0,01	+ 0,01	
$\beta$ Lupi	2,8	14 56	- 43 00	0,00	- 0,04	
$\sigma$ Librae	3,4	15 02	- 25 09	- 0,01	- 0,05	
$\psi$ Bootis	4,7	15 03	+ 27 04	- 0,01	- 0,01	
$\delta$ Bootis	3,5	15 14	+ 33 26	+ 0,01	- 0,12	
$\beta$ Librae	2,7	15 15	- 9 16	- 0,01	- 0,02	
$\gamma$ Trianguli Austr.	3,1	15 16	- 68 34	- 0,01	- 0,03	
$\gamma$ Ursae Minoris	3,1	15 21	+ 71 57	- 0,01	+ 0,02	
$\iota$ Draconis	3,5	15 24	+ 59 05	0,00	+ 0,01	
$\gamma$ Lupi	2,9	15 33	- 41 04	0,00	- 0,03	
$\alpha$ Coronae Bor	2,3	15 33	+ 26 49	0,00	- 0,09	
$\nu$ Librae	3,8	15 35	- 28 02	0,00	0,00	
$\alpha$ Serpentis	2,7	15 43	+ 6 32	+ 0,01	+ 0,05	
$\kappa$ Serpentis	4,3	15 47	+ 18 14	0,00	- 0,09	
$\mu$ Serpentis	3,6	15 48	- 3 20	- 0,01	- 0,03	
$\pi$ Scorpii	3,0	15 57	- 26 01	0,00	- 0,03	
$\delta$ Scorpii	2,5	15 58	- 22 32	0,00	- 0,03	
$\beta^1$ Scorpii	2,9	16 04	- 19 43	0,00	- 0,02	
$\varphi$ Herculis	4,3	16 08	+ 45 01	0,00	+ 0,04	
$\delta$ Ophiuchi	3,0	16 13	- 3 37	0,00	- 0,15	
$\varepsilon$ Ophiuchi	3,3	16 17	- 4 37	+ 0,01	+ 0,04	
$\eta$ Draconis	2,9	16 24	+ 61 35	0,00	+ 0,06	
$\alpha$ Scorpii	1,2	16 27	- 26 22	0,00	- 0,02	Antares
$\beta$ Herculis	2,8	16 29	+ 21 33	- 0,01	- 0,02	
$\tau$ Scorpii	2,9	16 34	- 28 09	0,00	- 0,03	
$\zeta$ Ophiuchi	2,7	16 35	- 10 30	0,00	+ 0,02	
$\zeta$ Herculis	3,0	16 40	+ 31 40	- 0,04	+ 0,39	
$\alpha$ Trianguli Austr.	1,9	16 45	- 68 58	+ 0,01	- 0,03	
$\varepsilon$ Scorpii	2,4	16 48	- 34 14	- 0,05	- 0,26	
$\iota$ Ophiuchi	4,3	16 52	+ 10 13	0,00	- 0,04	

katalógusa

Csillagok (J. Bayer-féle) elnevezése		MAGN. (viz.)	RA	D	SAJÁTMOZGÁS per ÉV		A legfőbb csillagok neve
					RA	D	
			h m	° ′	s	''	
κ	Ophiuchi	3,4	16 56	+ 9 25	-0,02	-0,01	
60	Herculis	4,9	17 04	+ 12 47	0,00	-0,01	
η	Ophiuchi	2,6	17 09	- 15 41	0,00	+0,09	
ζ	Draconis	3,2	17 09	+ 65 45	0,00	+0,02	
α	Herculis	3,5	17 13	+ 14 26	0,00	+0,04	
δ	Herculis	3,2	17 14	+ 24 53	0,00	-0,16	
π	Herculis	3,4	17 14	+ 36 51	0,00	0,00	
θ	Ophiuchi	3,4	17 20	- 24 58	0,00	-0,02	
β	Arac	2,8	17 23	- 55 30	0,00	-0,02	
27	H Ophiuchi	4,6	17 25	- 5 04	-0,01	-0,05	
α	Arac	3,0	17 29	- 49 51	0,00	-0,07	
β	Draconis	3,0	17 30	+ 52 19	0,00	+0,01	
λ	Scorpii	1,7	17 31	- 37 05	0,00	-0,03	
α	Ophiuchi	2,1	17 33	+ 12 35	+0,01	-0,23	
θ	Scorpii	2,0	17 35	- 42 59	0,00	0,00	
κ	Scorpii	2,5	17 40	- 39 01	0,00	-0,03	
β	Ophiuchi	2,9	17 42	+ 4 35	0,00	+0,16	
μ	Herculis	3,5	17 45	+ 27 44	-0,02	-0,75	
♄	Scorpii	3,2	17 48	- 37 02	+0,01	+0,03	
35	Draconis	5,0	17 51	+ 76 58	+0,01	+0,25	
γ	Draconis	2,4	17 56	+ 51 30	0,00	-0,02	
v	Ophiuchi	3,5	17 57	- 9 46	0,00	-0,12	
γ	Sagittarii	3,1	18 04	- 30 26	0,00	-0,19	
72	Ophiuchi	3,7	18 06	+ 9 33	0,00	+0,08	
μ	Sagittarii	4,0	18 12	- 21 04	0,00	0,00	
36	Draconis	5,0	18 14	+ 64 23	+0,05	+0,03	
δ	Sagittarii	2,8	18 19	- 29 51	0,00	-0,03	
η	Serpentis	3,4	18 20	- 2 55	-0,04	-0,70	
ε	Sagittarii	1,9	18 22	- 34 24	0,00	-0,13	
λ	Sagittarii	2,9	18 26	- 25 26	0,00	-0,19	
θ	Coronae Austr.	4,7	18 31	- 42 20	0,00	-0,02	
α	Lyrae	0,1	18 36	+ 38 45	+0,02	+0,29	Vega
110	Herculis	4,3	18 44	+ 20 31	0,00	-0,33	
β <sup>1</sup>	Lyrae	3,4	18 49	+ 33 19	0,00	0,00	
σ	Sagittarii	2,1	18 53	- 26 20	0,00	-0,05	



## X. A fényesebb csillagok

Csillagok (J. Bayer-féle) elnevezése		MAGN. (viz.)	RA	D	SAJÁTMOZGÁS per EV		A legfényesebb csillagok neve
					RA	D	
			h m	° ′	s	''	
γ	Lyrae	3,3	18 58	+ 32 39	0,00	0,00	
ζ	Sagittarii	2,7	19 01	- 29 56	0,00	0,00	
ζ	Aquilae	3,0	19 04	+ 13 49	0,00	- 0,10	
π	Sagittarii	3,0	19 08	- 21 05	0,00	- 0,04	
δ	Draconis	3,2	19 13	+ 67 36	+ 0,02	+ 0,09	
τ	Draconis	4,6	19 16	+ 73 18	- 0,03	+ 0,11	
δ	Aquilae	3,4	19 24	+ 3 03	+ 0,02	+ 0,08	
β <sup>1</sup>	Cygni	3,2	19 29	+ 27 53	0,00	0,00	
θ	Cygni	4,6	19 36	+ 50 09	0,00	+ 0,26	
δ	Cygni	3,0	19 44	+ 45 03	0,00	+ 0,05	
γ	Aquilae	2,8	19 45	+ 10 32	0,00	0,00	
α	Aquilae	0,9	19 49	+ 8 47	+ 0,04	+ 0,39	Altair
β	Aquilae	3,9	19 54	+ 6 20	0,00	- 0,48	
γ	Sagittarii	3,7	19 57	+ 19 24	+ 0,01	+ 0,03	
15	Vulpeculae	4,7	20 00	+ 27 40	0,00	+ 0,01	
δ	Aquilae	3,4	20 10	- 0 55	0,00	+ 0,01	
33	Cygni	4,3	20 13	+ 56 28	+ 0,01	+ 0,09	
α <sup>2</sup>	Capricorni	3,8	20 16	- 12 39	0,00	+ 0,01	
γ	Cygni	2,3	20 21	+ 40 09	0,00	0,00	
α	Pavonis	2,1	20 23	- 56 50	0,00	- 0,09	
41	Cygni	4,1	20 28	+ 30 16	0,00	0,00	
ε	Delphini	4,0	20 32	+ 11 12	0,00	- 0,02	
α	Delphini	3,9	20 38	+ 15 48	+ 0,01	0,00	
α	Cygni	1,3	20 40	+ 45 10	0,00	+ 0,01	Deneb
δ	Delphini	4,5	20 42	+ 14 58	0,00	- 0,04	
ε	Cygni	2,6	20 45	+ 33 51	+ 0,03	+ 0,33	
ε	Aquarii	3,8	20 46	- 9 37	0,00	- 0,03	
v	Cygni	4,0	20 56	+ 41 03	0,00	- 0,01	
ξ	Cygni	3,9	21 04	+ 43 48	0,00	0,00	
ζ	Cygni	3,4	21 12	+ 30 06	0,00	- 0,05	
α	Cephei	2,6	21 18	+ 62 27	+ 0,02	+ 0,05	
ζ	Capricorni	3,9	21 25	- 22 33	0,00	+ 0,03	
β	Cephei	3,3	21 28	+ 70 25	0,00	+ 0,01	
β	Aquarii	3,1	21 30	- 5 43	0,00	- 0,01	
ρ	Cygni	4,2	21 33	+ 45 27	0,00	- 0,09	

katalógusa

Csillagok (J. Bayer-féle) elnevezése	MAGN. (viz.)	RA	D	SAJÁTMOZGÁS per EV		A legféltünőbb csillagok neve
				RA	D	
		h m	° ′	s	''	
$\epsilon$ Pegasi	2,5	21 43	+ 9 44	0,00	+ 0,01	
$\delta$ Capricorni	3,0	21 45	- 16 16	+ 0,02	- 0,29	
$\gamma$ Gruis	3,2	21 52	- 37 31	+ 0,01	- 0,02	
$\epsilon$ Indi	4,7	22 01	- 56 55	+ 0,48	- 2,55	
$\alpha$ Aquarii	3,2	22 04	- 0 29	0,00	0,00	
$\iota$ Pegasi	4,0	22 06	+ 25 11	+ 0,02	+ 0,03	
$\alpha$ Gruis	2,2	22 06	- 47 07	+ 0,01	- 0,15	
$\zeta$ Cephei	3,6	22 10	+ 58 03	0,00	+ 0,01	
$\alpha$ Tucanae	2,9	22 16	- 60 25	- 0,01	- 0,04	
$\beta$ Lancertae	4,6	22 22	+ 52 04	0,00	- 0,18	
$\delta$ Cephei	3,4	22 28	+ 58 15	0,00	+ 0,01	
$\eta$ Aquarii	4,1	22 34	- 0 17	+ 0,01	- 0,05	
$\beta$ Gruis	2,2	22 41	- 47 03	+ 0,01	- 0,01	
$\eta$ Pegasi	3,1	22 41	+ 30 03	0,00	- 0,02	
$\tau$ Aquarii	4,2	22 48	- 13 46	0,00	- 0,03	
$\delta$ Aquarii	3,5	22 53	- 15 59	0,00	- 0,02	
$\alpha$ Piscis Aust.	1,3	22 56	- 29 48	+ 0,03	- 0,16	Fomalhaut
$\sigma$ Andromedae	3,6	23 00	+ 42 09	0,00	0,00	
$\beta$ Pegasi	2,6	23 02	+ 27 55	+ 0,01	+ 0,14	
$\alpha$ Pegasi	2,6	23 03	+ 15 02	0,00	- 0,04	
88 Aquarii	3,8	23 08	- 21 21	0,00	+ 0,04	
$\gamma$ Piscium	3,8	23 16	+ 3 06	+ 0,05	+ 0,02	
$\tau$ Pegasi	4,6	23 19	+ 23 34	0,00	0,00	
$v$ Pegasi	4,6	23 24	+ 23 14	+ 0,01	+ 0,04	
$\beta$ Sculptoris	4,5	23 31	- 38 00	+ 0,01	+ 0,02	
$\gamma$ Cephei	3,4	23 38	+ 77 27	- 0,02	+ 0,16	
$\omega^2$ Aquarii	4,6	23 41	- 14 43	+ 0,01	- 0,06	
$\varrho$ Cassiopeiae	4,5	23 53	+ 57 19	0,00	+ 0,01	
$\omega$ Piscium	4,0	23 58	+ 6 41	+ 0,01	- 0,11	
				0,00 RA-ban, 0,005	0,00 D-ban 0,005	azt jelenti,

## XIa. FONTOSABB METEORRAJOK ADATAI

METEORRAJ (N) = Nappali raj, csak radarral észlelhető	GYAKORISÁGI MAXIMUM	RADIÁNSPONT (1950)		ÉSZLELT SEBESSÉG km/s	KAPCSOLATOS ÜSTÖKÖS		
		RA	D				
		o	o				
QUADRANTIDÁK	Jan. 3	232	+50	41			
Virginidák	Márc. 20	190	0	31			
Lyridák	Ápr. 21	274	+34	48	1861	I	1)
η AQUARIDÁK	Máj. 4	336	0	64	1910	II	2)
o Cetidák (N)	Máj. 19	28	-4	37			
ARIETIDÁK (N)	Jún. 7	45	+23	38			
ζ PERSEIDÁK (N)	Jún. 9	62	+24	29			
β TAURIDÁK (N)	Jún. 28	87	+20	31	1961	I	3)
Drakonidák	Jún. 28	215	+55				
δ DÉLI AQUARIDÁK	Júl. 29	339	-17	41	1961	I	3)
δ ÉSZAKI AQUAR.	Júl. 29	339	0	41	1961	I	3)
α Capricornidák	Aug. 1	308	-10	23	1954	III	4)
ι Déli Aquaridák	Aug. 5	338	-15	35			
ι Északi Aquaridák	Aug. 5	331	-6	30			
PERSEIDÁK	Aug. 11	46	+58	60	1862	III	5)
γ Cygnidák	Aug. 20	290	+55	26			
Aurigidák	Aug. 30	85	+42				
GIACOBINIDÁK	Okt. 9	262	+54	23	1946	V	6)
Orionidák	Okt. 20	95	+15	66	1910	II	2)
Déli Tauridák	Nov. 5	53	+14	28	1961	I	3)
Északi Tauridák	Nov. 10	57	+22	29			
ANDROMEDIDÁK	Nov. 14	24	+44	16	1852	III	7)
LEONIDÁK	Nov. 16	152	+22	72	1866	I	8)
Phoenicidák	Dec. 5	15	-55	13			
GEMINIDÁK	Dec. 13	113	+32	35			
Ursidák	Dec. 22	217	+80	34	1939	X	9)

1) Thatcher, 2) Halley, 3) Encke, 4) Honda—Mrkos—Pajdusakova, 5) Swift — Tuttle, 6) Giacobini—Zinner, 7) Biela, 8) Tempel, 9) Tuttle

## XII. METEORKRÁTEREK

HELY	FÖLDRAJZI		KRÁTER		FELFEDEZÉS ÉVE
	SZÉLESSÉG	HOSSZUSÁG	SZÁM	MAX. ÁTMÉRŐ (méter)	
	° /	° /			
Arizona (USA)	+ 35 3	+ 111 2	1	1207	
Odessa, Texas (USA)	+ 31 43	+ 102 25	4	168	1921
Tunguszka, Közép-Szibéria	+ 60 55	- 101 57			1908
Henbury, Közép-Ausztrália	- 24 34	- 133 10	13	220	1931
Wabar, Arábia	+ 21 29	- 50 40	2	100	1932
Haviland, Kansas (USA)	+ 37 37	+ 99 5	1	17	1925
Campo d. Cielo, Gr. Chaco (Argentína)	- 27 23	+ 63 42	2	75	1933
Kaalijarv, Észtk SZSZK	+ 58 24	- 22 40	7	110	1928
Boschole, Közép-Ausztrália	- 22 54	- 135 0	1	175	1937
Dalgaranga, Nyugat-Ausztrália	- 27 45	- 117 5	1	21	1923
Szihote-Aliny, Kelet-Szibéria	+ 46 10	- 134 39	24	27	1947
Wolf Creek, Nyugat-Ausztrália	- 19 10	- 127 46	1	853	1937
Aouelloul, Mauritánia	+ 20 15	- 12 41	1	250	1951
Ungava, Quebec (Kanada)	+ 61 17	+ 73 41	1	3341	1943

## XIII. 10 TONNÁNÁL NAGYOBB METEORITEK

LELŐHELY		TÖMEGE TONNÁBAN	FELFEDEZÉS ÉVE
Hoba	Dél-Afrika	60	1920
Ahnighito	Grönland	31	1897
Singo	Kína	30	
Bacubirito	Mexikó	27	1863
Mbosi	Tanganyika	25	1930
Armanty	Mongólia	20	
Agpalilik	Grönland	17	1963
Willamette	Oregon (USA)	14	1902
Chapaderos	Mexikó	14	1852
Otumpa	Argentína	13	1783
Mundrabilla	Ausztrália	12	1966
Morito	Mexikó	11	1600



## XII. PRECESSIÓ-

### Precesszió

RA	Prec. D-ben	Precesszió RA-ban						
		D: +85°	+80°	+75°	+70°	+60°	+50°	+40°
h m	'	m	m	m	m	m	m	m
0 00	+ 16,7	+ 2,56	+ 2,56	+ 2,56	+ 2,56	+ 2,56	+ 2,56	+ 2,56
0 30	+ 16,6	+ 4,22	3,38	3,10	2,96	2,81	2,73	2,68
1 00	+ 16,1	+ 5,85	4,19	3,64	3,36	3,06	2,90	2,80
1 30	+ 15,4	+ 7,43	4,98	4,15	3,73	3,30	3,07	2,92
2 00	+ 14,5	+ 8,92	5,72	4,64	4,09	3,52	3,22	3,03
2 30	+ 13,2	+ 10,31	6,40	5,09	4,42	3,73	3,37	3,13
3 00	+ 11,8	+ 11,56	7,02	5,50	4,73	3,92	3,50	3,22
3 30	+ 10,2	+ 12,66	7,57	5,86	4,99	4,09	3,61	3,30
4 00	+ 8,3	+ 13,58	8,03	6,16	5,21	4,23	3,71	3,37
4 30	+ 6,4	+ 14,32	8,40	6,40	5,39	4,34	3,79	3,42
5 00	+ 4,3	+ 14,85	8,66	6,58	5,52	4,42	3,84	3,46
5 30	+ 2,2	+ 15,18	8,82	6,68	5,60	4,47	3,88	3,49
6 00	+ 0,0	+ 15,29	8,88	6,72	5,62	4,49	3,89	3,50
12 00	- 16,7	+ 2,56	+ 2,56	+ 2,56	+ 2,56	+ 2,56	+ 2,56	+ 2,56
12 30	- 16,6	+ 0,90	1,82	2,02	2,16	2,31	2,39	2,44
13 00	- 16,1	- 0,73	+ 0,93	1,48	1,77	2,06	2,22	2,32
13 30	- 15,4	- 2,31	+ 0,14	0,97	1,39	1,82	2,05	2,20
14 00	- 14,5	- 3,80	- 0,60	+ 0,46	1,03	1,60	1,90	2,09
14 30	- 13,2	- 5,19	- 1,28	+ 0,03	0,70	1,39	1,75	1,99
15 00	- 11,8	- 6,44	- 1,90	- 0,38	+ 0,40	1,20	1,62	1,90
15 30	- 10,2	- 7,54	- 2,45	- 0,74	+ 0,13	1,03	1,51	1,81
16 00	- 8,3	- 8,46	- 2,91	- 1,04	- 0,09	+ 0,89	1,41	1,75
16 30	- 6,4	- 9,20	- 3,27	- 1,28	- 0,27	+ 0,78	1,33	1,70
17 00	- 4,3	- 9,73	- 3,54	- 1,45	- 0,40	+ 0,70	1,28	1,66
17 30	- 2,2	- 10,06	- 3,70	- 1,56	- 0,47	+ 0,65	1,25	1,63
18 00	- 0,0	- 10,17	- 3,75	- 1,60	- 0,50	+ 0,63	1,23	1,62

# TÁBLÁZAT

per 50 év

Precesszió RA-ban							Prec. D-ben	RA
+30°	+20°	+10°	0°	-10°	-20°	-30°		
m	m	m	m	m	m	m	'	h m
+ 2,56	+ 2,56	+ 2,56	+ 2,56	+ 2,56	+ 2,56	+ 2,56	- 16,7	12 00
2,64	2,61	2,59	2,56	2,53	2,51	2,48	- 16,6	11 30
2,73	2,67	2,61	2,56	2,51	2,45	2,39	- 16,1	11 00
2,81	2,72	2,64	2,56	2,49	2,40	2,31	- 15,4	10 30
2,88	2,76	2,66	2,56	2,46	2,36	2,24	- 14,5	10 00
2,95	2,81	2,68	2,56	2,44	2,31	2,17	- 13,2	9 30
3,02	2,85	2,70	2,56	2,42	2,27	2,11	- 11,8	9 00
3,07	2,88	2,72	2,56	2,40	2,24	2,05	- 10,2	8 30
3,12	2,91	2,73	2,56	2,39	2,21	2,00	- 8,3	8 00
3,16	2,93	2,74	2,56	2,38	2,19	1,97	- 6,4	7 30
3,18	2,95	2,75	2,56	2,37	2,17	1,94	- 4,3	7 00
3,20	2,96	2,75	2,56	2,37	2,16	1,92	- 2,2	6 30
3,20	2,97	2,76	2,56	2,36	2,16	1,92	0,0	6 00
+ 2,56	+ 2,56	+ 2,56	+ 2,56	+ 2,56	+ 2,56	+ 2,56	+ 16,7	24 00
2,48	2,51	2,53	2,56	2,59	2,61	2,64	+ 16,6	23 30
2,39	2,45	2,51	2,56	2,61	2,67	2,73	+ 16,1	23 00
2,31	2,40	2,49	2,56	2,64	2,72	2,81	+ 15,4	22 30
2,24	2,36	2,46	2,56	2,66	2,76	2,88	+ 14,5	22 00
2,17	2,31	2,44	2,56	2,68	2,81	2,95	+ 13,2	21 30
2,11	2,27	2,42	2,56	2,70	2,85	3,02	+ 11,8	21 00
2,05	2,24	2,40	2,56	2,72	2,88	3,07	+ 10,2	20 30
2,00	2,21	2,39	2,56	2,73	2,91	3,12	+ 8,3	20 00
1,97	2,19	2,38	2,56	2,74	2,93	3,16	+ 6,4	19 30
1,94	2,17	2,37	2,56	2,75	2,95	3,18	+ 4,3	19 00
1,92	2,16	2,37	2,56	2,75	2,96	3,20	+ 2,2	18 30
1,92	2,16	2,36	2,56	2,76	2,97	3,20	+ 0,0	18 00

### XIII. REFRAKCIÓ-

ÁTLAGOS REFRAKCIÓ								
z		R <sub>0</sub>		z		R <sub>0</sub>		
o	''	o	''	o	''	o	''	
0	0	51	1 14	70	00	2 44	75 00	3 41
5	5	52	17	10	45	10	44	
10	11	53	20	20	47	20	46	
15	16	54	23	30	48	30	49	
20	22	55	26	40	50	40	51	
				50	51	50	54	
21	23	56,0	1 29					
22	24	56,5	31					
23	26	57,0	32	71	00	2 53	76 00	3 57
24	27	57,5	34	10	55	10	4 00	
25	28	58,0	36	20	56	20	03	
				30	2 58	30	06	
26	29	58,5	1 38	40	3 00	40	09	
27	31	59,0	40	50	01	50	12	
28	32	59,5	42					
29	33	60,0	44					
30	35	60,5	46	72	00	3 03	77 00	4 15
				10	05	10	18	
31	36	61,0	1 48	20	07	20	22	
32	38	61,5	50	30	09	30	25	
33	39	62,0	53	40	10	40	29	
34	41	62,5	55	50	12	50	33	
35	42	63,0	1 57					
36	44	63,5	2 00	73	00	3 14	78 00	4 36
37	45	64,0	03	10	16	10	40	
38	47	64,5	05	20	18	20	44	
39	49	65,0	08	30	20	30	48	
40	50	65,5	11	40	23	40	52	
				50	25	50	4 56	
41	52	66,0	2 14					
42	54	66,5	17					
43	56	67,0	21	74	00	3 27	79 00	5 01
44	58	67,5	24	10	29	10	05	
45	60	68,0	28	20	31	20	10	
				30	34	30	15	
46	62	68,5	2 32	40	36	40	20	
47	64	69,0	35	50	39	50	25	
48	67	69,5	40					
49	69	70,0	44					
50	72			75	00	3 41	80 00	5 30

# TÁBLÁZAT

## Légnyomási korrekció

B	760	750	740	730	720	710	700	690	680	670	660	650	640	630	620	B
z	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	z
10	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	10
30	0	0	1	1	1	2	3	3	4	4	5	5	5	6	6	30
40	0	1	1	2	3	3	4	5	5	6	7	7	8	9	9	40
50	0	1	2	3	4	5	6	7	8	8	9	10	11	12	13	50
60	0	1	3	4	5	7	8	10	11	12	14	15	16	18	19	60
70	0	2	4	6	9	11	13	15	17	19	22	24	26	28	30	70
71	0	2	5	7	9	11	14	16	18	20	23	25	27	30	32	71
72	0	2	5	7	10	12	14	17	19	22	24	26	29	31	34	72
73	0	3	5	8	10	13	15	18	20	23	26	28	31	33	36	73
74	0	3	5	8	11	14	16	19	22	24	27	30	33	35	38	74
75	0	3	6	9	12	15	17	20	23	26	29	32	35	38	41	75
76	0	3	6	9	12	16	19	22	25	28	31	34	37	41	44	76
77	0	3	7	10	13	17	20	24	27	30	34	37	40	44	47	77
78	0	4	7	11	15	18	22	25	29	33	36	40	44	47	51	78
79	0	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44	47	51	55	79
80	0	4	9	13	17	22	26	30	35	39	43	48	52	56	61	80
z	+	+	+	+	+											z
B	760	770	780	790	800											B

Hőmérsékleti korrekció	T	-10	-5	0	+5	+10	+15	+20	+25	+30	+35	T
	z	+	+	"	"	"	"	"	"	"	"	z
B: mm nyo- más T: C°-ban	10	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	10
	30	1	1	0	1	1	2	2	3	4	4	30
	40	2	1	0	1	2	3	4	4	5	6	40
	50	3	1	0	1	3	4	5	6	7	9	50
	60	4	2	0	2	4	6	7	9	11	12	60
	70	7	3	0	3	6	9	12	14	17	20	70
	71	7	3	0	3	6	9	12	15	18	21	71
	72	7	4	0	3	7	10	13	16	19	22	72
	73	8	4	0	4	7	11	14	17	20	23	73
	74	8	4	0	4	8	11	15	18	22	25	74
	75	9	4	0	4	8	12	16	20	23	27	75
	76	10	5	0	5	9	13	17	21	25	29	76
	77	10	5	0	5	10	14	19	23	27	31	77
	78	11	6	0	5	10	15	20	25	29	34	78
	79	12	6	0	6	11	17	22	27	32	37	79
	80	14	7	0	6	13	19	24	30	35	41	80



### XIVa. T Á V O L S Á G O K.

használatosak a Naprendszerünkhöz tartozó objektumok esetén  
(különféle egységekben kifejezve)

PARALLAXIS (napi)	FÖLDSUGÁR	CSILLAGÁSZATI EGYSÉG	KILOMÉTER	FÉNYIDŐ
				h m s
60	57,3	0,0024	$366 \times 10^3$	1,2
50	68,8	0,0029	439	1,5
40	85,9	0,0037	548	1,8
30	114,5	0,0049	731	2,4
20	171,8	0,0073	1 096	3,7
10	343,6	0,015	2 192	7,3
8	429,7	0,018	$3 \times 10^6$	9,1
6	573,0	0,024	4	12,2
4	859,4	0,037	5	18,3
2	1 718,9	0,073	11	36,6
60	3 438	0,146	22	1 13,0
50	4 125	0,176	26	1 27,6
40	5 157	0,220	33	1 49,6
30	6 875	0,293	44	2 26,0
20	10 313	0,440	66	3 39,3
10	20 626	0,880	132	7 20,0
9	22 918	0,978	146	8 6,6
8	25 783	1,10	164	9 6,6
7	29 461	1,26	188	10 26,6
6	34 380	1,46	219	12 10,0
5	41 253	1,76	263	14 36,6
4	51 566	2,20	329	18 16,6
3	68 755	2,93	439	24 23,3
2	103 132	4,40	658	36 33,3
1	206 265	8,80	1 316	1 13 6,6
0,9	229 180	9,8	1 460	1 21 6,6
0,8	257 830	11,0	1 640	1 31 6,6
0,7	279 460	12,6	1 880	1 44 26,6
0,6	343 800	14,6	2 190	2 1 40,0
0,5	412 530	17,6	2 630	2 26 6,6
0,4	515 660	22,0	3 290	3 2 46,6
0,3	687 550	29,3	4 390	4 3 53,3
0,2	1 031 320	44,0	6 580	6 5 33,3
0,1	2 062 650	88,0	13 160	12 11 6,6

**XIVb. T Á V O L S Á G O K,**  
 használatosak a Naprendszerünkön kívüli objektumok esetén  
 (különféle egységekben kifejezve)

PARALLAXIS (évi)	CSILLAGÁSZATI EGYSÉG	KILOMÉTER	FÉNYÉV	PARSZEK
1	$21 \times 10^4$	$3\ 140 \times 10^{10}$	3,26	1
0,9	23	3 439	3,62	1,1
0,8	26	3 887	4,07	1,3
0,7	29	4 336	4,65	1,4
0,6	34	5 083	5,43	1,7
0,5	41	6 130	6,51	2
0,4	51	7 625	8,14	2,5
0,3	69	10 316	10,86	3,3
0,2	103	15 399	16,29	5
0,1	206	30 397	32,57	10
0,09	229	34 236	36,19	11,1
0,08	258	38 571	40,72	12,5
0,07	294	43 953	46,53	14,3
0,06	344	51 428	54,29	16,7
0,05	412	61 594	65,14	20
0,04	516	771 420	81,43	25
0,03	687	102 710	108,57	33,3
0,02	1 031	154 130	162,86	50
0,01	2 063	308 420	325,72	100
0,009	2 292	342 650	361,91	111,1
0,008	2 578	385 410	407,15	125
0,007	2 947	440 580	465,31	142,9
0,006	3 438	513 980	542,87	166,7
0,005	4 125	616 690	651,44	200
0,004	5 157	770 970	814,30	250
0,003	6 875	1 027 800	1085,74	333,3
0,002	10 313	1 541 800	1628,61	500
0,001	20 626	3 083 600	3257,22	1000



# A CSILLAGOS ÉG 1969-BEN

(Időpontok KözEI-ben)

## Január

### Bolygók

*Merkur* 20-ig előretartó, utána hátráló mozgást végez. 3-ig a Nyilas, utána a Bak csillagképben tartózkodik. A hó elején öt negyedórával, közepén másfél órával nyugszik a Nap után. A hó első két harmadában figyelhető meg, napnyugta után a délnyugati égbolton. 13-án a legnagyobb keleti kitérésben  $19^\circ$  távolságra a Naptól. 29-én alsó együttállásban a Nappal. 12-én fázisa 0,64, fényessége  $-0,5$  magnitúdó, mindkettő csökkenő. — *Vénusz* előretartó mozgást végezve 1-én a Bak csillagképből a Vízöntő csillagképbe, majd utóbbiból 22-én a Halak csillagképbe lép. Mint alkonycsillag látható a kora esti órákban a nyugati égbolton. E hó folyamán négy órával nyugszik a Nap után. 26-án legnagyobb keleti kitérésben  $47^\circ$  távolságra a Naptól. Fázisa 16-án 0,57, csökkenő; fényessége  $-3,9$  magnitúdó, növekedő. — *Mars* előretartó mozgást végez 10-ig a Szűz, utána a Mérleg csillagképben. A hó közepén másfél órával kel éjjel után és a hajnali órákban látható a délkeleti égbolton. — *Jupiter* 21-ig előretartó, utána hátráló mozgást végez a Szűz csillagképben. A késő esti órákban kel és az éjszaka második felében figyelhető meg. — *Szaturnusz* előretartó mozgást végez a Halak csillagképben. Az éjszaka első felében figyelhető meg. A hó közepén éjjelkor nyugszik. — *Uránusz* 9-ig előretartó, utána hátráló mozgást végez a Szűz csillagképben. Az esti órákban kel és az éjszaka második felében figyelhető meg. — *Neptunusz* előretartó mozgást végez a Mérleg csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg.

### Megfigyelhető jelenségek

Nap	Óra	
3	—	Quadrantidák meteorraj gyakorisági maximuma
10	09	Uránusz $1^\circ$ -kal északra a Holdtól
10	13	Jupiter $2^\circ$ -kal északra a Holdtól
11	18	Spica $0,3^\circ$ -kal délre a Holdtól
13	00	Mars $6^\circ$ -kal északra a Holdtól



Nap	Óra	
14	08	Neptunusz 6°-kal északra a Holdtól
15	00	Antares 0,06°-kal északra a Holdtól
15	04,0	Algol minimumban
18	00,8	Algol minimumban
19	09	Merkur 5°-kal északra a Holdtól
20	21,6	Algol minimumban
21	17	Vénusz 1°-kal északra a Holdtól
23	18,4	Algol minimumban
24	07	Szaturmuz 4°-kal délre a Holdtól

## Február

### Bolygók

*Merkur* 10-ig hátráló, utána előretartó mozgást végez a Bak csillagképben a hó második és harmadik harmadában figyelhető meg napkelte előtt a délkeleti égbolton. A hó közepén egy, végén háromnegyed órával kel a Nap előtt. 23-án legnagyobb nyugati kitérésben 27° távolságra a Naptól. 25-én fázisa 0,61, fényessége +0,3 magnitúdó, mindkettő növekedő. — *Vénusz* előretartó mozgást végez a Halak csillagképben. A kora esti órákban látható a nyugati égbolton. E hó folyamán négy órával nyugszik a Nap után. 17-én fázisa 0,39, csökkenő; fényessége – 4,2 magnitúdó, növekedő. — *Mars* előretartó mozgást végez a Mérleg csillagképben. Az éjfél utáni órákban kel és a hajnali délkeleti égbolton látható. — *Jupiter* hátráló mozgást végez a Szűz csillagképben. Az esti órákban kel és az egész éjszaka folyamán megfigyelhető. — *Szaturmuz* előretartó mozgást végez a Halak csillagképben. Az esti órákban nyugszik és a kora esti órákban figyelhető meg a nyugati égbolton. — *Uránusz* hátráló mozgást végez a Szűz csillagképben. A kora esti órákban kel és az éjszaka második felében figyelhető meg. — *Neptunusz* előretartó mozgást végez a Mérleg csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg.

### Megfigyelhető jelenségek

Nap	Óra	
4	05,7	Algol minimumban
6	14	Uránusz 1°-kal északra a Holdtól
6	18	Jupiter 2°-kal északra a Holdtól
7	02,5	Algol minimumban
8	01	Spica 0,1°-kal délre a Holdtól
9	23,3	Algol minimumban
10	06	Mars 5°-kal északra a Holdtól

Nap	Óra	
10	16	Neptunusz 6°-kal északra a Holdtól
11	08	Antares 0,3°-kal északra a Holdtól
12	20,1	Algol minimumban
14	19	Merkur 6°-kal északra a Holdtól
20	03	Vénusz 2°-kal északra a Holdtól
20	20	Szturnusz 5°-kal délre a Holdtól
22	17	Mars 0,5°-kal délre a Neptunusztól
27	04,3	Algol minimumban

## Március

### Bolygók

*Merkur* előretartó mozgást végez 10-ig a Bak, 10-től 28-ig a Vízöntő, utána a Halak csillagképben. E hó folyamán a Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. 1-én fázisa 0,67, fényessége +0,2 magnitúdó, mindkettő növekedő. — *Vénusz* 17-ig előretartó, utána hátráló mozgást végez a Halak csillagképben. A hó elején négy, végén már csak másfél órával nyugszik a Nap után és kora este figyelhető meg a nyugati égbolton. Fázisa 13-án 0,19, csökkenő. Legnagyobb fényességét (−4,3 magnitúdó) 3-án éri el. — *Mars* előretartó mozgást végez 1-től 13-ig a Skorpió, utána a Kígyótartó csillagképben. Éjfélkor kel és az éjszaka második felében látható a délkeleti égbolton. — *Jupiter* hátráló mozgást végez a Szűz csillagképben. A hó elején napnyugta után, a hó végén napnyugtakor kel és egész éjszaka folyamán megfigyelhető. 21-én szembenállásban a Nappal. — *Szturnusz* előretartó mozgást végez a Halak csillagképben. Napnyugta után látható a nyugati égbolton. A hó elején még három és fél, végén már csak egy órával nyugszik a Nap után. — *Uránusz* hátráló mozgást végez a Szűz csillagképben. Az egész éjszaka folyamán megfigyelhető. 22-én szembenállásban a Nappal. — *Neptunusz* 1-től hátráló mozgást végez a Mérleg csillagképben. Éjfélkor kel és újra megfigyelhető a keleti égbolton.

### Megfigyelhető jelenségek

Nap	Óra	
2	01,0	Algol minimumban
4	21,8	Algol minimumban
5	18	Uránusz 1°-kal északra a Holdtól
5	20	Jupiter 2°-kal északra a Holdtól
7	06	Spica 0,03°-kal északra a Holdtól
9	22	Neptunusz 6°-kal északra a Holdtól

Nap	Óra	
10	09	Mars 6°-kal északra a Holdtól
10	14	Antares 0,4°-kal északra a Holdtól
14	14	Plutó szembenállásban a Nappal
16	00	Jupiter 1°-kal északra az Uránusztól
16	17	Merkur 0,05°-kal délre a Holdtól
17	21	Mars 6°-kal északra az Antarestől
18	06	Gyűrűs napfogyatkozás, tőlünk nem látható. A gyűrűs fogyatkozás vonala az Indiai-óceán déli részén, az indonéziai szigetek közt és az egyenlítőtől északra a Csendes-óceán nyugati részén halad át.
19	05,9	Algol minimumban
20	07	Merkur 6°-kal északra a Holdtól
20	11	Szaturusz 5°-kal délre a Holdtól
22	02,8	Algol minimumban
25	—	Hydridák meteorraj (március 12-től április 5-ig) gyakorisági maximuma

## Április

### Bolygók

*Merkur* előretartó mozgást végez 13-ig a Halak, 13-tól 27-ig a Kos, 27-től a Bika csillagképben. A hó második felében figyelhető meg napnyugta után a nyugati égbolton. A hó közepén még csak háromnegyed órával, végén már két órával nyugszik a Nap után. 8-án felső együttállásban a Nappal. 26-án fázisa 0,68, fényessége -0,6 magnitúdó, mindkettő csökkenő. — *Vénusz* 27-ig hátráló, majd előretartó mozgást végez a Halak csillagképben. A hó kezdetén másfél órával nyugszik a Nap után és még látható az esti szürkületben a nyugati égbolton, de 8-án már alsó együttállásban kerül a Nappal. A hó második felében mint hajnalesillag újra látható lesz napkelte előtt a keleti égbolton. A hó közepén háromnegyed, a végén egy órával kel a Nap előtt. 2-án fázisa 0,03, fényessége -3,5 magnitúdó, mindkettő csökkenő. 26-án fázisa 0,10, fényessége -4,0 magnitúdó, mindkettő növekedő. — *Mars* 27-ig előretartó, utána hátráló mozgást végez a Kígyótartó csillagképben. A késő esti órákban kel és az éjszaka második felében látható. Májusi szembenállásához közeledve megfigyelésre mind kedvezőbb helyzetbe kerül. A hó végén fényessége -1,1 magnitúdó, látszó átmérője 15,3''. — *Jupiter* hátráló mozgást végez a Szűz csillagképben. Napkelte előtt nyugszik és az egész éjszaka folyamán megfigyelhető. — *Szaturusz* előretartó mozgást végez a Halak csillagképben. E hó folyamán a Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. 18-án együttállásban a Nappal. —

*Uránusz* hátráló mozgást végez a Szűz csillagképben. Napkelte előtt nyugszik és az egész éjszaka folyamán megfigyelhető. — *Neptunusz* hátráló mozgást végez a Mérleg csillagképben. Az esti órákban kel és az éjszaka második felében figyelhető meg.

*Megfigyelhető jelenségek*

Nap	Óra	
1	22	Jupiter 2°-kal északra a Holdtól
2	01	Uránusz 1°-kal északra a Holdtól
2	—	Részleges holdfogyatkozás félárnyékban. Tőlünk csak részben látható. Legnagyobb fázis 19 ó 32,5 p-kor; kilépés a félárnyékból 21 ó 26,6 p-kor. A fogyatkozás nagysága a félárnyékban holdátmérőben kifejezve 0,73
3	—	Virgínidák meteorraj (március 21-től május 10-ig) gyakorisági maximuma
3	14	Spica 0,02°-kal északra a Holdtól
6	04	Neptunusz 6°-kal északra a Holdtól
6	20	Antares 0,4°-kal északra a Holdtól
7	05	Mars 5°-kal északra a Holdtól
11	04,4	Algol minimumban
14	01,3	Algol minimumban
15	17	Vénusz 5°-kal északra a Holdtól
21	—	Lyridák meteorraj (április 19-től 24-ig) gyakorisági maximuma
29	02	Jupiter 1°-kal északra a Holdtól
29	08	Uránusz 1°-kal északra a Holdtól.

**Május**

*Bolygók*

*Merkur* 18-ig előretartó, utána hátráló mozgást végez a Bika csillagképben. A hó első két harmadában jut ez év folyamán megfigyelésre legkedvezőbb helyzetbe napnyugta után a nyugati égbolton. A hó első harmada folyamán két órával, a második harmad végén már csak háromnegyed órával nyugszik a Nap után. 5-én legnagyobb kitérésben 21° távolságra a Naptól. 29-én alsó együttállásban a Nappal. 8-án fázisa 0,32, fényessége +0,8 magnitúdó, mindkettő csökkenő. — *Vénusz* előretartó mozgást végez a Halak csillagképben. Napkelte előtt látható a keleti égbolton. A hó közepén másfél órával kel a Nap előtt. Fázisa 16-án 0,28, növekedő. Legnagyobb fényességét (−4,2 magnitúdó) 14-én



éri el. — *Mars* hátráló mozgást végez a Kígyótartó csillagképben. Napnyugta után kel és az egész éjszaka folyamán látható. 31-én szembenállásban a Nappal. (Földközélbe csak június 9-én kerül.) Az 1971-es nagy oppozíciójához közeledve, felülete már ez alkalommal is igen jól megfigyelhető. 31-én fényessége  $-1,9$  magnitúdó, látszó átmérője  $18,23''$ , mely értékek azonban földközél pontjának eléréséig még kissé növekedni fognak. — *Jupiter* 23-ig hátráló, utána előretartó mozgást végez a Szűz csillagképben. A hó közepén napkelte előtt két órával nyugszik és az egész éjszaka folyamán megfigyelhető. — *Szturnusz* előretartó mozgást végez 18-ig a Halak, utána a Kos csillagképben. A hó közepétől kezdve újra megfigyelhető napkelte előtt a keleti égbolton. A hó végén másfél órával kel a Nap előtt. — *Uránusz* hátráló mozgást végez a Szűz csillagképben. A hajnali órákban nyugszik és az éjszaka első felében figyelhető meg. — *Neptunusz* hátráló mozgást végez a Mérleg csillagképben. Az egész éjszaka folyamán megfigyelhető. 18-án szembenállással a Nappal.

### Megfigyelhető jelenségek

Nap	Óra	
1	00	Spica $0,03^\circ$ -kal délre a Holdtól
3	11	Neptunusz $6^\circ$ -kal északra a Holdtól
4	—	Aquaridák meteorraj (április 21-től május 12-ig) gyakorisági maximuma
4	04	Antares $0,3^\circ$ -kal északra a Holdtól
4	16	Mars $4^\circ$ -kal északra a Holdtól
11	17	Merkur $8^\circ$ -kal északra az Aldebarantól
13	02	Vénusz $1^\circ$ -kal délre a Holdtól
14	16	Szturnusz $5^\circ$ -kal délre a Holdtól
17	19	Merkur $4^\circ$ -kal délre a Holdtól
26	10	Jupiter $1^\circ$ -kal északra a Holdtól
26	17	Uránusz $1^\circ$ -kal északra a Holdtól
28	10	Spica $0,2^\circ$ -kal északra a Holdtól
30	20	Neptunusz $6^\circ$ -kal északra a Holdtól
31	13	Antares $0,2^\circ$ -kal északra a Holdtól
31	15	Mars $3^\circ$ -kal északra a Holdtól

## Június

### Bolygók

*Merkur* 10-ig hátráló, utána előretartó mozgást végez a Bika csillagképben. A hó második felében figyelhető meg napkelte előtt a keleti égbolton. A hó közepén háromnegyed órával kel a Nap előtt. 23-án leg-

nagyobb nyugati kitérésben  $23^\circ$  távolságra a Naptól. 25-én fázisa 0,40, fényessége +0,6 magnitúdó, mindkettő növekedő. — *Vénusz* előretartó mozgást végez 9-ig a Halak, 9-től 29-ig a Kos, utána a Bika csillagképben. A hajnali keleti égbolton látható. A hó közepén két órával kel a Nap előtt. 17-én legnagyobb nyugati kitérésben  $46^\circ$  távolságra a Naptól. 17-én fázisa 0,49 növekedő, fényessége  $-4,0$  magnitúdó csökkenő. — *Mars* hátráló mozgást végez 8-ig a Kígyótartó, utána a Skorpió csillagképben. A hó elején az egész éjszaka folyamán látható, a hó végén már egy órával nyugszik éjfél után. Május 31-i oppozíciója után 9-én kerül földközébe, 71,7 millió km távolságra tőlünk. Ekkor fényessége a hó eleji  $-2,0$  magnitúdóról már  $-1,9$  magnitúdóra csökkent, látszó átmérője viszont ekkor a legnagyobb,  $19,52''$ , kedvező alkalmat nyújtva a bolygó felületének megfigyelésére. — *Jupiter* előretartó mozgást végez a Szűz csillagképben. A hó közepén éjfélkor nyugszik és az éjszaka első felében figyelhető meg. — *Szturnusz* előretartó mozgást végez a Kos csillagképben. Napkelte előtt látható a keleti égbolton. A hó elején másfél, végén három és fél órával kel a Nap előtt. — *Uránusz* 5-ig hátráló, utána előretartó mozgást végez a Szűz csillagképben. Éjfélkor nyugszik és az esti órákban még megfigyelhető a nyugati égbolton. — *Neptunusz* hátráló mozgást végez a Mérleg csillagképben. A hajnali órákban nyugszik és az éjszaka első felében figyelhető meg.

### Megfigyelhető jelenségek

Nap	Óra	
3	17	Mars $2^\circ$ -kal északra az Antarestől
11	03	Vénusz és Szturnusz $6^\circ$ -kal délre a Holdtól
11	15	Vénusz $0,3^\circ$ -kal délre a Szturnusztól
13	11	Merkur $9^\circ$ -kal délre a Holdtól
14	—	Scorpius-Sagittaridák meteorraj (április 20-tól július 30-ig) gyakorisági maximuma
21	20,8	Algol minimumban
22	21	Jupiter $2^\circ$ -kal északra a Holdtól
23	01	Uránusz $1^\circ$ -kal északra a Holdtól
23	16	Merkur $2^\circ$ -kal északra az Aldebarantól
24	19	Spica $0,4^\circ$ -kal északra a Holdtól
25	04	Pallas szembenállásban a Nappal
27	06	Neptunusz $6^\circ$ -kal északra a Holdtól
27	14	Mars $2^\circ$ -kal északra a Holdtól
28	00	Antares $0,3^\circ$ -kal északra a Holdtól
30	21	Juno szembenállásban a Nappal

## Július

### Bolygók

*Merkur* előretartó mozgást végez 6-ig a Bika, 6-tól 8-ig az Orion, 8-tól 21-ig az Ikrek, 21-től 31-ig a Rák csillagképben. A hó első harmadában még megfigyelhető napkelte előtt a keleti égbolton. A hó első napjaiban egy órával kel a Nap előtt. 22-én felső együttállásban a Nappal. 3-án fázisa 0,61, fényessége  $-0,2$  magnitúdó, mindkettő növekedő. — *Vénusz* előretartó mozgást végez a Bika csillagképben, amelyből 31-én az Orion csillagképbe lép át. A hajnali keleti égbolton látható. A hó elején két és fél, végén három órával kel a Nap előtt. 15-én fázisa 0,63 növekedő, fényessége  $-3,7$  magnitúdó, csökkenő. — *Mars* 8-ig hátráló, utána előretartó mozgást végez a Skorpió csillagképben. Éjjélkor nyugszik és az éjszaka első felében látható. Az oppozíció után fényessége és látszó átmérője a hó eleji  $-1,6$  magnitúdóról és  $18,18''$ -ről, a hó végére  $-0,9$  magnitúdóra és  $14,64''$ -re csökken. — *Jupiter* előretartó mozgást végez a Szűz csillagképben. A kora esti órákban figyelhető meg a nyugati égbolton. A hó elején még három és fél órával, végén már csak két órával nyugszik a Nap után. — *Szturnusz* előretartó mozgást végez a Kos csillagképben. Éjjélkor kel és az éjszaka második felében látható a keleti égbolton. — *Uránusz* előretartó mozgást végez a Szűz csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. — *Neptunusz* hátráló mozgást végez a Mérleg csillagképben. A hó közepén éjjélkor nyugszik és az esti órákban még megfigyelhető.

### Megfigyelhető jelenségek

Nap	Óra	
8	14	Szturnusz $6^\circ$ -kal délre a Holdtól
9	01,7	Algol minimumban
10	17	Vénusz $8^\circ$ -kal délre a Holdtól
11	22,6	Algol minimumban
13	15	Merkur $4^\circ$ -kal délre a Holdtól
14	19,4	Algol minimumban
16	02	Vénusz $3^\circ$ -kal északra az Aldebarantól
18	07	Jupiter $0,6^\circ$ -kal északra az Uránusztól
20	09	Jupiter és Uránusz $2^\circ$ -kal északra a Holdtól
22	03	Spica $0,7^\circ$ -kal északra a Holdtól
24	14	Neptunusz $7^\circ$ -kal északra a Holdtól
25	01	Mars $2^\circ$ -kal északra a Holdtól
25	10	Antares $0,4^\circ$ -kal északra a Holdtól
27	21	Ceres szembenállásban a Nappal

## Augusztus

### Bolygók

*Merkur* előretartó mozgást végez 22-ig az Oroszlán, utána a Szűz csillagképben. E hó folyamán nem kerül megfigyelésre kedvező helyzetbe. Keresése a hó második és harmadik harmadában kísérelhető meg az esti szürkületben a nyugati égbolton, amikor is háromnegyed órával nyugszik a Nap után. 20-án fázisa 0,73, fényessége +0,1 magnitúdó, mindkettő csökkenő. — *Vénusz* előretartó mozgást végez 3-ig az Orion, 3-tól 27-ig az Ikrék, utána a Rák csillagképben. A hajnali keleti égbolton látható. A hó folyamán három órával kel a Nap előtt. 16-án fázisa 0,75 növekedő, fényessége 3,5 magnitúdó, csökkenő. — *Mars* előretartó mozgást végez 8-ig a Skorpió, utána a Kígyóirtató csillagképben. Éjjel előtt nyugszik és a kora esti órákban figyelhető meg a délnyugati égbolton. — *Jupiter* előretartó mozgást végez a Szűz csillagképben. Napnyugta után figyelhető meg a nyugati égbolton. A hó elején két, végén már csak egy órával nyugszik a Nap után. — *Szaturanusz* 22-ig előretartó, utána hátráló mozgást végez a Kos csillagképben. Az esti órákban kel és az éjszaka második felében figyelhető meg. — *Uránusz* előretartó mozgást végez a Szűz csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. — *Neptunusz* 8-ig hátráló, utána előretartó mozgást végez a Mérleg csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg.

### Megfigyelhető jelenségek

Nap	Óra	
1	00,3	Algol minimumban
3	—	Aquaridák meteorraj (július 15-től augusztus 25-ig) gyakorisági maximuma
3	21,1	Algol minimumban
5	00	Szaturanusz 7°-kal délre a Holdtól
6	17	Merkur 0,9°-kal északra a Regulustól
9	15	Vénusz 7°-kal délre a Holdtól
11	—	Perseidák meteorraj (július 25-től augusztus 17-ig) gyakorisági maximuma
12	02	Mars 1,3°-kal északra az Antarestől
15	03	Merkur 0,3°-kal délre a Holdtól
16	17	Uránusz 2°-kal északra a Holdtól
17	00	Jupiter 3°-kal északra a Holdtól
18	—	Cepheidák meteorraj gyakorisági maximuma
18	—	Mira Ceti maximumban
18	08	Spica 0,8°-kal északra a Holdtól



Nap	Óra	
20	—	Cygnidák meteorraj (augusztus 18-tól 22-ig) gyakorisági maximuma
20	21	Neptunusz 7°-kal északra a Holdtól
21	02,0	Algol minimumban
21	17	Antares 0,6°-kal északra a Holdtól
22	01	Mars 2°-kal északra a Holdtól
23	22,8	Algol minimumban
24	03	Vénusz 7°-kal délre a Polluxtól
26	19,6	Algol minimumban
27	12	Részleges holdfogyatkozás a félárnyékban. Tőlünk nem látható
30	14	Merkur 3°-kal délre a Holdtól

## Szeptember

### Bolygók

*Merkur* 16-ig előretartó, utána hátráló mozgást végez a Szűz csillagképben. Ámbár nincs megfigyelésre kedvező helyzetben, keresése a hó első napjaiban megkísérelhető az esti szürkületben a délkeleti égbolton, amikor is háromnegyed órával nyugszik a Nap után. 3-án legnagyobb keleti kitérésben 27° távolságra a Naptól. 29-én alsó együttállásban a Nappal. 1-én fázisa 0,58, fényessége +0,4 magnitúdó, mindkettő csökkenő. — *Vénusz* előretartó mozgást végez 12-ig a Rák, utána az Oroszlán csillagképben. A hajnali keleti égbolton látható. A hó elején három, végén két és fél órával kel a Nap előtt. 17-én fázisa 0,84, növekedő; fényessége -3,4 magnitúdó, csökkenő. — *Mars* előretartó mozgást végez 14-ig a Kígyótartó, utána a Nyilas csillagképben. A kora esti órákban figyelhető meg. Négy órával nyugszik a Nap után. — *Jupiter* előretartó mozgást végez a Szűz csillagképben. A hó első felében keresése még megkísérelhető napnyugta után a nyugati égbolton. A hó elején egy órával nyugszik a Nap után. — *Szaturunusz* hátráló mozgást végez a Kos csillagképben. A kora esti órákban kel és az éjszaka egész folyamán megfigyelhető. — *Uránusz* előretartó mozgást végez a Szűz csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. 27-én együttállásban a Nappal. — *Neptunusz* előretartó mozgást végez a Mérleg csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg.

## Megfigyelhető jelenségek

Nap	Óra	
1	08	Szaturnusz 7°-kal délre a Holdtól
7	17	Merkur 5°-kal délre a Jupitertől
8	20	Vénusz 3°-kal délre a Holdtól
10	03,7	Algol minimumban
11	21	Gyűrűs napfogyatkozás, tőlünk nem látható. A gyűrűs fogyatkozás vonala a Csendes-óceán keleti részén halad át, észak-nyugatról délkelet felé, végül Bolíviát és Perut érintve
12	—	Piscidák meteorraj (augusztus 16-tól október 8-ig) gyakorisági maximuma
13	00,5	Algol minimumban
13	02	Uránusz 2°-kal északra a Holdtól
13	17	Jupiter 3°-kal északra a Holdtól
13	20	Merkur 2°-kal délre a Holdtól
14	14	Spica 0,9°-kal északra a Holdtól
15	21,3	Algol minimumban
17	03	Neptunusz 7°-kal északra a Holdtól
17	23	Antares 0,6°-kal északra a Holdtól
18	18,1	Algol minimumban
19	08	Mars 2°-kal északra a Holdtól
19	21	Merkur 6°-kal délre a Jupitertől
22	13	Vénusz 0,4°-kal északra a Regulustól
25	—	Részleges holdfogyatkozás a félárnyékban. Tőlünk is látható. Belépés a félárnyékba 19 ó 05,5 p-kor; fogyatkozás közepe 21 ó 9,6 p-kor; kilépés a félárnyékból 23 ó 14,3 p-kor. A fogyatkozás nagysága holdátmérőben kifejezve 0,93
28	15	Szaturnusz 7°-kal délre a Holdtól
30	05,4	Algol minimumban

## Október

### Bolygók

*Merkur* 7-ig hátrólól, utána előretartó mozgást végez a Szűz csillagképben. E hó folyamán a hajnali délkeleti égbolton kerül megfigyelésre kedvező helyzetbe. A hó elején és végén egy, a közepén másfél órával kel a Nap előtt. 14-én legnagyobb nyugati kitérésben 18° távolságra a Naptól. 15-én fázisa 0,54, fényessége -0,3 magnitúdó, mindkettő növekedő. — *Vénusz* előretartó mozgást végez 11-ig az Oroszlán, utána

a Szűz csillagképben. A hajnali keleti égbolton látható. A hó folyamán két órával kel a Nap előtt. 15-én fázisa 0,91, növekedő; fényessége -3,4 magnitúdó, csökkenő. — *Mars* előretartó mozgást végez a Nyilas csillagképben. A kora esti órákban figyelhető meg a délnyugati égbolton. Négy és fél órával nyugszik a Nap után. — *Jupiter* előretartó mozgást végez a Szűz csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. 9-én együttállásban a Nappal. — *Szaturusz* hátráló mozgást végez a Kos csillagképben. Napnyugta után kel és az egész éjszaka folyamán megfigyelhető. 29-én szembenállással a Nappal. — *Uránusz* előretartó mozgást végez a Szűz csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. — *Neptunusz* előretartó mozgást végez a Mérleg csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg.

### Megfigyelhető jelenségek

Nap	Óra	
3	02,2	Algol minimumban
5	23,0	Algol minimumban
8	19,8	Algol minimumban
9	08	Vénusz 1°-kal északra a Holdtól
10	03	Merkur 2°-kal északra a Holdtól
11	—	$\chi$ Cygni maximumban
14	10	Neptunusz 6°-kal északra a Holdtól
15	05	Antares 0,5°-kal északra a Holdtól
16	13	Merkur 1°-kal északra az Uránusztól
17	20	Vénusz 2°-kal északra a Holdtól
20	—	Orionidák meteorraj (október 18-tól 26-ig) gyakorisági maximuma
22	03	Vénusz 1°-kal északra az Uránusztól
23	03,9	Algol minimumban
25	21	Szaturusz 7°-kal délre a Holdtól
26	00,7	Algol minimumban
26	12	Merkur 0,8°-kal északra a Jupitertől
27	20	Merkur 4°-kal északra a Spicától
28	21,6	Algol minimumban
31	18,4	Algol minimumban

## November

### Bolygók

*Merkur* előretartó mozgást végez 5-ig a Szűz, 5-től 20-ig a Mérleg, 20-tól 25-ig a Skorpió, 25-től a Kígyótartó csillagképben. E hó folyamán a Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. 16-án felső együttállásban a Nappal. 2-án fázisa 0,96, fényessége  $-0,9$  magnitúdó, mindkettő növekedő. — *Vénusz* előretartó mozgást végez 15-ig a Szűz, utána a Mérleg csillagképben. A hajnali szürkületben látható a keleti égbolton. A hó elején két, végén már csak egy órával kel a Nap előtt. 16-án fázisa 0,96, növekedő; fényessége  $-3,4$  magnitúdó, csökkenő. — *Mars* előretartó mozgást végez 2-ig a Nyilas, utána a Bak csillagképben. A kora esti órákban figyelhető meg a délnyugati égbolton. E hó folyamán öt órával nyugszik a Nap után. — *Jupiter* előretartó mozgást végez a Szűz csillagképben. Napkelte előtt újra látható lesz a délkeleti égbolton. A hó elején másfél, végén már három és fél órával kel a Nap előtt. — *Szaturnusz* hátráló mozgást végez a Kos csillagképben. Napkelte előtt nyugszik és az egész éjszaka folyamán megfigyelhető. — *Uránusz* előretartó mozgást végez a Szűz csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. — *Neptunusz* előretartó mozgást végez a Mérleg csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. 20-án együttállásban a Nappal.

### Megfigyelhető jelenségek

Nap	Óra	
4	01	Vénusz $0,5^\circ$ -kal északra a Jupitertől
4	08	Vénusz $4^\circ$ -kal északra a Spicától
5	16	Jupiter $3^\circ$ -kal északra a Spicától
7	01	Uránusz $2^\circ$ -kal északra a Holdtól
8	06	Spica $0,9^\circ$ -kal északra a Holdtól
8	07	Jupiter $4^\circ$ -kal északra a Holdtól
8	16	Vénusz $5^\circ$ -kal északra a Holdtól
11	12	Antares $0,4^\circ$ -kal északra a Holdtól
13	—	Tauridák meteorraj (szeptember 15-től december 15-ig) gyakorisági maximuma
15	02,4	Algol minimumban
15	12	Mars $2^\circ$ -kal északra a Holdtól
16	—	Leonidák meteorraj (november 14-től 20-ig) gyakorisági maximuma
17	23,3	Algol minimumban
20	20,1	Algol minimumban
22	01	Szaturnusz $7^\circ$ -kal délre a Holdtól
23	16,9	Algol minimumban



## December

### Bolygók

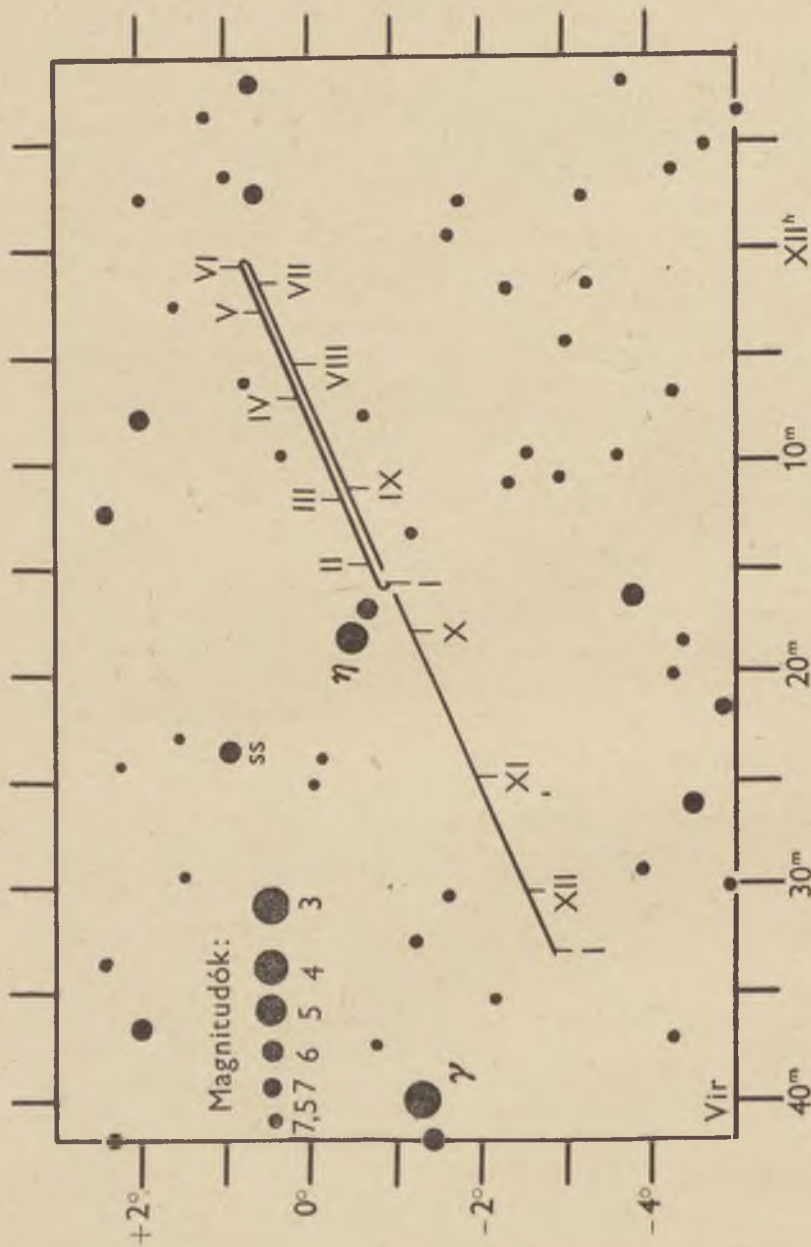
*Merkur* előretartó mozgást végez 6-ig a Kígyótartó, utána a Nyilas csillagképben. A hó második felében kerül napnyugta után a délnyugati égbolton megfigyelésre kedvező helyzetbe. A hó közepén egy, végén másfél órával nyugszik a Nap után. 27-én legnagyobb keleti kitérésben 20° távolságra a Naptól. 26-án fázisa 0,67, fényessége  $-0,4$  magnitúdó, mindkettő csökkenő. — *Vénusz* előretartó mozgást végez 6-ig a Mérleg, 6-tól 10-ig a Skorpió, 10-től 24-ig a Kígyótartó, utána a Nyilas csillagképben. A hó első felében még látható napkelte előtt a délkeleti égbolton. A hó első napjaiban egy órával kel a Nap előtt. 6-án fázisa 0,98, növekedő; fényessége  $-3,4$  magnitúdó, csökkenő. — *Mars* előretartó mozgást végez 11-ig a Bak, utána a Vízöntő csillagképben. A kora esti órákban figyelhető meg a délnyugati égbolton. E hó folyamán öt órával nyugszik a Nap után. — *Jupiter* előretartó mozgást végez a Szűz csillagképben. A hajnali délkeleti égbolton figyelhető meg. A hó elején három és fél, végén öt és fél órával kel a Nap előtt. — *Szaturnusz* hátráló mozgást végez a Kos csillagképben. A hajnali órákban nyugszik és az éjszaka első felében figyelhető meg. — *Uránusz* előretartó mozgást végez a Szűz csillagképben. Éjjél után kel és a hajnali órákban újra látható a keleti égbolton. — *Neptunusz* előretartó mozgást végez a Mérleg csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg.

### Megfigyelhető jelenségek

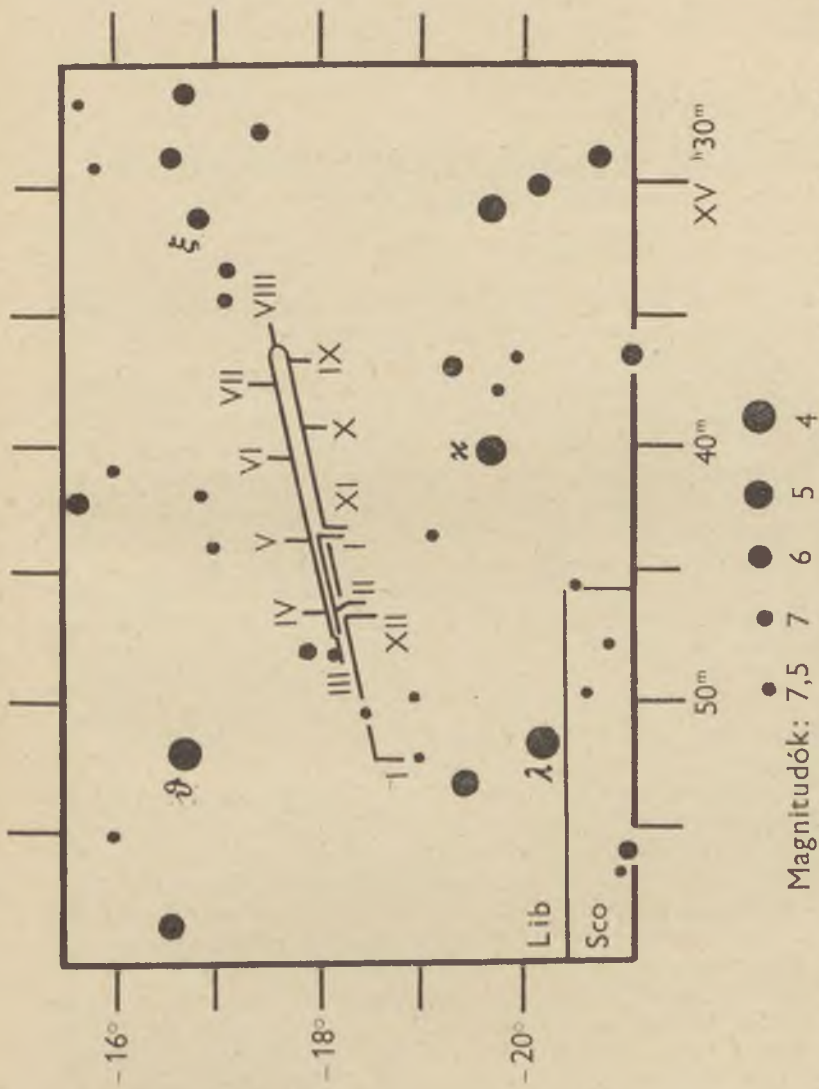
Nap	Óra	
1	07	Regulus 1°-kal délre a Holdtól. A csillag fedése a Hold által tőlünk is látható
3	23	Vénusz 0,8°-kal délre a Neptunusztól
4	14	Uránusz 3°-kal északra a Holdtól
5	04,2	Algol minimumban
5	16	Spica 1°-kal északra a Holdtól
6	03	Jupiter 5°-kal északra a Holdtól
8	01,1	Algol minimumban
8	08	Neptunusz 6°-kal északra a Holdtól
10	21,8	Algol minimumban
11	10	Vénusz 5°-kal északra az Antarestől
13	—	Geminidák meteorraj (december 7-től 15-ig) gyakorisági maximuma
13	18,6	Algol minimumban
14	07	Mars 0,3°-kal északra a Holdtól
19	04	Szaturnusz 7°-kal délre a Holdtól

22	—	Ursidák meteorraj (december 17-től 24-ig) gyakorisági maximuma
28	02,4	Algol minimumban
28	15	Regulus $0,9^\circ$ -kal délre a Holdtól
30	23,5	Algol minimumban
31	23	Uránusz $3^\circ$ -kal északra a Holdtól

*G. I.*



1. ábra. Az Uránusz útja a Száz csillagképben 1969. január 1-től 1970. január 1-ig. Az Uránusz fényessége a Nappal való szembenállása idején (március 22) 5,7 magnitúdó



2. ábra. A Neptunusz útja a M<sub>45</sub> csillagképben 1969. január 1-től 1970. január 1-ig. A Neptunusz fényessége a Nappal való szembeváltása idején (márcus 18) 7,7 magnitúdó



DETRE LÁSZLÓ:

## A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA CSILLAGVIZSGÁLÓ INTÉZETÉNEK MŰKÖDÉSE

(1967. március 31—1968. április 1.)

Az 1967. év a derült éjjelek számában az Intézet fennállása óta a maximális volt, úgyhogy mindegyik használatban levő teleszkóppal igen sok megfigyelést sikerült gyűjtenünk.

Az új 50 cm-es Cassograin-teleszkóppal 1967 nyarán megkezdődtek a megfigyelések az Intézet műhelyében készített kétesatornás polariméterrel. Miután a MOM-tól sikerült depolarizátorokat beszerezniünk, ezek behelyezésével a polariméter kifogástalanul működött és a mérés pontossága elérte a legjobb külföldi hasonló berendezések pontosságát. A berendezés tanulmányozására a helsinki csillagvizsgálóból *T. Markkanen* 7 hétig dolgozott a mátrai hegyi állomásunkon.

Igen kedvezően haladt az év folyamán az Intézet mérőműszerekkel való felszerelése. A jénai Zeiss-művektől beszereztünk 1967 folyamán egy nagyméretű blink- és sztereokomparátort (537 000 Ft költséggel), egy spektrumprojektort (28 000 Ft) és két kompenzográfot (68 000 Ft). Ezenkívül külföldről egy kvarcórát (226 000 Ft), belföldről a polariméterhez kvarc etalont (40 000 Ft), továbbá másológépet (63 000 Ft) és oszcilloszkópot (17 000 Ft) szereztünk be.

Mérőműszerekben felszerelésünk jelenleg komplettnek mondható, de továbbra is fennáll egy nagyobb tükörteleszkóp beszerzésének problémája. Ezt a hiányt a következő tíz éven belül pótolni kell, mert különben felszerelésben igen el fogunk maradni a szomszédos kis államoktól is. Ausztria, Bulgária, Csehszlovákia és a DDR az elmúlt években 150 – 200 cm nyílású tükörteleszkópokat szerzett be, ugyanakkor nálunk a legnagyobb ilyen távcső még mindig a már 40 éves 60 cm-es tükörteleszkóp.

Az Intézet személyzetében a következő változások voltak: A változócsillag-csoportban szeptember 1-től január 1-ig mint ösztöndíjas gyakornok dolgozott Abaffy József. A sztellarstatisztikai csoportban június 1-én kineveztük tud. gyakornoknak Jankovics Istvánt, aki január 1-ével tudományos segédmunkatárssá lépett elő. A magneto-hidrodinamikai csoporthoz Bareza Szabolcs, a mesterséges égitestek csoporthoz Poczang Lajos helyére pedig Gesztesi Albert került. Balogh

István műszerész febr. 1-én kivált az Intézet kötelékéből. A kutatási kiegészítő részleghez felvettük Duhony Máriát.

Az Intézet kutatói 1967-ben a következő fontosabb tudományos munkákat végezték:

1. *Változócsillagok témában* (csoportvezető Balázs Júlia).

A Blashko-effektusra vonatkozó vizsgálatok keretében Szeidlnek sikerült meghatározni a RR Ser RRab-csillag szekunder periódusát ( $105^d$ ). Az eredményt közölte az Information Bulletinben. Úgyancsak ő megállapította, hogy a TT Cnc és CZ Lac RRab változók is Blashko-effektust mutatnak, viszont AN Ser külföldi megfigyelők állításával szemben nem mutat ilyen effektust. Lovas és Szeidl fényelektromos megfigyelései arra mutatnak, hogy az XX And-re az irodalomban található szekunder periódus sem reális.

Detre és Szeidl folytatták a kozmogóniai szempontból fontos RU Cam II. populációs cefeida fényelektromos megfigyelését. Összesen 229 éjjelen sikerült a csillagot megfigyelni és a jó időjárás adta lehetőségek teljes kihasználásával sikerült folytonos képet kapni ezen rendkívüli csillag viselkedéséről. Az általunk bejósolt amplitúdó-növekedés bekövetkezett, de a csillag fényváltozásában ezenkívül a 22 napos főperiódus mellett még több ciklus is fellép. Az eredményekről beszámoltunk az IAU prágai kongresszusán.

Balázs Júlia olyan elgondolást dolgozott ki, amely a mágneses változócsillagokra a megfigyelésekkel sokkal jobb egyezést ér el, mint az ún. oblique rotator hipotézis, azonkívül támpontot ad az RR Lyr és a mágneses változócsillagok közti összefüggésekre, és a Blashko-effektusra is az eddiginél jobb magyarázatot ad.

Detre a változócsillagok irreguláris és periódusos osztályának olyan egységes elképzelésével foglalkozott, mely szerint az alapvető fizikai folyamatok minden valódi változónál a napaktivitáshoz hasonló jelenségek. A csillagok belső szerkezete, illetve stabilitási viszonyai szerint ezek a nagyrészt irreguláris jelenségek bizonyos csillagfajtáknál beindíthatják a sajátrezgések némelyikét és ha a konvekciós réteg a pulzációt felerősíti, a csillagnál a periódusos jelenségek lesznek a dominálok. A hipotézis igazolásához igen nagy mennyiségű megfigyelést kell feldolgozni, ami folyamatban van.

A periódus fluktuációknak 1966-ban kidolgozott elméletének alkalmazásához Abaffy 24 Delta Cephei csillagról nagyszámú U, B, V-fényességmérést végzett a 60 cm-es reflektorunkon.

A Beta CMA-típusú változócsillagok tengelyforgásának vizsgálatáról Almár folytatta az asiagói spektrumok feldolgozását. Az RS Sex Beta CMa csillagra váratlanul nagy ( $v \sin i = 200 \text{ km/sec/i}$ ) rotációs sebességet kapott. Néhány ilyen típusú változócsillag U, B, V fotometriáját megkezdte a 60 cm-es reflektorunkon.

Kanyó sok U, B, V megfigyelést végzett az XZ Cyg RRab csillag Blashko-effektusának vizsgálatához. Folytatta az RV UMa RRab csillag megfigyelését és az eredményeket feldolgozta.

Illés Erzsébet megfigyeléseiből meghatározta a BP Vul fedésezű kettőscsillag pályaelemeit és feldolgozta a TU Cas-ról kapott régebbi megfigyeléseit. Utóbbinál két periódus olyan összetevődése mutatkozik, amely hasonló a Blashko-effektusú RR Lyr csillagoknál található jelenségekkel.

Virághalmi aspiráns a mátrai 50 cm tükörteleszkópon az általa tervezett polariméterrel igen sok mérést végzett az RU Cam, P Cyg, Beta Lyrae változócsillagokról és a Nova Delphiniről.

Barlai folytatta az M15, Szeidl az M3, Lovas az M5 gömbhalmazban levő RR Lyrae-csillagok vizsgálatát.

## 2. *Stellárstatistika* (csoportvezető Balázs Béla).

A Schmidt-teleszkóppal 1967 folyamán összesen 856 felvétel készült az egyes megfigyelőkre a következő elosztásban. Balázs B.: 56, Balázs L.: 22, Detre S, Jankovics 112, Lovas 357.

Balázs Lajos elkezdte a közepes galaktikai szélességű HI felhőkről a mátrai Schmidt-teleszkópra szerelt 5°-os objektívprizmával készült spektrálfelvételeken a csillagok színképosztályozását és további felvételeket készített. A felvételek a felhők azon részéről készültek, ahol a rádióészlelések sűrűsödést mutatnak. Az OB klasszifikáció során kiderült, hogy az OB csillagok gyakorisága a HI ködökben igen alacsony, területenként csupán 2–3. A vizsgálatokat kiterjesztette az F7 spektrumosztályig. A területek UBV fotometriájához 60 felvételt készített.

Jankovics megkezdte a Cepheus Tejút-felhő vizsgálatát a Schmidt-teleszkóppal készített felvételek alapján. A feldolgozásra kerülő mező közepének koordinátái  $RA = 22^h 7^m$ ,  $D = +53^\circ 11'$ . Eddig 50 új változócsillagot sikerült felfedeznie, amonkívvül sok változógyanus objektumot.

A szupernóva program rendszeresen folyt a Schmidt-teleszkóppal. A felvételeket Balázs Lajos, Jankovics és Lovas készítették. Lovasnak sikerült egy január 26-án Jankovics által készített felvételen a Perseus galaxishalmaz legfényesebb galaxisában, az NGC 1275-ben, mely erős rádiógalaxis és azonfelül Seyfert-galaxis is, egy szupernóvat még a maximális fényesség elérése előtt felfedezni. A szupernóva maximumát január 29-én érte el, fényessége ekkor 14,6 volt.

Szakdolgozati téma keretében Jankovics feldolgozta az NGC 2237, King 12, King 15, King 21 és IC 1396 nyílthalmazokról Balázs Béla és Balázs Lajos által készített Schmidt-felvételeket a halmazcsillagok UBV fényességértékének és HRD-jának meghatározására.

## 3. *Mesterséges égitestek* (csoportvezető Almár Iván).

A multilaterális egyezmény keretében folytatódtak a mesterséges



holdak rendszeres vizuális megfigyelései. A bajai állomásunkon fotografikus megfigyelések is rendszeresen folytak és 1967-ben 2500 fotografikus pozíciót nyertek. Az állomás sikerrel vett részt az ún. „afrikai kampányban”, amikor is sok felvételt sikerült Malival és Egyiptommal szinkronban készítenie.

Almár numerikus eljárást dolgozott ki a látszó égi egyenlítőn való áthaladás időpontjának pontosabb meghatározására a Lozinszkij módszer finomítása érdekében.

Illnek sikerült az Interobs-észlelések feldolgozásánál általánosan használt módszert két irányban általánosítani. Kimutatta, hogy az esetek többségében nem előnyös egy holdnak egy szélességi körön való áthaladási idejét meghatározni. Olyan speciális interpolációs módszert talált, amelynek segítségével pályaelemek nélkül, egyedül a mérési anyagból meg lehet határozni a holdnak akár szélességi, akár hosszúsági körön való áthaladási idejét.

Illés elkészített Békássy egy. hallgatóval közösen egy programot Elliot-autokódba egy pontosabb Navicard vetület kiszámítására és a Számítástechnikai Intézet Ural II. számológépén elvégezték a számításokat.

Sütő olyan fotografikus feldolgozási módszert talált, amellyel a hold egyenlítő metszési időpontja meghatározható és a módszert alkalmazta a bajai felvételekre.

Ill két francia kutatóval közösen végzett vizsgálatában kimutatta, hogy a klasszikus alapon kifejlesztett Barrier-féle módszer az Interobs-nál használt módszerekkel összehasonlítható eredményeket ad.

#### 4. *Magnetohidrodinamika* (csoportvezető Csada Imre).

A csoportvezető 1967-ben egész évben az Egyesült Államokban volt tanulmányúton, mégpedig a koloradói egyetem keretében működő Joint Institute for Laboratory Astrophysics vendégként. Az itthon kidolgozott napelmélethez szükséges számítások programozását és kiszámítását elvégezte. Sikerült a napciklus 22 éves és 80 éves periódusai között kapcsolatot találni. Ezenkívül kiszámította a poláris térerősség változását is kb. 200 éves szakaszra. Eredményéről beszámolt a High Altitude Observatory-val közösen rendezett szemináriumon és az Astronomical Society of the Pacific pasadenai nyári ülésén.

#### 5. *Egyéb munkák.*

*Extragalaxisok statisztikus vizsgálata.* Paál György folytatta a galaxishalmazok struktúrájának empirikus vizsgálatát a Palomar Sky Atlas segítségével. Meghatározta az összes ismert vöröseltolódású gazdag galaxishalmaz átmérőjét. Ezek segítségével megkonstruálta a látószög-vöröseltolódás kozmológiailag fontos relációit 40%-os fénysebességig. Vizsgálatai több érdekes eredményre vezettek.

Baroza Szabolcs az anyagok nagy nyomásokon való viselkedésével



foglalkozott a bolygók belső szerkezetében való alkalmazás céljából. A munka az Intézet kiadványaiban jelenik meg.

Az Intézet kutatói 1967 folyamán a következő tudományos publikációkat készítették:

1. *I. Almár*: Mesterséges holdak vizuális megfigyeléseinek Lozinszkij módszerével való feldolgozásának problémáiról (oroszul). Mesterséges holdak megfigyelése c. évkönyv, ill. kötet.
2. *Barcza Sz.*: On the high pressure behaviour of hydrogen and helium. Mitt. Budapest 62.
3. *K. I. Csada*: A Field Reversal Magneto-Hydrodynamic Dynamo Model of Astrophysical Interest. BAC. 18. No. 4.
4. *K. I. Csada*: A Theory of the Solar Magnetic Field (kivonat) PASP. 1967. októberi szám.
5. *L. Detre—B. Szeidl*: Note on RU Camelopardalis Inf. Bull. VS. 204.
6. *L. Detre*: RR Lyrae-csillagok (dánul). Nord. Astr. Tidskr. 1967. No. 1. 7–19.
7. *M. III—I. Almár*: Preliminary Analysis of INTEROBS-Programme Observations (COSPAR—IAU—JUTAM párizsi konf. kiadv.)
8. *M. III*: Közös időtartamú légsűrűségváltozások, kváziszinkron megfigyelések alapján (oroszul). Bull. Stanc. Opt. Nobl. I. SZZ. No. 50. Moszkva.
9. *M. III*: Egy lehetséges módszer égi körök metszési időpontjainak meghatározására (oroszul). U. o. 51.
10. *M. III—T. V. Kaszimenko*: Egy szubszatellitapont sebességének meghatározásairól (oroszul). Nabl. ISZ Z. No. 7. Szófia.
11. *M. III*: A kváziszinkron vizuális észlelések felhasználásáról (oroszul). Nabl. ISZZ No. 6.
12. *M. III—F. F. Barrier—C. Jaeck*: Két sűrűségmeghatározási módszer összehasonlításának eredményei (franciául) Meudon Publ. 1967.
13. *M. III*: Rövid időtartamú és nem periodikus sűrűség ingadozások meghatározása kváziszinkron vizuális szputnyikmegfigyelés segítségével.
14. *M. Lovas*: Supernova in NGC 1275. IAU Circ. No. 2052.
15. *K. Sütő*: Elméleti megfontolások és gyakorlati tapasztalatok a Lozinszkij módszere szerint végzett fotografikus megfigyelésekkel (oroszul). Nabl. ISZ. No. 5. Bukarest.
16. *B. Szeidl*: Secondary Period of the RRab Star AR Serpentis. Inf. Bull. VS. 220.
17. *B. Szeidl*: A M3 gömbhalmazok RR Lyrae változói (doktori értekezés és kandidátusi értekezés.)

## Beszámolók

18. I. *Almár*: Beszámoló a magyar megfigyelőállomások tízéves munkájáról (oroszul). Mest. holdak megf. évkönyv VII. kötet.  
19. *Detre L.*: Az MTA Csillagvizsgáló Intézetének működése. Csill. Évkönyv. 1968. évi 81.

Ezenkívül kiadtuk az Information Bulletin on Variable Stars c. nemzetközi IAU kiadvány 176—240 számait, a 101—200 számok tartalomjegyzékét és a Mitteilungen sorozat 61. számát (J. B. Priser, Flagstaff USA, Photoelectric Observations of Variable Stars.)

Az Intézet kutatói külföldön a következő előadásokat tartották:

*Almár Iván*: Mesterséges holdak vizuális megfigyelésének Lozinsz-kij módszerével való feldolgozása (németül). Zakopane, Nemzetközi Szputnyikmegfigyelési Konferencia.

*Detre László és Szeidl Béla*: The photometric behaviour of RU Camelopardalis (angolul). Nemzetközi Csillagászati Unió prágai közgyűlése.

*III Márton*: Kváziszinkron észlelések szervezéstechnikai problémáiról és az észlelések feldolgozásának kérdéseiről (oroszul). Szovjet állomások konferenciája, 1967. január.

*III Márton*: Interobs észlelésekből számított légsűrűség ingadozásokról. U. o.

*III Márton*: Kváziszinkron észlelések feldolgozásának elméleti kérdéseiről. Leningrád. Elmél. Csill. Int. kollokviuma 1967. febr.

*III Márton*: Az Interobs-program legutóbbi eredményeiről és soron következő feladatairól (oroszul). Uzgorodi konferencia 1967. május.

*III Márton*: A vizuális megfigyelésekkel történő sűrűségmeghatározás egyes problémáiról (oroszul). U. o.

*III Márton*: A hazai űrkutatási munkák és az Interobs program (hollandul). Utrecht, Űrkutatási Laboratórium.

*Kanyó Sándor*: 6 előadás a Kubai Tud. Akadémián.

*Szeidl Béla*: RR Lyrae-Sterne in Kugelhaufen. Peking 1967. nov. OB-Sterne der südlichen Milchstrasse. Peking nov. 10. és Nanking nov. 13.

Die Arbeiten in der Konkoly-Sternwarte. Peking.

RR Lyrae-Sterne mit dem Blashko-Effekt. Shanghai nov. 6.

Balázs Béla és Detre László az ELTE Csillagászati Tanszékén mindkét félévben előadásorozatot tartott (félállásban). Amerikai távolléte alatt Balázst Szeidl helyettesítette. Az intézet kutatói több előadást tartottak a TIT és a Magyar Fizikai Társulat keretében. Az év folyamán 12 intézeti kollokviumot tartottunk, részben a Csillagászati Tanszékkel és a Fizikai Egyesülettel közösen. A kollokviumokon Jánossy

akadémikus (2), Flórián Endre, Rädcl (Jena), Parson (New York), Dezső Loránt, Detre László, Marx György, Dzurkovic és Teleki (Belgrád), Vsehsvjatskij (Kiev) és Almár Iván adott elő.

Az MTA lehetővé tette, hogy az Intézet 9 kutatója vehetett részt az IAU prágai konferenciáján. Balázs Lajos részt vett a kéthónapos SZU-beli orosz nyelvtanulási úton. Kanyó 3 hónapot töltött Kubában MTA kiküldetésben. Almár részt vett a londoni Cospar konferencián, Illel és Sütővel együtt Uzgorodban a szputnyikmegfigyelési problémabizottság értekezletén és Illel együtt a zakopanei szputnyikmegfigyelési problémabizottság konferenciáján. Illl azonkívül hosszabb tanulmányúton volt a SZU-ban. Október-novemberben 6 hetes CNRS tanulmányúton volt Franciaországban (Meudon, Nice) majd az utrechti Űrkutatási Laboratórium meghívására Hollandiában volt két hétig. Sütő kéthetes tanulmányúton volt a pulkovói csillagdában. Szeidl egyhónapos tanulmányúton volt a Kínai Népköztársaságban (Peking, Sanghai, Nanking, Hancsau).

Illl május 10-én Moszkvában, a Sternberg Intézetben megvédte kandidátusi dolgozatát.

A Nemzetközi Csillagászati Unió prágai kongresszusán Detre Lászlót az 1967–70-es évekre a változócsillag komisszió elnökévé választották. Szeidl Béla az Unió tagja lett. Illl Mártont a „Mesterséges holdak optikai megfigyelésén alapuló tudományos kutatások” elnevezésű bizottságnak a szocialista országokkal folyó légkörkutatói munkák koordinálására alakult albizottságnak vezetésével bízták meg.

Az Intézet munkáját az MTA Matematikai és Fizikai Osztálya nagyban elősegítette. Ezért, és különösen a prágai IAU konferencián való nagy részvétel biztosításáért ezúton is hálás köszönetet mondok.

DEZSŐ LORÁNT:

## A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA NAPFIZIKAI OBSZERVATÓRIUMÁNAK MŰKÖDÉSE

1967-ben

Az Obszervatórium életében eddig a legjelentősebb esemény az 1967-es év folyamán történt: a *Nemzetközi Csillagászati Unió* (IAU) Magyarországon tartotta 35. SZIMPÓZIUMÁT. A szimpóziium megszervezésének és lebonyolításának sokrétű feladatai legnagyobb részét és gyakorlatilag az Obszervatóriumra hárultak.

Az IAU 35. Szimpóziuma, az IAU 10. (NAPAKTIVITÁS) Bizottságának a szimpóziuma volt. „*A szoláris aktív vidékek szerkezete és fejlődése*” címmel meghatározott témakörből megtartott szimpóziium 1967. szeptember 4-től 8-ig bezárólag zajlott le Budapesten a Magyar Tudományos Akadémián. A szervezéshez és rendezéshez szükséges pénzügyi fedezetet az Akadémia és az IAU biztosította, továbbá anyagi támogatást nyújtott még az Eötvös Loránd Fizikai Társulat, Csillagászati Szakosztályának kezdeményezésére. Az előadó- és vita-ülések megkezdése előtt Detre László, mint az IAU Magyar Nemzeti Bizottságának és az MTA Csillagászati Bizottságának elnöke üdvözölte és nyitotta meg a szimpóziiumot. Az ülések négy nap csaknem teljes délelőttjét és délutánját kitöltötték. Közben, szeptember 6-án, a résztvevők egésszapos balatoni kiránduláson vettek részt, amikor alkalom nyílt az Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet tihanyi Geomágneses Obszervatóriumának a meglátogatására is. A szimpóziium kezdetét megelőző este, szeptember 3-án, a szimpóziiumra hazánkba érkezett napfizikusok kötetlen baráti összejövetelen találkozhattak. Széles körű, közvetlen eszmecsere kibontakozásához adott kitűnő lehetőséget még az esti bankett szeptember 7-én. Ezt a Gellérthegyén, a tragikus sorsú, a XIX. század eleji nagy magyar csillagvizsgáló helyén, ennek falmaradványaira épült étteremben tartottuk meg.

A *Nyugodt Nap Nemzetközi Évei* (IQSY) szervezet keretein belül, 1965 nyarán, nagy alapossággal megszervezett észlelési kampány zajlott le a „*Nap aktív vidékeinek kooperatív tanulmányozása*” (CSSAR) céljából, melyben részt vett a világ csaknem valamennyi napfizikai észleléseket végző obszervatóriuma és kutató intézete, köztük a deb-



receni is. A meghatározott tervek és munkamegosztás szerint gyűjtött észlelések csaknem fele ballonok, rakéták és mesterséges égitestek segítségével történt, azaz gyakorlatilag a földi légkörön kívüli észlelésekből származott. A CSSAR észlelésekhez hasonló második nagyszabású nemzetközi kooperációs észlelési sorozat 1966 nyarán „Proton Flare Project” (PFP) elnevezéssel került megrendezésre és ez is teljes sikerrel járt. A PFP, a CSSAR kutatási témakör bizonyos fokú szűkítése, illetve további specializálása révén, a proton flarek mibenlétének és kifejlődésének körülményeit volt hivatva vizsgálni. A debreceni Observatórium a PFP észlelésekben is sikeresen működött közre. Az IAU 35. Szimpóziumának célkitűzése a CSSAR és a PFP nemzetközi kutatási tervek egyes részeredményeinek együttes és egységes bemutatása és megvitatása volt. A szimpózium, mind a Nap fizikája beható tudományos megismerésének szempontjából, mind a Napon észlelhető gyors változások gyakorlati vonatkozásai miatt, igen nagy fontosságú tudományos összejövetel volt, hiszen éppen a Nap aktív vidékeitől erednek a Nap legnagyobb energiájú kisugárzásai, éppen azok, amelyek általában a legjelentősegteljesebb és legerősebb (*sugárzási*) hatásokat gyakorolják Földünkön.

Az már régóta kétségtelen tény, hogy a Nap különféle földi hatásai, amelyeket ugyan ma még kellőleg nem ismerünk, (de azt tudjuk már, hogy ezek a hatások nem korlátozódnak a geofizika területére), a Nap ún. aktív, azaz kisebb-nagyobb gyors változásokat mutató vidékeitől erednek. A teljes napfelületnek, illetve az észlelhető naprétegeknek, csak aránylag kisebb részeire lokalizálódó ezen aktív vidékek a forrásai a Nap elektromágneses és korpuszkuláris sugárzásaiban tapasztalható — sokszor percek alatt lejártszódo és több nagyságrendre rúgó — intenzitásváltozásoknak. Nyilvánvaló azért, hogy a szoláris aktív vidékek tanulmányozása gyakorlatilag is mennyire fontos, hiszen joggal feltételezhető, hogy a vonatkozó eredmények idővel a mindennapi életünkhöz is hasznosíthatókká válhatnak, legalábbis, ha a távolabbi perspektívákat tekintjük.

A Nap bizonyos zónáiban, időről időre, a „normális”, az átlagos állapotnak egy „megzavarttá” válása, azaz az aktív vidék kifejlődése, majd szüntelen változások közepette visszaalakulása olyan folyamat, melynek általános törvényszerűségei még csak alig ismertek. Még kevésbé ismerjük e bonyolult jelenségek végső okait. Sőt, ez idő szerint még a kapcsolatos kisugárzás-változásokról is csak igen hiányos adatokkal rendelkezünk. A szóban forgó aktív vidékek egyik legfőbb jellemzői vitathatatlanul a napfoltok és napfáklyák, azaz a legrégebb óta észlelt napjelenségek. Az utóbbi évek során azonban az aktív vidékek vizsgálatának lehetőségei megsokszorozódtak, különösen a Föld légkörén kívül végezhető mérések révén. De a napjelenségeknél előálló változások

végigkövetése és tanulmányozása, a Föld forgása miatt, stb., csak az egész Földre kiterjedő észlelő-hálózat egybehangolt működése útján oldható meg. Az IAU budapesti szimpóziumának tárgyát képező CSSAR és PFP észlelések mondhatók az első nagyszabású és sikeres lépésnek ebben az irányban.

Az IAU 35. Szimpóziuma, mint általában a többi IAU szimpóziumok is, „zártkörű” rendezvény volt. A meghívottak névsorát az IAU illetékes szervei által felkért tudományos szervező bizottság állította össze. Ezen bizottság elnöke K. O. Kiepenheuer (Freiburg, NSZK) volt, tagjai pedig: L. Davis (Pasadena, USA), A. D. Fokker (Utrecht, Hollandia), R. Michard (Meudon, Franciaország), A. B. Severny (Krim, Szovjetunió), H. J. Smith, (Washington, USA), Z. Svestka (Ondrejov, Csehszlovákia), H. Tanaka (Tokyo, Japán), és Dezső L. (Debrecen), aki egyben a magyarországi rendező bizottság elnöke volt. A szimpózium külföldi résztvevőinek száma 161 volt. (A 161 résztvevő közül 13-an, mint a meghívottak munkatársai jöttek el a szimpóziumra. A résztvevők kíséretében volt még 47 hozzátartozó, általában közvetlen családtag. A budapesti szimpóziumi iroda munkájában közreműködött még két külföldi titkárnő, a freiburgi intézetből, illetve az ondrejovi obszervatóriumból. Így a szimpóziiummal kapcsolatban összesen tehát 210 külföldi látogatott el hazánkba.) A 161 külföldi napfizikus szakember 22 országot, 17 kapitalista és 5 szocialista államot és 75 obszervatóriumot, illetve kutató intézetet képviselt. A 75 számból 16 szocialista állambeli intézményre vonatkozik. A 161 szimpóziumi résztvevő közül 52 volt a szocialista államok napfizikusainak száma. A legnépesebb, legalább 10 személyből álló delegációk a következő országokat képviselték: Csehszlovákia (14), Franciaország (12), NSZK (10), Olaszország (10), Szovjetunió (29), USA (43).

93 dolgozat bemutatására került sor az IAU 35. Szimpóziumán, melyek mind eredeti, új tudományos eredményeket tartalmaztak. Ezek mellett elhangzott még néhány bevezető, illetve összefoglaló jellegű előadás is. A szimpózium teljes tudományos anyaga, a dolgozatok, a fontosabb hozzászólásokkal és a viták főbb mozzanataival együtt, valamint az egyes témakörök rövid összefoglalásai, mint az „IAU Symposium” sorozat 35. kötete 1968 első felében Hollandiában jelent meg (D. Reidel Publishing Company, Dordrecht) 608 oldal terjedelemben. Az IAU ezen szimpóziumi kiadvány-sorozatának első kötete 1955-ben jelent meg és a 35. kötetet megelőzően mindössze öt volt részben, vagy egészben napfizikai témájú.

A debreceni Obszervatóriumnak az IAU 35. Szimpóziumán, illetve a vonatkozó kiadványban szereplő dolgozata a napfolttvékenység szoláris meridiánok és paralelek menti vándorlásáról szól. („The Migration of Sunspot Activity along Solar Meridians and Parallels”, L. Dezső,

O. Gerlei, Ágnes Kovács). Napfoltokra vonatkozó statisztikai jellegű kutatásaink eddigi — talán — legfontosabb eredményét mutattuk itt be először definitív megfogalmazásban.

Eredményeink konklúzióját a következőkben foglalhatjuk össze. Tényként lehet elfogadni, hogy a naptevékenység héliografikus szélesség szerint gyors változást mutat. Ebből az következik, hogy az ún. pillangó diagram ezen gyors aktivitás-változások következtében jön létre. Az elméleteknek tehát voltaképpen nem a pillangó diagramot kell megkísérelni értelmezni, amint azt ma szinte csaknem minden elmélet teszi, hanem ezt a gyors, de — amint kimutattuk — nem konstans sebességgel lezajló szélesség szerinti vándorlást. Ez a sebesség leggyakrabban  $1,5^\circ$  per rotáció. A héliografikus hosszúság szerinti aktivitás-vándorlás még sokkal inkább nem konstans, mint a szélességi körökkel kapcsolatos, és gyakori mind a Nap rotációjának irányával megegyező, mind az ellentétes irányú aktivitás-eltolódás. Rámutattunk arra is, hogy ez a hosszúság szerinti vándorlás nem a differenciális rotációtól ered. Ebből viszont szükségszerűen az következik, hogy azok „a zavarok”, amelyek a napfoltokat létrehozzák, mélyen a fotoszféra alatt kell, hogy mozogjanak. Tehát a napfolttevékenység végső oka nem, vagy legalábbis nem teljesen olyan folyamattól ered, amely a Nap külső felületén (fotoszférájában) játszódik le.

Az Observatórium egyéb kutatásaira és észleléseire, valamint az Observatóriummal kapcsolatos más jellegű fontosabb adatokra vonatkozólag ismételésekbe nem kívánunk bocsátkozni e helyen. Elegendő, ha az 1968-as évre szóló „Csillagászati Évkönyre” és az ott idézett korábbiakra utalunk. Az 1967-es év folyamán is továbbfolytattuk a megelőző években elkezdett munkákat, így többek között kooperatív észleléseket végeztünk, a szovjet akadémiai Napfizikai Bizottság kezdeményezésére (távirati jelzések nyomán), a Nap fotoszférájáról a „szoláris mágneses terek gyors változásainak kutatásához”.

Ezen észlelések kiértékelésével kapcsolatban az Observatórium vezetője (Dezső) 1967 márciusában részt vett egy 5 napos munkaértekezleten a pulkovói csillagvizsgálóban, míg 1967 július második felében a londoni IQSY IV. (záró) közgyűlésén és a kapcsolódó COSPAR Szimpóziumon, 1967 augusztus folyamán pedig a Prágában megtartott XIII. IAU kongresszuson vett részt. Mindhárom alkalommal magyar kiküldetés révén voltak ezen külföldi utak megvalósíthatók. Az angliai tartózkodás alkalmat adott arra, hogy a R. Greenwich Observatoryban igen hasznos tapasztalat-gyűjtésre és diszkussziókra kerülhetett sor a debreceni Observatórium napfoltkutatásait illetően.

1967 április végén a Boulder (Colorado, USA) székhellyel működő National Center for Atmospheric Research meghívására az Observatórium vezetője egy hónapra Amerikába utazott, hogy ezen intézmény



kebelében működő High Altitude Observatory, valamint a University of Colorado és az ESSA napfizikusaival megbeszéléseket folytathasson a napfoltjelenségre vonatkozó debreceni és boulderi kutatásokról. Felkérésre Boulderben előadást is tartott. Részt vett Santa Fe-ben (New Mexico) a High Altitude Observatory és a másik legjelentősebb amerikai napfizikai obszervatórium, a Sacramento Peak Observatory évenként ismétlődő közös konferenciáján, amelyen az USA többi napkutatásokkal foglalkozó intézetei is mind képviseltették magukat. Hazautazása közben, két napra, a Fraunhofer Intézetet (Freiburg, NSZK) is felkereste.

1967 folyamán sok kiváló külföldi napfizikus látogatta meg a debreceni obszervatóriumot. K. O. Kiepenheuer professzor, a Fraunhofer Intézet igazgatója Akadémiánk vendégeként januárban járt Debrecenben. A budapesti IAU szimpózium után egy 17 tagú szovjet napfizikus delegáció két napig tartózkodott Debrecenben, hogy obszervatóriumunk munkájával közelebbről megismerkedhessenek. Többek között tagja volt ennek a látogató-csoportnak Mogilevskij és Kuklin, a szovjet akadémiai IZMIRAN, ill. SzibIZMIR nagy kutató intézetek egy-egy vezető napfizikusa és Vasziljeva, a szovjet akadémia pulkovói csillagvizsgálójának Napfizikai Osztályáról, akikkel igen hosszas és részletekbe menő tárgyalásokat folytattunk folyamatban levő kutatásainkról. Ultraibolya fotoszféra-észleléseink keltették a legnagyobb érdeklődést. Október végén P. Djurkovic és Teleki György, a belgrádi csillagvizsgáló igazgatója, illetve tudományos főmunkatársa egy jugoszláv–magyar kulturális egyezmény keretében, míg december elején Sz. K. Vszehszvjatszki professzor, a kijevei Sevcsenko egyetem csillagászati tanszékének vezetője, a Kossuth Lajos Tudományegyetemen történt díszdoktorrá avatása alkalmából látogatta meg az obszervatóriumot. Mind a három most említett látogató gyakorlatilag két-két napot töltött az obszervatóriumban és előadást is tartott.



RÓKA GEDEON:

A TIT  
CSILLAGÁSZATI ÉS ŪRKUTATÁSI SZAKOSZTÁLYAINAK  
1964—1967. ÉVI MŪKÖDÉSE

A TIT Országos Küldöttgyűlése alkalmával szakosztályaink és a választmány a IV. Küldöttgyűlés óta eltelt négy esztendei munkájukról számoltak be és a következő négy esztendőre új vezetőségeket választottak.

A Csillagászati és Ūrkutatási Választmány vezetősége: Elnök: dr. Dezső Loránt, elnökhelyettesek: dr. Almár Iván, dr. Kulin György, vezetőségi tagok: dr. Balázs Béla, dr. Szabó Gyula, titkár: Róka Gedeon.

Az Országos Választmány tagjai: Béres István (Békés), Borbély Ferenc (Bács), Dankó Béla (Szolnok), Őrdi Krausz György (Bp.), Fábíán Endre (Borsod), Fejes István (Bpest), dr. Guman István (Hajdu), Hajmási József (Fejér), dr. Ill Márton (Bács), Kiss Imre (Nógrád), Lendvai László (Veszprém), dr. Makai Lajos (Csongrád), Márki-Zay Lajos (Csongrád), dr. Máthé Albert (Somogy), Nagy István György (Bpest), Nébli Vendel (Borsod), Ūcsai István (Pest), Major Attila (Tolna), Patay Károly (Győr), Ponori Thewrewk Aurél (Bpest), M. Takács Ferenc (Szabolcs), Tokody Lajos (Szolnok), dr. Tóth György (Vas), dr. Tóth László (Baranya), Szatmári Antal (Komárom), Szentés Imre (Somogy), Szitter Béla (Győr), Zöldág Imre (Zala), dr. Zétényi Endre (Heves).

A szakosztályok vezetősége:

*Budapest:* Elnök: dr. Marik Miklós. Vezetőségi tagok: dr. Almár Iván, dr. Balázs Béla, Őrdi-Krausz György, Fejes István, Kanyó Sándor, dr. Kulin György, Nagy István György, Ponori Thewrewk Aurél, titkár: dr. Abonyi Ivánné

*Baranya megye:* Elnök: Székely Jenő, vezetőségi tagok: dr. Balázs László, Csonka László, Mozsgai Gyula, titkár: dr. Tóth László.

*Bács megye:* Elnök: dr. Ill Márton. Vezetőségi tagok: Borbély Ferenc, Károlyi Sándor, Magyar János, dr. Vadász Gyula

*Békés megye:* Elnök: Béres István, elnökhelyettes: Thury Sándor, titkár: Kondor Ilona

*Borsod megye:* Elnök: Nébli Vendel, társelnök: Apostol Ince, vezetőségi

tagok: ifj. Apostol Ince, Elek Imre, dr. Szabó Gyula, titkár: Fábíán Endre

*Csongrád megye:* Elnök: dr. Makai Lajos, titkár: Márki-Zay Lajos

*Fejér megye:* Elnök: Hajmási József, vezetőségi tag: Békési Baltazár

*Hajdú megye:* Elnök: dr. Guman István, titkár: Gyertyányos Gyöngyi

*Heves megye:* Elnök: dr. Zétényi Endre, elnökhelyettes: Rónai Kálmán, titkár: Rados Mihály

*Komárom megye:* Elnök: Szatmári Antal, vezetőségi tagok: Besey Gyula, Jónás László, Gubicza Erzsébet, Pap Sándor, Sédtői Dezső

*Nógrád megye:* Elnök: Kiss Imre, titkár: Gergely István

*Somogy megye:* Elnök: Szentes Imre, titkár: dr. Máthé Albert

*Szabolcs megye:* Elnök: M. Takács Ferenc. Vezetőségi tagok: Hülber Gyula, Nyulassi Imre

*Szolnok megye:* Elnök: Tokody Lajos, elnökhelyettesek: Dankó Béla, Hidasi Vilmos, vezetőségi tag: Sándor Béla, titkár: dr. Orbán László

*Veszprém megye:* Elnök: Verner Gyula, elnökhelyettes: dr. Kulcsár Zoltán, vezetőségi tagok: Horváth Károly, Kutnyászi László, dr. Nagy Zsigmond, Tóth József, titkár: Lendvai László.

*Zala megye:* Elnök: Zöldág Imre

Az összevont szakosztályokban a csillagászati szakcsoport vezetői:

*Győr megye:* Elnök: Szitter Béla, titkár: Patay Károly

*Pest megye:* Elnökhelyettes: Ócsai István

*Tolna megye:* Szakcsoportvezető: Major Attila

*Vas megye:* Szakcsoportvezető: dr. Tóth György

A szakosztályok munkájáról az Évkönyv előző köteteiben évente beszámoltunk, az V. Küldöttgyűlésre figyelemmel, ezúttal — kiemelve az 1967. évi munkát — beszámolási időszaknak az 1964–67. éveket tekintjük.

### Az előadáspropaganda alakulása

1965-ben arra az aggasztó jelenségre kellett felfigyelnünk, hogy az előadások száma az előző évekhez képest nagymértékben visszaesett.

Év	Előadások száma
1962	3285
1963	2651
1964	2487
1965	1998
1966	2425
1967	2431

ami nem volt magyarázható csupán az előadások számának a korábbi években az úrhajózás kezdeti szenzációi, Gagarin első űrrepülése után tapasztalható felfutásával.

A szakosztályok vezetőségei sokat foglalkoztak azzal a kérdéssel, hogy a televízió sokkal gazdagabb szemléltetést nyújtó műsorai nem jelentenek-e konkurenciát a mi előadásainknak, a televízió és rádió korában nem avult-e el az ismeretterjesztés előadásos formája. Arra az álláspontra jutottak, hogy az előadóval való személyes kapcsolatot, az előadás utáni kérdések és vitatkozás lehetőségét nem pótolhatják, csak kiegészíthetik a tv és rádió adásai, nem kétséges azonban, hogy keresnünk kell ismeretterjesztésünk új és korszerű formáit, főleg saját rendezvényeink keretében. A rendező szervek közömbössége ugyanis sokszor elzárja a csillagászati előadásokat az érdeklődők elől.

1966-ban az előadások csökkenő tendenciáját sikerült megállítani, és az 1967. évben is megtartani kb. ennyi előadást. Az utóbbi kedvező kép azonban főleg néhány megye és Budapest munkájának köszönhető, mert ugyanekkor az 1967. év második felében Győr megyében mindössze 6, Somogy megyében 9, Tolna megyében pedig 2 (kettő) előadást tartottak.

Nem lehetünk megelégedve az előadáspropagandának a járásokra és községekre kiterjesztésével sem. A falusi előadások száma a beszámolási időszak elejéről a végére 761-ről 586-ra csökkent, ami az 1965. évi „mélyszint”-nél is kevesebb, pedig már 1966-ban 818 falusi előadást tartottunk.

Év	Előadás	Ebből falusi
1964	2487	761
1965	1998	600
1966	2425	818
1967	2431	586

Ezen a téren is az a helyzet, hogy több megyében, (Bács, Borsod, Veszprém) igen jó a vidéki munka és a rendelkezésekre álló erőkhöz képest Zala megyét is ide számíthatjuk. Az utóbbi évben viszont Fejér, Győr, Komárom, Somogy és Tolna megyében a falusi ismeretterjesztés hanyatlott, az ilyen előadások száma nem éri el a 20-at, sőt Tolna megyében az egyetlenegy sem. A falusi előadások csökkenő tendenciája az 1967. II. félévben még fokozódott, amit különösen Csongrád megye 7, Fejér megye 5, Győr megye 2, Somogy 3, Szabolcs 8, Szolnok 6 előadása mutat. (Ugyanekkor pl. Bács megyében 36, Veszprémben 28 előadás).

Nem kétséges, hogy a rendező szervek nemtörődömségével, szervezői nehézségekkel, előadóihiánnyal leginkább a falusi munkában találkozunk. Példamutató azonban, hogy a megyék többsége saját





3. ábra. A Békés megyei Csillagászati Szakosztály mikrobuszal rendez falusi előadásokat. Foto: Hursán György

kezdeményezéssel és a megyei népművelési szervek segítségével úrrá tud lenni a nehézségeken. Békés megyében például a megyei Népművelési Tanácsadó mikrobuszával tartanak tanyaközpontokban, tanyai iskolákban és tsz-központokban filmvetítéses és bemutatásos előadásokat.

### Témastatisztika

A beszámolási időszak első éveiben a legtöbb előadás az űrkitatás témaköréből hangzott el.

év	előadás	ebből űrkitatási
1964	2487	893
1965	1998	622
1966	2425	746

1966-ban azonban már nehezen lehetett az előadásokat űrkitatási és csillagászati témákra szétválasztani, 1967-ben pedig ez indokolatlanná vált. Már 1966-ban is a Holdról tartott 202 előadást éppen úgy lehetett



volna az űrkutatási, mint a csillagászati előadások közé sorolni, az utóbbi évben pedig még inkább kidomborodott, hogy előadásaink az űrkutatást mint a csillagászat új kutatási módszerét tárgyalják és az általa elért új csillagászati eredményeket ismertetik. A Rakéatechnikával, orvos-biológiai problémákkal már csak igen kisszámú előadásunk foglalkozik, ezek a témák átkerültek az arra illetékes műszaki és biológiai szakosztályokba.

Ideszámítva az űrkutatással elért eredményeket is, legtöbb előadást a Naprendszeréről, ezen belül a Holdról és a bolygókról tartottunk. A választmányi ülések alkalmával észrevételeztük, hogy feltűnően kevés a Napról megtartott előadások száma, pedig ez a téma mind világnézetű, mind a csillagászat gyakorlati alkalmazása szempontjából fontos. Az észrevételek és a kiadott központi előadási vezérfonal hatására 1967-re a Napról szóló előadások száma az 1966. évi 23 előadással szemben 83-ra emelkedett. Elégedettek azonban még mindig nem lehetünk, mert az 1967 I. félévi felfutást máris lanyhulás követte, Békés, Borsod, Csongrád, Győr, Hajdú, Nógrád, Pest, Somogy, Szabolcs, Szolnok, Tolna, Vas és Zala megyében 1967. év II. félévben egyetlenegy előadást sem tartottak a Napról. Az ilyen témájú előadások szaporítása tehát továbbra is feladatunk.

A Naprendszer után a leggyakoribb témák: Csillagászati alapismeretek (gyűjtőnév), Világegyetem felépítése, Lehetséges-e élet más égitesteken, Csillagászat és babona (gyűjtőnév), Kozmogónia, Tudománytörténet (gyűjtőnév).

A csillagászat és babona gyűjtőnéven említett előadások (asztrológia, „csészealj”, „idegen lények” stb.) viszonylag nagy számát (évente közel 100) indokolják az ezekkel kapcsolatban elterjedt téves nézetek.

## Saját rendezvényeink

### 1. *Uránia és más bemutató csillagvizsgálók*

A beszámolási időszakban 5 új bemutató csillagvizsgáló létesült:

Nyíregyházai Uránia (1965)

Szekszárdi Uránia (1966)

A Dunai Vasmű Csillagvizsgálója (1966)

A Fűzfőgyártelepi Csillagvizsgáló (1967)

Székesfehérvári Uránia (1967)

A nyíregyházi és szekszárdi Uránia, valamint a Dunai Vasmű Csillagvizsgálójának létesítéséről már a korábbi évkönyvekben megemlékeztünk.

A Nitrokémiai Ipartelep, a Fűzfőgyártelepi Beloiannisz Kultúr-otthon, a Vegyipari Dolgozók Szakszervezete és a Veszprém megyei

Tanács támogatásával és a fűzfőgyártelepi csillagászati szakkör tagjainak igen sok társadalmi munkájával elkészült Fűzfőgyártelepi Csillagvizsgáló ünnepélyes felavatására a Fűzfői Csillagászati Napok keretében 1967. június 21-én került sor a Művelődési Házban.

A megnyitó beszédet Verner Gyula, a Nitrokémiai Ipartelepek Igazgatója tartotta. A csillagvizsgáló kulcsát Róka Gedeon választmányi titkár adta át Lendvai Lászlónak, a csillagvizsgáló vezetőjének, annak jelképeként, hogy bár a Fűzfőgyártelepi Csillagvizsgáló nem a TIT Uránia hálózatába tartozik, fontos feladataként vállalta a csillagászati ismeretek népszerűsítését, amit a TIT országos csillagászati választmánya igen nagy elismeréssel vett tudomásul. Kifejezésre jutott ez az által is, hogy a csillagvizsgáló létesítésében kitűntek Társulati Oklevelet kaptak.

Az ünnepség estéjén dr. Kulin György „Korunk csillagászata” címen tartott előadást, majd fogadás és távcsöves bemutató volt a Csillagvizsgálóban.

Ünnepélyes keretek között történt 1967. szeptember 14-én a székesfehérvári Uránia felavatása és kulcsának jelképes átadása Hajmási József, az újjáalakult Uránia vezetője részére. Az ünnepséget dr. Lancz Endre, a TIT Fejér megyei szervezetének elnöke nyitotta meg, majd a választmányi titkár avatóbeszéde után átadta a TIT Országos Elnökségének kitüntető oklevelét azoknak, akik a 30 cm-es távcső építésében részt vettek.



4. ábra. Verner Gyula megnyitja a Fűzfőgyártelepi Csillagvizsgáló avató ünnepségét

A 254 cm fókuszú távcső két és fél mázsás mechanikája Székesfehérvárott készült. Hajmási József, a Fejér megyei csillagászati szakosztály elnöke volt lelkes és fáradhatatlan mozgatója annak a munkabizottságnak, mely a távcső építése érdekében az IKARUSZ-gyár és



5. ábra. Helyére került a székesfehérvári Uránia 30 cm-es távcsőve

más üzemek amatőr-csillagász mérnökeiből alakult, élén Kocsa Lászlóval, a Városi Tanács VB elnökhelyettesével. E munkabizottság közreműködésével készítette el a távcső mechanikáját a székesfehérvári nagyüzemek IKARUSZ, SZIM, VTRGY, MÁV Járműjavító Vállalat, és a Fémöntőde szocialista brigádja. A távcsövet ideiglenesen a kultúrpark jellegű Vidám Park teraszán helyezték el.

Az avatás után a székesfehérvári Uránia megkezdte működését.

Az említettekén kívül Urániák működnek még: Budapesten, Pécsen, Miskolcon, Békéscsabán, Szegeden, Egerben, Nyíregyházán, Szolnokon, Zalaegerszegen. Uránia-fel-

adatokat ellát a győri Járműipari Művek Csillagvizsgálója.

Urániák létesítése folyamatban van: Tatabányán, Tatán, Esztergomban, Keszthelyen, Ózdon, Tiszapalkonyán.

Az Urániák feladatkörének ellátását segítő tudományos intézetek:

Az MTA Napfizikai Observatóriuma (Debrecen).

Az MTA Csillagvizsgáló Intézetének bajai observatóriuma.

A Gothard Jenő Asztrofizikai Observatórium (Szombathely).

Annak a követelménynek, hogy az Urániák intézményszerűen mű-



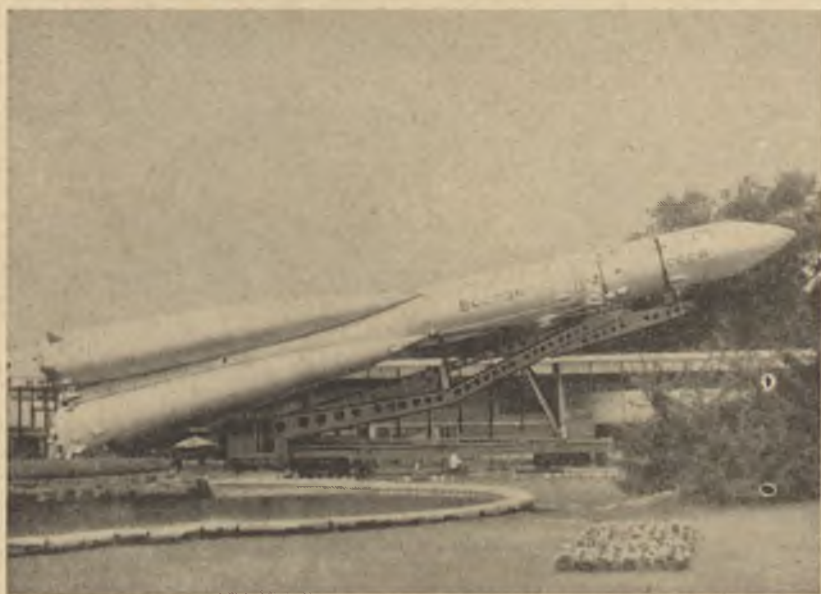
ködjének és központjai legyenek a csillagászati ismeretterjesztésnek, a beszámolási időszak alatt csak a budapesti, székesfehérvári, miskolci, szegedi és a szolnoki Uránia, valamint a fűzfőgyártelepi Csillagvizsgáló tett eleget. A szekszárdi Uránia működése vezető hiányában sokáig szünetelt, a zalaegerszegi Uránia a 30 cm-es távcső jobb elhelyezése és vezető beállításának megoldatlansága miatt nem működött és a többi Uránia működése is főleg csak alkalmoszerű bemutatások tartására korlátozódik. (Pécsett évek óta húzódik egy, a mai körülményeknek megfelelő Uránia létesítése, Kaposvárrott is csak az ígéreteknél tartunk.

A csillagászati ismeretterjesztés központjait jelentő Országos Uránia-hálózat kiépítésének nagy része még hátra van.

## 2. Az űrkutatás 10 éves jubileumának Csillagászati Hete

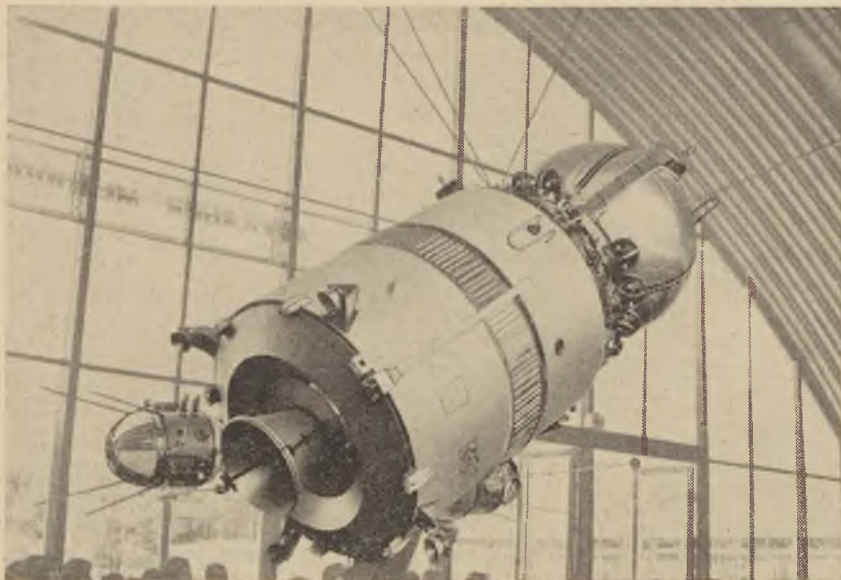
Szakosztályaink az 1967. évi Csillagászati Hetet október 2—8-ig „Tízéves az űrkutatás” címmel rendezték.

A már 15 éve minden év őszén megrendezett országos Csillagászati Hetek az elmúlt évben is a legnagyobb tömegeket mozgató, saját előadásos rendezvényeink voltak. Bevált a budapesti szakosztály által javasolt és 1962 óta követett gyakorlat, hogy az előadásokat egységes



6. ábra. A Voszok háromlépcsős űrrakéta modellje a „Szovjet Tudomány és Technika 50 Éve” kiállításon. Teljes hossza: 38 m. Foto: Hegyessy Péter





7. ábra. A Vosztok űrhajó utaskabinja 2:1 arányban. Foto: Gergely István  
(Salgóártján)

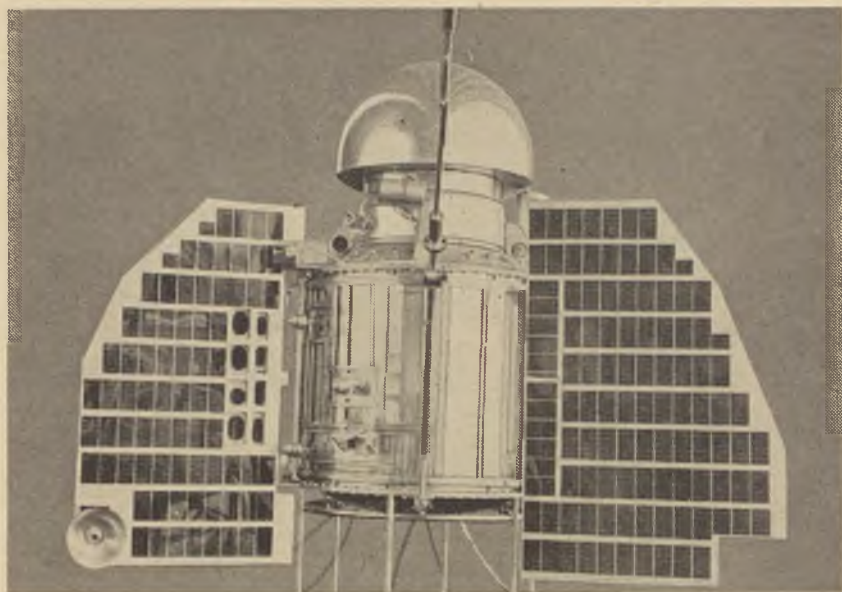
tematika köré csoportosítottuk. Az űrkutatás 10 éves jubileuma minden eddiginél vonzóbb témakörnek bizonyult. Budapesten átlag 150, Székesfehérvárott 260, a többi helyeken 70–100 főnyi hallgatóság előtt összesen 122 előadás hangzott el.

Hozzájárult ehhez a Csillagászati Hét előtt a Nagy Októberi Szocialista Forradalom 50 esztendő évfordulója alkalmával Budapesten rendezett, „A Szovjet Tudomány és Technika 50 Éve” kiállítás, melyet nemcsak a főváros lakossága, hanem számos vidéki csoport is megtekintett. A közönség itt eredeti nagyságban láthatta Gagarin űrhajójának, a Vosztok háromlépcsős űrrakétának, a Luna-9 holdrakétának és más nevezetes szovjet mesterséges égitestnek modelljeit.

Budapesten a Kossuth klubban a Csillagászati Hét alatt Fejes István által szerkesztett „Tízéves az űrkutatás” kiállításon alkalmi postahivatal működött, űrhajózási bélyegeket is kiállítottak. A Hét okt. 8-án, vasárnap délelőtt Illyés Gyula: „Az éden elvesztése” c. drámájának felolvasószínpadi előadásával zárult.

Az előadások programja:

október 2 Megnyitó . Űrkutatás 1957–1967  
Dr. Almár Iván



8. ábra. A Vénusz-1 szovjet bolygóközi állomás. Foto: Gergely István (Salgótarján)

- |         |   |   |
|---------|---|---|
| október | 3 | Első szputnyiktól a protonig<br>Nagy Ernő             |
| október | 4 | Műszerek a Holdon és a Hold körül<br>Dr. Kulin György |
| október | 5 | Időjárásjelentés a világűrben<br>dr. Tanczer Tibor    |
| október | 6 | Kép- és hangközvetítő holdak<br>Ferencz Csaba         |
| október | 7 | Az űrutatás kockázatai<br>Ponori Th. Aurél            |

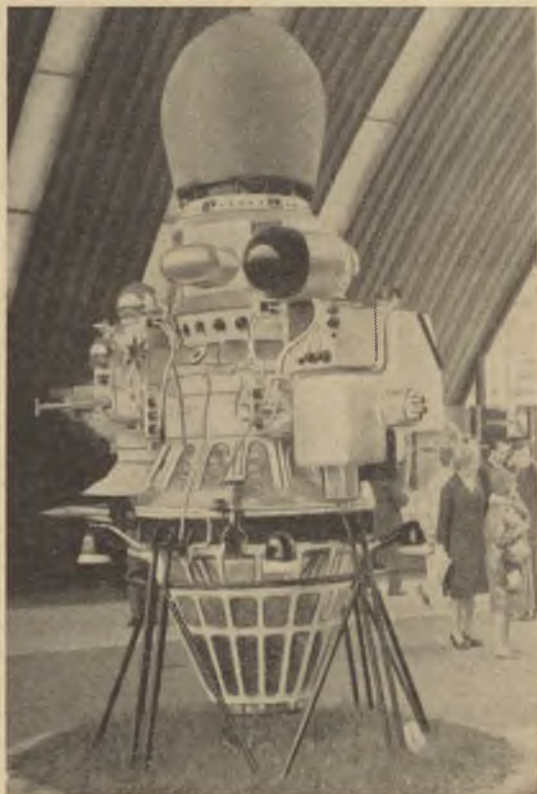
Baranya megyében a TIT csillagászati szakosztálya és Pécs Város Tanácsa VB Művelődési Osztálya Pécsen rendezett Csillagászati Hetet az alábbi programmal:

- |         |   |  |
|---------|---|--|
| október | 4 | 10 éves az űrutatás<br>Székely Jenő                          |
| október | 5 | Az űrutatás néhány technikai problémája<br>Keresztesi Miklós |

- október 6 Az űrkutatás gyakorlati hasznossága  
Dr. Balázs László
- október 9 A Hold az ember jövője munkahelye  
Dr. Tóth László
- október 10 Jártak-e már idegen égitestek lakói a Földön?  
Dr. Görcs László

Bács megyében egyrészt Kecskeméten volt 3 előadás (Borbély Ferenc: Az űrkutatás gyakorlati jelentősége, Szilágyi Tibor: Időjárás-jelentés a világűrben, dr. Béres László: Az űrkutatás biológiai problémái), másrészt a művelődési autók tanyai területeken méltatták az űrkutatás tízéves jubileumát.

Békés megyében 7 helységben tartottak előadásokat ifj. Bartha



9. ábra. A Luna-9 szovjet holdrakéta, orrában az űrállomással. Foto: Hegyessy Péter





10. ábra. A Luna-9 automatikus űrállomás modellje szétnyitott állapotban, ahogyan a Hold felszínén a felvételeket készítette

Lajos, Béres István, Márki-Zay Lajos „Tízéves az űr kutatás”, Ponori Thewrewk Aurél pedig „Az űr kutatás kockázatai” címmel.

A borsodi Csillagászati Hét alatt a megye 13 helységében tartottak előadásokat. Az ünnepélyes megnyitót dr. Csókás János egyetemi tanár, a TIT megyei elnöke tartotta a TIT miskolci Kazinczy klubjában, utána pedig Vigh György mérnök, őrnagy „Az űr kutatás 10 éves eredményei a Szovjetunióban” címmel tartott előadást, amit másnap a miskolci Bartók Béla Művelődési Házban is megismételt.

Október 11-én a Nehézipari Műszaki Egyetemen dr. Szabó János egyetemi docens „Az űr kutatás fizikai, műszaki feltételei” című előadása hangzott el.



„A szovjet űrhajózás tíz éve” címmel ismeretterjesztő előadásokat tartottak a miskolci Uránia Csillagvizsgálóban dr. Szabó Gyula 5 alkalommal, az LKM munkásszállásán Apostol Ince, 4 miskolci gimnáziumban, 2 szakközépiskolában és 3 kollégiumban Fábián Endre, Horváth András, dr. Szabó Gyula, a megye területén 12 helységben Apostol Ince, Fábián Endre, Horváth András és dr. Szabó Gyula.

Csongrád megyében Szegeden tartottak 5 előadást az alábbi programmal:

- |           |   |
|-----------|---|
| október 2 | 10 éves az űr kutatás<br>Márki-Zay Lajos                    |
| október 3 | A holdszondák legjelentősebb eredményei<br>Dr. Guman István |
| október 4 | Az űrhajózás néhány fizikai kérdése<br>Dr. Makai Lajos      |
| október 5 | Eljuthatunk-e az idegen bolygórendszerekre?<br>Schalk Gyula |
| október 6 | Az űr kutatás napfizikai vonatkozásai<br>Dr. Dezső Loránt   |

A Fejér megyei program:

- |                    |   |
|--------------------|---|
| október 2          | Műszerek a Holdon és a Hold körül<br>Dr. Kulin György         |
| október 4          | Az első szputnyiktól a protonig<br>Nagy Ernő mérnök           |
| október 6          | Mit köszönhet a csillagászat az űr kutatásnak?<br>Róka Gedeon |
| október 3-án<br>és | a TIT Uránia Csillagvizsgálója távcsöves bemutatója a         |
| október 5-én       | Vidám Parkban   |

A Győr megyei Csillagászati Hét:

Győrrött:

- |           |  |
|-----------|--|
| október 2 | Tízéves az űr kutatás<br>Patay Károly                              |
| október 3 | A Hold Földről nem látható félgömbjének titka<br>Kárpáti József    |
| október 4 | Távcsövek, távcsőépítés<br>Szitter Béla                            |
| október 5 | Szodfridt József és Szitter Béla vezetésével távcsöves<br>bemutató |
| október 6 | Csillagászati eredmények az űr kutatás eszközeivel<br>Molnár Ottó  |

- október 7 Távcsovés bemutató és színes keskenyfilmvetítés  
 október 8 Zámolyi Iván amatőr csillagász baráti találkozón fogadta a Csillagászat Baráti Körének 23 tagját.

Sopronban a Berzsenyi Gimnáziumban szakköri keretek közt tartották meg a Csillagászati Hetet.

Hajdú megyében debreceni rendezvények:

- október 4 A Nap kutatása mesterséges holdak segítségével  
 Dezső Loránt  
 október 5 A Hold megismerése mesterséges égitestek révén  
 Gerlei Ottó  
 október 6 Űrhajózás, csillagászat  
 Ökrös István  
 október 9 Ökrös István és Kovács Ágnes: Távcsovés bemutató

A megye területén Hajdúszoboszlón Gerlei Ottó a hold- és mars-kutatásról, Drecskén Ökrös István „Űrhajózás-csillagászat” címmel tartott előadást.

Heves megyében 7 helységben tartottak előadást, Sinka József, Schalk Gyula, Vido Imre, dr. Zétényi Endre. Bemutatták a „Szovjet tudomány és technika 50 éve” jubileumi kiállításon készített színes diákat.

Szabolcs megyében a Csillagászati Hét programja:

- október 4 Űrkutatás 1957 – 67  
 Dr. Zétényi Endre  
 október 7 Csillagok között az élet nyomában  
 Schalk Gyula  
 október 10 Galilei és a mai csillagászat  
 Dr. Szabó Gyula  
 október 12 Ember a Világűrben  
 M. Takács Ferenc

A Veszprém megyei Csillagászati Hét programja a Fűzfőgyár-telepi Csillagvizsgálóban, távcsovés bemutatókkal:

- október 4 A Csillagászati Hét megnyitója  
 Horváth Károly: Az űrkutatás 10 éve  
 október 6 A bolygóközi utazás jövője  
 Huszák György  
 október 9 A különleges műholdak  
 Rikk József  
 október 11 Holdak a Hold körül  
 Lendvay László

Vas megyében az ünnepi előadássorozat rendezésében részt vett a Magyar—Szovjet Baráti Társaság és a Vas megyei Múzeumok Igazgatósága:

- |         |   |  |
|---------|---|--|
| október | 4 | Mit nyújtott az űrkutatás az elmúlt 10 év során a csillagászatnak<br>dr. Tóth György |
| október | 5 | A rádiócsillagászat legújabb eredményei<br>Fejes István                              |
| október | 6 | A mesterséges holdak felhasználása a geodézia területén<br>Módy András               |

### 3. Csillagászati Szabad Egyetemek

A budapesti József Attila Szabad Egyetem csillagászati tagozatán elhangzott sorozatok:

- |           |   |
|-----------|---|
| 1964 – 65 | I. A csillagászat nagy egyéniségei<br>II. Asztrofizika  |
| 1965 – 66 | Modern csillagászat   |
| 1966 – 67 | Ember—Föld—Világmindenség   |
| 1967 – 68 | I. Élet a Világegyetemben<br>II. A légkör függvényén túl (Csillagászati megfigyelések mesterséges égitestekkel) |

A Budapesti Szabad Egyetemen kívül 1964 – 1967. években a megyék is megkezdték a szabadegyetemi sorozatok rendezését. Csillagászati Szabad Egyetem volt Egerben, Keszthelyen, Miskolcon, Pápán, Szegeden, Szolnokon, Tatabányán, Veszprémben és Várpalotán.

### 4. Csillagászati előadássorozatok

A budapesti Uránia minden év tavaszán és őszén megrendezte 10 – 10 előadásból álló ismeretterjesztő sorozatát.

A miskolci Uránia előadásait éves tematika alapján állította össze.

A székesfehérvári Uránia „Csillagos esték”, a Fűzfői Csillagvizsgáló pedig „Csillagászati Napok” címen rendezett sorozatot, 1967 őszén pedig ifjúsági csillagászati akadémiai sorozatokat indított.

Borsod megyében az MSZBT-vel közösen „Űrhajózási napok” címen tartottak 20 előadást.

A Heves megyei szakosztály több község művelődési házában rendezett falusi előadássorozatokat.

Baranya megyében több üzemben és intézményben tartottak 3 – 4 előadásból álló sorozatot.

Budapesten számos önálló csillagászati munkásakadémia működött (többet ugyanaz az előadó vitt végig), Szolnok megyében csillagászati munkásakadémia volt Jászberényben és Törökszentmiklóson. Különösen kitűnt a sorozatok rendezésében a Veszprém megyei szakosztály. A már említett fűzfői csillagászati napok mellett Péten és Fűzfőgyártelepen a munkásakadémiákat önálló Csillagászati Akadémiákká fejlesztették, több községben tsz-csillagászati akadémiát szerveztek, Fűzfőn Ifjúsági Akadémia-sorozatban csillagászati fakultást rendeztek, a keszthelyi járásban levő üdülőben kéthetes turnusokban rendszeresen tartották a csillagászati ismeretterjesztő sorozatokat.

##### *5. Szabadtéri bemutatók*

A budapesti Urániának a Citadellán tartott bemutatóit 4 év alatt kb. 150 000 fő látogatta.

Székesfehérvárott az egyik legforgalmasabb helyen, az autóbusszpályaudvar szomszédságában 1967 szeptember közepéig tartott 291 távesőves bemutatónak közel 75 000 látogatója volt, több mint Székesfehérvár lakossága (busszal érkező vidékiek is.) A szabadtéri bemutatókat sikeresen kiterjesztették a megye területére is, de nagyobb számú vidéki bemutatók tartását a gépkocsi hiánya akadályozta. A szabadtéri bemutatókat Hajmási József tanár, a szakosztály elnöke társadalmi munkában tartotta, akinek önzetlen, legtöbbször a késő esti órákig tartó munkájához az a nagy siker adott ösztönzést, hogy a bemutatók rengeteg ember, elsősorban az ifjúság érdeklődését felkeltette a csillagászat iránt.

Sok barátot szereztek a csillagászatnak a Baranya megyei szakosztálynak a pécsi Széchenyi téren, dr. Tóth László vezetésével és a Borsod megyében Suba István által Miskolcon az Avasi Kilátónál és a megye területén saját távesővével tartott szabadtéri bemutatói, Egerben a Főiskola előtti téren dr. Zétényi Endre vezetésével a csillagászati szakkör tagjainak, a Békés, Bács és Veszprém megyei szakosztálynak pedig a megye területén tartott bemutatói.

##### *6. Csillagászati szakkörök*

Elsősorban az Urániák mellett működő állandó csillagászati szakköröket értékelhetjük az ismeretterjesztés kisebb létszámú, hatékony formájaként. Ilyen szakkörök működtek a budapesti, egri, miskolci, szegedi, szolnoki Uránia és a Fűzfőgyártelepi Csillagvizsgáló mellett. Ezek a szakkörök adnak lehetőséget bemutatók, idővel előadók, szakköri tagok utánpótlására. A székesfehérvári szakkör tagjai 4 év alatt 80 db lenesés távesövet állítottak össze maguknak.

A beszámolási időszakban az Urániáktól független, számos más



csillagászati szakkör is működött, melyek közül a többé-kevésbé rendszeres tevékenység szempontjából említésre méltók a pesterzsébeti „Csili”, a budapesti Hámán Kató úti úttörőházi, a budapesti Asztalos János kollégiumi, a békéscsabai, a dunaújvárosi, győri, hatvani, kaposvári, keszthelyi, nagybátonyi, nyíregyházi, ózdi, salgótarjáni, somoskőújfalusi, szarvasi, tatai, tiszapalkonyai, vassurányi, várapalotai szakkörök. Szolnok megye területén 10 cm-es tükrös távcsővel rendelkező szakkörök működnek Jászsalsószentgyörgyön, Jászapátin, Karcagon, Kunhegyesen, Kunszentmártonban, Tiszaföldváron, Tiszafüreden, Tiszaszentimrén.

A szakkörvezetői társadalmi munkában különösen kitűntek Elek Imre (Ózd), dr. Dankó Sándor (Szolnok), Hajmási József (Székesfehérvár), Hetényi Ernő (Szarvas), dr. Máthé Albert (Kaposvár), Márki-Zay Lajos (Szeged), Szerdahelyi Imre (Vassurány), Szitter Béla (Győr), Tokody Lajos (Szolnok), Vigh László (Szolnok).

Szakköri munkánk hiányossága, hogy hangsúlyozva az ifjúsági szakkörök fontosságát is, de a felnőtt szakkörök szervezésében még viszonylag kevés eredményt értünk el.

## 7. Klubestek

A budapesti szakosztály vezetősége minden évben színvonalas és változatos klubest-sorozatot rendezett, mintaelőadásokkal, film-bemutattással, könyvankétokkal.

Borsod megyében a filozófiai szakosztállyal közösen rendeztek klubestet „Csillagászat és világnézet” témakörből, majd a csill., fizikai, kémiai, filozófiai szakosztályok és a megyei pártbizottság kerekasztal vitát rendeztek „A modern tudományos világkép és világnézet a fizika, kémia, csillagászat és filozófia fényében” címen. Alsózsoltán értelmiségi ankéton vitatták „Korunk csillagászata” egyes kérdéseit.

Bács megyében egyidőben 8 községben rendeztek értelmiségi ankétot „Csillagászat és űrkutatás” témából.

Komárom megyében a csill., fizikai, műszaki és biológiai szakosztályok közös klubestjének programja az űrkutatás volt.

## A Csillagászat Baráti Köre

Az 1963. évi szentendrei amatőr csillagász találkozón elhangzott javaslatok alapján, Miskolcon 1964 augusztusában tartott II. Országos Találkozó alakult meg a Magyar Amatőr csillagászok Baráti Köre, mintegy 150 alapító taggal.

Az 1965. évi győri III. Országos Találkozó közel 200 résztvevője, munkaértekezletei, kiállításai, a megyék és egyének munkáját bemutató

tablók, a kiállított amatőr távcsövek nagy száma meggyőzően mutatták a mozgalom szélesítésének, a csillagászati kultúra terjesztésének nagyobb lehetőségeit. A szélesebb körű szervezés érdekében a Baráti Kör nevét a győri Találkozón, a Csillagászat Baráti Körére változtatta.

A IV. Országos Találkozót 1966-ban Szegeden tartottuk kb. 250 résztvevővel. A háromnapos program keretében a Béke-épület bejárati csarnokában rendezett kiállítás az országban működő csillagászati szakkörök munkáját mutatta be.

A Baráti Kör tagsága az 1967. év végére meghaladta az 1700 főt és a mozgalom beváltotta a hozzá fűzött reményeket. A Baráti Kör tagsága részére szervezett összejövetelek nemcsak az ismeretterjesztés egyik új formáját alakították ki, a tagok nemcsak törzsközönségét alkotják előadásainknak, hanem maguk is részt vesznek az előadások szervezésében és kezdeményező javaslataikkal segítik az ismeretterjesztő munkát. A Baráti Kör tagsága emellett szakkörök, amatőrök, bemutatók és előadók utánpótlásának szélesebb hátterét is jelenti.

Hajmási József (Székesfehérvár) írja 1967-ben: „Az 1965. évi Csillagászati Hét bevezető napján megalakult Baráti Kör Fejér megyei csoportja az ismeretterjesztésnek azóta is legfontosabb bázisa . . . A Baráti Kör megyei találkozói igen népesek, nemegyszer 200 – 300 résztvevő tölti meg a termet. Induláskor még csak 37-en voltunk, de minden Csillagászati Héten hadjáratot indítunk a létszám emelése érdekében, és az 1967-es Csillagászati Hét során elértük a 250 főt”. Hasonló jó tapasztalatokat említhetnénk Borsod, Csongrád, Szolnok megyéből is.

Azt azonban, hogy a Baráti Kör valóban támasza legyen az ismeretterjesztésnek, az említett megyékben csak igen nagy szervező munkával lehetett elérni. Országos viszonylatban még korántsem aknáztuk ki a lehetőségeket. A Baráti Kör 1756 fős tagságának 75 százaléka Budapestre és Békés, Borsod, Csongrád, Fejér, Szolnok megyékre esik, a többi 25 százalék jut 14 megyére. Vannak olyan megyék, így Bács, Pest és Tolna megye, ahol nem is igen beszélhetünk Baráti Körről, de Hajdú, Nógrád, Somogy, Szabolcs és Zala megyében sem sikerült még a tagságot összefogni és működtetni.

### Előadóink továbbképzése

A választmány által rendezett központi előadói konferenciák:

1965 A csillagászat világnézeti kérdései

1966 A csillagászati ismeretterjesztés fizikai alapjai

A hőhalál-elmélet kritikája

1967 Más bolygók értelmes lényeivel való kapcsolat problémái

Csillagászat és mindennapi élet

Rendszeresen tartottak előadói konferenciákat Baranya, Békés, Borsod, Heves, Komárom, Szolnok, Veszprém megyében, alkalomszerűen a többi megyében Somogy, Tolna és Zala megye kivételével, ahol konferenciák nem voltak.

A választmány által rendezett levelező csillagászati tanfolyamra a beszámolási időszak alatt 242 fő jelentkezett és 170 fő vizsgázott. Egyedül Nógrád megyéből nem akadt 4 év alatt sem jelentkező, sem vizsgázó. Mindössze 1 fő vizsgázott Hajdú, Szabolcs, Tolna és Zala megyékben.

1965 nyarán az OPI önkéntesen jelentkező fizikus tanárok részére kétéhetes továbbképző tanfolyamot rendezett, melyben 60 fő vett részt. A tanfolyam szervezését a fizika, tartalmi előkészítését a csillagászati választmány vállalta.

1966 nyarán a Borsod megyei csillagászati szakosztály a megyei művelődési osztállyal közösen Mezőkövesden csillagászati tanfolyamot szervezett, amelyen 16 pedagógus vett részt. Az előadásokat miskolci előadók: Apostol Ince, Fábián Endre és dr. Szabó Gyula tartották és azokat 100 képből álló kisebb kiállítással szemléltették

### *Az egri csillagászati tanfolyam*

A TIT Csillagászati és Űrkutatási Választmány és a TIT Heves megyei szervezete 1967 augusztus 7–16-ig bentlakásos csillagászati tanfolyamot rendezett, melyen önkéntes jelentkezés alapján az előadókon és szervezőkön kívül 52 fő (előadók, szakköri tagok) vett részt, köztük 17 általános és középiskolai tanár és Irimes Romulus romániai amatőr-csillagász.

A tanfolyam 10 napján a TIT Heves megyei szervezetének klubhelyiségében 30 előadás hangzott el. Előadók voltak: dr. Almár Iván, ifj. Bartha Lajos, Illés Erzsébet, dr. Kulin György, Márki-Zay Lajos, Ponori Thewrewk Aurél, Róka Gedeon.

Derült estéken a résztvevők távcsöves bemutatási és megfigyelési gyakorlatokat végeztek a Tanárképző Főiskola toronyteraszán dr. Zétényi Endre, a Heves megyei csillagászati szakosztály elnöke és Hegyessy Péter, Hernády Károly, Nagy Sándor, Orgoványi János, Schalk Gyula, a budapesti Uránia munkatársainak vezetésével.

A délutáni és esti szabadidőben a hallgatónak alkalmuk volt városnézésre, strandolásra, a Szép Asszony völgye borpincéinek látogatására, a Tanárképző Főiskola csillagászati múzeumának megtekintésére. Egésznapos kirándulást tettek Szilvásváradra.

A TIT Heves megyei szervezetének minden dolgozója nagy újszerűséggel látta el a házigazdai tiszteket, különösen hálásak voltak a tanfolyam hallgatói Krakkó Endre szaktitkárnak, akinek nagy része volt abban, hogy az aug. 16-i búcsúesten mindenkinek az az érzése





11. ábra. Az egeri csillagászati tanfolyam résztvevői

lehetett, hogy nemcsak elmélyülhetett a csillagászat tudományában, hanem nagyon kellemes 10 napos üdülésben is részesült Egerben, a műemlékeiről, gazdag történelmi múltjáról és kirándulóhelyeiről nevezetes városban.



12. ábra. Dr. Kulin György előad az egeri tanfolyamon



## Szemléltetés

Az 5 új bemutató csillagvizsgálón kívül a távcsöves szemléltetés más lehetősége is bővült.

Ez ideig egyedülálló és példamutató vállalkozást hajtott végre a Szolnok megyei szakosztály, az ottani Uránia, valamint a mellette működő csillagászati szakkör. 10 db 10 cm-es parallaktikus szerelésű, osztott körökkel és finom mozgatással ellátott távcsövet készítettek a megyei kultúrotthonok és csillagászati szakkörök számára.

A budapesti Uránia házi műhelyében 13 távcső készült el a megyei szervezetek részére.

A budapesti szakosztály 1965-ben 100 képből álló dia-sorozatot készített, amelyet a megyék is megvásároltak.

Az elmúlt 4 év alatt 3 új csillagászati film készült el: És feltáru! az ég..., A mi csillagunk a Nap, A Világegyetem képekben (A két utóbbi a TIT rendelkezésére).

Számos kiállítás is hozzájárult a szemléltetéshez. Jelentősebbek, a Találkozók említett kiállításain kívül: dr. Etter Kálmán csillagászati és űrkeresési bélyeggyűjteménye (kiállítva a gyulai előadóteremben és a budapesti Csill. Héten), a budapesti szakosztály 1966. évi nagyszerű Hold kiállítása, melyről a Tv is adott közvetítést, az 1967. évi budapesti „Tízéves az űrkeresés” kiállítás, a dunaújvárosi csillagvizsgáló saját felvételeket is bemutató kiállítása, Miskolcon Apostol Ince bélyeg- és szemléltető-kép kiállítása, a keszthelyi Galilei kiállítás.

1966. április 16-án állandó csillagászati múzeum nyílt meg az egeri Tanárképző Főiskola korszerűen helyreállított tornyában, a hajdani egeri Csillagvizsgáló eredeti helyén. A megnyitás évében a múzeumot több mint 36 ezer turista látogatta meg.

A budapesti Urániában színes mozgófilm készült az 1966. május 20-i részleges napfogyatkozásról. A szolnoki Urániában a csillagászati szak-körön belül csillagászati kisfilmstúdió alakult, mely szintén mozgófilmet készített a fent említett napfogyatkozás megfigyeléséről. Ezeket a filmeket a „Találkozó”-kon is bemutatták.

### A szakosztályok működése

A beszámolási időszakban önálló csillagászati szakosztály alakult Csongrád, Fejér és Veszprém megyében, összevont szakosztály most már csak Baranya, Győr, Nógrád, Pest, Szabolcs és Vas megyében működik.

Szakosztályaink tevékenységét rendkívül nagy egyenetlenség jellemzi. Nagyon jól dolgozik a budapesti szakosztály, a megyeiek közül élen járnak a Borsod, Fejér, Szolnok és Veszprém megyeiek. Ezekben

a szakosztályokban igen aktív szakosztályvezetőség irányítása mellett szinte teljes egészében sikerült megvalósítani az elmúlt 4 esztendő választmányi üléseinek célkitűzéseit, az ismeretterjesztő munkának a bemutató csillagvizsgálókban központosítását, innen a munkának az egész megyére kiterjesztését, az előadók felkészítését, a Baráti Kör szervezését és hasznosítását, az önálló rendezvények, sorozatok, akadémiák fejlesztését. Az újabb időkben a Komárom megyei szakosztálynál is biztató jelei mutatkoznak az élvonalhoz való felzárkózás tekintetében. Ki kell még emelni a Hajdú megyei szakosztályt is, amelynek tagjai az MTA Napfizikai Observatórium dolgozói vagy külső munkatársai, akik az ismeretterjesztő munkát szakszempontról korszerű és megfelelő szinten látják el.

A jól működő szakosztályokkal szemben a másik véglet Somogy, Tolna és Zala megye, ahol a tagság igen csekély, 2–3 fős létszáma miatt a szakosztály létezése valójában csak formális.

A legjobban és leggyengébben működő szakosztályokon kívül a többi megyei szakosztály munkájában is tapasztalhattunk az elmúlt években igen sok jó kezdeményezést és eredményes munkát (különösen Baranya, Csongrád és Heves megyékben), ami reményt nyújt arra, hogy újabb 4 év múlva még számos szakosztály kerül a legjobban működők sorába.

### Kitüntetések, jutalmazások

1966-ban a Társulat 125 éves jubileuma alkalmával Bugát Pál emlékérmeket kaptak Hajmási József (Székesfehérvár) és dr. Szabó Gyula (Miskolc).

1965-ben Kulin Györgyöt, a budapesti Uránia igazgatóját, 1966-ban pedig Róka Gedeon választmányi titkárt a Magyar Népköztársaság Kormánya a Munka Érdemrend ezüst fokozatával tüntette ki, Róka Gedeon 1965-ben megkapta a Kiváló Népművelő kitüntetett jelvényt.

A beszámolási időszakban a TIT Országos Elnökségének oklevelét kapták: dr. Almár Iván (Bpest), Apostol Ince (Miskolc), Elek Imre (Ózd), Ill Márton (Baja), Lendvai László (Fűzfő), Márki-Zay Lajos (Szeged), Rosta Zoltán (Budapest).

„Zerinváry” emlékérmeket kaptak: dr. Szabó Gyula (Miskolc), Márki-Zay Lajos (Szeged), Szitter Béla (Győr).

1966-ban jubileumi oklevelet kapott: Szentés Imre (Kaposvár).

KULIN GYÖRGY:

## A TUDOMÁNYOS ISMERETTERJESZTŐ TÁRSULAT URÁNIA BEMUTATÓ CSILLAGVIZSGÁLÓINAK MŰKÖDÉSÉRŐL

A csillagászati ismeretterjesztés alapvető indokait azok a feladatok határozzák meg, amelyeket a természettudományos műveltség és szemlélet tekintetében hazai oktatásunk és népművelésünk a Társulatra ró. Ezt a munkát lényegében befolyásolják az aktuális csillagászati események és a közönség érdeklődését felkeltő, szenzációsnak tartott jelenségek. Ezek adnak új szint egy-egy beszámolási időszak munkájának.

A nagyközönség köréből négy nagyobb esemény fordította ez évben a figyelmet a csillagászat felé és ez adott számunkra lehetőséget nagyobb nyilvánosság előtt beszélni csillagászatról.

A Televízió, az Úttörő Szövetség és a TIT közös rendezésében Irány a Vénusz címmel űrhajós vetélkedő folyt, amely négy tv-adásban imitált Vénusz-utazással végződött. Erre a vetélkedőre több mint 8000 hetedik-nyolcadikos úttörő jelentkezett. Hónapokon át készültek fel a csillagászati-égitestmechanikai, rádiótechnikai, rakéta-műszaki és űrbiológiai témakörökből.

A osészealj-mítosz hullámai átcsaptak határainkon és a tömegek fantáziáját nagymértékben megmozgatták. Bizonytalan állásfoglalású cikkek és egyéb híradások jelentek meg és a helyes magatartás megala-  
pozása érdekében nagyon hasznos erőfeszítéseket tettek munkatársaink.

A tv-ben sorozatosan közölt Orion űrhajó fantasztikus film milliók számára adott kérdést, ami ilyen látványos film nélkül talán fel sem merül bennük. A sok tudománytalan és utópisztikus jelenet sok lehetőséget kínált a tudományos ismeretterjesztésre.

Évek óta izgalomban tartotta a nagyközönséget az Ikarusz kisholygó, amelyről tudományos közlemények úgy emlékeztek meg, hogy szoros kozmikus közelségben halad el a Föld mellett 1968. június közepén. Egyes tudománytalan körök a Föld katasztrófájáról, a világ végéről írtak, érthető tehát, ha az Ikarusz sorsa is sokak érdeklődését felkeltette.

E négy eseményen kívül bőven szolgáltatott témát az űrkutatás néhány nagyon látványos, sikeres kísérlete. A Lunák, Surveyorok és Lunar Orbitek gyönyörű felvételei, a holdfelszín kémiai-fizikai vizsgálati eredményei, a Vénusz-4 és a Mariner-5 sikeres Vénusz-kutatásai méltán keltették fel az általános érdeklődést.



Érdekes jelenséggént könyvelhetjük el, hogy főként az ifjúság körében szinte elemi erővel tör fel a csillagászat iránti vonzódás.

Sok esetben a vélt szenzációk irányítják a csillagászat felé a figyelmet, de nagyon szép számmal található fiatalok, akik ezeken túl, igen komoly módon érdeklődnek.

A csillagászzal kapcsolatos új fizikai problémák, a relativitás elvének különböző szemléleti formái, a csillagszerű rádióforrások, a kvazarak, röntgens csillagok észlelt jelenségeinek értelmezései azok a témák, amelyek nemcsak a csillagászok és fizikusok legjobbjaiában, de a fiatal korosztályokban is komoly vonzalmat ébresztenek a modern csillagászat kérdései iránt.

Hogy tematikánk teljesebb legyen, meg kell még említenünk a híradástechnikai és meteorológiai mesterséges holdak bravúros eredményeit, amelyek a csillagászatot a gyakorlat szempontjából mérlegelők számára is sok érdekességet kínálnak.

Ezek a tények írták elő számunkra, hogy az elmúlt időszakban sok nyilvános előadást tartottunk és speciális sorozatokat indítottunk, ahol az aktuális témákat ismertettük.

Külön említésre méltó a távcsőépítők számának erős növekedése. A legegyszerűbb, szemüveglencséből készített távcsőtől a 15–20, sőt 30 cm-es reflektorokig sok száz új távcső készült házilag az elmúlt évben. Legkifejezőbb adat erre nézve, hogy a budapesti Urániában nem telik el egyetlen nap anélkül, hogy személyes vagy levélbeli érdeklődés ne törtenne távcsőépítés ügyében.

Szilárddá vált bennünk az a meggyőződés, hogy a hazai csillagászati ismeretterjesztés csak akkor lehet eredményes, ha szakköreink határozott céllal vezetik foglalkozásaikat, egy tanév alatt elsajátítják azokat az alapismereteket, amelyeket a Csillagászati és Űrkutatási Országos Választmány levelező tanfolyama ír elő és a felkészülés alapján minél többen vizsgán számolnak be tanulmányaikról. A vizsgát sikeresen elvégzők a TIT ismeretterjesztő munkatársai lehetnek.

Már most gondolnunk kell az első magyar nagy Planetárium működtetésével kapcsolatos feladatokra. A tervezett szemléltető eszközök készítéséhez máris hozzáfogtunk. A Planetárium új szint és nagy lehetőséget ad a csillagászati ismeretterjesztésben.

A már meglévő lehetőségeink között elsősorban a Föld és Ég c. folyóirat sikerét kell említenünk, mely gondos propagandával egyre szélesebb területekre jut el, és szerves kapcsolatot teremt a csillagászat hazai barátai között.

A Csillagászat Baráti Köre, mely 1968 tavaszán 1835 tagot számlált, rendkívül hatékony támaszt nyújt a további érdeklődés felkelésében és az ismeretterjesztés szervezési munkájában. Szinte törvényyszerűen jelentkezik, hogy az országnak azokon a területein megy



nehezen a munkánk, ahol nem fordítanak kellő gondot a Baráti Kör szervezésére.

Igen értékes segítséget kapunk a Magyar Távirati Irodától, a napi sajtótól, a népszerű tudományos folyóiratoktól, a Rádiótól és a Televíziótól. Szívesen közlik előadásorozataink hírét, s néha ennek az a következménye, hogy teremlehetőségeink szűkeknek bizonyulnak.

Fájó pontként azonban meg kell említenünk, hogy számos vonatkozásban nem kapjuk meg a kellő segítséget munkánkhoz az oktatás és a nevelés hivatásos szerveitől néha még akkor sem, ha felkínált lehetőségeinkkel saját munkájuk elvégzésében ígérünk segítséget.

A csillagászati ismeretterjesztés végeredményben megmarad önként vállalt munkának, ami igaz értéket kölcsönöz neki — ámbár néha, némely vonatkozásban az adminisztratív támogatás sokkal hatékonyabbá tehetné azt. Az önkéntesség jellegének nyilvánvalóan meg kell maradni az ismeretek terjesztőiben és befogadóiban is. A csillagászat hazai ismeretterjesztésében előreláthatóan még jó ideig így kell végezni munkánkat,

Ez az önkéntes áldozatvállalás jellemzi azt a szélesedő munkát is, amit lelkes barátaink, munkatársaink a hordozható távcsövekkel községekben és a tanyavilágban végeznek.

Munkánk általános jellemzésén túl megyékre és városokra lebontva is meg kell emlékeznünk eredményeinkről és nehézségeinkről.

## BUDAPEST

Mint a legnagyobb lehetőségekkel rendelkező intézmény, a budapesti Uránia nemcsak egyik működési területe az ismeretterjesztésnek, hanem irányítója a vidéki Urániák munkájának. Budapest lélekszámának nagysága adja a jobb lehetőségeket, de hatalmas területe a nehézségeket is magában rejt. Bármennyire is vonzó az itt folyó munka, a személyi és tárgyi adottságok nem adnak lehetőséget a tömegmértű ismeretterjesztésre. Főként azokhoz szólhatunk, akik felkeresnek bennünket, de terveink vannak arra is, hogy hordozható távcsövekkel bejárjuk Nagy-Budapest területét s azon túl Pest megyének is segítséget adjunk.

A budapesti Uránia Csillagvizsgáló tevékenységi köre: 1 a mindennapos, előadással, filmvetítéssel és távcsöves bemutatással egybekötött ismeretterjesztés csoportos és egyéni látogatók számára, 2 állandó csillagászati szakkör kéthetenként, 3 csütörtöki előadásorozat (tavaszi és őszi, 10—10 előadással), 4 tudományos jellegű megfigyelések és azok feldolgozása, 5 állandó telefonügyelet érdeklődők számára, 6 válaszdadás, tanácsadás levélben az ország egész területére, 7 tájékoztató közlemények újságok, Rádió és Tv számára, 8 cikkek írása, 9 Baráti Kör szervezése, irányítása, 10 bemutató távcsövek, egyéb szemléltető eszközök készítése, új Urániák szervezése.

A mindennapos bemutatások érdekében minden munkanapon ügyeletet tartottunk. Ezt a munkát heti beosztás alapján külső munkatársak végezték. A legtöbb előadást és bemutatást Erdős Tamás, Fejes Lajos, Fekete Pál, Gellért András, Hegyessy Péter, Licskó Ildikó, Mojsza János †, Ponori Th. Aurél, Szabados László, Sarkadi Nagy István és Szécsy Ilona tartották.

A csütörtöki sorozatban 1967 őszén elhangzott előadások: Dr. Kulin György: Miért nem esnek le a csillagok?, Érdi-Krausz György: Geodéziai mesterséges holdak, Róka Gedeon: A modern csillagászat a Világegyetem szerkezetéről, Dr. Horváth Árpád: Fantázia és valóság, ifj. Bartha Lajos: A kozmikus por, Szimán Oszkár: Újabb eredmények a csillagok fejlődéséről, Dr. Abonyi Iván: Folyadékok és gázok a súlytalanság állapotában, Ponori Thewrewk Aurél: Nővák és szupernővák, Dr. Tánzer Tibor: Rakéták a légkörkutatásban.

Az 1968 tavaszi sorozat előadásai voltak: Róka Gedeon: A mai csillagászat szerepe a tudományos világnézet kialakításában, Dr. Marik Miklós: Mágnesség a Világegyetemben, Fejes István: A Tejútrendszer rádiócsillagászati kutatása, Szimán Oszkár: A legfiatalabb csillagok, Dr. Flórián Endre: A napsugárzás hatása a felső légkörre, Dr. Kulin György: A kozmikus sugárzás, Dr. Almár Iván: Új eredmények a kvazarkutatásban, ifj. Bartha Lajos: A Föld sugárzási övei, Róka Gedeon: A „repülő csészealj” története, Sinka József: Az Apolló-terv.

Levelezésünket és felvilágosító telefonszolgálatunkat rendkívüli mértékben megnövelte 1967 végén és 1968 elején az UFO („repülő csészealj”) hisztéria. Az izgatott telefonálóknak, a „hiteles szemtanúknak” szóban és írásban a legtöbb esetben azt kellett válaszolnunk, hogy a teljes fényében ragyogó Vénuszt, a Jupitert, az Echokat, fényes meteort vagy tűzgömböt látnak, de sokakat megtévesztettek a pestlőrinci Meteorológiai Állomás műszeres kutató léggömbjei is.

Az Ikaruszról jó idejében közöltük, hogy 6,8 millió km-re halad el a Föld mellett, így nem volt idő az 1962. febr. 5-ihez hasonló világvégepánik kifejlődésére.

Az Uránia műhelye által elkészített öt hordozható, 125 mm átmérőjű Newton-reflektort előzetes megrendelés alapján a következők kapták: Békés megyei Szervezet (2 db), Fejér megyei és Baranya megyei Szervezet (1 – 1 db), Miskolci Bartók Béla Művelődési Ház (1 db). A hordozható távesők további példányai munkában vannak.

Hegyessy Péter berendezte a fotolaboratóriumot és számos fekete és színes diapozitívet készített a legújabb felvételek alapján.

Nagy Sándor átvette a változócsillag megfigyelésének irányítását, és a szakkör több tagjával nagy mennyiségű adatot dolgoztak fel. (Erről lásd a külön beszámolót.)

Elkészült a Planetárium számára tervbe vett városnéző panoráma-periszkóp 26 cm átmérőjű lencsékkel.

A műhely megjavította és átadta rendeltetésének az egri Főiskola panoráma-periszkópját.

A kaposvári Latinka Művelődési Ház csillagászati szakköre számára elkészült a napfényképező műszer.

30 cm átmérőjű tükroptikát kapott Székesfehérvár és Tapolca, elvégeztük az ózdi 40 cm-es tükör átcsiszolását, 26 cm-es tükör készült a kolozsvári amatőrtársunknak s ezenfelül szakköri anyagként számos 10 cm-es, 12,5 cm-es 15 és 20 cm-es optikát készítettünk el, amit az amatőrök házilag szereltek távesőbe.

### *Személyi ügyek*

Az Uránia jelenlegi státusa:

Igazgató: Dr. Kulin György

Igazgatóhelyettes: Ponori Thewrewk Aurél (részfoglalk.)

Gondnok: Nagy Ferenc

Takarító-házfelügyelő: Nagy Ferencné (részfoglalk.)

Vezető műszerész: Orgoványi János (félállásban)

Műszerészek: Hernádi Károly, Mike Jenő, Reindl János (részfogl.)

### *A budapesti Uránia csillagászati-űrutasítási szakköre*

A szakkör kéthetenkénti, túlnyomórészt elméleti foglalkozásainak kettős célja van. Egyrészt lehetőséget ad a szakkör tagjainak a csillagászati alapismeretek elsajátítására és elmélyítésére, másrészt pedig jártasságot szerezhetnek a jövőndő ismeretterjesztő munka legfontosabb módszereiben. A programot legnagyobb részben az önként jelentkező tagtársak maguk adják, kiválasztva és előadva egy őket érdeklő, szűkebb területre vonatkozó tudnivalókat. Így sorra kerül a csillagászat minden lényeges és aktuális kérdése, az előadók pedig komoly és máshol meg nem szerezhető gyakorlatra tehetnek szert az ismeretterjesztő előadásokra felkészülésben. Ehhez segíti őket a kiselőadásokat követő, minden szempontra kiterjedő bírálat és méltatás. Ezek a spontán hozzászólások sok esetben annyira aktivizálják a hallgatóságot, hogy az idő legnagyobb része sokszor a szóban forgó téma lehető teljes kimerítésére fordítódik. Kétségtelen, hogy az ilyen élénk foglalkozásokból a legtöbb hasznot maga az előadó húzza. Ezért nem meglepő, hogy az Országos Választmány által meghirdetett levelező tanfolyam beszámolóján („vizsgáin”) a szakkörben már jártasságot szerzett jelentkezők szerepelnek a legszébb eredménnyel.

Az 1967 őszi beszámolón 4, az 1968 tavaszin pedig 6 szakköri tag



vizsgázott a kezdő, ill. haladó fokozat kérdéseiből, valamennyien kiváló eredménnyel.

Tanúsított szorgalmuk, előmenetelük és rátermettségük alapján az Uránia vezetősége a szakköri tagok közül Kelemen Jánost, Kovács Lászlót és Zágoni Miklóst felvette az Uránia munkatársai közé. A tapasztaltabb Uránia-tagok mellett ők esténként segédbemutatókként is szerepelnek.

A gyakorlati foglalkozások, tehát az állandó tükörcsiszoló és távcső-építő tanfolyamok még nem lettek rendszeresíthetők a műhely felszerelési hiányosságai miatt. Így csak egyes szakköri tagoknak volt lehetőségük — megfelelő felügyelet és útmutatás mellett — a tükörcsiszolási munkákba való begyakorlásra és saját tükörnek az Uránia műhelyében való elkészítésére.

Időnként az évszak csillagképeinek megismerésére gyűlnek össze az Uránia tetőteraszán a szakköri tagok. Évenként legalább egyszer pedig a budapesti kis planetárium kupolájára vetített mesterséges égbolton látható mozgások megfigyelése útján gyakorolják a szférikus csillagászat fő tudnivalóit.

Fontos egy jövődő bemutató számára, hogy ismerje a csillagképeket, de még fontosabb, hogy mit lehet és mit érdemes bemutatni az adott távcsővel a laikus közönségnek. Ki kell tapasztalni, hogy milyen nagyítással érdemes nézni ezt vagy azt az objektumot. Ezek begyakorlására, amint erre idő és mód nyílik, az Uránia távcsöve mellett hallgatnak magyarázatokat és szerezhetnek személyes tapasztalatokat e téren a szakköri tagok.

A tervezett programok azonban sohasem merev, változhatatlan keretek. Előfordul, hogy valamilyen aktualitás megtárgyalása széttöri őket, és helyettük nem kevésbé hasznos és tanulságos ismereteket hallhatnak a tagok. Jó példa erre az 1967 utolsó hónapjaiban fellángolt „repülő csészealj” vita, melyek több foglalkozás fő- vagy melléktemáját adták, s melyeket külföldi magazinokban megjelent — elrettentő — képekkel is illusztráltunk.

A programok többé-kevésbé rendszeres kiegészítői az előző foglalkozás óta tudomásunkra jutott csillagászati és űrkutatási újdonságok ismertetése és megtárgyalása. Időnként egy-egy előre megbeszélte kérdésre adható válaszok töltik ki a foglalkozási időt, kiszorítva és a következő alkalmakra csúsztatva a tervezett témákat.

Az elméleti foglalkozások érdekesebb és jelentősebb előadásai, ill. előadói az 1967. IV.—1968. IV. időszakban a következők voltak:

*Licskó Ildikó:* A fény kettős természete I—II.

*Nagy Sándor:* Csillagászati fotometria I—V.

*Gál Péter:* A II—R diagram I—II.

*Szűle Dénes:* A naptevékenység I—II.

*Licskó—Gesztési:* Extragalaxisok I—II.



Egyre kedveltebbé váltak a levelező tanfolyam kérdéseiből összeállított rövid beszámolók, melyek különösen a vizsgákra készülők számára igen hasznosak. Ha egy idő után minden kérdés sorra kerül, a tagság máris vázlatos áttekintést kapott a csillagászat egész területéről.

A csillagászati fotometriát ismertető előadássorozat keretében került bemutatásra Nagy Sándor és Gál Péter saját tervezésű és saját távcsőre épített fotométere, ezek felépítésének és használatának ismertetése.

A szakkör tagjai közül néhány komolyabban érdeklődő fiatal bekapcsolódott a régebbi változómegfigyelés-kiértékelési programba, és rendszeres összejöveteleken, közös munkával több változóra vonatkozó több éves észlelés-sorozatot állítottak össze.

A budapesti Uránia szakköre, mint az ország többi szakköreinek támogatója és tanácsadója számos esetben látott vendégül foglalkozásain vidéki csillagászati szakkörökből jött vendégeket. Így részt vettek egyik-másik foglalkozásunkon a szentendrei Kossuth Lajos Katonai Akadémia szakkörének vezetői is, akik számára szintén mi dolgoztuk ki egy évre a foglalkozások fő témáit.

A Föld és Ég folyóiratunkban tovább folyt a vidéki szakkörök életét bemutató ismertetések közlése.

#### *Beszámoló az 1967. április 1. és 1968. március 31. között végzett észlelésekről*

Az észlelések legnagyobb részét a *változócsillagokkal* kapcsolatban végezték az Uránia munkaközösség tagjai. E téren négyirányú munka folyt:

1. A régi megfigyelési anyag feldolgozása.
2. Az aktuális változók észlelése.
3. Egyszerű fotométerek kidolgozása.
4. Az országos megfigyelőhálózat kiépítése.

1. Az Uránia állandó szakköréből alakult csoport (tagjai: Bernhardt Barna, Furmann Zsolt, Gál Péter, Kelemen János, Kiss József, Nagy Zoltán, Sente Péter és Zágonyi Miklós) Nagy Sándor vezetésével megszerezte az 1957 és 1963 közötti időszak sok ezer észlelési adatát. Több hónapi rendszeres munkával sikerült kezelhető állapotba hozni a hatalmas anyagot, és megkezdődhetett az érdekesebbnek ígérkező fénygörbék grafikonokba foglalása, és a finomabb változások tanulmányozása. Gál Péter elkészítette az R Scuti karakterisztikus fénygörbéjét. A hosszú periódusú szabályos, félig szabályos és szabálytalan típusú csillagokról nyert megfigyelési anyagot eljuttatjuk az AAVSO-nak.

2. Az aktuális változók észlelésében érdemlegesen ifj. Bartha Lajos (Jósvafő), Felső Géza (Zalaegerszeg), Gál Péter, Gellért András, He-

gyessy Péter, Kovács Géza (Pápa), Nagy Sándor, Ponori Th. Aurél, Somogyi Klára és Szabados László vettek részt.

A megfigyeléseket pusztá szemmel, kisebb ( $6 \times 30$ ,  $10 \times 50$  stb.) amatőr távcsövekkel, és az Uránia  $25 \times 100$ -as Somet Monar távcsövével végezték a munkatársak.

A beszámolási időszakban is elsősorban a hosszú periódusú változók megfigyelésével kapcsolatos munka folyt.

Az előző évekhez képest kb. háromszorosára növekedett a megfigyelések száma (kb. 1000). Ezen kívül jelentős megfigyelési anyag gyűlt össze a Nova Delphini 1967-ről. Az 1967. augusztus 22. és 1968. január 13. közötti első megfigyelési ciklusról a Föld és Ég 1968. 3. számában olvasható részletesebb beszámoló. Ebben az időszakban a munkaközösség tagjai 220 fényességbecslést végeztek. Ezek az adatok szintén elkerülnek az AAVSO-hoz, miután rendszerezésük szintén megtörtént.

Ifj. Bartha Lajos az R Lyrae és  $\alpha$  Orionis, Felső Géza a  $\beta$  Pegasi, Gál Péter az R Scuti, Kovács Géza a  $\beta$  Lyrae és  $\alpha$  Herculis, Nagy Sándor a  $\gamma$  Cassiopeiae adatait dolgozta fel. A jövőben a hosszú periódusú szabályos (Mira-típusú) változók észlelésére toródik a megfigyelési munkák súlypontja. Ezek  $O-C$  diagramja ugyanis értékes információt tartalmaz.

3. Gál Péter és Nagy Sándor egyszerű műszeres fotometrálni eljárások és eszközök kivitelezésével is foglalkozott. A cél az észlelési adatok függetlenségének biztosítása és azonos intenzitású összehasonlítható fényforrások használata. Ez utóbbi feltétel változtatható fényességű „mesterséges csillag”-nak a látómezőbe való bevetítésével oldható meg. Az emberi szem a fényforrások intenzitásának azonosságánál  $0^m 1$  pontosságot feltétlenül képes elérni. Ha az észlelő nem figyel és mással olvastatja le a mesterséges csillag fényességét szabályozó gomb vagy kar skálaértékét, akkor olyan méréssorozat nyerhető, melynek adatai egymástól függetlenek. Így alkalmazható rá a Gauss-féle hibaképlet, és az adott időponthoz tartozó fényességértékekre elérhető  $\pm 0^m 05$  hibahatárú pontosság is.

4. Az országos változóészlelő-hálózat kiépítése 1967 nyarán az egri csillagászati tanfolyam keretében kezdődött. Azóta állandó kapcsolatot tartunk fenn vidéki szakkörökkel és amatőr észlelőkkel. A változók felkutatására és az összehasonlítókra áttekintő és részletes térképeket és észlelési programot adunk számukra, megfigyeléseiket pedig összesítjük és eljuttatjuk az AAVSO-nak.

### *Meteorészlelések*

Az egri, 1967 nyári tanfolyam keretében az ország különböző részeiből összegyűlt fiatalok nyolctagú észlelőcsoportja (Felső Géza, Gergely Péter, Jung Ferenc, Kancsura Árpád, Kovács Géza, Lővey János, Nagy

Sándor és Taracsák Gábor) végezte a Perseida-raj megfigyelését. Ez évben a raj az átlagosnál kb. kétszer intenzívebb volt (lásd Föld és Ég 1967. 6. sz.).

Megszerveztük a Leonida-raj megfigyelését is az 1967. novemberében, ugyanezekkel a megfigyelőkkel. Az akkori zavaró holdfény, részben pedig a ködös idő miatt az észlelés nem sikerült. A szervezett megfigyeléseket a továbbiakban is folytatni, sőt kiszélesíteni kívánjuk.

## EGER

A Csillagászati Múzeumnak is nevezett kiállítás 1966. április 15-i megnyitása teljes lendületet adott az Uránia működésének. Megerősödött az érdeklődés. 1967. augusztus 1-ével önálló vezetőt is helyezett az Uránia élére a főiskola, de helyiségünk még nincs. Két bemutató távcsövünk zsúfolt raktárba van beszorítva. Egy-egy bemutató rendezvény alkalmával alig férünk hozzájuk.

Az Uránia a rendeltetését városi és megyei viszonylatban annyiban tölti be, hogy a nyári szezonban és a csillagászati hetek alatt kisebb távcsővel alkalomszerű bemutatókat tart, de egész évben az előadások szervezésében a megyei Titkárságot segíti.

*Dr. Zétényi Endre*  
az Uránia vezetője

## FÜZFŐGYÁRTELEPI CSILLAGVIZSGÁLÓ

1967. június 21-én a Csillagvizsgáló ünnepélyes felavatása mind a látogatottság, mind a belső munkák végzésében további eredményeket hozott.

Ma már ott tartunk, hogy nemcsak a fűzfői Általános Iskoláknak, hanem a veszprémi, litéri, csopaki iskolák számára is kérnek bemutatót, ill. tananyag kiegészítéshez látogatást a Csillagvizsgálóba.

	1965	1966	1967
Távcsöves bemutatás a Csillagvizsgálóban	18	45	143
Látogatók száma	194	1001	2400

Az ismeretterjesztés szép feladatán kívül a Csillagvizsgálóban folyó munkáról is meg kell emlékeznünk.

A megrendezett tanfolyamokon, annak ellenére, hogy a látogatottság jó volt, mégis csak 2 főt tudtunk a levelező tanfolyami vizsgára bocsátani. Mindkét személy eredményes vizsgát tett, így előadói gárdánk szaporodott.

Az idei tanévben megindítottunk egy Ifjúsági Szakkört, amelynek



hallgatói, a VII—VIII. oszt. tanulók igen lelkesen vesznek részt a foglalkozásokon.

Kis távcsövek építésére is berendezkedünk, amivel a tanulók érdeklődését még inkább felkeltjük. A Csillagvizsgálóban a bemutatókat csak a kisebb méretű távcsövekkel tartjuk, egyes különleges esetektől eltekintve, mivel a nagy műszer kezelése a bemutatók tartásához kissé nehézkes. Ez a műszer már megfelel egy tudományos program végzéséhez.



13. ábra. A Fűzfőgyártelepi Csillagvizsgáló avatási ünnepélyén Lendvai László a Csillagvizsgáló vezetője (balról a második), bemutatja a műszert a vendégeknek

További terveink a minél szélesebb körű ismeretterjesztés, a megye más területén is, ill. a Csillagvizsgáló fejlesztéséhez szükséges berendezések, szerszámok beszerzése.

*Lendvai László*  
a Csillagvizsgáló vezetője

## GYŐR

A Magyar Vagon- és Gépgyár Csillagvizsgálója és Csillagászati Szakköre költségeit a Művelődési Ház fedezi. Szakkörünk az elmúlt évben saját előadóival az alábbi rendezvényeket tartotta meg:



29 szakköri előadást, amelyeken a hallgatók átlagléttszáma 30 fő volt. 13 munkaértekezletet, itt az átlagléttszám 14 fő. 3 tudományos felolvasást, amelyen 68 fő vett részt.

7 nyilvános távcsöves bemutatót rendeztünk, amelyet 300 fő látogatott. A helyi kulturális szervek két ízben kértek Szakkörünktől előadót, ezeket az előadásokat vetítettképes, kisfilmes bemutatás követte, amelyeken 110 fő vett részt.

Peremvárosi előadást 7 esetben tartottunk, szép eredménnyel.

A Csillagászati Hét keretén belül két előadást tartottunk 100 főnyi hallgatósággal. Ez alkalommal nyilvános távcsöves bemutatót is szerveztünk a nagyközönség részére, sajnos az idő kedvezőtlen volt és helyetle filmvetítés volt.

Szakkörünk két tagja, a Csehszlovákiában működő hlohoveci népi csillagvizsgáló vezetőjének, dr. Csere Elemérnek meghívására részt vett a Prágában megtartott Népi csillagvizsgálók vezetőinek ismeretterjesztő ankétján, ahonnan gyümölcsöző, csillagászati ismeretterjesztő anyaggal tértek vissza, ami most van szakkörünkben feldolgozás alatt.

A győri TIT szakkörünk két tagját, szakkörünk pedig további négy tagját küldte az egri 10 napos bentlakásos csillagászati tanfolyamra, ami szintén tovább növeli a szakkörünk előadónak fejlődését.

A Csillagászati Hét keretén belül jól sikerült kiállítást rendeztünk a Művelődési Ház előadótermében. Ezen a kiállításon Szakkörünk több tagja által készített távcsövet mutattunk be a látogatóknak.

*Szitter Béla*

a csillagászati szakkör vezetője

## MISKOLC

A Miskolci Uránia Csillagvizsgálóban minden hétfőn este az évszaknak megfelelő kezdettel az előadóteremben a nagyközönség, az üzemi, a vállalati csoportok, üzemi szocialista brigádok stb. részére előadást, és utána a kupolateremben távcsöves bemutatót tartunk. Minden szerdán távcsőépítési szaktanácsadást tart Varga Pál munkatársunk. Minden csütörtökön délután és este szakköri foglalkozást tartott Horváth András csillagász és minden pénteken este általános és középiskolás csoportok részére az iskolai tantervi anyagot kiegészítően oktató előadást és utána távcsöves bemutatót tart dr. Szabó Gyula tanár-csillagász.

A Miskolci Uránia Csillagvizsgáló havi programját rendszeresen közzéteszük a Miskolci Műsorkalauzban. Ugyanitt állandóan és ugyancsak rendszeresen tájékoztatást is adunk a bemutatásra kerülő objektumokról.

A Csillagvizsgálóban működő szakkör tagjai Miskolc város különböző középiskolaiból, általános iskoláiból és egy-egy üzemi dolgozóból

tevődnek össze. A szakkör létszáma 15 – 20 fő. Havonta két elméleti és két gyakorlati foglalkozást tartunk. Az elméleti foglalkozásokon az Országos Csillagászati Választmány levelező tanfolyam anyagát dolgozzuk fel. A gyakorlati foglalkozásokon a távcsövek kezelését és a segédberendezések használatát sajátítják el a tagok és kisegítőként részt vesznek a mesterséges hold észlelési munkáiban (filmek kiértékelése, grafikonok készítése stb.) A szputnyik-kiadvány anyagának feldolgozásához is jelentős segítséget nyújtottak. Szakkörünk minden tagja egyben a Baráti Kör tagja is.

Az elmúlt négy év statisztikai adata:

1964-ben	162 előadás	2845 hallgató
1965-ben	142 előadás	2851 hallgató
1966-ban	138 előadás	2160 hallgató
1967-ben	170 előadás	2690 hallgató
1964 – 67-ben	612 előadás	10546 hallgató

A Miskolci Uránia Csillagvizsgáló építési szempontból való fejlesztése 1967-ben sikerült, és peddig a kupolaterem 8 m-es magas helyiségét a födémszerkezettel — a diósgyőrvasgyári LKM és DIGÉP gyárak támogatásával — ketté osztottuk és a kupolahelyiség alatt egy fűthető előadótermet képeztünk ki. A kupolát és tartó vasszerkezeteit, valamint a Csillagvizsgáló összes helyiségeit átfestettük.

Befejeztük a fotolaboratórium felszerelését (nagyítógép, reprodukciós állvány). Vetítőgép, filmfelvevő és magnetofon készülék, lemezjátszó alkalmazása fokozza előadásaink sikerét.

*Személyi ügyek:*

az Uránia vezetője: dr. Szabó Gyula  
 másodállásban,  
 Műszaki vezető: Varga Pál tiszteletdíjas  
 Szakkörvezető: Fábíán Endre t. díjas  
 1964 – 65-ben  
 Horváth András t. díjas  
 1966 – 67-ben

Az Uránia társadalmi munkaközösségének tagjai: Buday Ferenc, Suba István, Horváth István, Szigeti László, Lővei János, Primecz Tibor, Koszteczi András, Gáspár András.

*Dr. Szabó Gyula*  
 a Miskolci Uránia Csillagvizsgáló  
 vezetője

## NYÍREGYHÁZA

1965. április 22-én ünnepélyes keretek között történt 15 cm-es tükrös távcsövünk üzembe helyezése. A távcső a nyíregyházi Zrínyi Gimnázium udvarán kapott elhelyezést. Házikója vasvázás, vaslemezről készült, ízléses műanyaggal fedett. A távcsőről a házikó sínen gurítva letolható, környezete beton alappal van ellátva. Az egész területet faléc kerítés emeli ki, mely oszlopain cserép-virág díszítés helyezhető el.

A távcső felavatásával növekedett a szélesebb körű érdeklődés. Az iskolák és a nagyközönség részére meghatározott napokon bemutatót és ismertetést tartunk. Közép és általános iskolai osztályok csillagászati tanulmányuk összefoglalását távcsöves bemutatóval együtt tartják. Egyes megyei tanfolyamok hallgatóinak művelődésház vezetőik részére a tanfolyam vezetősége programként állítja be a távcsöves bemutatásokon és csillagászati előadáson való részvételt.

A távcsöves bemutatók során felmerült kérdések sokrétűek és széles skálájúak. A tanyasi emberek meglepődnek, amikor első alkalommal tekintenek a távcsövön keresztül a Holdra és babonás hiedelmeik a valósággal találkoznak.

*M. Takács Ferenc*  
az Uránia vezetője

## PÉCS

Az Uránia Csillagvizsgáló vezetősége a TIT Csillagászati Szakosztályának vezetőségéből tevődik össze, így az ismeretterjesztő munkában sem lehet elválasztani a két szerv tevékenységét.

Az Urániában, mely csak ideiglenes elhelyezésű, csak nagy rendezvényeink és előre bejelentett csoportok látogatásának alkalmával tartunk előadásokat.

A Művelődési Ház létesítésének 10. évfordulója alkalmával és a Csillagászati Hét rendezvényeinek alkalmával csillagászati kiállítást is rendeztünk.

Városunkban a csillagászati ismeretterjesztési munka további fejlődésének akadálya a Csillagvizsgáló építésének elhúzódnása. A Pécs Városi Tanács vezetőségétől csak ígéretet kaptunk egyelőre az építés megvalósítására.

Szakkörünk tagjainak barkácsolásához a Művelődési Ház sem tud anyagi segítséget nyújtani.

*Dr. Tóth László*  
szakosztályi titkár



## SZEGED

Bár az Uránia nevet már korábban is viselte helyiségünk, 1964. május 16-a óta beszélhetünk ténylegesen szegedi Uránia Csillagvizsgálóról. Ettől kezdve biztosított a TIT egy fél állást a csillagvizsgáló vezetésére és azóta műszerekkel elég jól ellátott Urániává fejlődött. Szám szerint 4—5 szakkör foglalkoztatását tette lehetővé évente, heti 2—2 órában. Ezek közül kettőt az Uránia vezetője szerződésileg vezetett, egyet középiskolai óraszámában, a többit pedig társadalmi munkában. Ezek a szakkörök képezték fő tevékenységi területét a szegedi Urániának.

A bemutatók száma és látogatottsága nagyon ingadozó volt és csak kellő propaganda mellett folyt kielégítően. Az utóbbi két évben 188 előadást tartottunk 7426 hallgató számára.

1964. szeptember 24-én alakult meg Szegeden a Csillagászat Baráti Körének helyi Csoportja. Ma már közel 200 tagunk van és ezek a tagok képezik elsősorban előadásaink hallgatóságát.

Az 1966. V. 20-i napfogyatkozást több felvételen megörökítettük. Az idegennyelvű csillagászati cikkekből és könyvekből rendszeresen fordítunk és kézirat gyanánt cseréljük más Urániákkal. Ez a munka jobban csak az 1967-es évben lendült fel, és ezen a téren a szolnokiakkal jött létre hasznos és jó kapcsolatunk. Sok kísérletet tettünk a csillagászati fotózás terén, és ma már elég sok szép felvétellel rendelkezünk. Diaképeink is hasznosan gyarapodtak. Az állandó friss anyagot a „Sky and Telescope”, a „Die Sterne” és legújabbban pedig az „Asztromiesszkiij Zsurnal” folyóiratok szolgáltatják a „Föld és Ég” mellett.

Évente egy-két cikket írtunk a helyi sajtó számára, aktuálisabb eseményekről.

*Márky-Zay Lajos*  
az Uránia vezetője

## SZÉKESFEHÉRVÁR

Uránia bemutató csillagvizsgálónk 1961 decemberében kezdte meg működését az Országos Központtól kapott 15 cm-es tükrös távcső üzembe helyezésével. A József Attila Gimnázium épületének lapos tetőzetén helyeztük el s itt működött 1966 májusáig, majd a Vidám Park igazgatójával történt megállapodás alapján áttelepítettük a Vidám Parkba. Közben — 1964 nyarán — felkerestük a székesfehérvári üzemek pártszerveit és szakszervezeti bizottságait és a tárgyalások eredményeként szocialista szerződést kötöttünk egy 30 cm-es teleszkóp társadalmi munkával történő elkészítésére.

A Miskolci Urániától kölcsönkapott dokumentációt Major Jenő és



Kendrovics Miklós mérnök készítette elő, majd a megindulástól a távcső elkészültéig a munka oroszlánrészét vállalták és segítettek azoknak a nehézségeknek a megoldásában, amelyek a gyártás során felmerültek. A legtöbb problémát az a körülmény okozta, hogy a munka több üzemben folyt, a koordinálás nem kis feladatot jelentett annak ellenére, hogy az üzemek mindent megtettek a zavartalan munka érdekében.

A TIT Fejér megyei szervezete köszönete és elismerése jeléül álljon itt azoknak az üzemeknek és felelősöknek a neve, akik a 30 cm-es távcső megszületését segítették: Fémöntöde; KÖFÉM: Török István üzemvezető mérnök; a MÁV Járműjavító Vállalat: Takács László oszt. vez. főmérnök; a SZIM: Lazarevics József mérnök; a VTGY: Kerkai Andor üzemvezető főmérnök.

Utolsóként, de kiemelve szeretném megemlíteni az IKARUS gyár nevét, valamint az itt dolgozó, de már említett Major Jenő és Kendrovics Miklós, illetve Karkos László nevét, akik a távcső összeszerelésének nehéz, sok problémát jelentő munkáját magukra vállalták.

Nem lenne teljes a beszámoló akkor, ha nem említeném meg Békési Baltazár és Sárvári Elemér nevét, akik sokszor voltak segítségére e sorok írójának, a távcsőépítés szellemi irányítójának.

Évek során többször eltolódott ugyan a távcső elkészültének határ-ideje, a társadalmi összefogás értékén azonban ez mitsem változtat. A TIT Megyei Szervezete olyan tudományos eszköz birtokába jutott, amelynek értéke forintban alig fejezhető ki, de nagymértékben gazdagítja egyéb vonatkozásban is szépen fejlődő városunkat.

A távcső ünnepélyes átadása 1967. szeptember 14-én történt meg. A Vidám Park „Ifjúsági Klub”-jában találkoztak ünneplők és ünnepek, hogy részesei legyenek annak a pillanatnak, amikor Róka Gedeon, az Országos Választmány titkára, jelképesen átadta a „kupola” kulcsait Hajmási Józsefnek, az újjászületett Uránia csillagvizsgáló vezetőjének. Egyidőben tanúi voltak annak a pillanatnak is, amikor dr. Kulin György elsőként tekintett az ég felé irányított távcsőbe, amelynek tükrét a fehérváriak munkájának elismeréseként — sajátkezűen csiszolta.

A székesfehérvári Uránia csillagvizsgálónak ezzel új korszaka kezdődött. Régóta készült a szakosztály erre a napra. A csillagászati szakör tagjaiból a legkiválóbbak letették a csillagászati alapfokú- és néhányan a haladófokú vizsgát, hogy Uránia csillagvizsgálónk első „ifjú munkatársai” legyenek.

A távcső ünnepélyes átadását megelőző napokban több ezer példányban „Tájékoztató”-t nyomattunk és eljuttattuk iskolákba, üzemekbe, intézményekbe, hogy Uránia csillagvizsgálónk tevékenységére felhívjuk a figyelmet. Az őszi beköszöntésével kevés idő állt rendelkezésünkre a szélesebb körű tevékenységre, de a következő év tavaszától

töretlen lendülettel folytatjuk a munkát. A távcső Vidám parki elhelyezése ideiglenes jellegű. Végleges helye az 1969-ben épülő „Ifjúság Háza”-ban, illetve annak lapos tetején lesz.

*Hajmási József*

a Fejér megyei csill. szakosztály elnöke,  
az Uránia Csillagvizsgáló vezetője

## A SZOLNOKI CUKORGYÁR URÁNIA CSILLAGVIZSGÁLÓJA

Az Uránia Csillagvizsgáló programját mind az ismeretterjesztő munka, mind a szakköri megfigyelési programok vonatkozásában igyekeztünk továbbfejleszteni. A megye területén levő iskolákból szerveztünk csoportos látogatásokat és ezen túlmenően a nagyközönség részére is rendelkezésre állt a csillagda, akár egyéni látogatók számára is.

A csillagda ismeretterjesztő tevékenységét a bemutatások vonatkozásában hátrányosan befolyásolja, hogy a város központjától eléggé távol van, jelenleg jobb megoldási lehetőség azonban nem kínálkozik.

Közvetlenül a csillagda szomszédságában felépült cukorgyári háromemeletes lakóépület a csillagda működését rendkívül hátrányosan befolyásolja. Kelet-déleleti irányban a megfigyeléseket teljesen lehetlenné teszi. Az épület, valamint a környező magas fák miatt csak a zenit közelében levő égitesteket lehet egyáltalán megfigyelni. Tervet dolgoztunk ki e kérdés megoldására és a Szolnoki Cukorgyár vezetősége ígéretet tett arra, hogy segíteni fog bennünket egy csillagda megépítésében 1968. évben. Ennek tervei elkészültek, ha ez megvalósul, úgy biztosítva lesz a csillagda műszereinek jó kihasználhatósága.

Az említett lakóház megépítése lehetlenné tette, hogy a rendszeres szakköri programunkat (csillag fedések megfigyelése, Jupiter—Hold fogyatkozás megfigyelése) tovább folytathassuk.

A Vegyiművek csillagdájában sokkal jobb megfigyelési lehetőségek mellett a 125 mm-es távcsővel és a 60 mm-es Nap-megfigyelő lencsés távcsővel a Nap megfigyelési programot 1967. májustól kezdve egészen október hó végéig rendszeresen folytattuk. A kihelyezett 10 cm-es távcsövekkel rendszeresen tartottunk távcsöves bemutatásokat Jászsó-szentgyörgyön, Kunszentmártonban és Törökszentmiklóson.

*Dr. Dankó Sándor—Tokody Lajos*

## A CSILLAGÁSZAT LEGÚJABB EREDMÉNYEI

Az utóbbi évek csillagászatának legérdekesebb fejezeteihez tartozik egészen újfajta égitestek felfedezése. Múlt évi beszámolóinkban részletesen referáltunk két ilyen égitestcsoportról, a röntgenforrásokról és a quasarokról. A legújabb rendkívüli égi objektumok a pulzáló rádióforrások, az infravörös égitestek és igen sok érdekes eredmény született a néhány éve felfedezett alacsony hőmérsékletű izotrop rádiósugárzásról és az OH molekula, az ún. hydroxil-gyök rádiósugárzásairól.

A quasarokról való ismereteink (ld. 1968. évi Évkönyvben írt beszámolót) most már lassabban gyűlnek és még most sem sikerült eldönteni, hogy a quasarak igen távoli, vagy aránylag közeli objektumok. A nagy vörös eltolódások kozmológiai értelmezésében némi kételyek támadtak amiatt, hogy az abszorpciós vonalakból adódó  $Z$  értékek 1,95 körül sűrűsödnek és különböznek az emissziós vonalakból mért  $Z$  értékektől. A 3C273 B-komponensének szögátmérőjét az eddigi  $0''02$ -ről újabb megfigyelésekkel lecsökkentették  $0''005$ -re. A mérésekre 18 cm hullámhosszon a Hat Creek (California) obszervatórium 30 m és a Green Bank (W. Virginia) obszervatórium 47 m átmérőjű rádióteleszkópjait használták fel interferometernek, kb. 20 millió hullámhosszú alappal (ApJ 149. L 151. 1947).

A kozmikus röntgenforrásokról egész sor új érdekes megfigyelési eredmény látott napvilágot. Sikerült még egy röntgenforrást csillaggal identifikálni, a Cyg XR-2-t. Itt is, akárcsak a Sco X-1 esetében (ld. múlt évi beszámolót) nóvaszerű csillag az optikai kép. Felfedezték, hogy a 3C273 quasar is erős röntgenforrás. 1967 áprilisában rakétában elhelyezett röntgendetektorokkal a Centaurus csillagképben az eddigieknél erősebb röntgensillagot fedeztek fel. Ez a forrás 1965-ben, mikor a Centaurus csillagképet hasonló érzékenyséű detektorokkal először vizsgálták át, még nem volt meg! A felfedezés után a forrás intenzitása erősen csökkent, 1967 májusában az intenzitása negyedére, szeptemberben már tizedére esett vissza. Ez a röntgenforrás tehát teljesen úgy viselkedett, mint a nóvák az optikai tartományban.



A californiai egyetemen *C. S. Bowyer*, *G. B. Field* és *J. E. Mack* egy rakétafelszállás alkalmával 44 és 70 Å-hullámhosszokon nyert regisztrogrammok alapján megállapították, hogy a röntgentartományban is jön égi háttérsugárzás, és pedig a legerősebb a Galaktika pólusának környékéről, a leggyengébb a galaktikai egyenlítő vidékéről. Mint hogy az extragalaxisok eloszlása ugyanezt az egyenlítői ürességet mutatja, a megfigyelések úgy értelmezhetők, hogy a puha röntgensugarak a Tejútrendszeren kívülről jönnek és a Tejútrendszer intersztelláris hidrogénje abszorbeálja a sugárzást a Tejút síkja mentén. Az abszorpcióra azonban sokkal kisebb érték adódik, mint amennyit a 21 cm-es rádiósugárzásból az intersztelláris hidrogén sűrűségére kapott értékből várhatunk. Az extragalaktikus röntgensugárzáson kívül megfigyeltek a Tejútrendszer magja körül is kiterjedt sugárzást. Ez a „galaktikus korona”, amely valószínűleg a magot körülvevő nagyhőmérsékletű gázból áll, 16 000 fényév átmérőjű és kb. 100 millió naptömegű.

A Crab-ködről puha röntgensugarakat már régebben megfigyeltek. 1965–67-ben megfigyeltek kemény röntgensugarakat. *R. C. Haymes* és társai, a Houson-i Rice-egyetem (Texas) kutatói egy 1967. június 4-én végrehajtott ballonkísérlet alkalmával 0,2 Å hullámhosszú gamma-sugárzást is detektáltak. Hozzávéve a rádió, infravörös és optikai spektrumot, a Crab-köd sugárzását  $10^8$ – $10^{20}$  Hz frekvencia-tartományban ismerjük. Az egész sugárzási tudományban a Crab-köd sugárzása szinkrotron-sugárzásnak tekinthető. (ApJ L 9, 1968).

*Izotróp kozmikus rádiósugárzás.* *Dicke* már régebben felhívta a figyelmet, hogy a jelenlegi Világegyetem robbanásszerű kialakulásakor létrejött sugárzás maradványaként néhány „ $K^{02}$ ”-os izotróp sugárzásnak kell lenni. Minthogy az erősen kondenzált univerzumban annak idején az eredeti sugárzás termodinamikai egyensúlyban sugárzódott ki, a sugárzásnak a fekete test energiaeloszlását kell mutatnia. A sugárzást az 1–21 cm-es tartományban kell vizsgálni, mert 1 cm alatti sugárzást a légkör nem enged át, 21 cm-től felfelé pedig a Galaxis rádiósugárzása erős. 1965-ben *A. A. Penzias* és *R. W. Wilson*, a Bell Telephone Laboratory munkatársai tényleg felfedezték, hogy a cm-es rádiósávban a háttérsugárzás csökkenő hullámhosszal erősen nő. Ez a sugárzás tulajdonképpen elég erős ahhoz, hogy közönséges rádióteleszkópokkal megfigyelhető legyen, sőt a televíziós ernyőn mutatkozó elektronikus zaj egy része is ettől a kozmikus sugárzástól származik.

A sugárzás intenzitását Holmdelben (New Jersey) 7,35 cm-en, Princetonban 3,2 cm-en, Cambridge-ben (Anglia) pedig 20,7 cm-en mérték. A három intenzitás érték  $3^{\circ}$  K fekete-sugárzási görbén fekszik. A görbe osúcsa 2,6 mm körül van, de ez a sugárzás direkt már nem figyelhető meg. De itt segített egy igen szellemes módszer, amelyet molekuláris hőmérőnek nevezhetünk. Az intersztelláris CN molekulákat



éppen 2,6 mm hullámhosszú sugárzás emeli fel az alap-állapotból az első gerjesztett állapotba. A kozmikus 2,6 mm-es sugárzás intenzitásától függ tehát, mennyi hányaduk kerül ebbe a gerjesztett állapotba. *McKeller* kanadai csillagász már 1941-ben mérte a Zeta Ophiuchi színeképében az intersztelláris CN molekula említett két állapotából származó abszorpciós vonal erősségét és megállapította, hogy a CN molekulák gerjesztési foka akkora, mintha  $2,3^{\circ}$  K hőmérsékleti sugárzás érné a molekulákat. *McKeller* akkor a gerjesztést ütközési gerjesztésnek gondolta. Mikor most az „összugarzás” maradványát felfedezték, *G. B. Field* és *N. J. Woolf* felhívták a figyelmet, hogy az intersztelláris CN molekula alkalmas az összugarzás intenzitásának mérésére a 2,6 mm hullámhosszban. *Herbig* Zeta Ophiuchi és Zeta Persei színeképéből így a sugárzásra  $3^{\circ}$  K-os hőmérsékletet kapott. Az ég két egészen távoli gázfelhőjéből ugyanaz a gerjesztési hőmérséklet adódott. *Clauser* végül is 8 különböző csillag színeképében vizsgálta meg a CN molekulákat, mindegyikre ugyanaz a  $3,75^{\circ}$  K hőmérséklet adódott. A gerjesztést nem lehet ütközésekkel magyarázni, mert hiszen a legkülönbözőbb helyeken a kinetikus hőmérséklet nem lehet ilyen egyforma.

Az izotróp termikus sugárzás végleg megdöntötte az ún. steady-state kozmológiát, amely szerint a Világegyetem minden helye minden időben ugyanolyan. Fekete sugárzás ilyen körülmények között nem állhatott volna elő.

### *Pulzások.*

1967 júliusában az angliai cambridge-i rádiócsillagászati obszervatóriumban egy új nagy rádóteleszkópot vettek használatba a 81,5 megahertz frekvencián. A berendezés 2048 dipólusból áll, amelyek keletnyugati irányban 470 m, észak-déli irányban 45 m kiterjedésben vannak elosztva. A berendezés óriási méretei lehetővé teszik, hogy az eddig ismerteknél sokkal gyengébb rádiósugárzásokat is felfedezzék vele. De nagyságánál fogva csak a déli irányban lehet vele megfigyelni és így a világűrbeli jövő rádiósugárzásokat csak a meridiánon való átvonulásuk alkalmával lehet vele vizsgálni, naponta egyszer, négy percen át.

Alighogy használatba vették a műszert, észrevették, hogy rendkívül rövid jelek mutatkoznak mindig az égnek ugyanazon helyéről. Így a jelek nem lehetnek földi eredetűek. 1967 novemberében pontosabban kezdték vizsgálni az égnek ezen részét. Kiderült, hogy mikor a jelek mutatkoztak, rendkívül rövid impulzus-sorozatból álltak, amelyek igen nagy pontossággal 1,337 mp periódussal ismétlődtek. További megfigyelésekből kiderült, hogy a periódus milliomod mp-re állandó. Először arra gondoltak, hogy a jelek a bolygók vizsgálatára használt radarberendezésekből, vagy rakéták rádiójeleiből származnak, vagy földi

jeleknek a Holdról való visszaverődésétől. De a forrás nem mutatott parallaxist, így a Naprendszeren kívül kell hogy legyen.

Kerestek más hasonló ilyen rádióforrást és csakhamar találtak még három másikat igen hasonló tulajdonságokkal. Így igen sok ilyen forrásnak kell lennie.

A pulzusok igen gyengék és ezért nem fedezték fel őket az eddigi kisebb rádiócsövekkel. Amellett a pulzusok erőssége erősen változik. Igen tipikus a jelek megjelenésére, hogy a meridián körül rendelkezésre álló négy perc alatt csak kb. 1 perccig jelentkeznek, igen ingadozó erősséggel, de a periódus rendkívül pontos. Az ingadozás egy része persze származhat a jeleknek a bolygóközi térségben levő elektronokon való szabálytalan szóródásától. Elégé állandó még a pulzus tartama is, mely mindössze 0,035 mp! A periódust már milliomod másodperc pontossággal tudták meghatározni:  $1^{\circ}33'72795 \pm .0000020$ .

A forrást a Jodrell-Bank-i nagy parabolikus reflektorral különböző frekvenciákon észlelték. Minthogy ez a távcső sokkal kisebb a cambridgei-nél, a jeleket hosszabb ideig gyűjteni kellett. Ez könnyen lehetséges ezzel a teleszkóppal, mert ez az ég bármelyik részére beállítható és így a forrás naponta sok órán át figyelhető meg vele. A jelek a 151, 240 és 408 megahertz frekvenciákon is jelentkeztek. De ugyanaz a pulzus, a csillagok közti térben levő elektronoktól származó szóródás következtében, a kisebb frekvenciákon később jön be. Minthogy az elektronsűrűség más megfigyelésekből hozzávetőlegesen ismeretes, a késés mértékéből meg lehet becsülni a forrás távolságát. Az eredmény: 200 fényév, tehát csillagászatilag aránylag kis távolságról van szó.

Ha egy égitest minden irányban sugározza ezeket a jeleket, a jelek időtartamából határt lehet szabni az égitest méreteinek. Az elektromágneses hullámok véges sebességű terjedése miatt ugyanis az égitest különböző részeiről emittált sugárzás különböző időben érkezik hozzánk. A jelek rendkívüli rövidsége arra mutat, hogy a jeleket kibocsátó égitest átmérője legfeljebb néhány ezer kilométer lehet.

A forrás égen való helyének pontos meghatározására a cambridge-i 1 mérföldes teleszkópot használták és ezzel sikerült a helynek  $10''$ -es pontosságát elérni. A palomarhegyi felvételeken ezen a pontosságon belül van egy igen kék 18. rendű, tehát igen gyenge csillag. Nincs kizárva, hogy ezzel sikerült a forrás optikai azonosítása, de ehhez még pontosabban meg kell vizsgálni a csillagot. Biztos volna az azonosítás, ha ennek a csillagnak a fénye is mutatná a rendkívül rövidperiódusú változást. Ez esetben persze eleve lehetetlen lenne, hogy a jelek értelmes élőlényektől származzanak. Ha a csillag nem mutat fényváltozást, jöhetnek a jelek valamelyik bolygójától és ez esetben csak értelmes lényektől származhatnak. Bár ekkor a jelek periódusában mutatkozni kellene a bolygó keringési periódusával megegyező periódusos periódusváltozás-

nak, a hullámok véges terjedése következtében. Persze ellen lehetne vetni, hogy az értelmes lények a jeleket már a keringési ütemre korrigálva sugározzák szét.

Nagyon csökkent azonban annak valószínűsége, hogy értelmes lények jeleivel van dolgunk, miután meghatározták a másik három pulzáló rádióforrás periódusát is. Az eredmények: 1,27388, 1,1878 és 0,253082 mp. Tehát nem lehet civilizációk összebeszélt jeleiről sem szó.

A csillagászok neutroncsillagokra gondolnak. Ezek óriási sűrűségű, osillagtömeg-nagyságrendű, de igen kicsi feltételezett égitestek. A csillagfejlődés mai elmélete szerint a csillagok nagy számának ilyen neutroncsillagba kell összeomlani. Feltehető, hogy az összeomlás után a csillag nem kerül mindjárt egyensúlyba, hanem pulzál. Tényleg, a neutroncsillagok pulzációjának ilyen rövidnek kell lenni, mint amilyent a pulzáróknál megfigyeltek. De nehéz elképzelni, hogy ez a komplikált pulzáció ilyen rendkívül állandó periódussal történjék és hogy a rövid perióduson belül is ilyen éles jelekben mutatkozzék. Ilyen nagy szabályosság esetén inkább lehet tengelyforgásra, vagy kettőscsillag keringési periódusára gondolni. Igen tetszetős az a gondolat, hogy két neutroncsillag kering egymás körül (ha elég közel vannak egymáshoz, a keringési periódus lehet 1—2 mp) és amikor az egyik közénk és a másik neutroncsillag közé kerül, a nagy gravitációs tere miatt igen rövid ideig lencseként összegyűjtve dobja felénk a társából kijövő sugárzásokat. Ezeket az összegyűjtött sugárzásnyalábokat észleljük minden keringés alkalmával kétszer mint rövid pulzusokat. Azonban kiderült, hogy a jelek majdnem teljesen lineárisan polarizáltak és ez a megfigyelés nehezen magyarázható meg ezzel az elképzeléssel.

*Infravörös csillagászat.* Vannak-e olyan égitestek, amelyek erősen sugároznak az infravörösben, de láthatatlanok a legnagyobb teleszkópokban is? Ez a kérdés már régen foglalkoztatta a csillagászokat. Ha igen, ezekről azt gondolhatjuk, hogy kialakulóban levő csillagok, mint-hogy az intersztelláris ködök, amelyekből a csillagok kondenzálódnak, alacsony hőmérsékletűek.

Először *C. Hetzler* keresett infravörös csillagokat a Yerkes-obszervatóriumban 30 évvel ezelőtt, fényképezéssel (ApJ 86. 509. 1937). Összehasonlított olyan felvételpárokat, melyek közül az egyik sárga, a másik közeli infravörös fényre érzékeny lemezre készült. Több olyan csillagot talált, amelyek 9 fényrenddel voltak infravörösben fényesebbek, mint a látható fényben. Hetzler legvörösebb csillagai mind fényváltakozók.

Újabban *Haro* és *Chavira* a Tonantzintla-i obszervatórium Schmidt-teleszkópjával az egész északi eget átvizsgálta a 6800 és 8500 Å tartományokban. Csak azokat nevezték infravörös csillagnak, amelyek legalább 4 fényrenddel fényesebbek 8500 Å-nál, mint 6800 Å-nál. Ezen kritérium mellett több ezer infravörös csillagot találtak. Az így felfedezett csilla-



gok objektívprizmás felvételeken M—N—S típusúaknak adódtak. Többségük Mira-típusú változó.

Infravörös fényképezési technikák legfejlebb 10 000 Å hullámhosszig érzékenyek. A távolabbi infravörösben elektromos detektorokat kell alkalmazni. A 10 000—40 000 Å hullámsávban a legérzékenyebb detektor az ólomszulfid (PbS)-cella. Az erre eső infravörös sugárzás a cella ellenállásában a ráeső sugárzás intenzitásával arányos változást okoz. A 70 000—300 000 Å sávot hosszú időn át érzéketlen hődetektorokkal, termoelemekkel és bolométerekkel vizsgálták, de a nagy zaj miatt csak a Napra lehetett őket alkalmazni. A zajt erős hűtéssel lehet csökkenteni. F. Low nemrég igen sok csillagászati megfigyelést végzett 4 mikron —1 mm sávban egy germánium-holométerrel, melyet legtöbbször 1° K-ra hűtött le. A légköri elnyelés a Földről a 7000—80 000 és 100 000—1 000 000 Å sáv megfigyelését teszi lehetővé. A Low-féle holométernek maximális érzékenysége 16 000 Å-nál van. (ApJ 139. 1130. 1964.) A légköri infravörös emisszió kiküszöbölésére külön eljárást kell kidolgozni. A légköri emisszió miatt a megfigyeléseket magas hegyekről, sivatagi klíma mellett kell végezni. A Lunar Planetary Laboratory's Catalina obszervatóriuma 2530 m magasan van Arizonában. Azonkívül repülőgépekről és ballonokról végeztek infravörös méréseket. Így mutatták ki, hogy a Venuson nincs vizgőz.

A legutóbbi években Neugebauer, Martz, Leighton 150 cm átmérőjű teleszkópot használtak a legérzékenyebb detektorokkal az egész ég átvizsgálására 22 000 és 8 500 Å hullámhosszon. (ApJ 142. 399. 1965, 146. 288. 1966, 147. 799. 1967.) Több alacsony hőmérsékletű csillagot találtak, de pontosabb vizsgálat kiderítette, hogy nem protocsillagok, hanem csak az interstelláris abszorpció miatt annyira vörösek. Két érdekes eredmény azonban adódott ezekből a vizsgálatokból. Egyrészt több hideg Mira-változót találtak igen hosszú periódussal, másrészt kiderült, hogy a Tejút sötét ködei erősebben átlátszatlanok, mint eddig gondolták.

A Low-féle fotométerrel 5550 és 9000—50 000 Å hullámhosszon mérve felfedezték, hogy a T Tauri-változók, a quasarok és a Seyfertgalaxisok igen erős infravörös excesszust mutatnak. Az excesszus T Tauri 6,2 fényrend, R Mon-ra 8,5 fényrend! Poveda előre megjósolta (Ton. Bul. 4. 15; 22; 1965), hogy a T Tau csillagok erősen sugároznak az infravörösben. Ezek a csillagok a kondenzáció stádiumában vannak még. Minden csillag ilyenkor köddel van körülvéve, melyből bolygók keletkezhetnek. A köd 1—20 mikron átmérőjű részekből áll és a látható fényre teljesen átlátszatlan. Ha a Naprendszer bolygóinak anyagát felapróznák és szétosztanák egyenletes napkörűli köddé, majd nem teljesen kioltaná külső megfigyelő számára a Nap sugárzását. A köd abszorbeálna és infravörös fényben visszasugározná a Nap fényét kb. 400—800° K hőmérséklettel. Így a fejlődő csillag a preplanetáris köddel igazi infravörös



csillag lenne. Low legújabbán 200 000 Å hullámhosszban mérte a T Tau-t és R Mon-t. Ezek a csillagok túlnyomórészt az infravörös fényben sugároznak, dacára hogy színképük a Nap hőmérsékletével azonos hőmérsékletre utal. Tehát az erős infravörös sugárzásuk csak a circumstelláris (esetleg preplanetáris) ködből jöhet.

*E. E. Becklin* és *G. Neugebauer* a 150 cm-es Mt. Wilson reflektoron elkészítették az Orion-köd intenzitás-térképét a 20 000 – 24 000 Å tartományban. 7 olyan pontforrást találtak, melyeket kékben is fényképezhető csillagokkal lehetett azonosítani. De találtak egy pontforrást, amelynek nem felelt meg fényképezhető csillag. 1966 telén az 5 méteres teleszkópon végeztek erről a pontforrásról 15 000 – 18 000, 20 000 – 24 000, 31 000 – 38 000, 85 000 – 135 000 Å tartományokban fotometriai méréseket. A csillag hőmérsékletére 700° K adódott (ApJ 147. 799. 1947).

A legérdekesebb eredményt 220 000 Å körüli megfigyelésekből kapták, *Low* és *D. E. Kleinmann*-nal együtt. (ApJ L 149. No. 1.). Az Orion-ködben van egy kiterjedt forrás, nem messze az előbb említett pontforrástól, mindössze 70° K hőmérséklettel! Ennek a forrásnak 50 000 Å-nál még nyoma sincs. Mivel a forrás összenergia-kibocsátása  $10^5$ -szöröse a Napénak (a pontforrásnak 1000-szerese), nem lehet az energiát gravitációs kontrakcióból származtatni, mert úgy igen nagy tömeget kapunk. Így valószínűleg már van a centrumban egy nagytömegű csillag. Így van lehetőség, hogy a csillagfejlődés legkorábbi fázisait megfigyelésekkel kutathassuk fel.

*E. E. Becklin* és *G. Neugebauer* legújabbán a Tejútrendszer centrumának környékét regisztrálták át infravörös detektorokkal 5" feloldással. A Tejútrendszer magját nem lehet direkt megfigyelni a Tejút síkjában felhalmozódott rengeteg por miatt. Minthogy a por okozta fénygyengítés hosszabb hullámhosszokon kisebb, már régebben megkísérelték infravörösben megfigyelni a magot. Néhány évvel ezelőtt 17 000 Å hullámhosszon nem sikerült ez, most 20 000 és 24 000 Å, majd 34 000 Å hullámhosszon felfedeztek egy 5' átmérőjű infravörös forrást, ugyanazon a helyen, ahol a Sagittarius A rádióforrás van. (ApJ 151. 145. 1968.) Ha a sugárzás csillagoktól van, a Nap és a galaktikus centrum között 25 magnitúdó vizuális abszorpciót kell feltételezni. Sikerült kimutatni az Andromeda-köd magjának infravörös sugárzását is.

Az *intersztelláris hidroxil-gyök*. *Sklovszkij* szovjet csillagász még 1953-ban felhívta a rádiócsillagászok figyelmét arra, hogy az OH molekula elég gyakori lehet az intersztelláris térben és így talán lehetséges 18 cm körüli vonalát kimutatni. De tíz éven keresztül hiába keresték az OH-vonalat. Így sokáig nem ismertek a 21 cm-es hidrogén-vonalakon kívül más rádióvonalakot.

Az „OH-vonal” a valóságban négy egymáshoz közelfekvő vonalból áll. Az OH molekula elektron-nívói ultraibolya, a vibrációs nívók infra-

vörös vonalakat adnak, míg a rotációs nívók közti átmenetektől a milliméter alatti hullámhossztartományban jönnek létre vonalak. De az OH belső szerkezete miatt (mivel az elektronok száma 9, van egy nem párt képező elektron) az elektronok és a molekuláris rotáció között kölcsönhatás van és ennek következtében minden rotációs nívó kettős. Ez a kettősség olyan energianívókat hoz létre, melyek szeparációja a jelenlegi rádiócsillagászat számára könnyen hozzáférhető vonalakhoz vezet. Az OH esetében az alapállapotban a szeparáció 18 cm hullámhosszú vonalat ad. Ha csak ez a páratlan elektron és rotáció kölcsönhatás lenne, az alapállapot kettősségéből egy OH vonal adódna  $1666 \text{ Mc sec}^{-1}$  frekvencián. De van egy másik kölcsönhatás is: a proton mágneses momentuma kölcsönhatásban van kicsi belső molekuláris mágneses mezőkkel. A proton mágneses momentumának két ellentétes orientációja lehetséges, így minden energianívó felbomlik újra kettőre. Az OH alapterm-spektrum ezért négy közeli vonalból áll, melyek frekvenciái 1612,20, 1665,40, 1667,36 és 1720,53  $\text{Mc sec}^{-1}$ . A négy vonal intenzitásviszonya termodinamikai egyensúly esetén 1:5:9:1. Az OH átmeneti valószínűségek  $10^4$ -szerese a hidrogénének és így, bár az OH várható gyakorisága csak  $10^7$ -edrésze a H-nak, az OH kimutathatósága nem látszott reménytelennek.

1959-ben laboratóriumban igen pontosan kimérték az OH rádiófrekvenciákat és ezen mérések alapján 1963. október 15-én a Massachusetts Institute of Technology rádiócsillagásza, *S. Weinreb*, *M. C. Meeks*, *S. C. Henry* és *A. H. Barrett* meg is találták a 18 cm-es vonalat a Cas A rádióforrás folytonos színeképében. A vonal erőssége megfelelt az átmeneti valószínűségekből és a várt OH-gyakoriságból számított értéknek. Először csak az 1665 és 1667  $\text{Mc sec}^{-1}$  vonalakat találták meg. Nagyobb feloldású berendezéssel ezek a vonalak kettősnek adódtak, de ez könnyen interpretálható: a Cas A irányában két interstelláris felhő van különböző radiális sebességgel. (A 21 cm-es hidrogén vonalnál, minthogy a kisebb tömeg miatt a vonalszélesség H-ra sokkal nagyobb, mint az OH-ra, ez a kettősség nem mutatható ki.)

Az első váratlan eredményeket 1966-ban kapták, amikor megtalálták az 1612 és 1720  $\text{Mc sec}^{-1}$  vonalat is a Cas A színeképében. Ezek a vonalak nem mutatták a kettősséget a két felhő miatt. Az 1720 vonal kis emissziót is mutatott, az 1612-es semmit. Azonkívül a vonalak intenzitásviszonya is igen rendellenes.

Újabb anomáliákat találtak a Sag A színeképében felfedezett OH abszorpciós vonalaknál. A legérdekesebb az, hogy míg a hidrogénfelhők a Tejútrendszer centrumából kifelé mozognak 50 km/sec sebességgel, az OH felhők a centrum irányába tartanak 40 km/sec sebességgel. Eddig pedig azt hittük, hogy már elég jól ismerjük a csillagrendszerünk centrumát körülvevő gázfelhők struktúráját!

Minthogy az OH vonalak nagy intenzitással mutatkoznak a centrum irányában, az  $O_{18}$  oxygen-izotóppal képződött OH molekula vonalát is keresni kezdték. Ha az  $O_{18}$  előfordulási aránya az  $O_{16}$ hoz képest ugyanakkora, mint a Földön, azaz 1:490, akkor hosszú integrálással kimutatható kell legyen legalábbis az 1667  $O_{16}H$  vonalnak megfelelő 1639  $Mc\ sec^{-1}$   $O_{18}H$  vonal. *Rogers* és *Barrett* 1966-ban (*ApJ* 71. 868.) tényleg megtalálták az 1639-es vonalat, de 18 órán át kellett integrálni a Sag A színekéének ezt a tartományát!

Igen sok más galaktikus rádióforrásban is megtalálták az OH abszorpciós vonalakat, igen különböző intenzitásarányokkal. OH abszorpciót természetesen csak rádióforrások irányában lehet találni. Keresték az 1667-es emissziót, mert úgy gondolták, ez a legerősebb. Sok negatív eredmény után megtalálták emisszióban az 1665 vonalat. Először ausztráliai csillagászok találták ezt az emissziós vonalat a galaktika centruma irányában az abszorpciós vonal oldalán, de olyan különleges tulajdonságokkal, hogy azt gondolták, nem is OH-vonalak. El is nevezték *mysterium-vonalnak*. Még különlegesebb eredményeket kaptak, amikor sokkal kisebb intenzitással a többi három OH vonalat is megtalálták emisszióban, de a várt intenzitásarányoktól több nagyságrenddel eltérő intenzitásokkal. Az OH-emisszió nem olyan általános, mint a 21 cm-es hidrogén-emisszió, hanem csak H II ködök közelében izolált helyeken lép fel, az OH és a H II tulajdonságai között azonban semmi korreláció sincs.

Amíg az OH abszorpciós vonalak nem polarizáltak, az 1665-ös emissziós vonalak erősen lineárisan, sokszor cirkulárisan polarizáltak. A cirkuláris polarizáció némelyik OH emisszióban 100%-os. A legkézenfekvőbb magyarázat volna erre, hogy az OH mágneses momentumával kölcsönhatásba lépő galaktikus mágneses tér okozta Zeeman-feloldásról van szó. De akkor a többi vonalnak is hasonlóan kellene viselkedni, de nem így van.

Annak illusztrálására, milyen rendkívüli módon viselkedik az OH emisszió, csak a W3 H II ködben talált OH-emisszió tulajdonságait említem. (A W3 a galaktikus rádióforrások *Westerhout-féle katalógusában* szereplő 3. objektumot jelenti.) Itt az 1665 vonal tízszer erősebb az 1667 vonalnál. Az előbbi egy jobbra és két balra cirkulárisan polarizált komponensből áll, az utóbbi két jobbra és 1 balra cirkulárisan polarizált komponensből. Az 1612 vonal csak jobbra cirkulárisan polarizált komponens mutat. Az egyik 1667 vonalkomponens mindössze  $600\ c\ sec^{-1}$  széles és így a legkeskenyebb rádiószíneképvonal. Ha a vonalszélességet termális eredetűnek vesszük, ez mindössze  $5^\circ\ K$  kinetikai hőmérsékletnek felel meg.

Interferometrikus mérésekből, melyeket az USA MIT és a National Radio Astronomical Observatory-kban 845 km távolságban levő anten-



nákkal végeztek, kiderült, hogy a W3 szögátmérője kisebb 0'02-nél. Minthogy W3 távolsága 5000 fényév, a lineáris átmérőre 35 AU-nél kisebb értéket kapunk. De a legérdekesebb eredmény a fényességi hőmérsékletre adódik:  $10^{12}$  K! Ugyanott a 21 cm sugárzásból mindössze  $100^\circ$  K sugárzási hőmérséklet adódik.

Ez az eredmény csak úgy magyarázható, hogy valami maser-mechanizmusnak kell létezni, amely az OH ködöket inkább erősítővé teszi, mint abszorbeálóká. Így meg lehetne magyarázni a nagy sugárzási hőmérsékletet, a vonal keskenységét, a kis átmérőt és ha a maser-mechanizmus érzékeny polarizációra, a polarizációt is. Sklovskij úgy gondolja, hogy a kompakt és sűrű OH-emisszió források protocsillagok, amelyek a H II ködök szélén ott keletkeznek, ahol a köd expandáló ionizációs frontja, a szomszédos H I-vidékek egyenlőtlenségeit összenyomja. A molekulákat a protocsillag távoli infravörös sugárzása magasabb vibrációs nívókba gerjeszti és a maser hatás az ezt követő kaszkad-átmenetek útján keletkezik. A hipotézis még nincs kvantitatíve megalapozva.

Az OH emissziók rendkívüli viselkedése miatt még csillagászok is arra gondoltak, hogy azok tulajdonképpen intelligens lények jelei, akik ilyen különös módon akarják magukra vonni a figyelmet. A 21 cm-es sugárzáshoz való közelség miatt, úgy lehet gondolni, rádiócsillagászok hamarosan felfedezik az OH-vonalakat. Az OH-források különleges eloszlása, az, hogy kizárólag csak H II ködökkel kapcsolatban lépnek fel, valószínűtlenné teszi ezt az elgondolást.

1967. július 8-án *Alcock* angol amatőrcsillagász a Delphin csillagképben 5,5 magnitúdójú nóvát fedezett fel. A nóva fényessége a felfedezés után lassan tovább emelkedett, széles maximuma után decemberben még egy rövidebb tartamú kifényesedés volt egészen 3,5 magnitúdóig, majd a fényesség aránylag gyorsan csökkent. A nóva színepe igen bonyolult volt, minthogy a maximumban a nóváról egymás után több burok is levált.

1967 évben a következő üstökösöket fedezték fel, illetve találták meg újabb földközelpbe érkezésük alkalmával:

Üstökös 1967	Felfedezés napja	Üstökös neve	Felfedezője	Fényessége felfedezésekor
a	jan. 3	Tuttle	Tomita	15
b	febr. 4	Seki	Seki	11
c	febr. 11	Wild	Wild	12
d	febr. 12	Tempel 2	Tomita	19
e	jún. 5	Reinmuth 2	Tomita	18
f	jún. 29	Mitchell—Jones—Gerber		5
g	aug. 7	Finlay	vanBiesbrock	14



Üstökös 1967	Felfedezés napja	Üstökös neve	Felfedezője	Fényessége felfedezésekor
h	aug. 3	Encke	Tomita	13
i	aug. 8	Schwassman— Wachmann 2	Tomita	18
j	okt. 5	Wolf	Tomita	18
k	okt. 5	Wirtanen	Tomita	15
l	okt. 5	Arend	Tomita	18
m	okt. 5	Borelly	Tomita	16
n	dec. 28	Ikaya-Seki	Ikaya-Seki	9

*K. Tomita* tokiói csillagász páratlan rekordot állított fel: mind a 10 periódusos üstököst ő találta meg elsőnek, egyet van Biesbroek-kal egy éjjelen. Október 5-én, egy éjjelen, négy periódusos üstököst talált meg, amikor azok még rendkívül gyengék voltak.

Dicke princetoni fizikus igen szellemes elektronikus berendezéssel kimutatta, hogy a Nap korongja igen kis mértékben lapult. Az eredmény rendkívül fontos az általános relativitáselmélet szempontjából, mert a Merkúr perihéliummozgásának egy része a lapultságtól származik.

Rakéta-spektrográfokkal hiába keresték a  $H_2$ -molekula sávjait. Így keves intersztelláris vagy intergalaktikus hidrogénmolekula van.

*Chugainov* a krími csillagvizsgálóban igen eredményes nemzetközi programot szervezett meg a flér-csillagok rádió és optikai folyamatos megfigyelésére. Különösen a TV Cet és YZ LMi flér-csillagoknak igen sok flérjét sikerült megfigyelni.

*Zwicky, Herzog és Wild* segítségével, befejezte a galaxis-halmazoknak az egész északi éggömbre kiterjedő szisztematikus feltérképezését. A munkát hat kötetben publikálták. A vizsgálatok folyamán két olyan galaxishalmazt találtak, amelyek kompakt galaxisokból állanak. Mindkét halmaz közepesen kompakt és közepes távolságú a katalógus terminológiája szerint.

A Gemini-repülések alkalmával az asztronauták 70 mm nyílású Meurer-kamrával, melyek objektívráccsal és objektívprizmával voltak ellátva, igen sok fényes csillag színeképét fényképezték. A fényképek felhasználásával több száz csillag energia eloszlási görbéjét lehet majd meghatározni. Eddigi érdekesebb eredmények: Az *A* csillagokban igen erős az intenzitásváltozás a Balmer-series határán. A B3pe színeképű 48 Librae burok-csillag színeképében 2600 és 2800 körül jól látszanak fém multiplált vonalak, amilyenek csak *F* csillagokban figyelhetők meg a Földről hozzáférhető spektráltartományban.

Az ausztráliai Narrabri obszervatóriumban ún. intenzitás-interferométert állítottak fel fényes csillagok látszólagos átmérőjének meghatározására. Két, több mint 7 méter átmérőjű mozaik-tükör 200 m

átmérőjű körsínen tologatható. A két tükröt egymástól más-más távolságra állítva, a tükrök fókuszában elhelyezett fotocellákkal meghatározzák, milyen korrelációban vannak a két távcsőben egy csillag intenzitás fluktuációi. Ez az interferométer felette áll a Michelson-féle fázisinterferométernek. Amíg utóbbival csak néhány vörösóriás szögátmérőjét tudták mérni, az intenzitás-interferométerrel fehér 1. és 2. rendű csillagok sokkal kisebb átmérőjét is sikerült mérni. A legnagyobb átmérőt a Canopusra kapták:  $0''00686 \pm 0''00041$ . A legtöbbször a Szíriusz átmérőjét mérték  $0''00612 \pm 0''00010$  eredménnyel. A Vega-ra  $0''00347 \pm 0''00016$ , az Altair-ra  $0''00297 \pm 0''00015$  adódott. A legkisebb mért átmérő az  $\epsilon$  Orionis-é;  $0''0072 \pm 0''00005$ .

Az utóbbi években kozmikus gázködökben a rádiótartományban a hidrogénnek több igen magas főkvantumszámú energianívók közti átmenetnek megfelelő színképvonalait találtak meg. Legújabban sikerült a héliumnak hasonló vonalaiból is találni néhányat. (Nature 211. 174. 1966.)

## HELL MIKSA EXPEDÍCIÓJA ÉS A CSILLAGÁSZATI EGYSÉG KÉRDÉSE

Észak felé, észak felé  
Fordul a vasszilánk  
Nem tudja visszatartani  
Egyenlítői láng  
Egyenlítői tengerek  
Meleg hullámin át  
Észak felé, észak felé  
Követve csillagát..."

(Karinthy Frigyes)

Ez évben lesz 200 esztendeje, hogy *Hell Miksa* és *Sajnovics János*, kísérelőjükkal, a norvég *Borgreving*-gel, messze az északi sarkkörön túl, *Vardø* szigetén, megfigyelte a Vénusz bolygó átvonulását a Nap előtt. Ez az északi expedíció — magyar tudósok egyetlen ilyen vállalkozása — számos tudományos eredményre vezetett (pl. a magyar—lapp nyelvrokonság igazolására is), legfontosabb célja azonban a Nap—Föld távolság, a Csillagászati Egység meghatározása volt.

*A Csillagászati Egység jelentősége.* — Ámbár mai műszereinkkel fényévek milliárdjaira levő égitesteket észlelünk, a csillagászat mindmáig legfontosabb alapegysége, a *Csillagászati Egység*, amely az eredeti definíciója szerint a földpálya félnagyengelyével, (a közepes Nap—Föld távolsággal) egyenlő. A német „Astronomische Einheit” ill. az angol „Astronomical Unit” elnevezések alapján A. E. vagy A. U.-val szokás jelölni — itt az előbbit fogjuk használni.

A csillagászatban azonban gyakrabban használják ehelyett a *parallaxis szögének* értékét; azt a  $\pi_{\odot}$  szöget, amely alatt a Nap központjában elhelyezkedő megfigyelő a Föld egyenlítői félátmérőjét ( $R_0$ ) vagyis rádiusát látná.

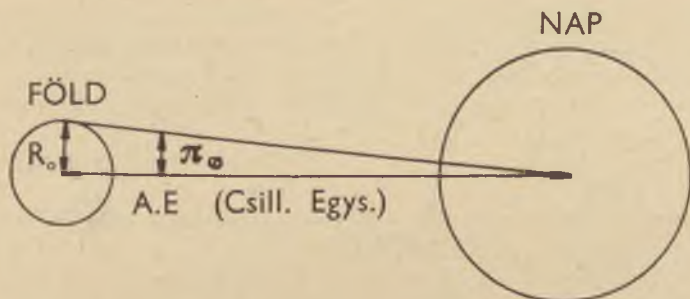
A parallaxis szöge — amely voltaképpen nem más, mint a Nap ún. egyenlítői horizontális parallaxisa — és a Csill. Egység között az alábbi összefüggést találjuk:

$$1 \text{ A. E.}_{\text{km}} = 206\,264,8 \frac{R_0}{\pi_{\odot}} \dots\dots\dots (1)$$

(a parallaxis szöge igen csekély, nem éri el a 9 ívmásodpercet.) Amint látható, a Csill. Egység magában hordozza a Föld rádiuszának mérési hibáját is; emellett a mérések általában a  $\pi_{\odot}$  értékét adják. Ez, a földmérések pontosságának növelésével folyamatosan kijavítható.

*Kepler harmadik törvénye* szerint a bolygók keringési idejének ( $P$ )

négyzetei úgy aránylanak egymáshoz, mint a félnagy tengelyeik hosszának ( $a$ ) köbei. Ha már most egységül választjuk a Föld keringési idejét, az évet és naptávolságát, a Csillagászati Egységet, úgy a keringési időket lemérve meghatározható a bolygók naptávolsága Csillagászati Egységben<sup>1</sup>. (Tehát, hogy a Föld naptávolságához viszonyítva mennyivel közelebb vagy távolabb keringenek a Naptól.) Ám ha abszolút értékben, pl. méterrendszerben kívánjuk megtudni a bolygók távolságát, ismerünk kell az A. E. értékét is. Ez viszont igen fontos a bolygók tény-



14. ábra. A Nap parallaxisa ( $\pi_{\odot}$ ) és a Csillagászati Egység (A. E.) összefüggése

leges átmérőjének, közepes sűrűségének, stb. kiszámítása, és a bolygómozgások problémájának tisztázása szempontjából.

Napjainkban ez a kérdés annál is fontosabbá vált, mivel a *bolygóközi térben mozgó mesterséges égitestek indítása és irányítása* feltétlenül a tényleges távolságok ismeretét igényli. Egy Vénusz- vagy Marszonda célzásánál a parallaxis és az A. E. csekély hibája is többezer-tíz-ezer km-es eltérést okozhat, ami megengedhetetlenül nagy érték!

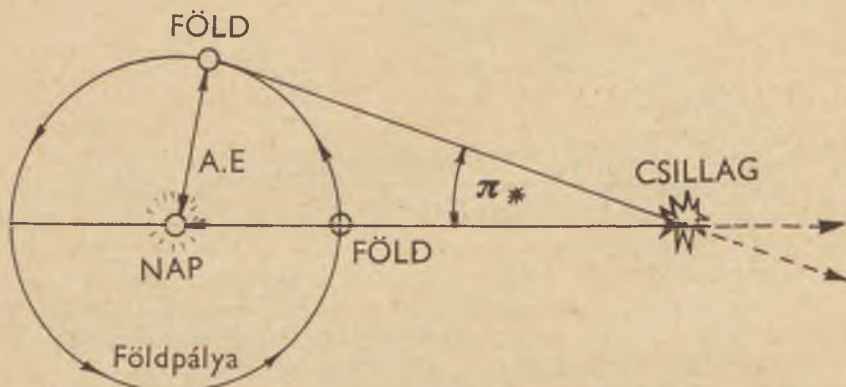
*Minden további csillagászati távolságmérés pontossága a Csill. Egység ismeretétől függ.* A viszonylag közeli csillagok távolságát, kb. 100 fényévig bezárólag, háromszögeléssel, a földpálya két, diametrálisan ellenkező pontjából végzett szögméréssel lehet legmegbízhatóbban megmérni. Az így nyerhető *évi parallaxis*, az a szög, amely alatt a csillagból, merőleges rálátásnál a földpálya félnagy tengelyét láthatnánk. A  $\pi_*$  átszámítása más mértékegységé ezért ismét csak a Csill. Egységhez kapcsolódik. Mivel azonban a távolabbi csillagok (sőt csillagrendszerek) távolságát a már ismert távolságú csillagok fizikai sajátosságai alapján

<sup>1</sup> Ha a két bolygót 1 és 2 indexszel jelöljük, úgy a III. törvény:  $a_1^3 : a_2^3 = T_1^2 : T_2^2$ , a Föld adatait egységül véve pedig  $a = \sqrt[3]{T^2}$ .



(fényerősség, össz sugárzás, átmérő, saját mozgás stb.) állapíthatjuk meg, az A. E. értékében elkövetett hiba milliárd fényévnyi távolságban is jelentkezik!

*Problémák és módszerek.* — A napparallaxis mérésére azonban csak a távcső feltalálása után nyílt lehetőség. A Nap parallaxisának szöge mintegy  $8,8''$  (ívmásodperc), tehát igen csekély szög. Ilyen szög alatt látunk pl. egy gyufaszálat 50 méter távolságból. Pusztán szemmel csak ennél kb. hétszer nagyobb szöget: egy ívpercet választhatunk külön.



15. ábra. A csillagok évi parallaxisának fogalma

Könnyen érthető, hogy az ókorban *Arisztarkhosz* (i. e. II. sz.) és *Hipparkhosz* (i. sz. II. sz.), geometriailag teljesen kifogástalan módszere nem vezetett reális eredményre. Ők a valóságosnál jóval kisebb értéket kaptak. Ezután majd egy évezredig fel sem merült a naptávolság problémája<sup>2</sup>.

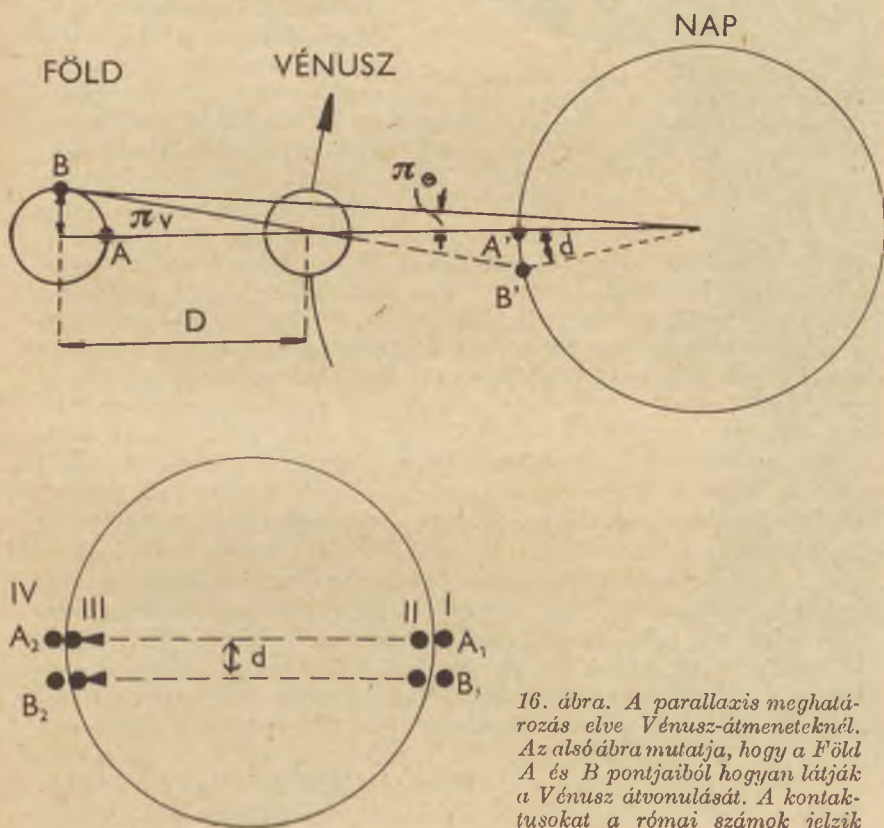
*Kopernikusz* a XVI. sz. közepén, majd egy évszázad múltán *Kepler* is csak becslésre támaszkodhatott. Kepler úgy vélte, hogy a Nap távolsága 3400 földrádiusz, ami a valódi távolságnál — 150 millió km — mintegy 70-szer kisebb. *Ch. Huyghens*, a XVII. sz. közepén, már távcsöves mérések alapján, de teljesen hibás feltevésből kiindulva, véletlenül a valódi parallaxishoz közelálló,  $10''$ -es értéket nyert. Helytelen alapfeltevésének hibáját kezdetleges műszereinek tökéletlensége éppen kiegyenlítette<sup>3</sup>.

<sup>2</sup> Arisztarkhosz a Hold első és utolsó negyedénél fennálló Nap—Föld—Hold háromszöget vette alapul, ismérve a Hold távolságát. Hipparkhosz a holdfogyatkozáskor észlelt földárnyék látszó átmérőjét és a Hold távolságát vette alapul.

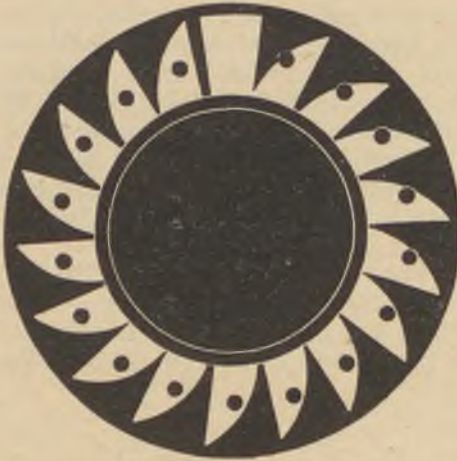
<sup>3</sup> Huyghens feltételezte, hogy a Vénusz és a Mars akkora, mint a Föld, látszó átmérőjük tehát 1 A. E.-ről akkora, mint amekkorának a Földet látjuk a Napból. Ez azonban nem így van.

Kepler harmadik törvénye azonban már reális lehetőséget nyújtott a parallaxis mérésére. Amikor ui. a Mars bolygó földközelpelbe (oppozícióba) jut, távolsága a Föld két pontjáról végzett mérésel *közvetlenül meghatározható*. Ugyanakkor kiszámítható, az ismert keringési időből a Csill. Egységben adott naptávolság is, e két érték arányából pedig a napparallaxis értéke. Ilyen módon a francia *D. G. Cassini* és *J. Richer* 1672-ben a  $\pi_{\odot}$  szögére  $9,5''$  kapott, amely már közelebb áll a valósághoz, bár a Nap távolságára még mindig kisebb értéket (138,4 millió km-t) ad a kelletnél.

Az angol *Edmund Halley* (1656–1742) javasolta először 1716-ban, hogy a *Vénusz bolygó Nap előtti elvonulását* kellene felhasználni a parallaxis meghatározására. (A New Method of Determining the Parallaxe of the Sun or his Distance from the Earth. Phil. Trans. 1716.) Mivel a Vé-



16. ábra. A parallaxis meghatározás elve Vénusz-átmenetekenél. Az alsó ábra mutatja, hogy a Föld A és B pontjaiból hogyan látják a Vénusz átvonulását. A kontaktusokat a római számok jelzik



17. ábra. A Vénusz 1874-es átvonulásán készített fényképsorozat (Jannsen). A képek az óramutató járásának irányában követik egymást. Az első három képen jól látszik a Vénusz fekete korongját kívülről övező fénylő gyűrű, a bolygó légköre

Nap parallaxisánál —  $\pi_{\odot}$  —, amennyivel a Vénusz közelebb van a Földhöz, mint a Nap. Ez utóbbi viszont a Vénusz ismert keringési ideje alapján, Kepler harmadik törvényéből kiszámítható. (Amikor a Vénusz a Nap és a Föld között foglal helyet, kb. 3,61-szer van közelebb a Földhöz.) Mivel a  $d$  távolság (szögmértékben) nem más, mint a  $\pi_{\vee}$  érték, a Nap parallaxisa:

$$\pi_{\odot} = d'' D_{A.E.} \quad (2)$$

ahol  $D_{A.E.}$  a Vénusz távolsága a Földtől, az átvonulás idején, Csillagászati Egységben.

Az átvonulásoknál, az áthaladás húrjainak meghatározására, azokat az időpontokat kell meghatározni, amikor a Vénusz kicsiny, fekete korongja éppen érinti kívülről, majd belülről a Nap korongját (I. és II. kontaktusok), ezután a naptányér előtt elvonulva kilépésnél először belülről, majd kívülről ismét érinti a Nap korongját (III. és IV. kontaktus). A mérés pontossága a kontaktusok és a földrajzi helyzet meghatározásának biztonságától függ. (16. ábra.)

Vénusz átvonulások. — A Vénusz áthaladásai aránylag ritkák. Nyolc év alatt követi egymást két áthaladás, majd 122 éves időköz követ-

nusz közelebb kering a Naphoz, mint a Föld, időnként bolygónkról nézve elvonul a Nap korongja előtt. A Föld különböző pontjairól figyelve a Vénusz a napkorong más-más pontjai előtt halad át. Ha megállapítjuk azt a két húr, amelyet a Vénusz a Nap előtt, a Föld két jól ismert pontjáról észlelve leír, úgy kiszámítható a napparallaxis szöge.

E két húr  $d$  távolságából ui. kiszámítható a Vénusz napi horizontális parallaxisa, a  $\pi_{\vee}$  szög; amely nem más, mint az a szög, amely alatt a Vénuszon elhelyezkedő megfigyelő az adott időpontban a Föld egyenlítői rádiuszát látná. A 16. ábra ezt az ideális esetet mutatja be. Ez a szög viszont annyiszor nagyobb a



kezik. Az 1631. december 6-i és az 1639. december 4-i átvonulások idején Halley módszere még nem volt ismert. Az utóbbit egyébként is csak J. Horrox angol csillagász figyelte meg.

A következő átvonulás, 1761. június 6-án keserves csalódást okozott: a különböző észlelési hibák folytán a parallaxisra nyert értékek 0'' és 10'' között mozogtak. (Ezt az átvonulást a nagyszombati csillagvizsgálóban is megfigyelték.) Egyedüli eredménye a *Vénusz légkörének* felfedezése volt, amelyet a Nap előtt elhaladó fekete bolygókorongot övező fénylő gyűrű alakjában észlelt M. V. Lomonoszov.

Az egyik legsúlyosabb hibát az ún. *fekete csepp* jelensége okozta. Ez a fényelhajlási tünetmény akkor lép fel, amikor a Vénusz belülről érinti a Nap korongját. Ilyenkor a Nap és a Vénusz pereme között egy rövid, fekete híd jelenik meg, és ez megnehezíti a II. és III. kontaktus pillanatának pontos megállapítását. (18. ábra.)

E hibalehetőség ismeretében a csillagászok nagy érdeklődéssel készültek az 1769. június 3–4-i átvonulásra. Mivel ez Európában az éjszakai órákban — Közép-Európai idő szerint 20 óra 15 perc és 2 óra 35 perc között — következett be, a megfigyelő állomások a Csendes Óceánon, Nyugat-Amerikában és az északi sarkkörön túl helyezkedtek el, ahol a Nap éjfélkor is a látóhatár felett tartózkodik. Számos expedíció indult Észak-Norvégiába (a Kola-félszigetre), valamint Szibériába.

*Hell és Sajnovics.* — Norvégia és a Skandináv félsziget északi része ekkoriban a dán koronához tar-



18. ábra. A „fekete csepp” jelensége 1882-ben a II. kontaktuskor



tozott. VII. Keresztély dán király (feltehetőleg nagyműveltségű tanácsosának, J. F. Struensee tanácsára) elhatározta, hogy birodalmának legészakibb részére a kor valamelyik híres csillagászt hívja meg az átvonulás észlelésére. Alighanem Horrebow dán udvari csillagász javaslatára esett a választás az akkor már világszerte ismert nevű Hell Miksára.

A magyar származású Hell Miksa (1720–1792) egyike a kor jellegzetes barokk tudósainak<sup>4</sup>. A jezsuita csillagász érdeklődése rendkívül széles körű volt: fiatal korában aritmetikai és algebrai műveket fordít, történelmi (kronológiai) táblázatokat szerkeszt, a Nap, a Hold és a bolygók mozgásának számításához szükséges táblázatokat állít össze, értekezik a Vénusz bolygó felfedezni vélt holdjáról (és tévesnek ítéli), kiadja Pekingben dolgozó rendtársainak 1717–1752 közt végzett észleléseit, foglalkozik a mágnesekkel, az optikai csalódásokkal, a sarki fény elméletével — és a hipnotizmussal is. Arcképén élénken figyelő szemei, kissé széles orra és szája némi humort és iróniát mutatnak, kortársai valóban kedélyes csevegőként jellemezték. Már 35 éves korában *császári és királyi csillagász, a bécsi egyetemi obszervatórium igazgatója*.

A bécsi Csillagvizsgáló évkönyveit (*Ephemerides Astronomicae anni... ad meridianum Vindobonensem*) 37 kötetben, haláláig szerkesztette, és az itt megjelenő tanulmányok nagy részét is ő maga írta. E szakemberek előtt jól ismert és Európa-szerte elterjedt Évkönyvek híressé tették Hell nevét, s így kerülhetett sor a dán király meghívására. 1767 augusztusában Bachoff bécsi dán követ felkéri Hellt, hogy szervezzen expedíciót — a dán uralkodó költségén — Vardø (olv. Várdő) szigetére, Norvégia legészakibb csücskére, a Vénusz átvonulás megfigyelésére. Hell útítársa és helyetteseként Sajnovics Jánost, a nagyszombati csillagvizsgáló segédfelügyelőjét nevezte meg.

Sajnovics János (1733–1785) kevésbé sokrétű és önálló egyéniség, mint Hell, de rendkívül szorgalmas és igen tehetséges megfigyelő<sup>5</sup>. Mint fiatal jezsuita, Hell mellett tanulta a csillagászatot, majd 1766-ban a nagyszombati, utóbb a pesti egyetem másodcsillagásza lett. Nevét mégsem a nagyszámú — és sajnos nagyrészt kéziratban maradt —

<sup>4</sup> Hell Miksa (1720. V. 15—1792. IV. 14.) Selmecbányán született, 18 éves korában lépett a Jezsuita rendbe. Csillagászatot Bécsben tanult. 1751-ben Kolozsvárra küldték, ahol megkezdte az ottani jezsuita főiskola csillagdjának szervezését; 1753-ban már Lőcséről irányítja a nagyszombati Egyetem csillagvizsgálójának újjáalakítását, 1755-től bécsi egyetemi tanár és a csillagda vezetője. Fontos szerepe volt az egri csillagvizsgáló berendezésében (1765-től) és a gyulafehérvári obszervatórium szakemberének kiképzésében. Magyar voltát nemcsak kortársai ismerik el, hanem maga is hangoztatta, és ma is így ismert.

<sup>5</sup> Sajnovics János (1733. V. 12., Tordas — 1781. III. 1. Buda). Hell mellett tanult, majd 1766-tól a nagyszombati Egyetem segédcsillagásza, az Egyetem Pestre költözése után (1777) a budai csillagda másodcsillagásza és pesti egyetemi tanár. Csillagászati műve: *Idea Astronomiae* ... Buda, 1778.

megfigyelése őrizte meg, hanem a vardø-i expedíció alatt végzett összehasonlító tanulmánya a magyar és lapp nyelvrokonságról. (Demonstratio Idioma Hungarorum et Lapponum idem esse. Koppenhága, 1770.) Sajnovics előtt már többen valószínűvé tették a finn-ugor nyelvrokonságot, ő azonban, Hell biztatására, szinte emberfeletti nehézségek mellett e feltevést be is bizonyította.



19. ábra. Hell és Sajnovics útja Vardø szigetére

A vardø-i út alatt, Hell sokirányú elfoglaltsága mellett Sajnovicsra hárult még az útnapló vezetése. E naplóból, valamint Sajnovics és Hell igen terjedelmes levelezéséből részletesen ismerjük az északi utat.

„Európa végén”. — A hivatalos ügyek elintézése és az adminisztratív kérdések megtárgyalása után, 1768. április 28-án indult el Hell és Sajnovics a sarkköri utazásra. Úticéljuk a kicsiny — mintegy 3 km átmérőjű — Vardø-sziget volt, Norvégia északi csücskénél, a Varanger fjord bejáratánál, az északi szélesség 70 fok 22,6 percénél, és a keleti hosszúság 31 fok 15 percénél. (Tehát Leningrád hosszúsága körül.)

Mivel itt, a sarkkörön túl, nyáron a Nap sohasem nyugszik le, az esti-  
éjjeli órákban beálló Vénusz átvonulás megfigyelésére igen alkalmasnak  
látszott ez a hely.

Bécsből útibatáron jutottak Prágába, majd Drezda, Meissen, Lipcse  
és Hamburg érintésével Lübeckbe. Útközben Sajnovics sok érdekes, és  
ma már kortörténeti jelentőségű feljegyzést készített. Június 11-én ér-  
keztek Koppenhágába — akkor Haffniába — ahol VII. Keresztélynél  
tisztelegtek. Ettől kezdve az út egyre viszontagságosabbá vált, nemegy-  
szer életük is veszélyben forgott. Christianiában nagy ünnepséggel fo-  
gadták utasainkat. Hell itt megállapította, hogy a város a valóságban  
2 fokkal délebbre fekszik, mint azt a korabeli térképek mutatták. Végül  
július 30-án Trondhjem-ban hajóra szálltak. (Hell szerint a város föld-  
rajzi szélességét ugyancsak másfél fokos hibával tünteti fel a térkép.)  
A kis egyárbocos hajón velük utazott *Borgreving* „diák” (csillagász  
tanuló), korábban *Linné* tanítványa, aki útımarsalljuk, tolmácsuk és  
segédjük volt, valamint Finnmarken akkor kinevezett prefektusa is.  
A hajót egy évre való élelemmel is megrakták.

Augusztus 11-én indultak el bárkájukon, hogy a Norvég partok  
mellett végighajozva és Nordkapot megkerülve, nem kis veszélyek után  
szeptember 11-én kössenek ki Vardø-szigetén. Útközben tengeri álla-  
tokat gyűjtöttek, megfigyelték a tenger világítását és a bálnákat üldöző  
ragadozó kardhalakat is.

Vardøben először a megfelelő obszervatórium felállítása és a föld-  
rajzi helymeghatározás volt a fő gondjuk. Az időjárás nem volt a legked-  
vezőbb: ha nagy hideg nem is köszöntött be (a Golf-áramlat hatásaként),  
az ég többnyire borult volt és gyakran dühöngött viharos orkán. Így is  
akadt munkájuk bőven. Sokat foglalkoztak a sarkifény kérdésével,  
az ottani élővilág megfigyelésével, a tengerpart lassú emelkedésével, ame-  
lyet korábban Celsius és Linné fedezett fel. Hell a gerendákból épített  
„obszervatóriumtól” északra és délre két oszlopot helyezett el, hogy a  
tengerszint változását ezekhez lehessen mérni. Sajnovics, kétszeri neki-  
fohászkodás után megkezdte a magyar és lapp nyelv összehasonlítását,  
nem feledkezve meg a néprajzi megfigyelésekről sem.

Az obszervatóriumban három nagyobb távcső: *egy 8,5 láb, egy 10  
láb és egy 10,5 láb hosszú műszer*<sup>6</sup>, meridiánkör és két déljelző nagy  
napóra szolgált az észlelésekhez. Az első három műszer objektívnyílása —  
hosszuk után becsülve — 8—12 cm között lehetett.

A csillagvizsgáló földrajzi helyzetét mintegy 70 csillagdelelés, a Jupiter  
holdjainak fogyatkozásai és a Vénusz átvonulását követő napfogyat-

<sup>6</sup> A távcsövek nagyságát régen nem az objektív átmérőjével, hanem a cső hosszával  
adták meg. Mivel fényerejük igen kicsi volt, 1/25 körül, ebből megállapítható a lencse mérete.  
Mivel egy bécsi láb 31,6 cm, az említett csövek hossza kb. 2,7 m, 3,2 m és 3,3 m volt.



kozás segítségével állapították meg. „Európa végén” — ahogyan Sajnovics nevezte — minden készen állt az átvonulás észlelésére.

*A nagy nap.* — Így következett el 1769. június 3. az átvonulás napja. Am adjuk át a szót Sajnovics jegyzeteinek és Hell könyvének (*Observatio Transitus Veneris ante discum Solis die 3. Junii anno 1769. Wardoehusii. Haffniae, 1770*):

„Május 27-től június 3-ig nem láttuk a Napot, mert felhők borították az eget folytonosan . . . Esti 9 óra körül ott álltunk a távcső előtt félelem és remény között, Hell, én és a nidrosiai tanuló (ti. Borgreving, vagy Porkreving) . . . És íme nyílás támad a felhőzetben s mint egy ablakon keresztül megpillantottuk a Napot és a belépő Vénusz mindkét érintkezését pompásan szemléltük . . .” (Sajnovics levele.)

Az első kontaktust Hell a 8,5 lábas, Sajnovics a 10,5 láb hosszú, Borgreving a 10 lábas műszernél észlelte, de a kontaktus időpontját csak az utóbbi két észlelő jegyezte. Ezután Hell és Borgreving műszert cserélt. Következett a második kontaktus:

„Amerre a Nap haladt elég tiszta volt az ég, a napfoltokat és a Vénuszt jól meg lehetett különböztetni” — írja Hell könyvében, majd:

„. . .Sima kristályüveget ügyesen elhomályosítva olyformán alkalmaztunk, hogy ugyan azt az üveget minden eshetőségre, akár tiszta, akár borult időben használhassuk.” (Hell könyvéből) A második kontaktust is sikerült észlelni, ekkor bejöttek a vendégek — a sziget néhány értelmiségi lakója: a kormányzó, a várparancsnok, a pap és a kereskedő. Ismét Sajnovics levelét idézzük:

„Alig tartott öt percig ez a látvány és sűrű felhők borították a Napot, öt óráig elborult és így a kilépés érintkezésének láthatásáról le kellett mondanunk. Szomorú arccal álltunk. . . Az alatt közeledett az idő, melyben a Vénusz kilépendő volt, midőn a Nap sugarai az őt fődő legsűrűbb felhőzetet kezdték áttörni és végül teljesen eloszlatni”.

A kilépést így, szinte csodálatos módon ismét láthatták, amint Hell írja könyvében:

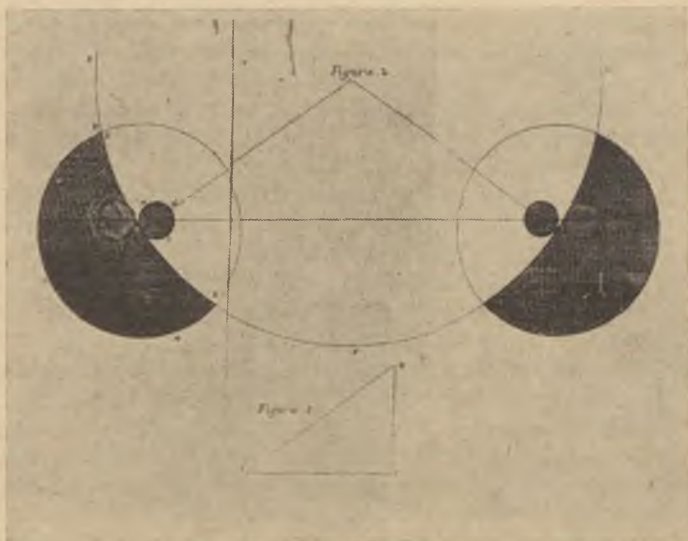
„A Nap verőfényesen ragyogott megint az égboltozaton, a levegő bámulatosan tiszta volt. . . így munkánk utolsó részét is szerencsésen el lehetett végezni.” (20. ábra.)

Az első két kontaktus sikerére a kapitány kilenc ágyút süttetett el, a második két kontaktus után a kereskedő „kölyökágyúi” dörrentek el. Vardø-szigetének minden lakosa örült — még a jelenség fontosságát egyáltalában nem ismerő lappok is, akik Hellben nemes szívű, betegségekét gyógyíttató pártfogót találtak. Másnap sikerült a részleges napfogyatkozás észlelése is. Június 27-én csillagászaink elhagyták Vardø-t.

Később tudták meg, hogy milyen különös szerencsénk volt. Sem a Kola félszigeten tartózkodó orosz expedíció, sem a Nordkap és Hammer-



fest környékén dolgozó angol csillagászok, valamint a dán király másik kiküldötte, a Tromsø-ben észlelő *Chr. Horrebow* nem látott semmit, mert az ég teljesen borult volt! Sikeres volt azonban a *Hudson-öbölnél*, *Kaliforniában* és *Tahiti-szigetén* végzett mérés, ez utóbbit a híres *J. Cook* kapitány vezette és a méréseket *Charles Green*, nem sokkal később tragikusan elhunyt csillagász irányította.



20. ábra. Hell rajza az átvonulás kontaktusáról. (*Observatio transitus Veneris... Koppenhága, 1770*)

*Hell napparallaxisa.* — Ez utóbbi méréseket egybevetve Hell neki látott, hogy kiszámítsa a napparallaxis szögét. Erről írt tanulmánya a „*De Parallaxis Solis ex Observationibus Transitus Veneris anni 1769. Bács, 1772.*”, már korábban is feltűnést keltett és vitát kavart. A megfigyelési pontokat páronként csoportosítva, a  $\pi_{\odot}$  értékére a következő adatokat kapta:

Vardø és Tahiti közti értékből	$\pi_{\odot} = 8,70''$
Vardø és Hudson közti értékből	8,76''
Vardø és Kalifornia közti értékből	8,83''
Tahiti és Hudson közti értékből	$\pi_{\odot} = 8,67''$
Tahiti és Kalifornia közti értékből	8,44''
Hudson és Kalifornia közti értékből	$\pi_{\odot} = 8,88''$

Az adatok megbízhatósága alapján végül is Hell Miksa arra a következtetésre jutott, hogy a parallaxis szöge:

$$\pi_{\odot} = 8,70 \text{ ívmásodperc.}$$

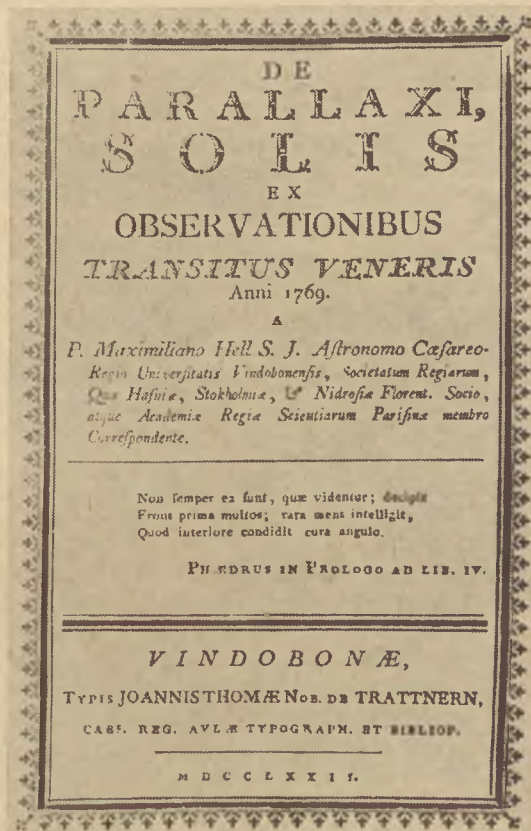
Ez az érték nagyobb a korábbi parallaxis-szögeknél és sokkal közelebb áll a valóságoshoz, mint a kortársak által elfogadott egyéb adatok! Ebben áll Hell és Sajnovics expedíciójának legnagyobb értéke. Ha az (1) képlet alapján, a Föld egyenlítői rádiuszát 6378,16 km-nek véve kiszámoljuk belőle a Csillagászati Egyseget, úgy

$$A. E. = 151\,213\,000 \text{ km-t}$$

kapunk, ami jóval közelebb áll a jelenleg elfogadott értékhez (149,6 millió km), mint a korabeli, sokkal nagyobb adatok. Hell egyébként nem tartotta kizártnak, hogy a  $\pi_{\odot}$  szöge még nagyobb is 8,70''-nél. A korabeli észlelők adatainak kombinációiból egyébként még a következő értékek számíthatók ki:  $\pi_{\odot} = 8,43$  (Planmean), 8,50 (Lalande), 8,68 (Lexell), 8,7 (Hell), 8,72 (Maskelyne), 8,78 (Hornsby), 8,80 (Pingré), 8,84 (Duséjour).

A kortársak azonban inkább az alacsonyabb értékeket fogadták el, ami a kelleténél nagyobb naptávolságot jelent.

*Viták és rágalmak.* — Hell, Sajnovics és Borgreving 1769. június 30-án érkezett vissza hajóval Trondhjem (akkor még Nidrosia) kikötő-



21. ábra. Hell Miksa parallaxisról írt könyvének belső címlapja

jébe. Itt nagy ünneplésben volt részük, s mindkettőjüket az ottani Akadémia tagjává választották. Október 18-án már Koppenhágában voltak, ahol Hell megkezdte az adatok földolgozását. Hell az átvonulásról és a sarki fényről, Sajnovics a magyar—lapp nyelvrokonságról tartott az Akadémia előtt nagy sikerű előadásokat.

Ám még ki sem nyomtatták az észleléseket, amikor a francia *J. J. F. Lalande* már sürgető levelet írt Hellnek, mint Sajnovics feljegyzí, „gonoszul fenyegetődzve benne”. Kifogásolta, hogy Hell nem közölte vele korábban az észleléseit. Utóbb *Lexell* svéd születésű pétervári akadémikus is megtámadta Hell adatait. Kifogásolták, hogy Hell késve közölte a megfigyeléseit, és azok eltértek más számításoktól. Ezért megvádolták, hogy Hell talán nem is látta az átvonulást, hiszen a közelében dolgozó orosz, angol és dán megfigyelők borult időről tanúskodnak. Hell visszautasította e rágalmakat, *amelyeket utóbb úgy Lalande, mint Lexell maga is visszavont!* (1773.)

A múlt század egyik legtehetségesebb számoló-csillagásza, *J. F. Encke* (1791 – 1865) újra számolta 1824-ben a két Vénusz átvonulást és ennek alapján a parallaxis értékére *8,573''-et* kapott ( $\pm 0,077''$  hibalehetőséggel.) Ezzel, úgy látszott, Hell mérései egészen hibásak. Ma már tudjuk, hogy Encke nagy matematikai apparátussal, de az észlelések kritikája nélkül, egészen téves eredményre jutott.

Egy évtizeddel utóbb az osztrák *Karl Ludwig Littrow*, aki egyébként Encke tanítványa és tisztelője volt (!) a bécsi csillagvizsgálóban áttanulmányozta Hell eredeti kéziratait. Könyvében (*P. Hell's Reise nach Wardoe bei Lappland und seine Beobachtung des Venus-Durchganges im Jahre 1769. . . Bécs, 1835.*) azt állítja, hogy Hellt akarta menteni a korábbi vádaktól. Ám minden sora rácáfol a tárgyilagosságra. Jóformán minden oldalon beleköt Hellbe — okkal, ok nélkül —, és végső soron *hamisítással vádolja a tudóst!* Szerinte a megfigyelési naplóban az eredeti számadatokat kivakarták és *más színű tintával átirták.* Így Hell becsületét a szakkörök előtt teljesen tönkretette.<sup>7</sup>

A fordulat akkor következett be, amikor *Simon Newcomb* (1835 – 1909) amerikai csillagász, a parallaxis probléma kiváló szakértője, 1883-ban Bécsbe látogatott és ott maga is megtekintette a kérdéses kéziratokat. Időközben már kiderült, hogy az Encke féle parallaxis érték helytelen és azt, különböző módszerekkel *8,8''* körül állapították meg. Newcomb éppen a parallaxis kérdéssel foglalkozva, behatóan megvizsgálta a kéziratokat. Kiderült, hogy *Littrow* állításainak zöme rágalom. A kézirat-

<sup>7</sup> Littrow zokon veszi pl., hogy Hell-ék naplójában a helységnevek helyesírása rossz. Ez azért sem helytálló, mert akkoriban az általuk bejárt helyeknek legalább három: latinos, dán és norvég neve volt, s ezeket Sajnovics hallás után írta. Egyébként magam az utóbbi öt évben kiadott német, angol, amerikai és magyar térképeken *Vardø* nevét háromféle írásmóddal láttam feltüntetve!



ban talált javítások mind olyanok, hogy még a *tinta megszáradása előtt (tehát az íráskor) hajtották azokat végre*. Utólagos, más színű tintával végzett javításnak Newcomb nyomára sem bukkant! Érdeklődésére a bécsi csillagászok elmondták, hogy Littrow ilyeneket nem is vehetett észre, mert *színtévesztő* volt: a sárga Arcturust nem tudta megkülönböztetni a fehér csillagoktól. „További kutatásra nem volt szükség. Egy fél évszázadig a csillagász-világ a véleményét egy színvak embernek a kézirat tintája színárnyalatára vonatkozó ártatlan, de téves következtetésére alapította.” — írja Newcomb.<sup>8</sup>

Ezzel Hell Miksa visszanyerte jóhírét a szakemberek előtt, annál inkább, mivel Newcomb szakmai és ismeretterjesztő írásokban többször is megvédte a magyar tudós becsületét.<sup>9</sup> Hazánkban elsőként *Herman Ottó* végzett kutatásokat Hell vardø-i útjára vonatkozóan, maga is ellátogatva e szigetre. Utóbb Pinzger Ferenc írt kimerítő monográfiát a nagy tudósról.<sup>10</sup>

*Modern módszerek.* — Ma már tudjuk, hogy a fellépő mérési hibák folytán a Vénusz átvonulások *nem a legalkalmasabbak* a Nap parallaxisának mérésére; pontosságuk korlátozott. Az 1874. december 9-i és az 1882. december 6-i átvonulásokat már fényképezéssel is észlelték, de az eredmények egyáltalában nem feleltek meg a várakozásnak. (Az első expedíciók között a Kerguelen-szigetére küldött német csoport helyettes vezetőjének, a magyar születésű *Weinek Lászlónak* — 1848 – 1918 — szintén fontos szerepe volt e hibák kimutatásában.)

Számos más módszer nyílik azonban, amelyekkel egyre pontosabban sikerül meghatározni a Csill. Egység értékét. Ezek:

1. A Vénusz átmenetek. Pontosságuk korlátozott.<sup>11</sup>

2. Mars oppozíciók. A módszer elvét már korábban ismertettük. Jelenleg szintén nem használatos.

3. Kisbolygó oppozíciók. (1874 óta). Elve ugyanaz, mint a Mars oppozícióknál végzett mérésé; a kisbolygó távolsága közvetlenül lemérhető, ebből az égi mechanika törvényével meghatározható a Csill. Egység. Mivel a kisbolygók pontszerű égitesteknek látszanak a távcsőben, ill. a fényképezőlemezen, helyzetük sokkal pontosabban határozható meg, mint a kiterjedt marskorongé. Emellett jóval közelebb is juthatnak a Földhöz, mint a Mars, így abszolút távolságuk is jobban mérhető. Nagyon értékes adatokat szolgáltatott az *Eros* kis-

<sup>8</sup> L. pl. Newcomb, S.: The reminiscence of an astronomer. London, 1903., továbbá A Syde lights on Astronomy ... c. munkáit, valamint a Monthly Notice of the Royal Astronomical Society 1883. évi kötetét, a 376. lapon.

<sup>9</sup> Az idézett részen kívül másutt már rosszállólag ír Littrowról, aki szerinte a „közvádoló hangját tette magáévá”.

<sup>10</sup> Az idézetek nagy részét Herman Ottó és Pinzger Ferenc fordításából vettem át.

<sup>11</sup> A következő két átvonulás 2004. június 8-án és 2012. június 6-án lesz.



bolygó,<sup>12</sup> amely 22 millió km-re közelíti meg a Földet. (1900—1901, 1930—31.)

4. A Hold, a bolygók és a kisbolygók *pályaháborgásaiból* meghatározhatók ezeknek az égitesteknek tömegarányai, ez utóbbi adat viszont a Csill. Egység ismeretére vezet. Kepler harmadik törvénye ui. szigorúan véve, egyszerű formájában csak akkor lenne érvényes, ha az égitestek tömege a Napéhoz képest végtelenül kicsiny lenne, (l. az 1. lábjegyzetet). Mivel ez nem áll fenn, a tényleges összefüggés a következő, ha  $a$  a félnagy tengely,  $P$  a keringési idő,  $G$  a gravitációs állandó,  $M$  a Nap és  $m$  a bolygó tömege:

$$\frac{a^3}{P^2} = \frac{G}{4\pi^2} (M + m) \quad (3)$$

ahonnan kifejezhető a Csill. Egység, ill. a parallaxis.

5. A Föld—Hold rendszer egy közös tömegközéppont körül mozog, amely kb. 4700 km-re van a Föld központjától. Ezért egy holdhónap alatt a Föld is leír egy kis ellipszist e központ körül, ennek során, amint a  $11/a$  ábrán látható, első negyed idején a pályáján kissé előre siet, utolsó negyedkor visszamarad. Ezért a Nap látszólagos mozgásában egy  $6,5''$ -es ingadozás lép fel, amelyből a  $\pi_{\odot}$  kiszámítható.

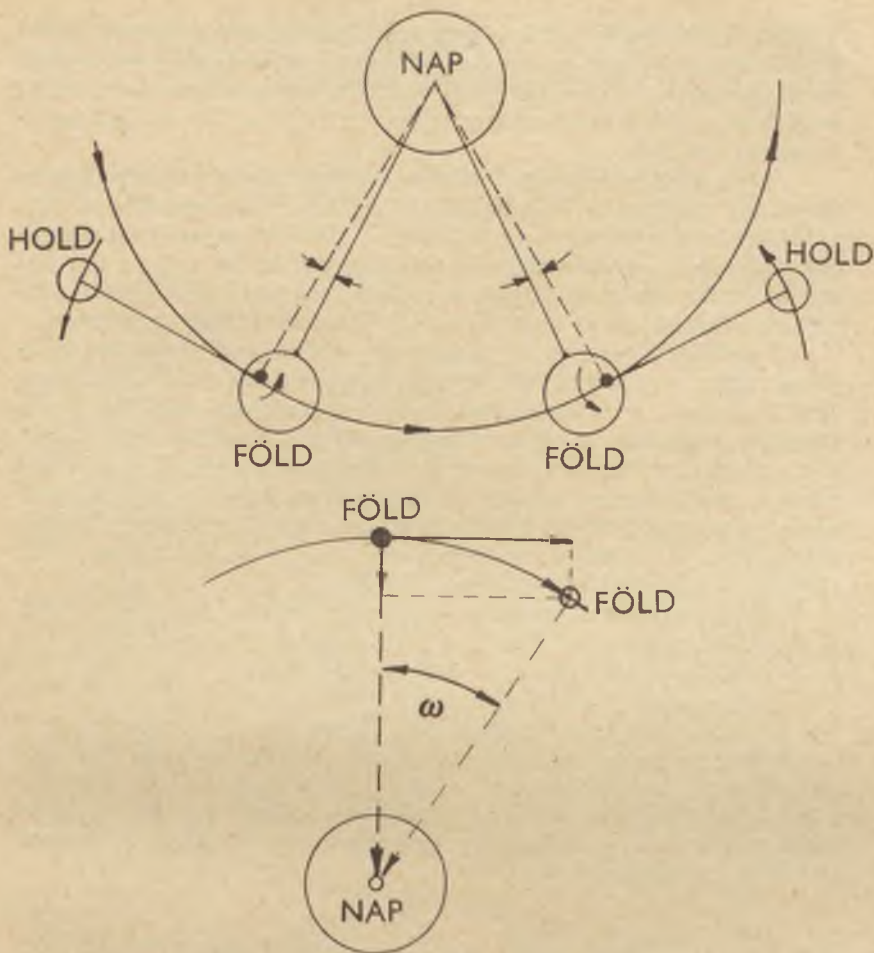
6. A Föld „esése” a Nap felé. A bolygók napköri mozgása két összetevőből alakul ki: a kölcsönös tömegvonzás folytán a Nap felé esnek és a tehetetlenség miatt egy, erre az irányra merőleges mozgást végeznek. A két erő eredőjeként alakul ki a bolygópálya (11/b ábra). Végző soron, ha  $\omega$  a Föld szögsebessége (az egy másodperc alatt megtett napköri ív szöge),  $M$  a Nap,  $m_0$  a Föld tömege, akkor:

$$\pi_{\odot} = 206\,264,8 \frac{m_0}{M} \frac{R_0}{G} \omega \quad (4)$$

7. Módot ad a Csill. Egység meghatározására a *fény sebességének* ismerete, részben azzal, hogy a Föld pályájának egy-egy pontján közelebb van egy adott égitesthez, mint fél év múlva, tehát valamilyen csillagászati jelenség az utóbbi helyzetben annyival később következik be, amennyivel nagyobb utat kell a fénynek megtennie a földpálya átmérője mentén. Másrészt az *aberráció* jelensége is lehetővé teszi a Föld keringési sebességének, és ebből a parallaxisnak kiszámolását.

8. A Doppler-eltolódás szerint, ha egy észlelő és a fényforrás közeledik egymáshoz, úgy a megfigyelt hullámhossz rövidül, távolodáskor viszont meghosszabbodik (kék és vörös eltolódás). Mivel Földünk,

<sup>12</sup> Az 1930/31-es Eros oppozíció idején Dr. Kulin György a Szabadsághegyi Csillagvizsgálóban igen jelentős értékű helymeghatározásokat végzett.



22. ábra. a) A Föld–Hold rendszer keringése a közös tömegközéppont körül.  
b) A Föld „esése” a Nap felé

pályájának egy-egy pontján közeledik, fél év múlva viszont távolodik egy adott égitesttől, a megfigyelt sugárzás hullámhossz-eltolódásából kiszámolható a keringési sebesség, ebből pedig a parallaxis.

9. A Nap körül keringő *bolygószondák*, mint mesterséges kisbolygók, rádiójelzéseik révén igen pontosan bemérhetők és így ezek mozgásából is meghatározható a Csill. Egység. Eddig a *Pioneer V (USA)* szolgáltatta a legrészletesebben kiértékelt adatokat.

10. A Vénusz felé kibocsátott *radarjelek* rendkívül pontos mérési lehetőséget nyújtanak a bolygó távolságának és keringési sebességének megállapítására. Az első kísérletek óta (USA, 1959), számos vénusz-radar mérést hajtottak végre és ezek alapján merült fel a *Csill. Egység módosításának* szüksége.

A századforduló idején, főként az égimechnikai és kisbolygó megfigyelések alapján, a Nemzetközi Mértékügyi Konferenciák a Nap parallaxisának értékét  $\pi_{\odot} = 8,80''$ -ben, az ebből levezetett Csill. Egységet pedig  $A.E. = 149,5$  millió km-ben rögzítették. Ez volt az ún. efemerisz érték, amelynek alapján a csillagászati táblázatok adatait számolták. Mint látjuk, ez közel áll a Hell Miksa által talált értékhez.

*A parallaxis probléma napjainkban.* — Századunk közepe óta azonban az egyre pontosabbá váló mérések, és a felmerülő problémák tömege arra ösztönözte a csillagászokat, hogy a *csillagászati mértékegységeket rögzítsék és egyúttal az új mértékegység-értékeket meghatározzák*. Döntő volt e téren az a felismerés, hogy a Föld forgási sebességének ingadozásai miatt a napok hossza változik, továbbá az is, hogy a radarmérések szerint a parallaxis szöge kisebb, mint azt a régebbi efemerisz adatok feltűntették. Az 1964-es hamburgi konferencián — az előzetes viták alapján — a következő határozatot hozták:

Az idő mértéke az *efemeris nap*, amely 86 400 másodpercből áll. A másodpercet, mint az 1900. január 0,5-ös epochájú évszázad tropikus évének 31 556 925,97474 részét állapították meg.

A *tömeg egysége* a Nap tömege.

A *távolság egysége* a *Csillagászati Egység* (A. E.), amely azonban nem a pillanatnyilag mért érték, hanem úgy definiálható, mint annak a (képzeletbeli), *nem háborgatott* — ún. „Kepler féle” — *bolygópálya ellipszisének félnagy tengelye* ( $a$ ), amelyet az  $n$  közepes sziderikus sebességgel (km/sec) mozgó,  $m$  tömegű bolygó ír le Kepler harmadik törvényének alábbi megformulázása szerint:

$$n^2 a^3 = k^2 (1 + m) \quad (5)$$

ahol  $k$  az ún. Gauss-állandó, amelynek értéke (abszolút állandó),  $k = 0,01720 20989 50000$  (A. E.)<sup>2/3</sup>/d. Itt  $d$  az efemerisz napot jelenti.

A Föld egyenlítői rádiuszául ( $R_0$ ) a régebbi, ún. Hayford féle értékénél kisebb értéket fogadtak el;  $R_0 = 6 378,165$  km. A *lapultság* értékének új adata 1/298,3.

Ennek alapján a Csillagászati Egység a Nap parallaxisa:

$$\pi_{\odot} = 9,79405'' \text{ és } A. E._{\text{km}} = 149 600 000 \text{ km.}$$

Megjegyzendő, hogy ez egy rögzített, képzeletbeli érték, amely némileg nagyobb az utóbbi két évtized során mért tényleges értéknél. Ezek összegezése ui. a következő adatot nyújtja:  $1 A. E. = 149 598 000 \text{ km}$ , a hiba



2000 km. Mint látható, az eferemisiz érték és a legpontosabbnak tartott mérési eredmény értéke a hibahatáron belül jól egyezik, s mindkét adat közel áll ahhoz, amit Hell Miksa mért, két évszázaddal ezelőtt.

## I. táblázat. A Nap távolságának fontosabb értékei

### 1. Történeti jelentőségű mérések

Év	Kutatók	Módszer	$\pi_{\odot}''$	A.E. millió km
1672	Cassini—Richer	Mars oppozíció	9,5	138,4
1751	Lacaille	Mars opp.		129,2
1769	Hell Miksa	Vénusz átmenet	8,7	151,2
1824	Encke	két Vénusz atm.	8,573	153,459
1882	Newcomb	Vénusz átmenetek	8,79	149,669
1889	Gill	Kisbolygó opp.	8,802	149,509

### 2. Korszerű módszerekkel végzett mérések

1896	Nemzetközi Konferencia, Párizs		8,80	149,500 ± 0,050
1900	Hinks	Pályaháborgások	8,806	149,402 0,068
1901	Hinks	Eros-oppozíció	8,866	149,403 0,055
1921	Noteboom	Eros-háborgás	8,799	149,521 0,017
1928	Spencer-J.	Doppler elv	8,803	149,453 0,068
1930	Grouitch	Hold-mozgás	8,8025	149,462 0,130
1942	Spencer-J.	Eros-háborgás	8,790	149,674 0,017
1950	Brouwer	Hold-mozgás	8,7925	149,632 0,051
1950	Raabe	Eros-háborgás	8,79835	149,532 0,0066

### 3. Modern mérések (radar és mesterséges égitest)

1959	Lincoln Laboratórium, USA	Vénusz-radar	8,8022	149,467 0,0017
1959	Jodrell-Bank Anglia	Vénusz-radar	8,8020	149,470 0,0085
1960	McGuire	Pioneer V.	8,7974	149,548 0,014
1961	Kotlynyikov	Vénusz-radar	8,8026	149,460 0,005
1961	Lincoln. Lab.	Vénusz-radar	8,79450	149,598 0,0015
1961	Jodrell-Bank	Vénusz-radar	8,7943	149,607 0,005
1961	Victor—Stevens	Vénusz-radar	8,7944	149,599 0,0015
1961	Maron, stb.	Vénusz-radar	8,7946	149,596 0,0002
1962	Kotlynyikov	Vénusz-radar	8,79447	149,598 0,00075
1964	Csillagászati Unió, Hamburg	Összegezés	8,79405	149,600 0,0002

Megjegyzés: Az A.E. értékek a Hayford-féle földrádiusszal készültek



## F o r r á s m u n k á k

- Kövesligethy Radó: Csillagászati Földrajz. Budapest, 1899.
- Wolf, Rudolf: Handbuch der Astronomie, ihrer Geschichte und Literatur. II. köt. Zürich, 1892.
- Struve, Otto: Astronomie. Berlin, 1967.
- Newcomb—Engelmann: Populäre Astronomie. 7. kiad. Leipzig, 1921.
- Steinert, K.-G.: Methoden zur Bestimmung des Wertes der Astronomischen Einheit. Astronomie in der Schule 3. évf. 6. sz. 1966.
- Bartha Lajos, ifj.: Természettudományi Közlöny, VI. évf. 5. sz. 1962., 208. old.
- Böhme, S.: Das System der Astronomischen Konstanten. Sterne und Weltraum. 3. évf. 3. sz. 1964., valamint az ehhez csatlakozó „Astr. Kartei”.
- A Csillagászok métere. Univerzum, 1968. 1. sz. (Január)
- Pinzger Ferenc: Hell Miksa emlékezete. I—II. Budapest, 1920—22.
- Pinzger F.: Hell Miksa. Stella Almanach 1928-ra. Budapest, 1928.
- Pinzger F.: Hell és Sajnovics Vardői útja. A kalocsai Főgymnázium értesítője, 1911—12. Kalocsa, 1912.
- Ashbrook, J.: The reputation of Father Hell. Sky and Telescope. Vol. 21. No. 4. 1961. April.
- Kisbán Emil: Sajnovics János. Debrecen—Budapest. é. n.
- Hermann Ottó: Az északi madárhegyek tájairól. Budapest, 1893.
- Bartha Lajos, ifj.: A magyar csillagászat történetéből II. Csillagászati Évkönyv 1959-re. Budapest, 1958.
- Továbbá a szövegben idézett munkák és a fentiekben közölt egyéb források is.

J. BROOKES SPENCER:

### A ZEEMAN EFFEKTUS FELFEDEZÉSE NAPFOLTOKBAN<sup>13</sup>

Az első asztrofizikai alkalmazásait ismertetjük itt annak az effektusnak, amelyet *P. Zeeman* laboratóriumában fedezett fel a spektrumvonalakon, amikor a fényforrást erős mágneses térbe helyezte. Már maga Zeeman 1896-ban megjelent dolgozatának végén, amelyben felfedezését közölte, felvetette azt a gondolatot, hogy lehetséges, hogy ennek az asztrofizikában is jelentősége lesz.

Zeeman első dolgozatában először azt a magneto-optikai felfedezését ismertette, hogy spektroszkópiailag észlelve, az erős elektromágnes pólusai között égő nátrium láng két *D* vonala kiszélesedik. A már *H. A. Lorentz* által ezt megelőzően kidolgozott elmélet szerint a kiszélesedett *D* vonalak széleinek ellentétes irányú cirkuláris polarizáltságot kellett mutatniuk, ha a mágneses térbe helyezett fényforrásra az erővonalakkal párhuzamosan nézünk. Ezen elméleti eredmény kísérleti igazolására negyedhullámú lemezt és Nicol-prizma analizátort tett a látvonalba úgy, hogy az a poláros fény jobbra körösen polarizált komponensét oltsa ki. Az így összeállított megfelelő készülék elektromágnesét gerjesztve, a szemlencse fonálkeresztjét az egyik emissziós nátriumvonalra állította be. Ha a Lorentz elmélet, ahogy azt Zeeman feltételezte, helyes, úgy, amit ekkor észlelt, az a jobbra körösen poláros komponens híján a teljes *D* vonal volt. Majd, amikor az elektromágnezt tápláló áram irányának megfordításával a mágneses tér iránya megfordult, a Lorentz elméletnek megfelelően a jobbra körösen poláros fényből balra körös lett és ezért azt a nikol analizátor átengedte. Így a Lorentz elmélet megjósolta, hogy ezáltal a színekpvonalnak a nikolon át előzőleg látható szélei közül az egyik összébb húzódott, a másik kiterjedt.

Zeeman a következő szavakkal közölte tapasztalatát: „Az áram megfordításakor a látható vonal elmozdult! Ez a kísérlet számtalanszor megismételhető.” Ez az eredmény Zeeman kimagasló alkotása. Zeeman

<sup>13</sup> *Astr. Soc. Pacific Leaflet* No. 434-ben közölt cikket (rövidítve) fordította: Kovács Ágnes (MTA Napfiz. Obsz.).

megismételte a fenti kísérletet, az emittált fényt a mágneses erővonalakra merőleges irányból figyelve meg. A kiszélesedett színekvonal mindkét széle azonos síkban polarizált fényt mutatott.

Zeeman sugalmazását követve *G. E. Hale* kezdetben nem vett észre semmiféle mágneses hatást a napspektrumban. Azonban 1908-ban közreadott két dolgozatot, amelyek a napfoltokban mágneses jelenségekről tanúskodtak.

Ezen dolgozatok közül az elsőben „Napörvények” címen Hale arról számolt be, hogy a hidrogén spektrumvonalaiiban készült spektrohéliogramok számos új tulajdonságot fedtek fel, sokkal inkább, mint a korábban, a spektrohéliográf 1892-es felfedezését követő évtizedben majdnem kizárólag használt kalcium spektrohéliogramok. Az elsődleges újdonság a kis flokkuluszok eloszlása volt, amely hasonló a mágneses térben levő vasreszelék eloszlásához. Ilyen képeket 1907 óta a H-alfa vonal fényével nyertek, miután *Wallace* eljárást dolgozott ki arra, hogy a spektrum vörös részére hogyan lehet érzékennyé tenni fotolemezeket. Hale dolgozata főleg egyetlen napfoltról és az azzal kapcsolatos H-alfa flokkuluszokról 1908 május 29 és június 5 között készült 8 spektrohéliogram fénykép részletes leírását tartalmazza. Ezenkívül bemutat és tárgyal még néhány más foltról készült H-alfa fényképet is. Hale számára mindezen tények annyira meggyőzően bizonyították a napörvények létezését, hogy dolgozatát az itt következő elgondolással fejezte be, hogy egy örvény-mechanizmus hogyan hozhat létre Zeeman effektust napfoltokban: „E helyen nem bocsátkozva a további részletekbe, egyetlen ötletet legyen szabad előadni a Napon mágneses terek létezésének lehetőségességére vonatkozóan. *Rowland* vizsgálataiból tudjuk, hogy elektromosan töltött testek gyors keringése mágneses teret hoz létre, amelyben az erővonalak a keringés síkjára merőlegesek. A fotoszféra által kilökött részecskék talán örvényeket alakíthatnak ki ... vagy, a pozitív vagy negatív ionok többlete valamilyen más októl eredhet. Ha az erővonalak irányában történik az észlelés, a folt-spektrum sok színekvonalának megkettőződöttnek kell lenni, amennyiben mágneses térben keletkeznek. Kettős vonalakat, ..., nemrégiben fényképeztek a torony-teleszkóp 30 lábás spektrográfiájával, megerősítve *Young* és *Mitchell* vizuális észleléseit. Meg kell állapítani, hogy vajon ezen kettős vonalak komponensei ellentétes irányban körösen polarizáltak-e, vagy ha nem, vajon nem jelentkeznek-e más kevésbé nyilvánvaló, a mágneses térre utaló jelek. Amint alkalmas folt jelenik meg, megkíséreltem a legszükségesebb észleléseket.”

Ez a dolgozat a *Publications of the Astronomical Society of the Pacific* 1908 augusztusi számában jelent meg, 1908 június 20-i keltezéssel. Ugyanebben a számban, a közvetlenül következő dolgozatban, Hale már közölhette is szóban forgó észleléseit a lehetőesnick tartott Zeeman



jelenségről. Ebben a második „A napörvények és a Zeeman effektus” című dolgozatában, melynek keletkezése 1908 július 3, Hale a következőképpen számolt be észleléseiről: „A tulajdonképpeni Zeeman dublett komponenseinek, ezen feltételek mellett, a mágneses tér erővonalai mentén észelve, a nikol forgásának megfelelően relatív intenzitásukat változtatni kell. Amikor a folt a peremhez közel volt, az eredmények bizonytalanok voltak, de amikor elérte a Nap centrumától a mintegy  $45^\circ$ -os pontot, a dublettek megjelenése határozottan a Zeeman effektusra jellemzőnek látszott, a két komponens relatív intenzitása a nikol forgásával feleszerelődött.”

„A  $\lambda$  6230 —  $\lambda$  6241 vidéken több mint 30 vonal mutatott ilyen effektust. Sok esetben ezek nem dublettek, de a vonalaknak volt némi eltolódása a vörös és ibolya felé ... Ez azt mutatná jelezni, hogy ezen foltvonalak széleinek fénye ellentétes irányban körösen poláros. Ha így van, az elmozdulások hasonló jellegűek, mint amelyeket Zeeman mutatott ki első észleléseinél a mágneses térben történő sugárzásról.”

1908 július 6-án Hale megírta ezeket az eredményeket Zeemannak, elküldve neki dolgozatának a *Nature* számára is közlésre beküldött másolatát és két napspektrum fényképet, amelyeken össze lehetett hasonlítani egy napfolt és a napkorong egy foltalan részének színképvonalait.

Hale egyúttal felkérte Zeemant, hogy ő is küldjön a *Nature*-nek egy rövid közleményt és mondja meg véleményét az eredményekről. Zeeman közleményében már sokkal kevésbé volt óvatoskodó, mint Hale. Azt írta: „Elmondhatom, hogy arra a végkövetkeztetésre jutottam, hogy úgy látszik, az, amit Hale professzor nyújtott, döntő bizonyítéka annak, hogy a napfoltokban erős mágneses tér van; e terek iránya nagyjából merőleges a Nap felületére.”

Zeeman a longitudinális effektus megfontolására szorítkozott, amikor az erővonalakkal párhuzamosan nézünk, amely olyan napfolt észlelésekre vonatkozik, amikor a folt a napkorong közepében vagy a középpont közelében van. Hale érvelése erre az esetre szól a legerőteljesebbnek. Hale azt írta, hogy az észlelések, ha a folt a Nap-„perem közelében van, az eredmények bizonytalanok voltak”. Ilyen helyzetekben a transzverzális Zeeman jelenségek fellépte várható. Hale nem sokkal később kipótolta a Zeemannak küldött eredeti közlemény idevágó hiányosságát. Zeeman erről egy 1908 szeptember 21-én kézhez vett táviratból értesült, ami Zeeman megfogalmazása szerint: „... amilyen rövid, olyan jelentős; így szólt: „Az ellentétes irányban forgó örvények ellentétes polaritást mutatnak; a perem közelében a folt vonalak síkban polarizáltak.” Tehát a transzverzális effektust is észlelték a foltokban.”

Hale 1908-as táviratában közölt észlelési eredmények képezik a napfoltokbeli Zeeman effektus felfedezésének lényegét. Ezek az észlelések,



amelyek felölelik mind a longitudinális (cirkuláris polarizációval járó), mind a transzverzális (síkban polarizáltsággal járó) effektust, teljesen megfelelnek azoknak, amelyek révén Zeeman először hírül adta 1896-os felfedezését.

Végül megemlíthetünk egy harmadik 1908-as Zeeman effektus dolgozatot, amelyben Hale nagy részletességgel ismertette felfedezését és az ezt követő idevonatkozó jelentős vizsgálatait. (*Astrophysical Journal*, Vol. 28. p. 315., 1908.)

A Wilson-hegyen a 150-lábas toronyteleszkóp és a 75-lábas spektrográf befejezésével 1915-ben *F. Ellerman* elkészítette a napfolt-spektrum mappáját; ennek léptéke  $1 \text{ \AA} = 1 \text{ cm}$  és ahol a jelentősebb Zeeman effektusok könnyen megláthatók. A nagy vagy különleges effektust mutató vonalakat részletesen tanulmányozták. A Wilson-hegyi észlelők a 6173  $\text{\AA}$  vasvonalat használták az elmúlt 50 év folyamán a Napon feltűnt foltok mágneses tere intenzitásának mérésére és polaritásának megállapítására.

R. HOWARD<sup>14</sup>:

## MÁGNESES TEREK ÉS A NAPCIKLUS<sup>15</sup>

A legnagyobb érdeklődést keltő rejtélyek egyike, amely az utóbbi évszázad folyamán a kutatókat foglalkoztatja, az, hogy mi lehet az oka a ciklikus naptevékenységnek. Ha bárki is gondosan naplót vezet a naptevékenység valamely jellemzőjéről, mint például a napkorongon látható foltok naponkénti számáról, azt fogja találni, hogy az aktivitás majdnem szabályos periodicitással, mintegy 11 éves szakaszossággal változik. Az aktivitás legutóbbi minimuma kb. 1965 elején volt.

Világszerte több Nap-obszervatórium sok figyelmet szentelve folyamatosan regisztrálja a naptevékenységet. Gyakorlatilag éppen annyira nagyon fontosak a napciklusra vonatkozó általános ismeretek, mint azok, hogy tudjuk, mikor van kifejlődésben egy hatalmas flare (napkitörés). Ezek a napjelenségek olyan hatásokat keltenek, amelyek még Föld-messzeségben is jelentősek. A magas földrajzi szélességeken tündöklő szépséges sarkifény láthatósági gyakorisága a napciklussal együtt változik. A Napon az aktivitási időszakok alatt keletkező zaj-kitörések félbeszakíthatják a Földön a nagy távolságról jövő rádió-vételt, ámbar most, hogy a mesterséges holdak jelentős részben átveszik a rádióközvetítések szerepét, ez többé már nem annyira komoly probléma. Az éjszakai ég fénye erősebb a naptevékenység maximuma idején, ami zavaró körülmény a stelláris csillagászati észleléseknél. Még a fák évgyűrűinek szélessége és a napciklus menete között is összefüggés mutatkozik. Valamilyen szövevényes hatása lehet a ciklusos naptevékenységnek a földi időjárásra is, de mind ez ideig ezek nincsenek még meggyőzően bebizonyítva.

Mivel a ciklusos naptevékenységnek Földre gyakorolt hatásai miatt nagy fontossága van, hatalmas erőfeszítések történtek mindazon jelenségek tanulmányozására, amelyek a ciklikusságot létrehozzák,

<sup>14</sup> A Wilson- és Palomár-hegyi Csillagvizsgáló napfizikusa.

<sup>15</sup> *Astr. Soc. Pacific Leaflet* No. 454-ben megjelent cikket rövidítve fordította: Kovács Ágnes (MTA Napfiz. Obsz.).

abban a reményben, hogy fény derül a fő problémára: mi a ciklikusság oka. Mindmáig a legtöbb eredménnyel kecségtető kutatási irányok egyikeként az bizonyult, amely a Napon észlelhető mágneses mezők globális felületi eloszlásainak tanulmányozására irányul. Alapos ok szól amellett, hogy a mágneses tereket kutatás tárgyává tegyük. Úgy látszik, hogy gyakorlatilag mindazon jelenségek, amelyeket csak összefüggésbe hozhatunk a naptevékenységgel, a mágneses terekkel állnak szoros kapcsolatban. A napfoltokban erős mágneses tér van. A napfoltokat körülövező fényes területek, amelyek az erős spektrumvonalak fényében készített kromoszféra felvételeken láthatók, ugyancsak mágneses terek helyei. Még azok az apró fényes területek is, amelyek a kromoszféra képek durva hálózatát hozzák létre, mágneses terek jelenlétéről tanúskodnak. A koronának a napfogyatkozások idején látható jellegzetes alakzatait az alattuk fekvő mágneses terek határozzák meg. Tehát a mágneses tér egy igen alapvető fizikai valóság a Nap felületén. Magától értetődik, hogy a nagyobb kiterjedésű mágneses mezők tanulmányozása elősegítheti az egész naptevékenység problematikájának a megértését.

A Nap felületén tapasztalható mágneses terek először új aktív vidék születésével jelennek meg a felületen. Tulajdonképpen az „aktív vidék” és „fiatal mágneses vidék” szakkifejezések közül használhatjuk az egyiket a másik helyett. Az aktív vidékkel rendszerint velejár egy napfoltcsoport, de nem minden esetben van ez így. Amikor az aktív vidék fiatal, a mágneses mező viszonylagosan zárt és szabályos határú. Ahogy a vidék öregszik, a mágneses mező és így a fényes rész a kromoszférában (hiszen azonos jelentésűek ezek) kezd kis részekre osztódni. A folyamat először a mágneses tér határvonala közelében kezdődik azzal, hogy a mágneses mező csipkés szélűvé válik, majd később, többnyire néhány héttel a keletkezés után, megindul az egész aktív vidék feltagozódása. Az eredetileg kis területre tömörült mágneses mező területének sokszorosára szóródik szét. Ez a folyamat némileg hasonlít ahhoz, ahogyan egy csésze kávéban a belé cseppentett tejszín szétoldódik.

Az aktív vidék életének ezt követő fejezete a Nap differenciális rotációjának következménye. A Nap hozzávetőlegesen minden 27 napon egyszer fordul meg tengelye körül. De nem úgy forog, mint a Föld, ahogyan egy szilárd test. Azaz a Nap felületének nem minden része egyszerre tesz meg egy teljes fordulatot. Az egyenlítőnél gyorsabb a forgása, mint a magasabb szélességeken. Amint egy öregedő aktív vidék kiterjed és gyengül, a differenciális rotáció következtében oly módon nyúlik szét, hogy a magasabb szélességeken fekvő részei kelet felé húzódnak el, más szóval a forgást tekintve elmaradnak az alacsonyabb szélességeken levő részekhez képest. A szétterjedő sok öreg aktív vidék halmozódó összhatása a napfelületen egy változólag ellentétes mágneses polaritású skémát alakít ki. Ezek a mágneses mezők nem olyan erősek,



mint a napfoltokban, de együttesen a napfelület igen nagy részét elborítják. Különösen akkor van ez így, ha erős a naptevékenység.

A napciklus egyik jellemzője az, hogy a Nap mindkét félgömbjén a foltsoport „vezető” és „követő” részében (azaz a Nap forgásának megfelelően az elől és hátul haladó részben) a napfoltok mágneses polaritása ellentétes. Továbbá, az a polaritás, amely dominál a vezető foltokban az egyik félgömbön, ugyanakkor a másik félgömbön a követő foltok polaritásával azonos. Két egymást követő napciklusban a polaritásoknak ez az eloszlása ellentétes. Így a mágneses polaritások vonatkozásában a napciklus 22 éves és nem 11 éves, hiszen az azonos viszonyok 22 évenként ismétlődnek. Ma még nem teljesen tisztázott az oka annak, de lehet, hogy a foltsoportok mágneses tengelyének hajlásszögével áll összefüggésben, hogy a kiterjeszkedő öreg aktív vidékek „követő” polaritású része az, amely hajlamos arra, hogy terjeszkedése és a differenciális rotáció folyamán magasabb szélességekre kerüljön. Ilyen körülmények között természetes, hogy amennyiben az aktív vidékek „követő” polaritású részei folyamatosan a magas szélességekre kerülnek, például a jelen ciklusban az északi félgömb követő foltjainak pozitív mágneses polaritása miatt a pozitívok, az ilyen polaritású mágneses terek fognak felgyülemelni a magas szélességeken, azaz a pólus vidékén. De az északi pólus vidékén az így felépülő terek polaritása ellentétes lesz ciklusról ciklusra. Így abban a ciklusban, amelynek 1947-ben volt a maximuma, pozitív polaritású tér halmozódott fel az északi pólus közelében. A múlt ciklus elején ezt a mágneses teret észlelték a Mount Wilson csillagászai. Az 1958-as maximum táján azt észlelték, hogy ennek a pólus környéki térnek (és délen a negatívnak is) a polaritása felcserélődött. Nyilvánvaló, hogy az északi félgömb aktív vidékeinek követő részéből elegendő negatív mágneses terek jutottak el az északi pólusra az előző ciklus folyamán felépült pozitív terek közömbösítéséhez.

De mi történik a félgömbök „vezető” polaritású mágneses tereivel? A pólus felé mozgó mágneses mezőkhöz tartozik egy ellentétes polaritású egyenlő erősségű, ami az egyenlítő felé halad. Mivel azonban a vezető terek a két félgömbön ellentétes polaritásúak, így a két félgömb egyenlítő felé mozgó ezen terei is azok és semlegesítik egymást.

A napfoltokon kívüli gyenge mágneses tereket rendszeresen csak 1953 óta észlelik, de joggal hihetjük, hogy a nagy kiterjedésű mágneses mezők ilyen, ismertett felépülése és a pólusterek megfordulása szabályosan ismétlődő sajátosságok és a ciklikus naptevékenység szükségszerű következményei. Egy érdekes kutatáshoz, amely ennek bebizonyítására irányult, be kellett vonni a poláris fáklyák vizsgálatát. A poláris fáklyák pontszerű kifényesedéseknek láthatók a Nap pólusainak környékén a napfelületről készített fotografikus képeken. Ezeket a fáklyákat a napciklus folyamán a poláris terekkel egyszerre észlelték fel- és eltűnedezni. Sőt,



azt is észlelték, hogy a poláris mágneses terek a poláris fáklyákkal egyező, nagyon kicsi területeken fordulnak elő. A Mount Wilsonon 1905 óta készült napfelvételek felülvizsgálata azt mutatta, hogy a poláris fáklyák mindegyik ciklusban éppen úgy változtak, mint ahogy elvárnók, ha a poláris tér megfordulását jelentenék.

Tehát az utóbbi években a napciklusra vonatkozó ismereteink kibővültek a foltokon kívüli viszonylag gyenge mágneses terek észlelései révén. Ezek a vizsgálatok rámutattak a naptevékenységgel összefüggő, a Nap igen nagy részére kiható jelenségekre, olyanokra, amelyek szoros kapcsolatban lehetnek a ciklikus aktivitás eredetével. A napciklus egyik elmélete szerint, amelyet széles körben elfogadnak, a poláris tér ezen felépülését a legközelebbi új ciklus megalapozásának lehet tekinteni. Feltételezik, hogy a mágneses erővonalak, amelyek az újonnan kialakult poláris tereket alkotják, pólustól pólusig a napfelület alatt húzódnak. A differenciális rotáció hatására ezek az erővonalak fokozatosan megnyúlnak és megcsavarodnak. Néhány év múlva a csavarodás olyan naggyá válik, hogy az alapul szolgáló mágneses tér elég erős lesz és végül sok helyen kezd kitörni a felületre, aktív vidékeket alakítva ki. Ezzel a szemi-kvantitatív elmélettel a napfolt-ciklus csaknem összes titokzatos tulajdonságait meg lehet magyarázni.

Ilyen elmélet szabatos matematikai tárgyalását nem dolgozták ki, ez különösen bonyolult vállalkozás lenne a figyelembe veendő fizikai folyamatok bonyolultsága miatt. Maga a differenciális rotáció még meg nem értett valami, de annyi egészen nyilvánvaló, hogy a naptevékenység ciklikus voltában nagyon fontos szerepet játszik. Ehhez járul még az is, hogy meghatározása is nehéz észlelési probléma. Biztos, hogy az elkövetkező években mind a Nap gyenge mágneses mezőit, mind differenciális rotációját átfogóan tanulmányozni fogják.

ABONYI IVÁN:

## A SZOLÁRIS SZÉLRŐL

Az elmúlt évtizedben, elsősorban a mesterséges égitestek segítségével végzett mérések eredményei nyomán, elég nagy átalakuláson ment át a Naprendszerrel alkotott elképzelésünk. Ennek jellemzésére azt szeretnénk felhozni, hogy mintegy tíz évvel ezelőtt a Naprendszer központi égiteste, a Nap és a bolygók közti teret nyugalmas, meglehetősen szerény szereplőnek tekintették a Naprendszer fizikai eseményeinek színpadán. Ma viszont hatásosan úgy is megfogalmazhatjuk, hogy jóllehet, a bolygók közötti anyag sűrűségére vonatkozó adataink a várakozásnak megfelelőek voltak, mégis a Naptól 150 millió kilométer távolságban keringő Föld mindenestire, de könnyen meglehet, hogy még a Plutó is, a Nap légkörében végzi mozgását, méghozzá olyan naplégkörben, amely a bolygókön uralkodó fizikai jelenségek egy részét komoly mértékben is befolyásolhatja.

Hogyan érthető ez, vagy talán elsősorban hogyan is értendő ez; mik azok a látványos jelenségek, amelyek alapján ilyen állításra merészkednek az asztrofizikusok és a geofizikusok.

Kezdjük talán a Földdel, a Föld közvetlen közelében uralkodó viszonyok jellemzésével. A Föld gravitációs erőtere elég erős ahhoz, hogy hideg bolygónk körül a gázokat, a bennünket éltető és védő levegőt megkösse. Távolodva a Föld felszínétől, a levegő sűrűsége egyre csökken.

A Földünk mágneses teret is kelt, amelyet iskolás korunk óta jól ismerünk és iránytűnkkel igen hétköznapi módszerekkel ki is mutathatunk. A Földet ezért közelítésképpen úgy lehetett elképzelni, hogy egy többé-kevésbé szabályos gömb, amelyben egy rúd-mágnes van elrejtve. Ez a modell a Föld közvetlen környezetének helyes tükörképe még ma is, nagyobb távolságokat átölő környezet azonban már nem illik össze ezzel a képpel. Hiszen a gömbbe dugott rúd-mágnes tere, a mágnesrúd tengelyére szimmetrikusan, a távolság növekedésével csökken, a tengely körül minden irányban egyformán. Itt például máris eltér a régi modell a tapasztalt viszonyoktól. A mesterséges égitestek, így például a Lunyik

I, II, az Explorer 6, 10, 12, 14 és Pioneer 1 és 5 úttörő mérései szerint a földi mágneses tér sajátos, aszimmetrikus bugyorszerű képződményként veszi körül a Földet. A Nap felőli, nappali oldalon kb. 10 földszágra terjed ki, a meg nem világított oldalon viszont sokkal messzebbre. Ez a sajátos alakzat az interplanetáris térben jelenlevő plazma tulajdonságainak az eredménye, pontosabban szólva a Naptól eredő nagy sebességű plazmaáram és a földi mágneses tér kölcsönhatásainak megnyilvánulása.

A Naprendszerben előforduló plazma keletkezésének kérdése a Napra irányítja tekintetünket. Először is a plazma: az anyag egyik — talán így is nevezhetjük — halmazállapota, olyan gáznemű közeg, amelyben az elektromos szempontból semleges atomok mellett fontos szerepet játszanak a pozitív töltésű atomtöredékek, ionok; és a negatív töltést hordozó elektronok. Az előbb így mondtuk: a Naprendszerben előforduló plazma. Igazából az a helyzet, hogy már óvatos becslés szerint is legalább 95 százalék a Világmindenség anyagából plazmaállapotban van. Így elsősorban a csillagok, tehát a Nap anyaga tekintendő plazmának, de plazma a bolygóközi és csillagközi anyag is, amelynek létrehozatala a csillagok erős sugárzása, fennmaradása pedig a közeg elképesztően kis sűrűsége alapján érthető.

Manapság éppen ennek a plazmaállapotú anyagnak a tulajdonságai különösen érdeklik a csillagászokat és a fizikusokat, minthogy fontosságuk a Nap és a Naprendszer életében bebizonyosodott. A Nap szerkezetére vonatkozó ismereteink történetében csak pár évtizede szerepelnek mértékadó és felelősségteljes állítások a sugárzó energia termeléséről. Ennek oka, hogy a Napról — a szó betű szerinti és átvitt, képletes értelmében is — csak felületes információkat tudtunk és tudunk szerezni. Hiszen a Nap minden titka számunkra a napfelszínen látható folyamatokból deríthető csak ki. A Nap belsejére a napjainkban rohamléptekkel kialakuló neutrínócsillagászat fog közvetlenebb ismereteket nyújtani, aminek elvi oldala már jelentős eredményekkel büszkélkedhet, mérés-technikája pedig születőfélben van.

A Napról az atommagfizika segítségével megállapították, hogy közepében mintegy 16—20 millió fokos hőség uralkodik, ahol a hidrogénatommagok hélium-atommagokká való spontán összeépülése során felszabaduló energia fedezi a Nap sugárzását. Kifelé haladva a Nap felszíne felé a hőmérséklet rohamosan csökken, a felszínnek mintegy 200—300 km vastag rétege az, amit voltaképpen a Földről szabad szemmel látni lehet. Ez a réteg az ún. *fotoszféra*, melynek hőmérséklete kb. 6000°, ez sugározza a „napfényt”. Ezt a hőmérsékleti adatot a kisugárzott fény frekvencia szerinti eloszlásának vizsgálata alapján rendeljük a fotoszférához. A fotoszférának az elektromágneses hullámok szempontjából tanúsított átlátszatlansága képezi azt a regulátort, ami a Nap



belsejének energiáját kordában tartja. Hővezetés és anyagáramlásos, ún. konvektív hőcsere révén illetve a plazmaállapotú anyagban terjedő sajátos hullámok által szállított energiák formájában jut ki az energia tekintélyes része a Nap felszínére. Az itt fellépő viszonyokat a Nap mágneses terében levő plazma tulajdonságainak földi laboratóriumokban elvégzett kísérletekre épülő modellei szerint próbáljuk megérteni, s ezek a próbálkozásaink biztató eredményekkel kecsegtetnek. Egyik legfontosabb probléma éppen a termonukleáris reakciókban termelt energia felszínre jutásának és látható, ill. rádiósugárzássá alakulásának mechanizmusa.

A Nap energia-kisugárzása messze nem merül ki az elektromágneses hullámok kibocsátásával. És nem kívánunk itt részletesen beszélni a napfoltokról, fáklyákról, napkitörésekről, illetve az ezekkel kapcsolatos elektromágneses sugárzásokról. Itt egyetlen fajta „napsugárzás” bemutatására térnénk ki, arra, amit *szoláris szélnek* vagy napszélnek szokás nevezni. Ez abban áll, hogy a Nap fortyogó kohója állandóan párologtat plazmát, pl. hidrogén atommagokat és elektronokat a világűrbe. A Nap belsejében felszabaduló energia az anyag fűtésével a gravitációs eredetű hidrosztatikai nyomással szemben dolgozik. A Nap felszínén ezt a hidrosztatikai nyomást — a napfelszínre nehezedő gázoszlop súlyát — a plazma nyomása már le tudja győzni, és a Nap folyamatosan „párolog”. Az állandó energiatermelés folytán tehát állandóan van anyagkiáramlás. Az egyre táguló gáz a Nap felületétől való távolság növekedésével az egyre kisebb ellenállás következtében hamarosan gyorsabban áramlik már, mint az ottani hangsebesség. Ez a részecskeáram általában kb. 8—9 nap alatt eléri a Földig, 2 hét alatt eléri a Jupitert, a Földnél 400 km-t tesz meg másodpercenként.

Talán tekintsük át röviden azokat a jelenségeket, amelyek lépésről lépésre elárulták a szoláris szél létezését és tulajdonságait.

Az első komoly indikáció arra vonatkozóan, hogy a fénysugárzáson kívül valami más is kell, hogy a Naptól a Földre érkezzen, a sarki fény magyarázata közben vetődött fel. *Olaf K. Birkeland* 1896-ban a 70° földrajzi szélesség felett szinte napról napra észlelhető sarki fény jelenségét azzal próbálta magyarázni, hogy az a Naptól származó, elektromosan töltött részecskék kölesönhatása a földi légkörrel a *földi mágneses erőtér jelenlétében*. Ez a gondolat Birkenlandban a gázkisülésekre vonatkozó felfedezések alapján születhetett. Kísérleti bizonyítására olyan speciális gázkisülési csövet konstruált, amelynél egy gömb alakú anódra érkező elektronnyalábbal lehetett megmodellezni a Nap—Föld viszonyok szóban forgó vonatkozásait. A gömb alakú anód belsejébe mágnesrudat helyeztek, az anód felületére pedig az elektronok becsapódását jelző fluoreszkáló festéket kentek. Ez a sarki fény és a mágneses tér viszonylagos eloszlásának lényeges tulajdonságait helyesen mutatta. *Carl Stör-*



mer a Birkeland-féle elgondolás matematikai megfogalmazásával próbálkozott: kiszámította, hogyan alakulnak a Naptól induló töltött részecskék pályái a földi mágneses erőterben. (Sajnos a Störmer-féle számítások és a Birkeland-féle kísérlet ma olyan értelemben túlhaldott, hogy látszólagos sikerei ellenére a sarki fény nem lehet ilyen egyszerű, mai ismereteink szintjén inkább érthető a földi magnetoszféra és a sugárzási övezetek tulajdonságai alapján.) Birkeland és Störmer döntő szerepe éppen abban áll, hogy a Nap elektromos töltést hordozó korpuszkuláris sugárzásának létre és fontosságára felhívta a figyelmet.

Időközben megszületett és elterjedt a távíró, a telefon és a rádiózás. A kezdeti intenzitások mellett és erősítési, valamint szűrési lehetőségek miatt elkerülhetetlen volt, hogy a földi mágneses erőter zavarai, viharai okozta parazita indukált jelek gondot okozzanak az átviteltechnikában. Meg kellett érteni a mágneses viharok kérdését. 1930 táján sikerült *Sidney Chapman* és *V. C. A. Ferraro* angol geofizikusoknak elméleti úton azt megállapítani, hogy a Naptól érkező korpuszkuláris sugárzás tényleg okozhat mágneses viharokat. Ha a részecskeáram másodpercenként 1000 vagy 2000 km-t tesz meg, akkor a Naptól a Földre érhet nagyságrendileg 24, ill. 48 óra alatt, ilyenformán a fokozott naptevékenységet követő mágneses viharok időbeli alakulása is magyarázható volt. Az, hogy töltött részecskék mágneses erőterbe lépve megváltoztatják a mágneses teret, érthetővé válik az alábbiakból. Az elektromos töltött részecskék nyalábjá nem más, mint elektromos áram. Áram, amely most nem rögzített vezetőben, hanem csak a mozgó tömegpontok tehetetlensége alapján stabilizált „kisülési fonal” alakjában lép a földi mágneses térbe, és annak hatására eltérül. Ismeretes ugyanis, hogy töltött részecske mágneses térben úgy mozog, hogy a mágneses térre merőleges sebességösszetevője által megszabott sugarú körpálya alakul ki a mágneses térre merőleges síkban. (Más módosulások is felléphetnek, de ez okvetlenül fellép). A körpálya befutása köráramot eredményez, a befutás iránya éppen olyan, hogy a köráram által keltett mágneses erőter az eltérítő erőteret gyengíti. (Ez az indukció-jelenségek ún. Lenz-féle törvénye). Így tehát belátható, hogy a földi mágneses erőterbe jutó töltést hordozó részecskenyaláb *okozhat* mágneses perturbációt.

Eddig tehát *kvalitatíve* bizonyított a következő tény: a Naptól elektromos töltött részecskék áramlása is éri a Földet. Ezt támogatja még egy tapasztalat.

*Scott E. Forbush* vette észre, hogy a kozmikus sugárzás — amely természetesen túlnyomó részben tényleg kozmikus forrásokból érkezik — nagymértékben lecsökken a naptevékenység fokozódásakor. Kiderült, hogy az intenzitás csökkenése eltéveszthetetlen korrelációt mutat a fokozott naptevékenységgel. Eleinte azt hitték, hogy csupán a töltött

kozmiikus részecskéknek a földi mágneses tér zavarai okozta eltérítéséről van szó. *John A. Simpson* viszont neutron-detektorokkal kimutatta, hogy nemcsak a Föld felszínén fordul elő a Forbush-jelenség, hanem az egész bolygóközi térre szükségképpen kiterjed.

A kozmikus sugárzás eme akadályozó tényezőjének mibenléte okozott még gondot. Azonban éppen ebben az időben *Hannes Alfvén* s mások kutatásai nyomán ismeretessé vált, hogy plazmaáram, töltött részecskék árama, szükségképpen szállít magával mágneses teret mégpedig annál tökéletesebben, minél kisebb szerepet játszanak a gázban az ütközések. Ez fordítva is igaz: mágneses tér magával viszi a töltött részeket. (Ez a mágneses tér ún. „befagyása” a magnetohidrodinamikai közegbe.)

Azt, hogy a Naphól eredő korpuszkuláris (plazma) áramlás nemcsak időszakos jelenség, ami a fokozott naptevékenység idején lép fel, hanem állandóan jelenlevő — bár időben változó erősségű jelenség, arra a mesterséges égitestek használata előtt az üstökösök csóvájának kérdése kapcsán jöttek rá.

Évszázados tapasztalat, hogy az üstökösök csóvája rendszerint a Naptól távolodó irányba mutat. Az elektromágneses hullámok, így a fény nyomásának felfedezése után azt hitték, hogy a Nap fénysugárzásának nyomása fújja el az üstökös csóvát.

A fénynyomás egyedül nem bizonyult elegendőnek az üstökös csóvák alakulásának magyarázatára, nem elég az üstökösökből kiáramló gáztömeg erőszakos rendezésére. Az ötvenes években *Ludwig Biermann* rámutatott arra, hogy ha a Naphól érkező korpuszkuláris áramlást is segítségül hívjuk a fénynyomás mellé, akkor a csóva irányítása mellett arra is lehetőség nyílik, hogy a csóva optikai megfigyelésének tanúsága szerint a csóvában előforduló gerjesztett atomok és ionok létezése is magyarázható legyen.

Ez viszont azt jelenti, hogy a Nap korpuszkuláris sugárzása — amit ma szoláris szélnek nevezünk — nemcsak időnkénti, hanem állandó jelenség, ami a Naphól indul ki állandóan és minden irányban kifelé halad. Most már csak az a kérdés, hogyan alakul ki ez a szoláris szél?

A szoláris szél forrásának keresése során a Nap koronájára terelődött a figyelem. Mit is tudunk a koronáról?

A korona a Nap viszonylag ritka, külső légköre, sűrűsége  $10^9$  —  $10^{10}$  H atom köbcéntiméterenként, mintegy  $10^{10}$  —  $10^{11}$ -szer ritkább, mint a Föld légköre. A korona hőmérséklete — amit a részecskék sebesség-eloszlása alapján rendelünk a koronához — kb.  $10^7$  °K. Halmazállapotát tekintve a korona teljesen ionizált hidrogénplazma; *különálló* protonokból és elektronokból tevődik össze. A millió fokos hőmérsékletű, teljesen ionizált plazma rendkívül jó hővezető.

Bevallott szándékunk az, hogy a szoláris szelet, amit a földpálya mentén észlelünk, a korona jelenségeivel hozzuk valamilyen kapcsolatba.

Egyelőre induljunk ki abból a feltevésből, hogy a korona, a Nap külső légköre, stacionárius légkör. Akkor egészen bizonyos, hogy a Naptól mért távolság függvényében egyre ritkább lesz a légkör anyaga. Ez a felhígulás akkor is érvényben marad, ha a korona anyaga pótlódik a Napból. Mármint a híguló légkör a Naptól nagy távolságra is teljesen ionizált marad, mert a rekombinációs ütközések gyakorisága egyre kisebb lesz, éppen a sűrűség csökkenése miatt. Figyelembe véve a teljesen ionizált plazma hővezetőképességét és ennek millió fokos hőmérsékletét, kiadódik, hogy a földpálya mentén még mindig mintegy 200 000 fokos ez a légkör. Ez a *Chapman*-tól származó megállapítás újabb támaszt jelent a napszél tulajdonságaira vonatkozóan, hiszen egy addig megoldatlan geofizikai problémára kínál természetes magyarázatot. Nevezetesen ezzel lehet majd megmagyarázni azt, hogy a földi légkör nagyobb magasságaiban a magasság növelésével egyre melegebb lesz. *Chapman* még azt is megvizsgálta, vajon mekkora a szoláris szél anyag-sűrűsége 150 millió kilométerre a Naptól? A barometrikus magasságképlet alapján végzett becslésekből az adódott, hogy a földpálya mentén mintegy  $10^4$ – $10^3$  proton van köbcentiméterenként. Ha mégoly elképesztően ritka is itt a korona, mégis az a helyzet, hogy a Föld a Nap légkörében, koronájában mozog. *E. N. Parker* fogalmazta meg ezt a következtetést. Indokolásul még egy megjegyzést tett hozzá — a mesterséges égitestekkel végzett mérések előtt — nevezetesen azt, hogy ha meg akarunk különböztetni napkoronát és szoláris szelet, meg kellene magyarázni azt, hogy hogyan hatol át a szoláris szél a stacionárius koronán. Mint-hogy *közvellen* kísérletekre, mérésekre nem kínálkozik lehetőség, meg kell próbálkoznunk egy olyan modellel, amely a rendelkezésre álló tapasztalatokon alapul és belőle olyan következtetésekre kell jutni, amit azután remélhetőleg közvetlenül ellenőrizni lehet a tapasztalattal való összehasonlítás során. Ebben semmi különös nincsen, ez a fizikai kutatás általános módszere. Tegyük fel tehát, hogy a napkorona és a szoláris szél ugyanaz, pontosabban; ami a Nap felszínéhez közel napkorona, az a földpályánál — és esetleg azon túl is — szoláris szél, és lássuk, mire megyünk vele! Két ionizált gáz külső mágneses térben egymáson ugyanis nem tud úgy áthaladni, hogy ilyen szisztematikus áramlási tér alakuljon ki az áthaladás után.

Vizsgáljuk meg, hogyan alakulnak a napkoronában a viszonyok a korona aljától mért távolság függvényében! A légkör (korona) kis magasságokban azáltal van egyensúlyban, hogy a korona forró gázplazmájának nyomása egyensúlyt tart a felette levő gázoszlop „súlyával”. Ha ez nem lenne így, akkor a légkör összeomlana, bezuhanna a Napba. Ahogyan azonban távolodunk a napfelszíntől, csökken a gázoszlop „súlya”, a forró plazma sűrűsége is csökken ugyan, de egy bizonyos magasságban a magas hőmérséklete miatt a nyomás már legyőzi a gra-



vitációs erőt és tágulásra tudja készíteni a plazmát. Itt megindul az eleinte lassú, majd egyre gyorsabb áramlás felfelé. (Felfelé, vagyis a Nap középpontjától sugárirányban kifelé.) Ez a táguló légkör  $10^7$  km távolságban már nagyságrendben száz km/s sebességgel áramlik felfelé.

A korona alján játszódnak le azok a folyamatok, amelyek segítségével a Nap belseje által termelt energiától a naplégkör az energiautánpótlást kapja. Minthogy a korona ritka, kevés hőmennyiséggel is jól fűthető. A fűtési mechanizmus igen valószínűen alacsonyfrekvenciás magnetohidrodinamikai hullámok energiátanszportjával magyarázható. A napbelsőből eredő hullámok a fotoszférán áthaladva a közeg természetében beálló változás miatt elnyelődnek és energiájuk átadódik a korona anyagának.

A koronában lezajló mozgásokról, a szoláris szél indulásának kritikus magasságáról, sebesség — távolság összefüggéséről, az áramlás intenzitásáról nehéz valami egzakt kijelentést tenni. Csak úgy lehet továbbjutni, hogy a modellben további propozíciókat teszünk, esetleg több variánst próbálunk végiggondolni és végkövetkeztetéseinket a Föld környezetére vonatkozó adatokká átalakítani, amelyek valahogyan, pl. mesterséges égitestekkel tapasztalatilag ellenőrizhetők.

*Parker* napszél-modellje alapján — amelyet a napkorona aljára vonatkozóan a fentiekben már vázoltunk — a következő tájékoztató adatokat mondhatjuk: a gáz a korona alján, gyakorlatilag áll, sebessége nem több, mint másodpercenként néhány száz méter. A korona gázoszlopa lassan rendezett mozgásba indul, kb. öt napi út, mintegy  $10^7$  km után tekinthető igazán áramlónak, mint említettük, ekkor kb. 100 km/s sebességű. További négy nap alatt — körülbelül — eléri a földpálya távolságát, ahol sebessége kb. 400 km/s.

A napszél további érdekes tulajdonságai a Nap és a Föld mágneses terével való kölcsönhatás figyelembevételé során derülnek ki.

A Nap általános mágneses terét, ha a Nap forgását nem vennénk figyelembe, úgy lehetne szemléltetni a bennünket érdeklő szempontból, hogy a mágneses erővonalak a mágneses tengely irányából nézve radiálisan kifutó síkokban fekszenek. Ebben az esetben a szoláris szélben futó plazma ezt a mágneses teret ragadná magával.

Minthogy azonban a Nap a Földhöz képest 27 napos forgást végez, ezek a síkok eltorzulnak. Szoláris szél nélkül ezt úgy képzelhetjük el, hogy a korona plazmája lemarad a Nap forgásához képest, s annál jobban, minél távolabb van a Naptól. Minthogy a mágneses tér a plazmába való befagyásának feltétele — az ütközések elhanyagolható szerepe és a nagyon jó elektromos vezetőképesség — teljesül, a plazma magával viszi a mágneses teret is. Ezért az erővonalakat tartalmazó felületek spirálisan elgörbülnek a mágneses tengely irányából nézve.

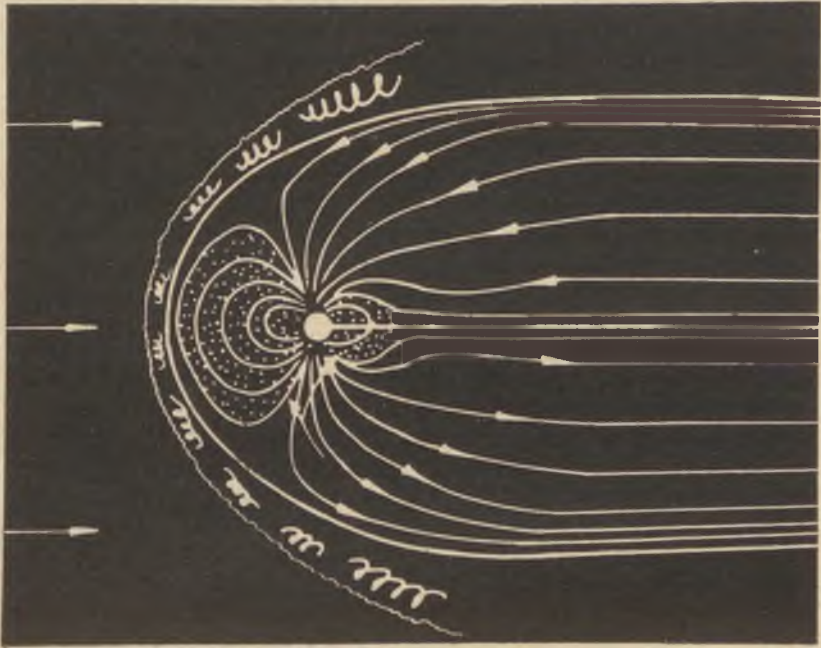
A szoláris szél azonban azt jelenti, hogy a plazma radiálisan kifelé is



mozog. Ennélfogva a szoláris szél ezt az eltorzított mágneses erőteret viszi magával.

Foglalkozunk most a Föld mágneses terével találkozó plazmaáram kölcsönhatásával. Milyen hatást gyakorolnak egymásra?

Ha a Föld nem plazmaáramban mozogna, akkor a Föld mágneses tere általában a földi mágneses tengelyre szimmetrikus eloszlású, végtelenbe nyúló erőtér lenne.



23. ábra. A Föld magnetoszférája

A Földet azonban a nappali oldalán állandó plazmaáram éri. Ez a plazmaáram a mágneses teret módosítja, mégpedig a következőképpen. A töltött részecskéket a mágneses tér a tér irányára merőlegesen eltéríti. Ezáltal a töltött részecske, mint áram, olyan mágneses teret kelt, ami az eltérítést okozó teret gyengíti, mintegy lebontja. Ez a lebontás a közben létrejött eltérítés következtében egy bizonyos térerősségértéknél és sebességértéknél torlódásba megy át, a plazmaáram már úgy alakul, hogy nem tud behatolni a földi mágneses tér épen maradó, kissé komprimált részébe. Ez azt eredményezi, hogy a nappali oldalon a Föld

mágneses erőtere határozottan nem nyúlik a végtelenbe, sőt biztosan nem nyúlik messzebb 10—15 földugárnyi távolságnál a Föld középpontjától.

A szoláris szélnek ez a Föld mágneses terét módosító hatása igen hasonlít arra a hidro- vagy aerodinamikai esetre, amikor az áramló közeg útjába olyan akadály kerül, amelybe a közeg nem tud behatolni. A szoláris szelet azonban nem maga a földgolyó, hanem már a földi mágneses tér kényszeríti eltérésre. A torlódási felület, amelyet a Föld magnetoszférájának elméletében *magnetopauzának* neveznek, a plazma és a mágneses tér kölcsönhatásai között számon tartott, ún. lökeshullámjelenségeknél tapasztalt jelenségcsoporthoz hasonlít. A közönséges gázdinamika szerint ilyen lökeshullám, feltorlódás akkor tud kialakulni, ha a szuperszonikus áramlás útjába olyan akadály kerül, amelynek mérete nagyobb, mint a gázrészecskék által két ütközés között megtett út. Amikor ez a feltétel teljesül, akkor a gáz részecskéi nem egyedi, hanem kollektív módon viselkednek. Ez a feltétel természetesen nem vihető át a plazmaáram és a magnetoszféra esetére minden további megjegyzés nélkül. A napszél és a magnetoszféra nem is elégíti ki *ezt* a kritériumot, a proton két ütközés között a szoláris szélben kb. 100 millió kilométert tesz meg, míg a magnetoszféra kb. 100 ezer km méretű akadály. Viszont a mágneses térben mozgó plazmánál nem mindig a két ütközés között megtett, ún. szabad úthossz a mérvadó, hanem a töltött részecske által adott mágneses térben befutott körpálya sugara (*a Larmor-sugár*). Ez a bolygóközi térben a szoláris szél protonjaira vonatkozóan néhány száz km lehet. Így a magnetoszféra és a szoláris szél között egy lökeshullámfront kialakulásának tényleg megvannak a feltételei.

Hogyan állunk mármost a szoláris szél modell kijelentéseinek tapasztalati ellenőrzésével?

A történeti előzmények, tehát a mágneses zavarok, a Forbush-jelenség és az üstököscsóva problémája, ami a Nap elektromosan töltött részecskékből álló, állandóan meglevő korpuszkuláris sugárzására engedett következtetni, ezen újabb kijelentések értékelésére csak akkor lenne megfelelő, ha a modell kvantitatívabb kijelentései alapján mélyebb megismerést jelentene a primér problémák területén. Viszont a Föld környezetére, a földi légkörön kívüli viszonyok tanulmányozására előkelő és rendkívül gazdag lehetőségeket nyújtanak a mesterséges égitestek.

Ezek segítségével a sarki fény problémáját a Föld magnetoszférájának belső problémájához sikerült utalni, de ennek részletes taglalásába sajnos itt nem bocsátkozhatunk.

A Föld magnetoszférájának sajátos geometriai alakulására és méreteire vonatkozó első kvalitatív elgondolásokat a Lunyik I, Lunyik II, Mariner II, Explorer 10, Explorer 12, IMP-1, Pioneer 1, Pioneer-5

mesterséges égitesteken levő berendezések úttörő mérései messzemenően igazolták. Ugyancsak mérésekkel megállapították, hogy a szoláris szél a földpálya környezetében

1. folyamatos, naptevékenység minimuma esetén is van, de erős aktivitás esetén erősebb;

2. sebessége kb. 400 km/s, aktivitás idejét követően gyorsabb;

3. intenzitása kb. 10 proton köbcéntiméterenkénti sűrűségnek megfelelő, tehát 400 millió proton négyzetcentiméterenként. Ez elég jó összhangban van a korona aljának feltételezett milliós hőmérsékletével is.

Miután ennek, a klasszikus módszerek számára hozzáférhetetlen kérdéskörnek a feltárásában túl vagyunk az elég sikeres első lépéseken, még megválaszolunk egy kérdést. Hogyan befolyásolja a szoláris szél a Nap energia- és anyagmérlegét?

A szoláris szél utánpótlása másodpercenként kb. egymillió tonna hidrogént vesz el a Naptól. Ez a Nap 15 milliárd évesre becsült korát tekintve alig több, mint a naptömeg egy század százaléka. Hasonlóan kevés a napszél energiafogyasztása is, a Nap energiatermelésének kb. egymilliomod részét teszi ki. Ezért a napszél nem jelenti a Nap készleteinek komoly megcsapolását.

Ezek alapján megállapíthatjuk, hogy a napkorona, ill. napléggkör viszonyainak feltárásában fontos és az elképzeléseket minőségileg megváltoztató felismeréseket szereztünk, bár még vannak nyitott problémák.

Nyitott problémák közé számít természetesen a mechanizmus pontosabb megértése, nyomonkövetése, és részletes leírása. De ezen túlmenően vagy éppen ezzel kapcsolatban az egyik legfontosabb kérdés: Meddig ér el a szoláris szél?

A szoláris szél anyagsűrűsége a Naptól mért távolság négyzetével fordítva arányosan kell hogy csökkenjen. Ennek során hamar bekövetkezhet, hogy a ritkuló szoláris szelet a bolygóközi tér (vagy csillagközi tér) más kis sűrűségű gáza vagy az ottani gyenge mágneses tér is megállíthatja. Az interstelláris tér a mi tejútrendszerünkben kb.  $5 \cdot 10^{-5}$  gauss. A földpálya mentén mért legkisebb sűrűségérték a szoláris szélre vonatkozóan 1 proton/cm<sup>3</sup>. Ha ezeket az adatokat kombináljuk, kiderül, hogy a szoláris szél 12 csillagászati egység távolságig juthat el a Naprendszerben, tehát valamivel juthat túl a Szaturnusz pályáján. Ha viszont a földpálya mentén mért legnagyobb sűrűségértéket vesszük, ami 10 proton/cm<sup>3</sup>, akkor a szoláris szél 160 csillagászati egységnyi távolságig jut el, vagyis a Nap—Plutó távolság négyszeresére, s így az egész Naprendszer a Nap légkörében mozogna.

Valószínű, hogy a valóság a két becslés határai közé esik. Ennek kísérleti vizsgálatára eddig két lehetőség kínálkozott,



Az egyik az interstelláris hidrogén gerjesztésekor emittált ultraibolya-sugárzás kimutatásával kapcsolatos. Ha a szoláris szelet teszszük felelőssé ilyen gerjesztésért, akkor az eddigi megfigyelések szerint a Naptól 20 csillagászati egységre lehet ilyen jeleket találni.

A másik lehetőség a Forbush jelenséggel függ össze. A naptevékenység maximuma idején a mérések szerint a kozmikus sugárzás intenzitását a szoláris szél legalább a felére csökkenti. Minthogy a szoláris szél naptevékenységre utaló nagyobb hulláma kifelé halad, megbecsülhető, hogy milyen távolról kell visszaérkeznie a kozmikus sugárzásnak, vagyis mennyi idő telik el, míg a naptevékenység minimumához tartozó intenzitás visszaáll. *Simpson* mérései és *Parker* számításai szerint ebből a napszél hatásgömbjére 40—50 csillagászati egység adódik.

A szoláris szél kérdésköre igen tanulságosan mutatja, milyen furcsa helyzetek adódhatnak a természet megértésében. Földfelszíni jelenségekre keresünk magyarázatot, s eközben a Földről kell kitalálnunk, mi zajlik le a Napban és a felszínén, hogy azután értékes információkkal ismét a Föld felé fordulhassunk.



MARIK MIKLÓS:

## MÁGNESÉG A CSILLAGÁSZATBAN

A csillagászat történetének utóbbi néhány száz évében egymás után derült fény azoknak az erőhatásoknak a természetére, amelyek a Világmindenségben lejátszódó folyamatokat előidézik. A naprendszerbeli égitestek mozgásának megmagyarázására még elegendőnek bizonyult a gravitációs törvények és a newtoni mechanika ismerete. A jól ismert Kepler-törvények segítségével történik ma is a bolygók és holdjaik pályáinak kiszámítása.

A csillagok belsejében uralkodó viszonyok kutatásánál már a hidrodinamika törvényeit is fel kellett használni és ezzel többé-kevésbé jó modellt lehetett készíteni a csillagok belső szerkezetére vonatkozóan. Pusztán gravitációs és hidrodinamikai számításokkal azonban nem lehetett minden kérdésre kielégítő választ adni. Nyitva maradt például a következő kérdés is: „Honnan nyeri a csillag azt a hatalmas mennyiségű energiát, amit a hideg külső térbe kisugároz?” A válasz megadásához az atommagfizikát kellett segítségül hívnunk — kiderült, hogy a csillagok többségénél az energia előállításában a hidrogén atommagok hélium atommagokká történő fúziója játssza a fő szerepet. Ma a csillagászat már elképzelhetetlen magfizika nélkül.

A 40-es években a csillagászati jelenségek elméleti magyarázatának fegyvertárába elsősorban a gravitációs törvények, a hidrodinamika, az atomfizika és az elektromágneses sugárzás elmélete tartozott. A Világmindenségben megfigyelhető jelenségekre ezeknek az elméleti eszközöknek a segítségével igyekeztek magyarázatot találni. Voltak azonban a Világmindenségben — és természetesen ma is vannak — olyan jelenségek, amelyeknek a megmagyarázására az imént felsorolt „szokásos” eszközök nem bizonyultak elegendőnek. Nem törekszünk a teljességre, ezért itt csak két ilyen, tendenciózusan kiválasztott jelenségről szeretnénk szólni.

I. A napkorona napfogyatkozások alkalmával megfigyelt színekp-vonalait hosszú ideig nem sikerült kielégítő módon értelmezni, különböző kémiai elemek sugárzásával azonosítani. Egycsek már arra is gon-

doltak, hogy ezek a vonalak egy új, a Földön hiányzó kémiai elemtől, a „koroniumtól” erednek. A 30-as években azonban *Edlén* svéd fizikus kísérletek és számítások segítségével rájött arra, hogy ezek a vonalak olyan közönséges, a Földön nagyon is jól ismert kémiai elemektől származnak, mint a vas, a nikkell, a kalcium stb., azonban ionizáció következtében elektronjaik nagy részét elvesztették. Ahhoz, hogy például a vasatom 16—17 elektronját elveszítse, igen magas, mintegy egymillió fokos hőmérsékletre van szükség. Ebből arra a következtetésre jutottak, hogy a korona anyagának hőmérséklete körülbelül egymillió fok. Ez a fantasztikusan magas koronahőmérséklet rejtélyként állt a csillagászok előtt, hiszen a Nap fotoszférájából kilépő fény a sugárzáselmélet alapján számolva képtelen a korona igen ritka anyagát ilyen magas hőmérsékletre felhevíteni. A korona magas hőmérsékletének megmagyarázására a 40-es években használt elméleti eszközök nem bizonyultak elég hatóképesnek.

II. Egy másik ilyen probléma a galaxisok (köztük a Tejútrendszer) karjainak stabilitásával kapcsolatos. Kimutatható ugyanis, hogy a galaktikus karok megfigyelt formájukban, ha pusztán csak gravitációs erőhatásokat veszünk figyelembe, nem lehetnek hosszú ideig stabilisak. A gázból, „porból” és csillagokból álló karoknak kb. 100 millió év alatt szét kellene esniök. Azt a tényt, hogy a galaktikák többsége mégis karokkal rendelkezik, a következőképpen magyarázhatjuk: *a)* A karok állandóan képződnek a galaxisokban, például a magból való kidobódás útján. Bár több megfigyelés is mutat arra, hogy ilyen kidobódások valóban léteznek, azonban ez semmiképpen sem történik olyan gyakran, hogy ezzel a galaxisokban megfigyelhető karok nagy számát meg lehessen magyarázni. *b)* Valamilyen erőhatás a valamilyen módon (például kidobódás útján) keletkezett kart hosszú ideig összetartja, mintegy konserválja.

Már az imént felsorolt két példa is mutatja, hogy a gravitációs, hidrodinamikai, atomfizikai és sugárzáselméleti jellegű hatásokon kívül másfajta törvények is érvényesülnek a Világmindenségben. Ezek közül az egyik legfontosabb szerepet a mágneses erők játsszák. Az utóbbi két évtizedben egy egész sor jelenségről kiderült, hogy oka az égitesteken, illetve a csillagközi térben jelenlevő mágneses erőtér hatásaiban keresendő. Ebben a cikkben ezekből a jelenségekből szeretnénk — a teljességre való törekvés igénye nélkül — néhányat bemutatni. Előbb azonban tekintsük át a Világmindenségben található mágneses tér jellemzőit.

## Mágneses tér a Világmindenségben

Földünkről a legkönnyebben tanulmányozható égitest a Nap. Foglalkozunk először a Napon észlelhető mágneses tér leírásával.

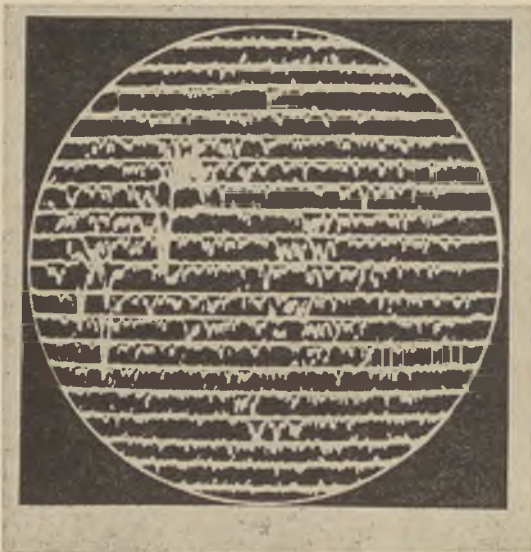
### 1. Mágneses terek a Napon

Több mint 100 évvel ezelőtt *Lockyer* vette először észre, hogy a napfoltokban sok színképvonal megduplázódik. De csak a századforduló táján *Hale*nek, a napfizika nagy úttörőjének sikerült ezt a vonalfelhasadást fizikailag helyesen értelmeznie.

Kimutatta, hogy az észlelt vonal felhasadást a mágneses tértől eredő Zeemann-effektus hozza létre. A felhasadás mértékéből meg lehetett mérni a napfoltokban levő mágneses tér erősségét is. Kiderült, hogy a napfoltokban igen erős, legtöbbször 1000–3500 gauss nagyságú mágneses tér van. (Összehasonlításként: a Föld felszínén a mágneses tér általában 0,2 gauss erősségű.)

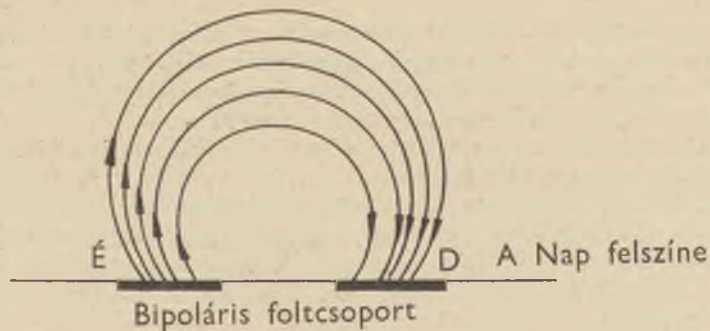
Ma a Nap mágneses terének mérése nagy költséggel épített, úgynevezett szolárismagnetográfok segítségével történik.

A legújabb magnetográfok feloldóképessége 1–2 ívmásodperc, ami a Nap felületén mintegy 1000 km-nek felel meg. A Zeemann-effektus mérésén alapuló magnetográf letapogatja a Nap felszínét és mérési eredményeit az úgynevezett magnetogramon ábrázolja. A 24. ábrán egy ilyen magnetogramot tüntettünk fel. A képen a vízszintes vonalak fölé vagy alá nyúló görbék a mágneses tér erősségét reprezentálják. Fölfelé történő kitérés esetén északi, lefelé történő esetén pedig déli polaritású a tér. A mai modern szolárismagnetográfokkal már sok minden megállapítható a Nap mágneses terének finomszerkezetéről. Kimutatták többek



24. ábra. A Nap magnetoszférája

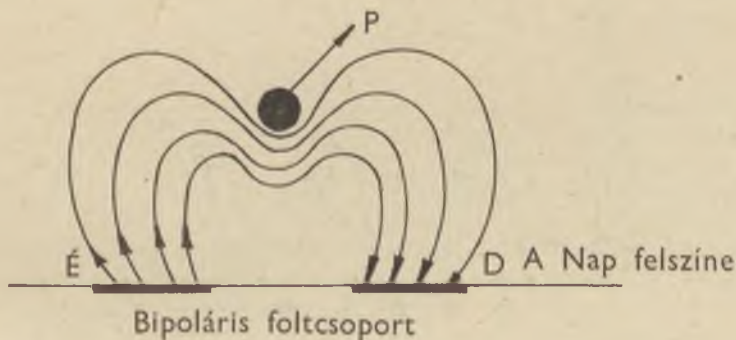




25. ábra

között, hogy a napfoltok mágneses tere folytatódik a Nap légkörében és bipoláris foltcsoportok esetén a mágneses erővonalak durva közelítésben a 25. ábrán látható módon, hurokszerűen türemlenek a foltcsoport fölé. Az esetek nagy részében a mágneses erővonalak — mint egy kötélben a szálak — meg vannak csavarodva. Ezenkívül egy napfolt belsejében található a folt domináns polaritásával ellentétes polaritású tartományok is. Ez azt jelenti, hogy az erővonalak a folton belül helyenként „megtörnek” és visszafordulnak. Már itt meg kell jegyeznünk, hogy a napfoltok bonyolult mágneses tere igen megnehezíti — vagy legalábbis bizonytalaná teszi — az elméleti fejtegetések hatékonyságát.

A protuberanciák is mindig mágneses térrel vannak kapcsolatban. A bipoláris foltcsoportok fölött elhelyezkedő — bizonyos típusú — protuberanciák esetében a mágneses tér erővonalai a 26. ábrán látható módon húzódnak. Ábránk esetében a *P*-vel jelölt protuberancia a papír síkjára merőleges irányban húzódik és mintegy benyomja a foltcsoport fölé kitüremelő mágneses erővonalakat. Meg kell jegyeznünk, hogy más (pl.



26. ábra



az úgynevezett *loop*) típusú protuberanciák az előző esettel ellentétben éppen a mágneses tér erővonalainak irányában húzódnak.

A napfoltcsoportok környékén megfigyelhető úgynevezett aktív tartományokban a mágneses tér erőssége 20–50 gauss.

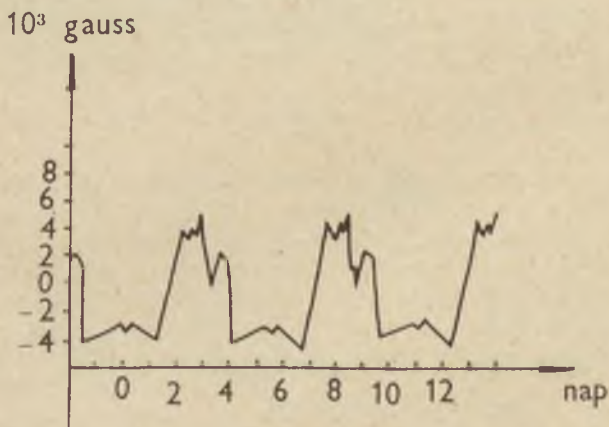
Kimutatták, hogy a napkorona fényesebb szálaiban is a környezeténél erősebb mágneses tér található.

A Napnak bizonyosan van általános mágneses tere is, bár a Nap általános mágneses terét közvetlen megfigyelésekkel igen nehéz teljesen meggyőzően kimutatni, hiszen a változó, igen erős mágneses terek „zaja” alól kell kihámozni a gyenge, valószínűleg legfeljebb néhány gauss erősségű általános mágneses teret.

## 2. Csillagok mágneses tere

A csillagok esetében is a színeképvonalak Zeemann-felhasadásából lehet következtetni a mágneses tér jelenlétére. Általában csak nagy, néhány ezer gauss erősségű mágneses teret lehet a csillagokon kimutatni, mert különböző effektusok, például a gyors forgás már eleve annyira kiszélesíti a színeképvonalakat, hogy a mágneses tér okozta Zeemann-felhasadást nem lehet kimutatni. A megfigyelések alapján a csillagok mágneses terére vonatkozóan a következő megállapításokat lehetett tenni:

a) Minden éles színeképvonalat mutató (tehát valószínűleg a forgástengely irányából látszó) *A* típusú csillagnak erős mágneses tere van. Néhány *M* és *S* típusú csillag esetében is sikerült mágneses tér jelenlétét kimutatni. Érdekes módon *B8*-nál korábbi és az *F0*-tól *M*-ig



27. ábra

terjedő színeképtípusú csillagok esetében, eltekintve néhány különleges változócsillagtól, egyetlen esetben sem észleltek mágneses teret. Ez persze csak azt jelenti, hogy ezeknek a csillagoknak nincs erős mágneses terük.

b) Minden mágneses térrel rendelkező csillag változtatja a mágneses terét; egy részük a mágneses tér polaritását is változtatja. Az 53 Camelopardalis például 3700 gauss északi és 5100 gauss déli polaritás között változtatja a mágneses terét. A mágneses tér változása *A* típusú csillagok esetében 4–9 napos periódussal történik, az *M* és *S* típusú hideg óriáscsillagok esetében a változás általában hosszabb, a periódus elérheti a 200 napot is. A mágneses tér változásának görbéje általában szabálytalan alakú. A 27. ábrán egy jellegzetes ilyen mágneses változási görbét mutatunk be.

c) Érdekes módon a mágneses tér változását az *A* típusú csillagok esetében a színekép változása is követi. Különösen érzékenyek a mágneses tér változásaira az Eurórium és a króm vonalai. A mágneses változás bizonyos fázisában megerősödnek a króm vonalai és ugyanakkor legyengülnek az Eurórium-vonalak.

### 3. Mágneses terek a Tejútrendszerben

Az elmúlt néhány évben többféle úton is sikerült kimutatni a Tejútrendszer mágneses terét. A kapott eredmények viszonylag jól egyeznek egymással. Ma már biztosak lehetünk abban, hogy Tejútrendszerünk karjaiban  $10^{-5}$ – $10^{-6}$  gauss erősségű mágneses tér van jelen. Tekintsük most röviden át a különböző módszereket, amelyek a Tejútrendszerben mágneses terek jelenlétét bizonyítják.

Történetileg az első módszer a *kozmos sugárzás* tanulmányozásán alapszik. A fizikából ismeretes, hogy *H* erősségű mágneses térben, az erővonalakra merőlegesen *v* sebességgel mozgó, *e* elektromos töltésű részecskére

$$F = \frac{evH}{c}$$

erő hat a mozgás irányára és a mágneses tér erővonalaira merőleges irányban. (képletünkben *c*-vel a fénysebességet jelöltük). Ennek az erőnek a hatására a mágneses térben mozgó töltött részecskék nem egyenes, hanem görbült pályán mozognak. A képletből látszik, hogy az „elgömbített erő” arányos a mágneses tér erősségével, tehát a részecske annál „görbébb” pályát ír le minél erősebb a mágneses tér. Más szavakkal: kis mágneses térben a részecskék nagyobb, nagy mágneses térben pedig kisebb görbületes sugarú pályán mozognak.

A Földet minden irányból egyenletes intenzitással bombázza a kozmos sugárzás, amely túlnyomóan töltött részecskékből áll. Abból a

tényből, hogy ezek minden irányból egyenletes intenzitással bombázzák a Földet, arra a következtetésre juthatunk, hogy már régóta a Tejútrendszerben tartózkodnak, a Tejútrendszer mágneses tere fogva tartja őket. Ez igaz kell legyen a legnagyobb sebességű részecskékre is. A Tejútrendszerben tehát olyan erős mágneses tere kell legyen, hogy a legnagyobb sebességgel mozgó kozmikus részecskék pályája se nyúljon ki a Tejútrendszer határain túlra; a pálya átmérője kisebb kell legyen, mint például annak a spirális karnak a vastagsága, amelyben a Nap is van. (Itt feltételezzük, hogy a mágneses tér a spirális karban van koncentrálna.) Az imént vázolt megfontolás alapján jutott *Richtmeier* és *Teller* arra a megállapításra, hogy a Napot magában foglaló spirális karban a mágneses tér erőssége  $10^{-5}$ – $10^{-6}$  gauss.

A kozmikus sugárzás sajátosságai mellett a Tejútrendszer *rádiósugárzása* is bizonyítja a galaktikus mágneses tér létezését. A Tejútrendszer rádiósugárzása több komponensből tevődik össze. Az egyik komponens az úgynevezett termikus rádiósugárzás, amely minden olyan irányból érkezik, ahol a Tejútrendszerben gáz van. A másik komponensre az jellemző, hogy a 30 méteres hullámhossz környékén olyan intenzitású, ami közönséges viszonyok esetén többmillió fokok hőmérsékletnek felelne meg. A csillagközi gáz hőmérséklete néhányszor tízezer foknál nem magasabb, tehát ez a komponens semmiképpen sem lehet termikus eredetű. A nem termikus rádiósugárzás eredetére *Sklovszkij* adott magyarázatot. Kimutatta, hogy a rádiósugárzás ezen típusát a Tejútrendszer mágneses terében közel fénysebességgel mozgó elektronok úgynevezett *szinkrotron* sugárzása okozza. Nem akarunk a szinkrotron sugárzás keletkezésének elméletére kitérni, hiszen ez túlnyúlna cikkünk keretein, éppen ezért csak megjegyezzük, hogy a nem termikus rádiósugárzás intenzitásából *Sklovszkij* következtetni tudott arra a mágneses térre, ami ezt a sugárzást létrehozza. Számításai szerint a nem termikus sugárzás keletkezésének a helyén a mágneses tér erőssége  $3 \cdot 10^{-6}$  és  $10^{-5}$  gauss között kell legyen.

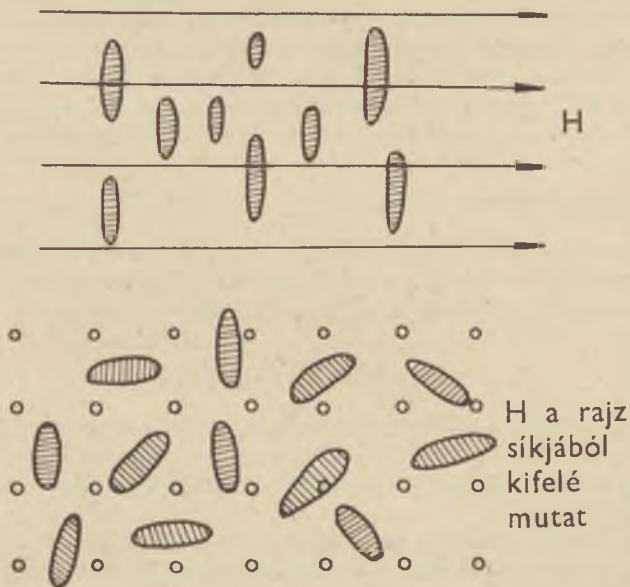
A harmadik módszert az égi objektumok optikai és rádiósugárzása *polarizációjának* vizsgálata szolgáltatta. A Tejútrendszer karjaiban elhelyezkedő felhők aszimmetrikus, paramágneses tulajdonságokkal rendelkező porszem-kristályokat is tartalmaznak. A mágneses tér ezeknek a kristályoknak a mozgását úgy rendezi, hogy hossz tengelyük a mágneses tér erővonalára merőlegesen áll be. Így a mágneses tér irányára merőlegesen nézve a részecskék rendezett képet mutatnak (28/a ábra), míg a mágneses tér irányából nézve rendszertelenül helyezkednek el (28/b ábra).

A porszemek jobban elnyelik azt a fényt, amelynek rezgési síkja párhuzamos hossz tengelyükkel. Ezért, ha a mágneses tér irányára merőlegesen nézünk, akkor a felhők mögött levő csillagokról olyan fény



érkezik a szemünkbe, amelynek a mágneses térrel párhuzamos rezgési síkú komponense erősebb, mint az erre merőleges. A fény tehát polarizált lesz. Hasonló effektus a mágneses tér irányából nézve — mivel a részecskék szabálytalanul helyezkednek el — nem adódik.

A Tejútrendszerben levő karok közül egyeseket a kar tengelyének irányából tudunk megfigyelni, másokat a kar tengelyére merőleges irányból. A mérések azt mutatták, hogy a kar tengelyének irányából



28. ábra

nézve, a kar porfelhői mögött elhelyezkedő csillagok fénye nem polarizált, míg merőleges rálátás esetén már lényeges polarizáció lép fel — a porfelhő több olyan elektromágneses rezgést enged át, amelynek síkja a kar tengelyével párhuzamos. Ebből a tényből arra a megállapításra juthatunk, hogy a karokban mágneses tér van jelen és erővonalai a kar tengelyével párhuzamosan húzódnak. *Chandrasekhar és Fermi* — figyelembe véve a porfelhők sűrűségét és hőmérsékletét — azt találták, hogy a csillagok mért polarizációját  $H \approx 5 \cdot 10^{-6}$  gauss erősségű tér kell okozza.

1962-ben *Davies* és munkatársai hasonló polarizációt találtak egyes, a karokban levő hidrogénfelhőkön áthaladó rádiófrekvenciás sugárzások mérésekor a 21 cm-es elnyelési sávban. Ez a polarizációs effektus a 21 cm-es rádiószínképvonal Zeeman felhasadásának a következménye. Meg-



figyelésük alapján arra a következtetésre jutottak, hogy a vizsgált kar mágneses tere mintegy  $5 \cdot 10^{-6}$  gauss erősségű.

Az említett mérések, külön-külön tekintve őket, elég bizonytalanok. Az a tény azonban, hogy az egymástól teljesen elütő módon kapott eredmények egymással jól egyeznek, nem hagy kétséget afelől, hogy a Tejútrendszer karjaiban levő mágneses tér erőssége  $5 \cdot 10^{-6}$  gauss körül van.

A legutóbbi évek pontosabb és részletesebb mérései szerint a karokban a mágneses erővonalak csak nagyjából húzódnak párhuzamosan, helyenként kisebb-nagyobb egyenetlenségek, „kunkorodások” figyelhetők meg. Napunk környezetében például a galaktikus karból kiválik néhány erővonal és a kar fölött ellenkező irányba fordul. Mindez azonban csak helyi jellegű inhomogenitásnak fogható fel, a Tejútrendszer mágneses teréről alkotott képet lényegében nem befolyásolja.

#### 4. A galaxisok közötti mágneses tér

Bizonyos elméleti megfontolásokból arra lehet következtetni, hogy az intergalaktikus térben is van mágneses tér, bár létezésére még egyetlenegy közvetlen mérés sem utalt.

### A magnetohidrodinamika

Mint láttuk, a Világmindenségben gyakorlatilag mindenütt van mágneses tér. A mágneses tér jelenléte egyben mágneses erők jelenlétét is jelenti, amelyeket bizonyos esetekben semmiképpen sem szabad figyelmen kívül hagyni.

A Világmindenségben megfigyelhető mágneses jelenségek értelmezéséhez az eszközt az elméleti fizikának egy viszonylag fiatal ága, a *magnetohidrodinamika* szolgáltatja. A magnetohidrodinamika durván szólva a hidrodinamikának és az elektrodinamikának az ötvözete. Más szavakkal: a magnetohidrodinamika olyan megoldásokat keres, amelyek a hidrodinamika alapegyenleteit és a *Maxwell*-egyenleteket is egyidejűleg kielégítik. Ez mind a hidrodinamikához, mind az elektrodinamikához képest lényeges bonyoldalmat jelent. Ezért az első pillanatban népszerű szinten a magnetohidrodinamika csak elméleti játéknak tűnik és áttekinthetetlen képet nyújt. Szerencsére azonban a magnetohidrodinamika valóban bonyolult és a matematika nyelvén megfogalmazott tételei igen szemléletes jelentéssel rendelkeznek. Ez nemcsak a jelenségek megértését könnyíti meg, hanem az ezen a területen dolgozó szakemberek munkáját is, mert sok esetben szinte előre lehet látni, hogy a matematikai számításoknak milyen eredményt kell kiadniuk. Foglaljuk most össze a magnetohidrodinamika csillagászati szempontból legfontosabb tételeit.

A „*befagyás tétele*” azt mondja ki, hogy végtelen nagy vezetőképess-

ségű, gáz halmazállapotú közeg esetén a mágneses erővonalak az anyaghoz képest nem mozdulnak el. A 29. ábrán egy ilyen, végtelen vezetőképességű anyagot tüntettünk fel, amelyen mágneses erővonalak haladnak keresztül. Ha az anyagot a szaggatott vonallal jelzett deformációnak vetjük alá, akkor a mágneses erővonalak is a szaggatott vonalnak megfelelően fognak húzódni.

Ha a vezetőképesség nem végtelen nagy, hanem  $\sigma$ , akkor a mágneses tér és az anyag egymáshoz képesti elmozdulásának karakterisztikus ideje:

$$t_0 \approx \frac{4\pi\sigma R^2}{c^2},$$

ahol  $R$  a rendszer karakterisztikus mérete és  $c$  a fénysebesség. Egy 10 cm átmérőjű tekercsre  $t_0 \approx 1$  sec. Egy napfolt-ra vonatkoztatva  $t_0 \approx 300$  év, a Nap általános mágneses tere  $t_0 \approx 10^9$  év, míg a Tejútrendszer mágneses tere esetében a  $t_0$  karakterisztikus idő lényegesen felülmúlja a Tejútrendszer korát.

Mint ahogyan az elmondottakból látjuk, csillagászati viszonyok között a mágneses tér az anyaghoz van kötve, vagy ahogy a szaknyelv mondja, bele van fagyva, hiszen a változás karakterisztikus ideje lényegesen hosszabb, mint az az idő, amely alatt az egyes jelenségek lejátszódnak.

A magnetohidrodinamika egy másik fontos megállapítása az, hogy ott, ahol mágneses tér van, ott *mágneses nyomás* is fellép, ami egyszerűen hozzáadódik a közönséges hidrodinamikai nyomáshoz. A mágneses nyomás értéke:

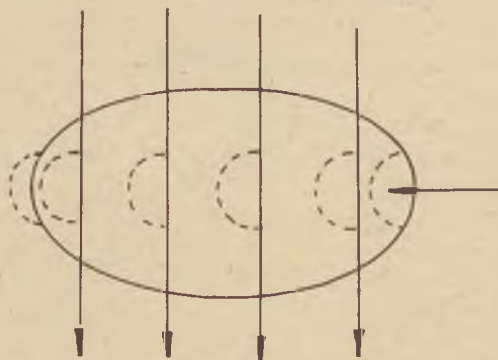
$$p_m = \frac{H^2}{8\pi},$$

ahol  $H$  a mágneses tér erősségét jelenti. Az anyagra ható  $P$  össznyomás tehát:

$$P = p_g + p_m,$$

ahol  $p_g$  a hidrodinamikai nyomást jelöli.

Egy napfoltban a mágneses nyomás körülbelül egyenlő a hidrodinamikai nyomással, míg a galaktikus karok gázfelhőiben a mágneses



H

29. ábra

nyomás mellett a hidrodinamikai nyomás elhanyagolhatóan kicsiny. Már ez a tény is mutatja, hogy a galaktikus karok esetében a mágneses jellegű erők igen lényeges szerepet játszanak.

Ha érvényesek a befagyás feltételei, akkor a valamilyen okból meggörbült *mágneses erővonalak kiegyenesedni törekszenek*. Ha egy mágneses erővonal-köteg a 30. ábrán látható módon meggörbül, akkor az ábrán látható irányban  $\frac{H^2}{4\pi}$  nagyságú húzóerők lépnek fel, ami az erők vektoriális összegezési szabályának megfelelően egy „kiegyenesítő erőben” jelentkezik.



30. ábra

A befagyás tételének egy másik következménye az, hogy abban az esetben, ha egy erővonal-köteget hosszirányban meghúzzunk, akkor az erővonal-köteg ellenáll és ismét az eredeti, egyensúlyi hosszúság elérésére törekszik. A megnyújtás egyben a mágneses tér megerősödésével is jár.

Az elmondottakból világos, hogy a mágneses erővonalak viselkedése igen

sok szempontból hasonlít a vékony hajlékony rugók viselkedéséhez. Ez az analógia, továbbá a befagyás tétele lehetővé teszi számunkra igen sok csillagászati jelenség megértését. Meg kell azonban jegyeznünk, hogy az analógia még nem bizonyító erejű, csak akkor lehetünk biztosak a dolgunkban, ha az analógiát megfelelő matematikai számításokkal alá tudjuk támasztani.

Az iménti analógiából már szemléletesen következik, hogy a mágneses erővonalak a rugókhoz hasonlóan rezgésbe is tudnak jönni és ily módon energiát is tudnak szállítani. Ezeket a rezgéseket felfedezőjükről *Alfvén hullámoknak* nevezzük. Az Alfvén hullámok terjedési sebessége:

$$V_A = \frac{H}{\sqrt{4\pi\rho}},$$

ahol  $\rho$  a közeg sűrűségét jelöli.

A mágneses tér jelenléte a hang terjedési viszonyait is befolyásolja. A vezető közegben mágneses tér jelenléte esetén fellépő hanghullámok különböző fajtáit ezért külön kifejezéssel *magnetoakusztikai hullámoknak* nevezzük.

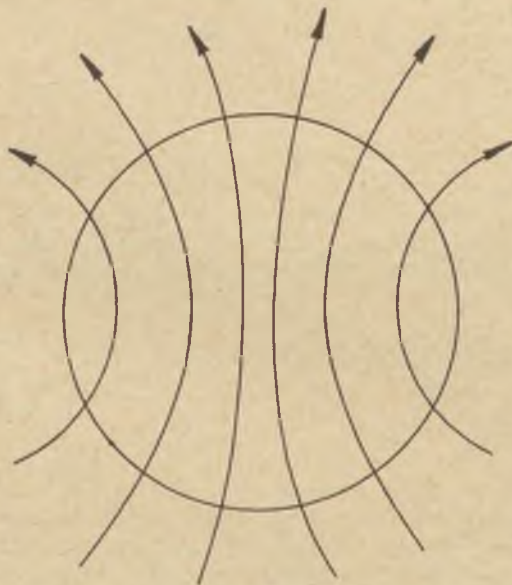


## A magnetohidrodinamika csillagászati vonatkozásai

Az előző fejezetben ismertetett analógia alapján most magyarázatot kívánunk adni néhány csillagászati jelenségre.

### 1. A Babcock féle napfoltelmélet

Babcock feltételezi, hogy egy napfoltciklus elején a Nap mágneses tere dipólus jellegű, tehát az erővonalak a 31. ábrán látható módon helyezkednek el. A nyilak irányában északi, ellentétes irányban pedig

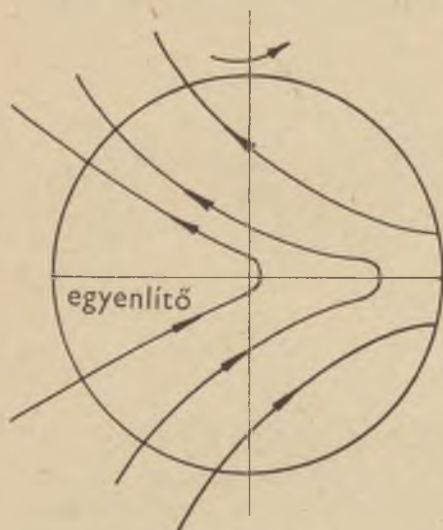


31. ábra

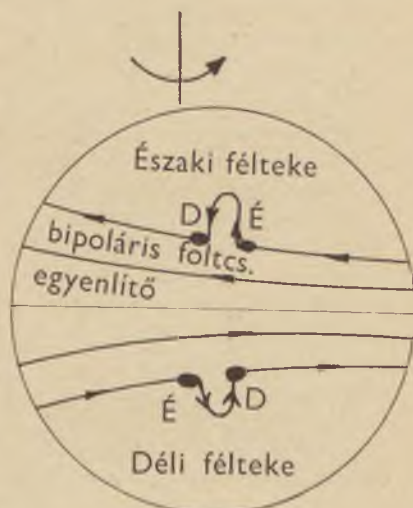
déli polaritású a tér. Mint jól tudjuk, a Nap tengelykörüli forgása nem egyenletes, a Nap egyenlítőhöz közeli területei nagyobb szögsebességgel forognak, mint a pólusokhoz közeli tartományok. Más szavakkal: az egyenlítői területek „sietnek” a póluskörnyéki területekhez képest. A Nap esetében azonban — mint ahogyan már említettük — érvényesek a mágneses tér befagyásának feltételei, tehát az egyenlítői területekkel együtt a mágneses erővonalak is előresietnek. Ez azt eredményezi, hogy bizonyos idő elteltével a mágneses erővonalak az egyenlítő mentén „felgombolyodnak” a Napra, úgy ahogyan azt a 32. ábrán feltüntettük. Az egyenlítőt környező tartományokban a felgombolyodás következményeként erős mágneses tér jön létre, hiszen az erővonal-kötegek meg-



nyúlnak. Az így keletkezett, az egyenlítővel majdnem párhuzamosan futó, de a két féltéken ellentétes irányítású erővonal-kötegeket különféle hatások, például a konvektív áramlás felnyomhatja a Nap felszíne fölé. Ilyenkor egy mágneses erővonalakból álló hurok jön létre, amelyet a Nap felszínén bipoláris foltsoportként figyelhetünk meg (lásd 33. ábra). Az erővonalak irányított volta miatt azonban a két féltéken nem lesz azonos a helyzet. A 33. ábrán látható módon a Nap északi féltékéjén a jobb oldalon levő folt (ha a Nap tengelykörüli forgása az ábrán



32. ábra



33. ábra

megjelölt irányban történik, az úgynevezett vezetőfolt) északi polaritású lesz, hiszen az erővonalak a Nap felszínéről kifelé haladnak, míg a bal oldali folt (követő folt) déli polaritású, mert az erővonalak befelé irányulnak. A Nap déli féltékéjén a helyzet fordított. A jobb oldali (vezető) folt déli, a bal oldali (követő) folt pedig északi polaritású. Ez az elméleti úton kapott kép egy napfoltcikluson belül tökéletesen megfelel a megfigyeléseknek.

## 2. A napfoltok alacsonyabb hőmérséklete

A napfoltokban erős mágneses tér, tehát mágneses nyomás is van. Ez lehetővé teszi a napfoltok alacsonyabb hőmérsékletének megmagyarázását. Jelöljük a napfolton kívüli fotoszféra nyomását  $p_1$ -el. A napfoltokban levő nyomás a hidrodinamikai nyomásból és a mágneses nyomásból

tevődik össze. Ha a napfoltban levő hidrodinamikai nyomást  $p_2$ -vel és a mágneses tér erősségét  $H$ -val jelöljük, akkor

$$p_1 = p_2 + \frac{H^2}{8\pi},$$

hiszen a napfoltban és a napfoltot környező fotoszférában az össznyomásnak egyenlőnek kell lennie. Képletünkéből azonnal adódik, hogy

$$p_1 > p_2.$$

A hidrodinamikai nyomást fejezzük ki az állapotegyenlettel, ekkor:

$$\frac{\rho_1}{\mu} RT_1 > \frac{\rho_2}{\mu} RT_2,$$

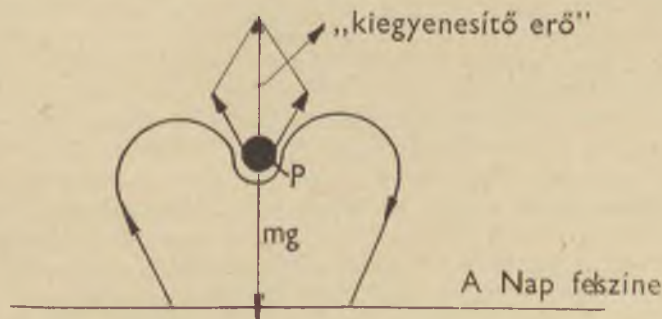
ahol az 1-es index a fotoszférára, a 2-es a foltra vonatkozik, továbbá  $\rho$  a sűrűséget,  $\mu$  az átlagos molekulasúlyt,  $R$  a gázállandót és  $T$  az abszolút hőmérsékletet jelöli. Nyilván  $\rho_1 = \rho_2$ , hiszen ha nem így volna, akkor a foltra fel-(vagy le) hajtó erő hatna és a folt vagy elsüllyedne, vagy felemelkedne, amit nem észlelünk. Ebben az esetben viszont fent kell állnia a

$$T_1 > T_2$$

egyenlőtlenségnek, ami azt jelenti, hogy a fotoszféra hőmérséklete magasabb a folt hőmérsékleténél.

### 3. A protuberanciák kialakulása

A napkorona anyaga bizonyos feltételek teljesülése esetén a Nap felülete felé irányuló mozgást végez. Ott, hol nincs jelentős mágneses tér, ez az anyag akadálytalanul behullik a Napba. A bipoláris foltcsoportok fölött azonban jelentős „vízszintes” irányú mágneses tér húzódik. A befagyás tétele miatt az anyag nem tud áthatolni a mágneses



34. ábra

erővonalakon, hanem maga előtt tolva mintegy meggömbíti azokat. Ekkor azonban fellépnek az erővonalak kiegyenesítésére törekvő erők és végül beáll az egyensúlyi állapot, amikor a „kiegyenesítő erő” éppen egyensúlyt tart a protuberancia súlyával (34. ábra). A protuberancia anyaga mintegy „beleül” a mágneses tér mélyedésébe. Így lehetséges az, hogy a protuberanciák hosszú ideig változatlan formában figyelhetők meg a Nap légkörében. Az imént felvázolt képet a pontos számítások is alátámasztják; a protuberancia tömegére tett reális feltevések mellett a számításokból a mágneses erővonalak görbültségére nagyjából ugyanolyan érték adódik ki, mint amilyent a valóságban meg lehet figyelni.

#### 4. A napkorona fűtése

Mint ismeretes, a Nap felszíne alatt mintegy 100 000 km vastagságban konvektív zóna helyezkedik el. Ebben a zónában turbulens jellegű mozgás történik. A konvektív zónát keresztül szelik a Nap általános mágneses terének erővonalai. A befagyás tétele miatt, nem túl erős mágneses tér esetén, amely még nem hat jelentősen vissza magára a konvekczióra, az erővonalak is az anyaggal együtt mozognak. A konvektív mozgások a hajlékony rugóként viselkedő mágneses erővonalakat, mint egy gitár húrjait „megpendítik” és a konvektív mozgás energiájának egy része a mágneses erővonalak rezgésének formájában terjed tovább a Nap légkörébe. A mágneses erővonalak rezgésének terjedési sebessége, mint már említettük:

$$V_A = \frac{H}{\sqrt{4\pi\rho}}$$

A sebességre felírt kifejezés nevezőjében szerepel a  $\rho$  sűrűség, amely a Nap légkörében kifelé haladva rohamosan csökken. A sűrűség esökkenése kifelé haladva nyilván az Alfvén hullámok terjedési sebességének növekedését idézi elő. A hang terjedési sebessége a Nap kromoszférájában és koronájában nem változik lényegesen, tehát a mágneses tér erősségétől függően a kromoszférában vagy a koronában az Alfvén hullámok terjedési sebessége eléri a hangsebességet. Ezen a helyen a gyors repülőgépek esetéhez hasonlóan hangrobbanás következik be, vagy a hidrodinamika terminológiáját használva az Alfvén hullámok lökeshullámokba mennek át. A lökeshullámok az Alfvén hullámokkal ellentétben hamar lecsillapodnak és energiájukat hő formájában átadják környezetüknek. Ezért lehetséges az, hogy a Nap felsőbb légkörének hőmérséklete magasabb a fotoszféra hőmérsékleténél, amelynek fűtésében csak az elektromágneses hullámok játszanak szerepet.

Meg kell jegyeznünk, hogy a naplégkör fűtésében az Alfvén hullámokon kívül még a magnetoakusztikai hullámoknak is szerepük van.



A magnetohidrodinamika segítségével sikerült megtalálni az energiaszállításnak egy új formáját. Bizonyos esetekben, például az erős mágneses térrel rendelkező csillagok esetén, az energiaszállításnak ezt a formáját a csillag belsejében is tekintetbe kellene venni. Elképzelhető, hogy a mágneses csillagok esetében a magnetohidrodinamikai energiatranszport lényeges szerepet játszik. Ha így van, akkor ezeknek a csillagoknak a belső szerkezete lényegesen el kell térjen a „klasszikus módszer” számított szerkezettől.

## 5. *A galaxiskarok stabilitása*

Mint ahogyan már említettük, a galaktikus karokban mindenütt jelen van a mágneses tér. Ha ez nem így volna, akkor a kb. 500 parsec átmérőjű karok a gravitáció következtében egy vékony fonallá esnének össze, hiszen a gravitációs erőkkel a hidrodinamikai nyomás nem tartana egyensúlyt. A mágneses tér jelenléte miatt a galaktikus karokban a hidrodinamikai nyomásnál lényegesen nagyobb mágneses nyomás is fellép. Ez a mágneses nyomás már képes ellenállni a gravitációs összehúzó erőknek. A pontos számítások szerint, a különböző mérések segítségével kapott  $H \approx 5 \cdot 10^{-5}$  gauss erősségű teret feltételezve, a galaktikus kar átmérőjére az észlelésekkel megegyező értéket kapunk. Ez a tény arra utal, hogy mágneses tér jelenléte nélkül galaktikus karok nem létezhetnek. Állításunkat megfordítva feltételezhetjük, hogy mindazokban a galaxisokban, ahol karos struktúra figyelhető meg, mágneses tér is jelen van.

A Tejútrendszer egyenetlen tengelyforgása miatt bizonyos idő elteltével a galaktikus karoknak teljesen fel kellene csavarodniuk a mag köré. Ez a karok egyre nagyobb meggörbülésével járna. A befagyás tétele miatt ekkor a karokkal együtt a mágneses erővonalak is felcsavarodnának és jelentősen meggörbülénének. Ebben az esetben azonban fellép az erővonalak kiegyenesítésére törekvő erő. Bizonyos meggörbülés esetén a kiegyenesítő erő már egyensúlyt tud tartani az egyenetlen forgásból adódó „görbítő erő”-vel és így a galaxis karja nem görbül tovább; a mágneses tér a kar külsőbb részének forgását meggyorsítja. Ez az oka annak, hogy olyan galaxiskart, amely a mag köré többszörösen fel lenne csavarodva, még egyetlen esetben sem lehetett megfigyelni.

## 6. *A galaxisok keletkezésére vonatkozó magnetohidrodinamikai elképzelés*

A galaxisok keletkezésére sokfajta elképzelés ismeretes. Jelenleg még nem áll rendelkezésünkre elegendő észlelési anyag ahhoz, hogy az egyik vagy a másik elképzelés mellett lándzsát törjünk. Éppen ezért



a következőkben ismertetésre kerülő galaxiskozmogónia is csak az egyik a sok lehetőség közül.

Feltételezhető, hogy a galaxisok közötti térben mindenütt van igen ritka anyag és mágneses tér is. A mágneses teret bizonyos folyamatok, például a quasarak fellobbanása, megzavarhatja és ekkor az intergalaktikus térben a mágneses erővonalak rezgései jöhetnek létre. A rezgés terjedése folyamán a mágneses erővonalak helyenként közelebb, helyenként távolabb kerülnek egymástól. Ha a rezgés elég erős, akkor a mágneses tér, vagy az anyag inhomogenitásainak helyén a tovahaladó rezgés képes a ritka intergalaktikus anyag összenyomására. Elegendő sűrűség esetén a gravitációs erők már annyira megnövekedhetnek, hogy az anyagsűrűsödés megmarad és megindul a galaxis kondenzációja. Az összehúzódás miatt a galaxis anyagának már eleve meglévő forgása felgyorsul és az anyag a beléje fagyott mágneses térrel együtt mintegy feltekeredik, azonban a karokban levő mágneses tér erővonalai továbbra is folytatódnak a galaxisok közötti térben. Ez magyarázatot szolgáltat arra a megfigyelési tényre, amely szerint az egymáshoz közeli galaxisok egyes karjai egymás folytatásainak látszanak.

Bár az imént felvázolt elképzelés sok kérdésre nem tud választ adni, megmagyarázza a galaxisok szimmetrikus alakját, hiszen a felcsavarodásnak szimmetrikusan kell történnie.

Ha valamelyik galaxis magjában robbanás történik (valószínűleg ez a helyzet a quasarak esetében), akkor ennek a zavarnak a mágneses tér erővonalai mentén mindkét irányban tovább kell haladnia nagy sebességgel mozgó magnetohidrodinamikai lökéshullámok formájában. Ezek a hullámok maguk előtt söprik az intergalaktikus tér anyagát. Valószínűleg azért van az, hogy a quasarak többségénél az optikai forrás két oldalán szimmetrikusan rádióforrások figyelhetők meg. Ha elképzelésünk helyes, akkor a rádióforrások éppen a magnetohidrodinamikai lökéshullámok frontjai.

Mint láttuk, a magnetohidrodinamika segítségével sok korábban nyíltak tartott csillagászati kérdésre választ lehetett adni. Fel szeretnénk azonban hívni a figyelmet arra, hogy a magnetohidrodinamika sem old meg minden problémát a csillagászatban, hanem csak egy szerény eszköz a csillagászati kutatások fegyvertárában. A megoldásra váró problémák a mágneses jelenségek figyelembevételével nemhogy csökkentek, hanem ha lehet mondani, inkább gyarapodtak a csillagászatban.

Megjegyezzük még, hogy nem törekedtünk a teljességre, sok olyan problémát, amelyben a mágneses tér szerepet játszik (pl. az Alfvén féle bolgókozmozgóniát) meg sem említettünk.

ÉRDI-KRAUSZ GYÖRGY:

## KOZMIKUS GEODÉZIA

Amikor valaminek a Földünk felszínén elfoglalt helyzetére vonatkozólag felvilágosítást akarunk adni, fontos, hogy az információ lehetőleg mindig egyértelmű és a tárgyra vonatkozólag pontos legyen. Földünkön az egyes pontoknak, felszíni alakzatoknak, tereptárgyaknak vagy abszolút, vagy relatív helyzetét adjuk meg. Ha azt mondjuk, hogy amit keresünk, a  $47^{\circ}29'56''$  északi szélesség és a  $18^{\circ}57'57''$  keleti hosszúság metszéspontján fekszik, akkor könnyen megtaláljuk a budapesti Csillagvizsgáló Intézet helyét a térképen, vagy megfelelő műszerek segítségével a valóságban. Ebben az esetben megadtuk az Intézet abszolút helyzetét. A relatív helyzetmegjelölésnél valamely pontot egy másik pontra vonatkoztatunk, akár polárkoordináták, irány és távolság, akár pedig derékszögű koordináták segítségével.

A geodézia a pontok abszolút és relatív helyzetének meghatározásával foglalkozik.

A tudományos geodézia azonban a fenti feladatok megoldásán túlmegegy és feladatául tűzi ki a Föld alakjának és méreteinek meghatározását.

Végezzünk egész röviden történelmi áttekintést a geodézia kialakulásán, fejlődésén. A geodézia valójában ősi tudomány, melynek hatalmas fejlődését a műszerek és módszerek fejlődése vonta maga után, az utóbbi időben fontos szerephez jutottak ennél a mesterséges holdak is.

Az első, aki a Földgömb alakját alapul véve, becsléseket végzett a méreteire vonatkozólag is, *Arisztotelész* (i. e. 384–322) volt. A Föld területét 400 000 stadium hosszúnak becsülte, ami — ha a stadiumot 185 méter hosszúnak vesszük — 74 000 kilométernek felel meg. *Archimédész* (i. e. 287–212) is megkísérelte a Föld területének kiszámítását a tenger íveltségéből, eredménye 300 000 stádium (55 000 km), határozottan jobb volt, mint *Arisztotelészé*.

Az első, aki valóban mérésekből vezette le a Föld területét és ebből a sugarát, *Archimedes* kortársa, *Eratoszthenész* (kb. i. e. 275–194) volt, az ő értéke a Föld területére vonatkozólag 252 000 stádium, ami 46 600

kilométernek felel meg. Hangsúlyoznunk kell azonban, hogy a stádiumnak többféle értéke volt, ezek az átszámítások olyan alapon történtek, hogy a stádium hossza 185 méter. Vannak olyan nézetek is, hogy a stádium hosszát 160 méternek vagy 148,8 méternek kell venni. Az előbbi esetben a Föld kerülete Eratoszthenész szerint 40 320 km, az utóbbi esetben 37 500 km. Az előbbi meglepően jó eredmény lenne. Az akkori idők „földmérői” közé tartozott *Posidonius* (i. e. 135–51) is.

Hihetetlen visszaesés ment végbe ezen a téren a következő évszázadokban; a Föld újra „korong alakúvá” vált. Nyolc évszázad telt el, míg az arabok újból művelni kezdték a földmérés tudományát. *Al Mamun* (uralk. i. u. 813–833) elrendelte pontosan két fok meridiánív megmérését, hogy ebből a Föld kerülete és így a sugara levezethető



35. ábra

legyen. Egy meridiánfok 56,67 arab mérföld hosszúságú volt. Ha az arab mérföld hosszát 1964,2 méternek vesszük, akkor arra a meglepő eredményre jutunk, hogy a Föld kerületének hossza az akkori mérésekből 40 072 kilométernek adódott. És ismét évszázadok múltak el, anélkül, hogy a Föld méreteinek meghatározására komoly lépések történtek volna, annak ellenére, hogy a tudományos kartográfia már jóval korábban jelentős fejlődésnek indult.

A francia tudományos akadémia 1669-ben megbízta *Jean Picard* geometert (tehát szószerint földmérőt), hogy mérje meg a meridiánfok hosszát Párizs és Amiens között. Ehhez felhasználta a holland *Snellius* által feltalált háromszögelési eljárást. A meridiánfok a mérései szerint 111,211 km hosszú volt, amiből a Föld meridiánirányú kerülete 40 035,96 km, szemben a mai 40 009,15 km értékkel.

A tudományos geodézia megalapítójának a háromszögelés feltalálóját, a már említett *Snelliust* kell tekintenünk. A meridiánív mérését, tehát a Föld alakjának meghatározását fokozott erővel lehetett folytatni. *Picard* mérését *J. D. Cassini* Dunquerque-ig, *De La Hire* Bourges-ig hosszabbította meg. És nagy meglepetésre ezekből az adódott, hogy a Föld a sarkok felé megnyúlt, citrom alakú idom. Ezután számos expedícióban sok tudós vett részt a Föld alakjának meghatározásában. 1737



tavaszán megszületett a végleges döntés: a Föld a sarkoknál lapult ellipszoid! De tévedünk, ha azt hisszük, hogy ezt követőleg egységes földalaki képezte a további vizsgálatok és földmérések alapját. Ez korántsem volt így. Nézzük végig a következő táblázatot, amelyben megtaláljuk, hogy az egyes tudósok milyen értékeket határoztak meg:

## II. táblázat

		Egyenlítői sugár (km)	Lapultság (km)
Bougeur, Maupertuis	(1738)	6397,300	1:216,8
Fokmérésekből	(1790)	6375,739	1:334,3
Delambre	(1800)	6375,653	1:334,0
Walbeck	(1819)	6376,896	1:302,8
Airy	(1830)	6377,491	1:299,3
Everest	(1830)	6377,276	1:300,8
Bessel	(1841)	6377,397	1:299,2
Clarke	(1866)	6378,206	1:295,0
Clarke	(1880)	6378,249	1:293,5
Helmert	(1907)	6378,200	1:298,3
Hayford	(1909)	6378,388	1:297,0
Kraszovszkij	(1940)	6378,245	1:298,3

Ez a táblázat sokat mond, ha arra gondolunk, hogy ezek az ellipszoidok az ábrázolás, a térképszerkesztés alapfelületei és a rajtuk meghatározott koordináták szoros összefüggésben állnak a méreteikkel.

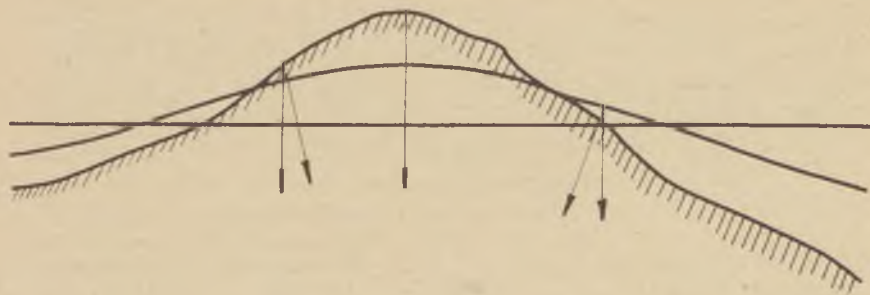
De ha a Föld alakjáról beszélünk, határozzuk meg, hogy mit értünk ez alatt, mert az ábrázolandó felület alakja döntő fontosságú a geodéziai módszerek számára.

Ha a tenger felszínét teljes nyugalomban levőnek feltételezzük és képzeletben kiterjesztjük úgy, hogy a kontinensek alatt is folytatódjon, akkor ez a felület Földünk sajátos alakja, a *geoid* (35. ábra). A nehézségi erő és a centrifugális erő eredője — a *függő* — ezen felületre annak minden pontján merőleges. Ez a szintfelület matematikailag nehezen definiálható. Ezért használ a geodézia egy matematikailag sokkal könnyebben megfogható és a geoidot legjobban megközelítő *forgási ellipszoidot*. (Kis méretarányú térképek készítésénél az ellipszoidot jól megközelítő gömböt veszünk alapfelületnek.)

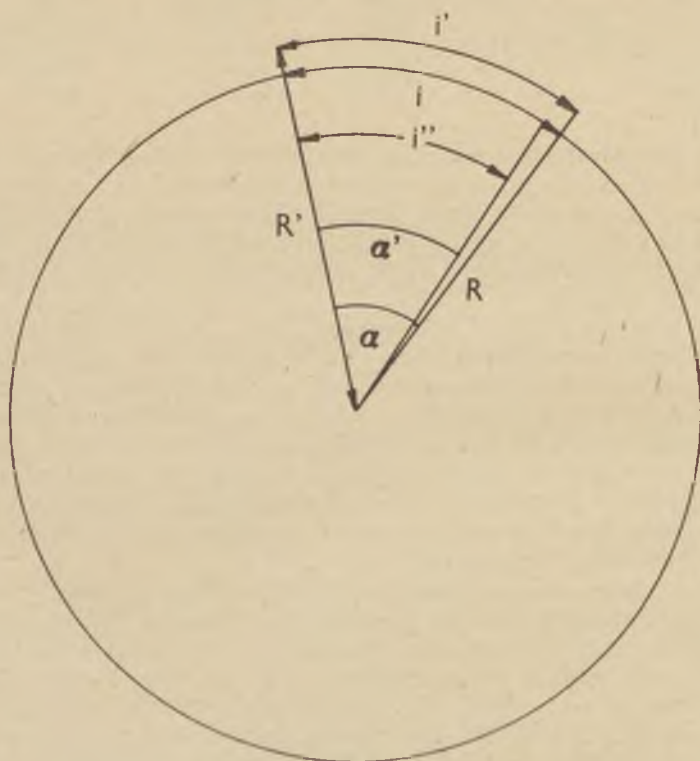
Meg kell ismerkednünk egy fogalommal, mert nagy jelentőségű a további fejtegetéseknél. Ez a fogalom a *függővonal-elhajlás*. Ez egyszerűen úgy definiálható, mint egy adott ponton a geoidra emelt merőleges és a forgási ellipszoidra emelt merőleges által bezárt szög (36. ábra). Ez a meghatározás nem egészen szabatos, de a céljainknak megfelel.

Amikor műszerünkkel egy állásponton felállunk, nem ismerjük a függővonal-elhajlás mértékét. Pedig műszerünk beállítása a függő, illetve az erre merőleges libella segítségével történik. A függővonal-elhaj-



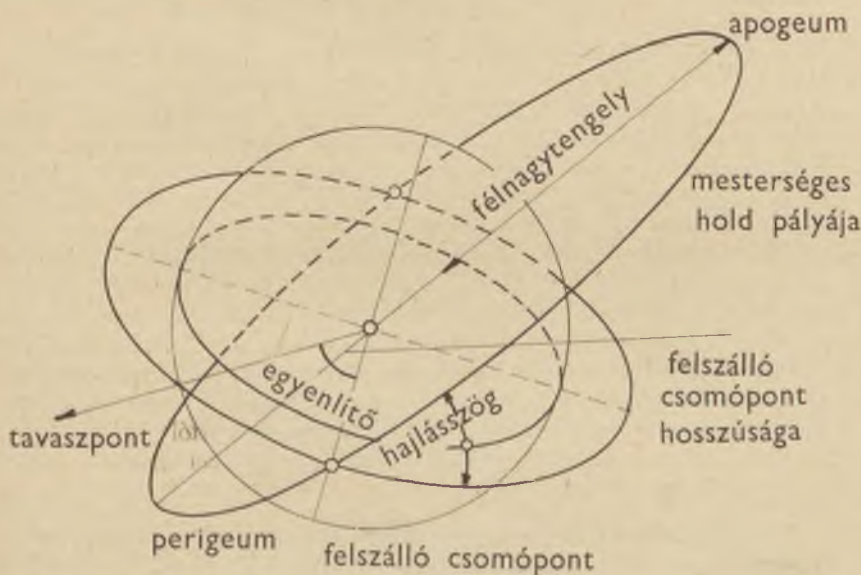


36. ábra



37. ábra

lás mértéke Földünk minden pontján más és más. Meghatározása eddig nagy nehézségekbe ütközött, tehát a függővonalak összessége nem képezhetett egységes vonatkozási rendszert Földünkön. Ez pedig szinte leküzdhetetlen nehézséget jelentett a pontos mérések végrehajtása szempontjából. Gondoljunk vissza a fentebb közölt táblázatra és vegyük figyelembe az éppen most elmondottakat, akkor nézzük meg, mi történik például egy hosszmerésnél, ha meg akarjuk mérni egy körív hosszát, de nem ismerjük pontosan a kör sugarát és a két ponthoz húzott sugarak által bezárt szöveget (37. ábra). Nem kell bővebb kommentár ehhez az ábrához.

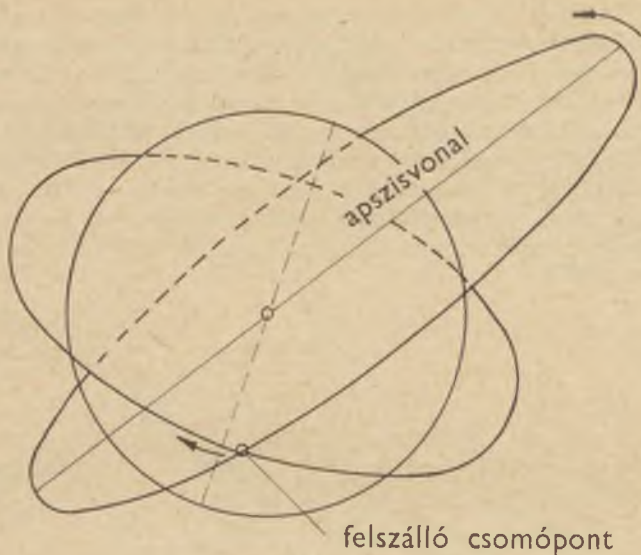


38. ábra

Majdnem azt mondhatnánk, hogy ez zsákutatót jelentett a geodézia számára. Ebből a zsákutcából a mesterséges holdak mutatták meg a kiutat.

Mielőtt egy mesterséges holdat a keringési pályájára juttatnak, meghatározzák a pályaelemeket és ezek szerint történik az indítás és a rakétahajtással végzett pályaszakasz kiszámítása. Amikor egy mesterséges hold a szabad Kepler-pályára kerül, pályaelemei a következők (38. ábra):

1. a pályaeccentritás
2. a pályaeccentritás numerikus excentricitása
3. a pálya síkjának hajlása az egyenlítő síkjához



39. ábra

4. a felszálló csomópont hosszúsága az egyenlítő síkjában a tavaszponttól mérve
5. a perigeum szögtávolsága a felszálló csomóponttól
6. a perigeum átmenet időpontja, illetve a mesterséges hold szögtávolsága a perigeumtól.

Ha Földünk tökéletesen gömb és homogén felépítésű lenne, akkor a mesterséges hold pályájának helyzete a külső térhez viszonyítva állandó irányú maradna. A valóságban nem ez a helyzet és ennek következtében a mesterséges hold mozgására „zavaró” erők hatnak. Ezek hatása (39. ábra):

1. a csomópont eltolódása az egyenlítőn
2. a perigeum elmozdulása, vagyis az apsziszvonal elfordulása a pálya síkjában
3. a pálya excentricitásának változása.

Mint zavaró hatás jelentkezik a légkör súrlódási ellenállása, a Nap sugárnyomása, elektromos feltöltődés stb. A mesterséges holdak geodéziai felhasználásának dinamikus módszere abból áll, hogy elkülönítse azokat a zavarokat, melyek a Föld gravitációs terétől származnak, és ezekből következtetéseket vonjon le a gravitációs potenciálra és a Föld

valódi alakjára vonatkozólag. Ehhez sokszor tízezer mérésre és a mérések bonyolult matematikai feldolgozására van szükség.

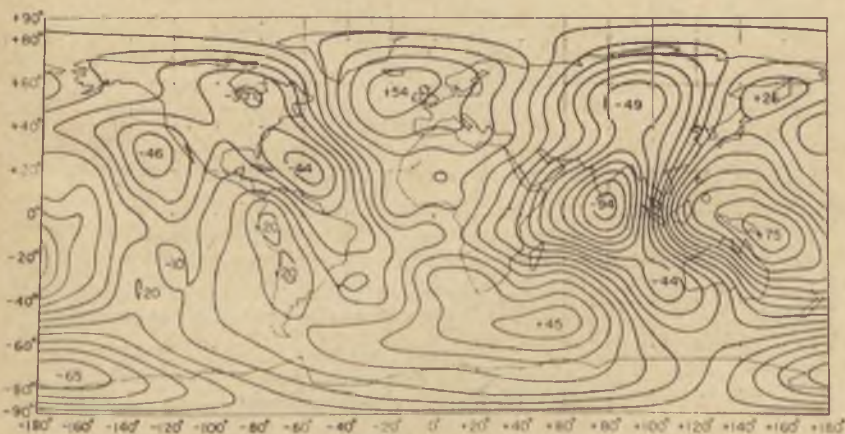
De az eddigi munkák mégis sok eredményt hoztak. A Föld alakjára vonatkozó adataink soha nem látott pontosságot értek el, tiszta képet kezdünk nyerni a Föld gravitációs teréről és a geodézia történelmében elsősorban fordul elő, hogy megfelelő módszerünk van a fő geodéziai alapfelületek relatív helyzetének meghatározására.

Nézzük meg a számszerű eredményeket:

A Föld egyenlítői sugara 6 378 169 m

A földi ellipszoid lapultsága 1:298,25

És amint a 39/a. ábrán láthatjuk, a potenciálfelületek meghatározására vonatkozó lépések is megtörténhettek, aminek eredménye a melékelt térkép vázlat. A geoidnak a vonatkozási ellipszoidhoz viszonyított helyzete jól kivethető ezen a térképen. Az északi félgömbön öt minimumot találunk, tehát olyan helyet, amelyen a geoid a vonatkozási ellipszoid alatt van: 30° északi szélesség 130° nyugati hosszúság -46 m, 55° északi szélesség 85° nyugati hosszúság -30 m, 20° északi szélesség 60° nyugati hosszúság -44 m, 5° északi szélesség 78° keleti hosszúság -94 m! 50° északi szélesség 90° keleti hosszúság -49 m. Ezzel szemben két maximumot találunk, tehát, ahol a geoid az ellipszoid felett helyezkedik el, ilyenek: 55° északi szélesség 15° nyugati hosszúság +54 m, 58° északi szélesség 155° keleti hosszúság +26 m. A déli féltekén négy minimum van 70° déli szélesség 165° nyugati hosszúság -65 m, 35° déli szélesség 135° nyugati hosszúság -20 m, 20° déli szélesség 120°



39/a. ábra

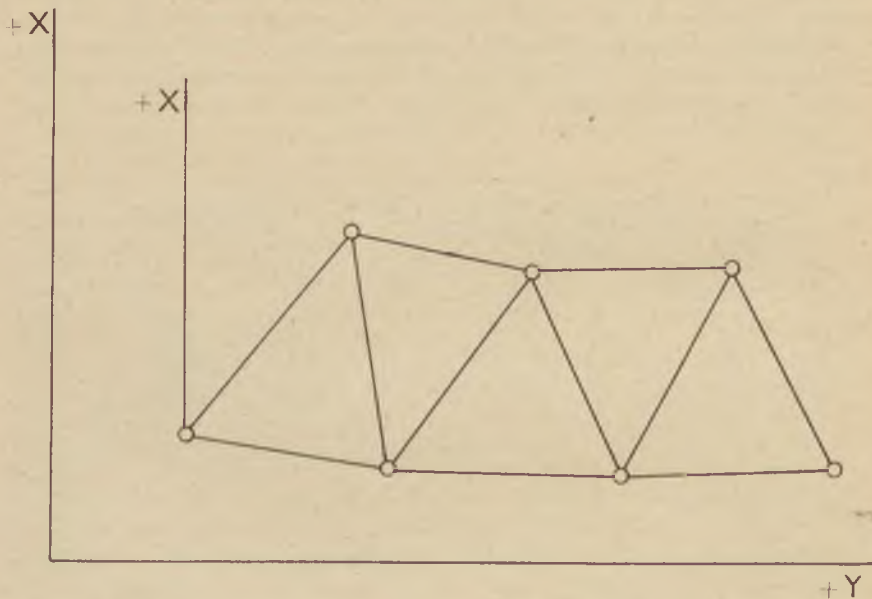


nyugati hosszúság  $-10$  m,  $30^\circ$  déli szélesség  $108^\circ$  keleti hosszúság  $-44$  m. A maximumok száma szintén négy:  $5^\circ$  déli szélesség  $75^\circ$  nyugati hosszúság  $+20$  m,  $25^\circ$  déli szélesség  $67^\circ$  nyugati hosszúság  $+20$  m,  $50^\circ$  déli szélesség  $55^\circ$  keleti hosszúság  $+45$  m,  $10^\circ$  déli szélesség  $155^\circ$  keleti hosszúság  $+75$  m.

Amint már említettük, a geodézia legklasszikusabb módszere a háromszögelés. Lényege, hogy egy pontosan megmért alapvonalból kiindulva szögmérésekkel háromszöghálózatot építenek fel. A háromszögek segítségével alapponthálózatot létesítenek, és ezek viszonylagos helyzetét határozzák meg egy önálló koordinátarendszerben (40. ábra). Abszolút pontmeghatározás végezhető abban az esetben, ha a háromszögelés alapvonalának két végén levő alappontoknál csillagászati helymeghatározást végeznek és a kezdőpontnál meghatározzák az onnan kiinduló oldal vagy oldalak azimutját. Abszolút helymeghatározást akkor végzünk, ha a pontok helyzetének rögzítésére a Föld forgástengelyéhez kapcsolódó koordinátarendszert használunk fel erre a célra.

Itt jelentkeznek a következő nehézségek:

1. Önálló háromszögelési hálózatok létesítésénél — különböző vonatkozási ellipszoidokat véve alapfelületül — a háromszögelési hálózatok összekapcsolása nagy nehézségekbe ütközik.



40. ábra

2. A műszer felállítása a helyi függővonal alapján történik, a függővonal-elhajlás helyi értéke ismeretlen.

3. A fenti nehézségek alapján nem beszélhetünk univerzális rendszerről.

4. Egymástól távoleső — tehát óceánok által elválasztott — kontinensek háromszögelési hálózatainak összekapcsolása eddig nem volt megvalósítható.

A mesterséges holdak segítségével, a kozmikus geodézia útján az említett nehézségek leküzdhetők.

A geodéziai, illetve földrajzi koordinátákkal szemben, melyek az említett okoknál fogva abszolútnak nem tekinthetők, a csillagászat abszolút — univerzális — koordinátákat használ. Ezek a deklináció és a rektaszceenzió és ezeket lényegileg valóban a Föld forgástengelyéhez, illetve annak meghosszabbításához, a világtengelyhez, és az erre merőleges síkhoz, az égi egyenlítő síkjához viszonyítjuk. Ennél a rendszernél bármely pont egyértelmű geocentrikus helyzetét megkapjuk, ha az adott pontot összekötjük a Föld középpontjával és ezt az összekötővonalat meghosszabbítjuk az éggömbig, a dőféspont deklináció és rektaszceenzió értéke könnyen meghatározható.

A mérést, illetve észlelést pl. fotografikus úton végezhetjük el. Ennek végrehajtása többféle módon történhet, de itt csak a két legfontosabbat ismertetjük.

Az első módszernél a kamera a csillagokat követi, tehát ekvatoriális szerelésű. Ebben az esetben a csillagok mint pontok jelennek meg, a mesterséges hold pedig a csillagok közti szaggatott vonalként jelenik meg a lemezen. A szaggatott vonal oly módon jön létre, hogy az exponáló zár a megvilágítás ideje alatt ötször szakít meg egy röpke pillanatra.

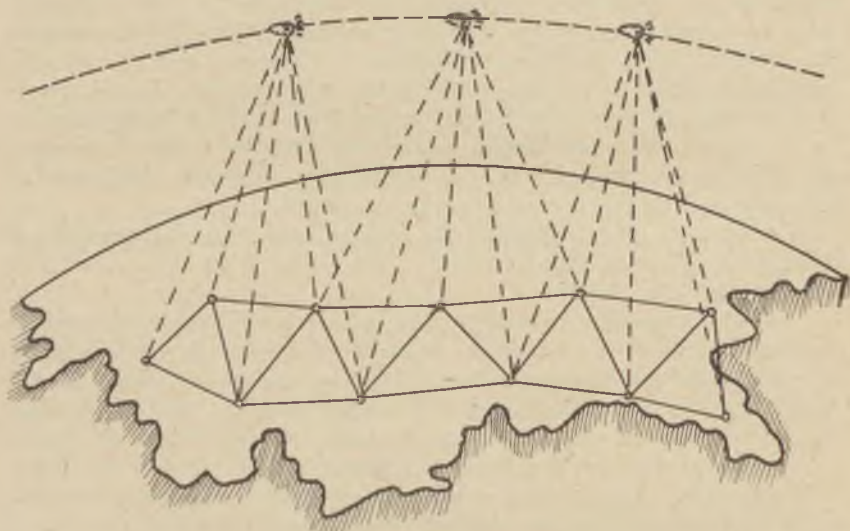
A másik módszernél a kamera a mesterséges holdat követi. Ekkor a mesterséges hold egy pont, a csillagok szaggatott vonalak a lemezen. A középső megszakítás pillanatában fény villan fel és így az óramutató állása, illetve az időpont lefotografálódik a lemezre vagy filmre. A mesterséges hold helyzetét a csillagok között a csillagok ismert deklináció és rektaszceenzió adatai alapján (komparátor segítségével) állapítják meg.

A kozmikus háromszögelés gondolata alapvonásaiban nem új. Kisebbségi távolságok által elválasztott háromszögelési hálózatok összekapcsolására a lebegő kapcsolópontú háromszögelés módszerét alkalmazták ballonokon vagy repülőgépekről ledobott ejtőernyőkön elhelyezett fényjelek felhasználásával, nagyobb távolságok áthidalására az úgynevezett stelláris háromszögelést használták fel. A mesterséges holdak repülési magassága lehetővé teszi a „lebegő kapcsolópontú háromszögelésnek” mint kozmikus háromszögelésnek az elvégzését.

A módszer lényege, hogy a mesterséges holdat mint jelet használjuk fel és ezt a jelet három ismert és egy vagy több ismeretlen helyzetű

állomás egyidejűleg észleli. A mesterséges hold helyzetét az ismert helyzetű állomások a csillag háttérrel végzett felvételek alapján meghatározzák. Az ismeretlen állomás megfigyelési értékeiből és a mesterséges hold most már ismert adataiból ennek az állomásnak a helyzete kiszámítható (41. ábra). Az észlelések egyidejűségének pontossági kritériuma ezredmásodperc nagyságrendű.

A hagyományos háromszögelési hálózatokban az oldalak hossza elsőrendű háromszögelésnél 30–50 km, másodrendű hálózatnál 25 km, harmadrendű hálózatnál csak 12 km az átlagos oldalhossz. A kozmikus háromszögelésnél az oldalak hossza elérheti a 3000 kilométert, sőt ennél még többet is.



41. ábra

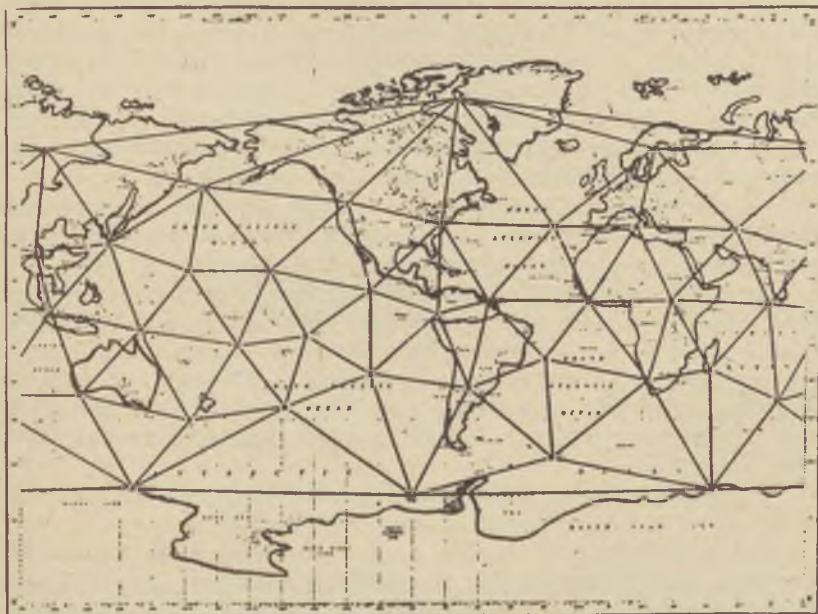
Tervebe van véve háromszögelési világhálózat létesítése 36 pont összekapcsolásával. A módszer pontossága a várakozások szerint igen nagyfokú lenne, meghaladná az eddigi relatív pontosságot (41/a ábra).

A klasszikus háromszögelés nagy segítséget kap újabban a trilateráció által. A trilaterációnál a szögmérési háromszögeléssel szemben, amikor csak szögeket mérünk és a hosszmerési háromszögeléssel szemben amikor csak oldalhosszakat mérünk, mind a szögeket, mind az oldalakat mérjük. A háromszögelési hálózatoknak mesterséges holdak segítségével történő létesítésénél a hosszmerési eljárás önmagában vagy szögméréssel együtt alkalmazható. Az eljárás lényege, hogy ismerve



a fénynek, illetve az elektromágneses hullámoknak a terjedési sebességét, ezek futásidejéből kiszámítható a távolság. A fénysebesség 299 793 km/sec (vákuumban).

A lasersugarak felhasználása lehetővé teszi az egyidejű irány- és távolságmérést. A különleges reflektorokkal ellátott mesterséges holdak a lasersugár „láthatóvá” teszi a fotografikus felvételek számára, másrészt ez a sugár felhasználható a telemetria — távolságmérés — számára.



41/a. ábra

Az eddigi eredmények igen biztatóak és úgy látszik, hogy a laser nagy segítséget fog jelenteni a kozmikus geodéziának.

A geodézia szigorú pontossági követelményekkel lép fel mind a műszerekkel, mind a módszerekkel szemben. A mesterséges holdak gyorsan mozgó objektumok, tehát olyan készülékekkel kell dolgozni, melyek a gyorsaság és a fényerő szempontjából kielégítik a követelményeket.

A kozmikus geodézia egyik jól ismert készüléke a *Baker—Nunn-kamera*. A kamera fő alkotóeleme egy 80 cm átmérőjű és 50 cm gyújtótávolságú speciális Schmidt-tükör. Nyílászivonyja  $f/1$ , tehát nagy fényerejű az optikai rendszer. A képformátum 30 cm  $\times$  5 cm, amiből 4,5



cm × 5 cm regisztrálásáv, amely a segédadatok regisztrálására szolgál. Ez a formátum  $30^\circ \times 5^\circ$  képmezőnek felel meg, tehát a kamerát mindig a formátum hosszoldalával kell a mesterséges hold pályájának irányában fordítani. A kamera követési sebessége  $0''/\text{sec}$  és  $7000''/\text{sec}$  között szabályozható. A fényképezés 290 méteres tekercesekben levő 56 milliméter széles filmekre történik. A megvilágítás után a film 30 centiméterrel megy tovább és egy újabb filmkocka kerül a feszítőfelület fölé az expozíció számára. A regisztrálásávra fotografált képből a megvilágítási idő közepe 0,0001 másodperc pontossággal leolvasható. Egyetlen mesterséges hold átmenet 30—40 filmkockát vesz igénybe. A Baker—Nunn-kamera zárja kétrészes. A lassan működő rész a beállított expozíciós időnek megfelelően 0,2 és 3,2 másodpercig nyit, míg a gyorsan működő zárrész ezen megvilágítási idő alatt végzi a már említett ötszöri megszakítást.

A kozmikus geodézia számára más sokféle műszer készült: kintodolitok, regisztrálóteodolitok, ballisztikus kamerák stb.

Az időpontok rögzítésére rendkívül nagy figyelmet kell fordítani. Minthogy ezred másodperces nagyságrendű időadatokról van szó, ezért csak a korszerű kvarcórák vagy atomórák jöhetnek figyelembe.

Az eddig ismertetett eljárásoknál lényeges feltételt képeznek a jó látási viszonyok. Most néhány módszert ismertetünk, melyek függetlenek a látástól, de nem olyan pontosak, mint az optikai módszerek.

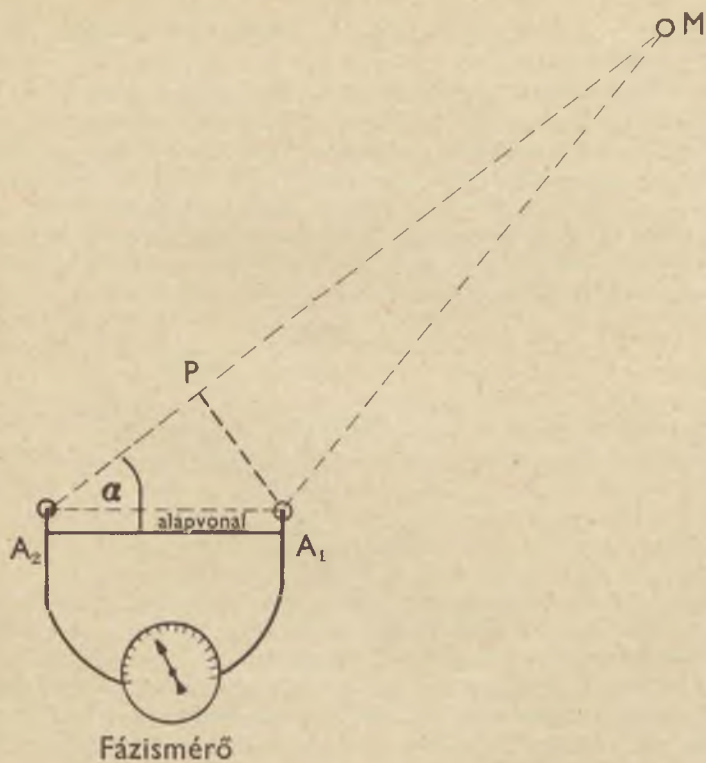
Egyszerű és minden időben és napszakban alkalmazható a rádiótávcsövekkel történő iránymérés. Ennél az eljárásnál is a szögmérés több állomásról egyidejűleg történik. A mérés pontossága azonban nem jobb, mint  $1'$ .

A Doppler-effektus felhasználása geodéziai célokra szintén azzal az előnnyel jár, hogy független a látási viszonyoktól.

Ennek az eljárásnak az elve, hogy a mesterséges hold rádióadója folytonos, modulálatlan hullámot bocsát ki állandó frekvenciával. A mesterséges hold és a mérőállomás egymáshoz viszonyított sebessége folytán a vett jelek frekvenciája a földi mérőállomáson változó. A vett frekvencia a kibocsátott frekvenciának, a rádióhullámok terjedési sebességének és a mesterséges hold és az észlelőállomás közti távolság változása mértékének — a radiális sebességnek — a függvénye. A frekvencia növekszik, amikor a mesterséges hold közeledik, csökken, amikor a mesterséges hold távolodik és a radiális sebesség nullával egyenlő, amikor a mesterséges hold legközelebb van az állomáshoz.

Legyen a kibocsátott frekvencia  $f_0$ , a vett frekvencia  $f$ , a fénysebesség  $c$ , a radiális sebesség  $v_r$ , a mesterséges hold és az észlelőállomás közti távolság pedig  $s$ , akkor felírhatjuk az alábbi összefüggést:

$$f = f_0 \left( 1 + \frac{v_r}{c} \right),$$



42. ábra

amiből a kibocsátott frekvenciát ismerve, a vett frekvenciát megmérve megkapjuk a radiális sebességet

$$v_r = c \left( \frac{f}{f_0} - 1 \right).$$

Ha a mesterséges holdnak az észlelő állomáshoz viszonyított sebessége  $v'$ , akkor a mesterséges hold  $t$  idő után

$$s = \sqrt{s_0 + v'^2 t^2}$$

távolságra lesz attól a ponttól, melyben legközelebb volt az észlelő állomáshoz. A képletben  $s_0$ , ez a minimális távolság. Ennél a módszernél döntő fontosságú az adófrekvencia stabilitása.

Az elektronikus módszerek közé tartozik az interferométer-elv alapján történő iránymeghatározás is. Ez a módszer jól ismert a rádió-

csillagászatból, ezért itt csak röviden ismertetem a mesterséges holdaknál való alkalmazását.

Az eljárás céljára felállítanak két antennát egymástól 50—100 m távolságra (az elrendezés elvi vázlatát a 42. ábra szemlélteti) és ezeket egymással összekapcsolják. Az összekötővonal közepét egy regisztrálókészülékhez kapcsolják. A mesterséges hold ( $M$ ) sokkal nagyobb távolságra van az antennáktól ( $A_1$ ,  $A_2$ ) mint azok egymástól. Feltételezve, hogy az  $MP$  távolság egyenlő az  $MA_1$  távolsággal, akkor az  $A_1P$  vonal megközelítőleg merőleges az  $MA_2$  vonalra. A leolvasott fáziskülönbség arányos a  $PA_2$  távolsággal és

$$\cos \alpha = \frac{PA_2}{A_1A_2}.$$

Ha a  $PA_2$  távolságot a  $\vartheta$  fáziskülönbséggel fejezzük ki, a kibocsátott jelek hullámhossza  $\lambda$  és a két antennarendszer közti távolság  $s$ , akkor

$$\cos \alpha = \frac{\vartheta \lambda}{s}.$$

Két, egymásra merőlegesen felállított antennarendszer segítségével a mesterséges hold térbeli iránya mind függőleges, mind vízszintes irányban nagy pontossággal meghatározható.

A geodéziai célú mesterséges holdak között megkülönböztetünk passzív és aktív mesterséges holdakat. Passzív mesterséges holdak azok, amelyek nagy felületűek, a Nap által megvilágítva fénylenek és alkalmasak a földi bemérések számára.

Passzív geodéziai mesterséges holdak:

- Echo-1. Átmérője 30,5 m volt. Burkolatát 0,127 mm vastag „mylar” képezte, amely 0,002 mm vastag alumínium bevonatot kapott. Ennek folytán a visszaverőképessége 98 százalékot tett ki. Kezdeti pályaadatokai: perigeum 1520 km, apogeum 1690 km, pályasík hajlásszöge 47,2°, keringési idő 118,2 perc.
- Echo-2. Átmérője 41 m, perigeum 1033 km, apogeum 1313 km, pályasík hajlásszöge 81,5°, keringési idő 108,8 perc.
- Pageos. Ez a mesterséges hold nagyon hasonlít az Echo mesterséges holdakhoz. Átmérője kerekén 33 km, perigeum 4207 km, apogeum 4271 km, a pályasík hajlásszöge 87,1°, keringési idő 181 perc.

Aktív geodéziai mesterséges holdak azok, melyek saját maguk adnak a Földről észlelhető — mérhető jeleket.

### Aktív mesterséges holdak:

Anna. Tekintettel arra, hogy ennek a mesterséges holdnak széles körű geodéziai feladatok megoldását szánták, felszerelése is ennek megfelelő. Fel van szerelve egy adóállomással a rádióiránymérések számára, xenon-lámpákkal, melyek naponta hússzor öt felvillanásból álló sorozatokat bocsátanak ki az optikai mérések számára, a felvillanások közti időtartam 5,6 másodperc, és el van látva rádióvevő-készülékekkel és ellenőrző-oszcillátorokkal az önműködő Doppler-frekvenciamérések számára. Kezdeti pályaadatok: perigeum 1079 km, apogeum 1180 km, pályasík hajlásszöge  $50,2^\circ$ , keringési idő 107,8 perc.

Geos. A Geos mesterséges holdak az Explorer-program keretébe tartozó geodéziai mesterséges holdak. A Geos-1 (Explorer-29) nyolcszögletű doboz alakú, melynek átmérője 122 cm. A nyolc oldalfelület közül négyen xenon-lámpák vannak, melyek utasításra villannak fel. A mesterséges hold távolságának mérése a Földről lasersugarak segítségével történik, melyeket a mesterséges holdon elhelyezett 322 ezüstbevonatú kvarcprizma ver vissza. Perigeuma 1100 km, apogeuma 1500 km, pályasíkjának hajlásszöge  $59^\circ$ .

Természetes, hogy minden mesterséges hold felhasználható geodéziai mérésekre, amelyek fényereje és pályadatai megfelelőek.

Hatalmasak az eredmények, melyeket a geodézia a mesterséges holdak segítségével ért el. Pontosabban megismerhetjük Földünk alakját, tisztább képet nyertünk a Föld gravitációs teréről és ami a geodézia történelmében eddig még nem volt lehetséges, megfelelő módszerek állnak rendelkezésre a fő geodéziai alapfelületek viszonylagos helyzetének meghatározására.



RÓKA GEDEON:

## A MAI CSILLAGÁSZAT SZEREPE A TUDOMÁNYOS VILÁGNÉZET KIALAKÍTÁSÁBAN

Köztudomású, hogy a csillagászat világnézeti tudomány, hiszen a „világ”-nak csak egy nagyon kis része a Föld. Világnézetünk tudományos, vagy fantasztikus volta mindig nagymértékben függött attól, hogy mit tudtunk a világnak a Földön kívüli részéről, a Földnél összemérhetetlenül nagyobb Világegyetemről. A csillagászat eredményei, vagy még el nem dönthető, megoldatlan kérdései minden korban nagymértékben befolyásolták tudományos világnézetünk alakulását.

A tudományos világnézet pedig, mely elsősorban minden korok emberének a természethez való viszonyát fejezte ki, nemcsak foglalata volt az addig elért eredményeknek, hanem mintegy kijelölte a tudomány további fejlődésének útját.

Világnézet és tudományos haladás kölcsönhatására példaként sokszor említik a csillagászat kopernikuszi korszakát. Kopernikusz új vilásképe, amely eloszlatta a Föld és a rajta élő ember világmindenségbeni helyzetének kiváltságos látszatát, a középkor végén ütközőpontja lett a maradiságnak és haladásnak, kiinduló-pontjává vált az újabbkori természettudomány fejlődésének.

A csillagászat történetéből még számos példát említhetnénk a csillagászat világnézetileg perdöntő eredményei és a természettudomány ugrásszerű előretörésének összefüggésére, a tudományos világnézet azonban minden eddiginél nagyobb szerephez jutott a mi korunkban.

A tudományos világnézet fokozottabb jelentőségének oka a tudomány mai társadalmi helyzete. Mind az ipar és mezőgazdaság, mind a társadalmi tevékenység más ágai a múltban is természettudomány eredményeinek alkalmazásával érték el századunk első felére jellemző fejlettségi fokukat. Napjainkban azonban a természettudomány olyan soha nem remélt rohamos fejlődési szakaszhoz érkezett, amikor a tudományos tevékenység tízévenként duplázódik. Mindazon embereknek, akik a történelem során hivatásszerűen foglalkoztak tudományos kutatással, kilencven százaléka korunkban él.

A megsokszorozódott tudomány pedig közvetlen termelőerővé vált,

a mai követelményeknek megfelelő termelés csak a tudomány eredményeinek a termelés legkülönbébb ágaiban való széles körű alkalmazásával lehetséges.

A tudománynak ez a fontos társadalmi jelentősége a jövőben egyre nagyobb lesz. Az emberiség negyvenévenként duplázódik, úgy számítják, hogy 2000-ben 6—7 milliárd ember él majd a Földön. Az egyre növekvő anyagi és kulturális igények kielégítése megköveteli az embert körülvevő természet, valamint a társadalom céltudatos átalakítását. Tudósok, közgazdászok, pedagógusok gondolja, hogyan tervezzék a tudomány egyes ágainak fejlesztését, hogyan készítsék fel a jövő generációit az új feladatokra, amikor a tudomány és technika szédületes fejlődése nemcsak sokoldalúan művelt embereket igényel a termelés számára, hanem egy-egy generációnak is újabb és újabb szakmákat kell elsajátítania.

Mindehhez nem utolsósorban a köztudat, a közvélemény átforgalmazása is szükséges. A sokoldalúan művelt embert nem a szakismeretek halmozása jellemzi, hiszen a tudósok sem tudják már saját szaktudományuk teljes egészét nyomon követni. De nem lehet a tudomány adta lehetőséget az emberiség gazdagabb és jobb élete érdekében kiaknázni, ha a közvélemény nincs tisztában azzal, hogy a tudományra támaszkodva az ember maga irányíthatja sorsát, mert a tudományos-technikai forradalom csak a néptömegekkel együttműködve fordítható az emberiség javára.

Ezért jutott korunkban minden eddiginél nagyobb szerephez a tudományos világnézet, melynek alapja a természet és társadalom tudományos szemlélete. A közvélemény átforgalmazásának igen lényeges tényezője a tudományos világnézet széles körű terjesztése.

Nem kétséges, hogy elsősorban a közéleti tevékenység, saját tapasztalatuk győzi meg az embereket arról, hogy sorsuknak kovácsai lehetnek. De annak, hogy valaki öntudatosan vehessen részt a társadalmi haladásért folyó harcban, mintegy előfeltétele a természet tudományos szemlélete. Hogyan is vethetné valaki latba szívvel, lélekkel teljes erejét az emberiség jobb életéért, ha azt hiszi, hogy minden, ami itt a Földön történik, a csillagokba van „beleírva”, az események aszerint alakulnak, hogy az égitestek milyen geometriai helyzetben látszanak, — vagy ha úgy gondolja, hogy természetfeletti erők is lehetségesek, melyekkel szemben az ember tehetetlen.

A tudományos világnézet kiindulópontja a helyes természetszemlélet, annak megértése, hogy a természetben mindennek megvan a maga kikutatható oka, a természet törvényeit az ember megismerheti és ezek felhasználásával befolyásolhatja a természetet. A természet viszonylag egyszerűbb törvényszerűségeinek megértése lehet az alapja a társadalom tudományos szemléletének, a társadalom bonyolultabb, sajátos törv-

neyei és tendenciái felismerésének. Így volt ez a tudomány történetében is, és az egyének számára is ez a legjárhatóbb út.

A természet megértésének kulcsát pedig a csillagászat adja, mert aki a Világegyetemben, a természet nagyobb részében valamiféle misztikumot lát, az szakismereteket ugyan szerezhethet, de a természet tudományos szemléletéig nem juthat el.

Mi már nem vitatjuk a Föld gömbalakját és mozgását mint középkori elődeink. Manapság a tudományos világnézet kiépítésének két fő gátolójával találkozunk. Egyrészt még mindig megkülönböztetik a földi és a Földön kívüli természetet, másrészt valamilyen csodás elemmel magyarázzák a világot, az égitestek eredetét.

### Csillagászat és közvélemény

Mint vélekedik a XX. század embere a Földön kívüli természetről, a Világegyetemről? A legváltozatosabb és ellentmondásos nézetekkel találkozhatunk e területen, a hamis nézetek azonban túlsúlyban vannak a korszerű szemlélettel szemben.

Pozitívan értékelhetjük, hogy az űrkutatás korában a csillagászat — mondhatjuk — divatba jött. Egyre többen érdeklődnek olyan csillagászati kérdések iránt, melyekhez nem is nagyon régen csak a szakemberek tudtak hozzászólni. Különösen a fiatalság körében tapasztalható a csillagászat felé fordulás, egyre több ifjúsági csillagászati szakkör alakul, a tanulók saját távcsövet építenek maguknak, úttörők több ezren vesznek részt csillagászati vetélkedőkön, számos fiatal a csillagász pályát szeretné választani, tisztában lévén azzal, hogy nagyon alapos fizikai és matematikai ismeretekre van szüksége.

Ugyanekkor a nagyközönség körében a múlt örökségeként még számos hamis nézet uralkodik a csillagászat megítélésével szemben, melyeknek mind az a gyökere, hogy a földi természettel szembeállítják a csillagok világát, amit különleges, titokzatos, természetfeletti, fantasztikus, de a gyakorlati élet számára teljesen közömbös világnak képzelnek.

Vannak, akik, ha csillagással találkoznak, elismerően bólintanak: gyönyörű foglalkozás. Úgy gondolják, hogy a csillagász kiváltságos széplelek, aki, amíg még mások a munkapad vagy az íróasztal mellett dolgoznak, ő, távol a földi bajoktól, a csillagok tündöklésében gyönyörködik. Az ilyen felfogású emberek a csillagászzal ismerkedés céljának is azt tartják, hogy egy magasabb rendű, tisztultabb világ szemlélete kárpótlásul szolgáljon a földi tülekedés, meg nem értés, kicsinyesség sérelmeiért. A század első felében még szakcsillagász is akadt, aki a csillagászat művelését tárgyának szépsége és problémáinak széles köre miatt tartotta szükségesnek.



Hallottunk olyan véleményt is — éspedig a televízió nagy nyilvánossága előtt —, hogy vajon nem egészségtelen tünet-e, hogy az emberek újabban olyan sokat foglalkoznak az égitestekkel, űrhajókkal — tőlünk távol álló, Földön kívüli dolgokkal —, amikor olyan rengeteg hasznos tennivalónk van itt a Földön.

Mások a milliárdokat sajnálják, melyeket most már nemcsak a Szovjetunióban és az USA-ban, hanem egy egész sor más államban is az űrkutatásra költenek. Az a véleményük, hogy sokkal okosabb volna ezeket a hatalmas összegeket lakások, iskolák, kórházak építésére fordítani. (A tudományos kutatóintézetek létesítésére előirányzott beruházásokkal mindenki egyetért, mert ez a jövő technikájában bőségesen megtérül —, de „milyen hasznót hajthat embereknek a Holdra utazása”).

Bőven akadnak azután a Világegyetem fantasztikus szemléletének rabjai is, amiért nem a sci-fi irodalom nagy népszerűsége hibáztatható. A jó fantasztikus film vagy regény nemcsak rendkívül szórakoztató, hanem ráirányíthatja a figyelmet a tudomány és technika perspektíváira, a tudomány korunkbeli jelentőségére, hidat jelenthet a még csak humán tudományok iránt érdeklődő emberek számára a természettudomány felé. Baj ellenben, ha valaki nem tud különbséget tenni a tudomány és fantasztikum között. Azt hiszi, hogy — ellentétben a földi természettel — a Világegyetemben minden lehetséges. Évtizedeken át csészéaljak közlekedhetnek légterünkben idegen bolygók lakóival, energia felhasználása nélkül manővereznek, kívül állnak a fizika törvényein, a tudósok pedig szűk látókörű, begyöpösödött agyú emberek, mert mind-ebből semmit sem látnak, noha az a foglalkozásuk, hogy az égboltot figyeljék. A fantázia túltengése egyes nyugati országokban olyan torzulásokhoz vezet, hogy UFO klubokat alapítanak és azzal szédítik egymást, hogy a Marsról vagy a Vénuszról érkezett emberekkel társalognak.

Sajnos, még a XX. században is rengeteg híve van az asztrológiának, a csillagjóslásnak. Kár is lenne erről a babonaságról szólni, ha ennek is végső fokon nem a földi és a Földön kívüli természet megkülönböztetése lenne az alapja. A Gellérthegy kőszikláiról senki sem hiszi, hogy jótékony vagy káros hatásúak, irányítják, hogy fiú, vagy leány gyermek születessen-e, a Hold szikláiról azonban az asztrológus ezt nem tartja lehetetlennek, mert ami nem a földi világhoz tartozik, — „arról mit lehessen tudni”.

Romantikusok, meg nem értők, fantaszták, asztrológiát és a csillagászatot összezavarók nem is kis számban előfordulnak a magasabb iskolákat végzett művelt emberek körében. Találkozunk velük az úgynevezett rendező szervek vezetői és a népművelés irányítói között is.

Egyes kultúrötthon-igazgatók, Művelődési Ház vezetők, üzemi kultúrfelelősök nem igényelnek és nem rendeznek csillagászati előadásokat, azt gondolván, hogy ilyen elvont, a gyakorlati élettel semmilyen össze-



függésben nem levő tudomány nem érdekelheti a munkásokat és paraszto-  
kat, legfeljebb nagyon ráérő emberek hobbija lehet az ilyen különleges  
dolggal való foglalatосkodás.

### Hasznos tudomány-e a csillagászat?

Nem véletlen, hogy az emberek nagy többségének fogalma sincs  
a csillagászati kutatások céljáról és értelméről. A csillagászat ugyan  
sohasem volt öncélú, elvont tudomány, mert mint minden tudományt,  
a csillagászatot is reális társadalmi szükséglet hívta életre. A földrajzi  
tájékozódás és az időszámítás követelményei tették szükségessé több  
ezer évvel ezelőtt az égitestek helyzetének és látszólagos mozgásának  
megfigyelését.

A középkor végén is azért vált időszerűvé a bolygók mozgására  
vonatkozó addigi ismeretek felülvizsgálása, mert a hajózás pontosabb  
tájékozódási módszereket igényelt a csillagászattól. *Kopernikusz* új  
világképe alapján azonban nemcsak ki lehetett elégíteni a kontinenseket  
összekötő hajózás követelményeit, hanem ebben a világképben már elvi-  
leg benne rejtett a csillagászati kutatásoknak a tájékozódás és időszá-  
mítás szolgálatánál sokkal messzebbre mutató célja is.

Kopernikusz ugyanis felismerte, hogy a Föld egyike az égitestek-  
nek, a Nap egyik bolygója. *Galilei* ebből már le tudta vonni azt a kö-  
vetkeztetést, hogy nincs külön földi és külön égi világ. Ha pedig a Világ-  
egyetem is éppen úgy a természetet jelenti, mint a Föld, akkor a természet-  
kutatást is ki kell terjeszteni a Föld határán túl is. A földi és a Földön  
kívüli természet megkülönböztetése tehát már Kopernikusz világképé-  
vel alaptalanná vált. A csillagászat nem öncélú tudomány, hanem a ter-  
mészet megismerésének eszköze, a természettudomány egyik ága.

Csakhogy minden tudományos igazság próbaköve végső fokon min-  
dig a társadalmi gyakorlat. Gondoljunk például arra, hogy Földünk  
gömbalakját már az ókori tudósok is felismerték, sőt a gömb alakú Föld  
méretét is meghatározták. De lakóhelyünk gömb volta egy évezred  
múltával sem ment át a köztudatba, mert a gyakorlat nem igazolhatta.  
Középkori, tanult emberek vitatták, hogy nem élhetnek a Föld túlsó  
oldalán „fejjel lefelé lógó” emberek. Csak amikor *Magellán* 1519-ben  
vállalkozott rá, hogy körülhajózza a Földet, expedíciójának bátor és  
több évi viszontagságos hajóútja után látták be az emberek, hogy a Föld  
csakugyan gömbalakú.

A csillagászat azonban Kopernikusz után sokáig elszakadt a tár-  
sadalmi gyakorlattól. Természetes útja volt ez a csillagászat fejlődésé-  
nek. A természettudományra általában az jellemző, hogy a termelési  
gyakorlattól kap feladatokat, de ezek megoldásával olyan problémákkal

találkozik, melyek már nem a gyakorlat követelményei, hanem a tudomány saját belső törvényei szempontjából irányítják további fejlődését. A tudomány ezáltal új természeti törvényeket tár fel és ezeknek a technikában való felhasználásával egy bizonyos idő múlva újra, de most már sokkal szélesebb körben találkozik a gyakorlattal. Termelés és tudomány között tehát kölcsönhatásról van szó, tudományos kutatás mindig a társadalom érdekeit szolgálja. A társadalom kárát vallaná, ha a természettudomány csupán a gyakorlati életet közvetlenül érintő dolgokkal foglalkozna, mert ez elzárná új technológiák kialakításának útját.

A csillagászatban is a társadalmi gyakorlat, a tengerentúli hajózás és a naptárrendezés kényszerítette ki a kopernikuszi fordulatot. De az új világbkép és a távcső feltalálása messze vitte a csillagászatot a hajózás és a naptár gyakorlatától. Felfedezték pl. az Uránuszt, Neptunuszt, a Plutót, a körülöttünk levő csillagok rendszerét, a Tejútrendszert, majd a hozzá hasonló más nagy csillagrendszereket, a galaxisokat, az újabb műszerek kiterjesztették a kutatás határát a fényévek millióira és milliárdjaira.

Az új, lenyűgöző eredmények azonban egyelőre nem kerültek összefüggésbe a társadalom gyakorlati életével. Az sem volt magától értetődő, hogy a jövőben milyen haszna lehet a társadalomnak a távoli világok kutatásából.

Ehhez még nem volt elég, hogy az új eredmények mindinkább bizonyították a földi és a Földön túli természetnek Galilei által felismert egységét. Legdöntőbb bizonyítékot nyújtott erre a XIX. században a színképelemzés, mely a földi anyagot alkotó atomokat mutatta ki a csillagok légkörében. De ettől még a Föld és a Világegyetem egylényegűsége olyan is lehetett volna, mint a vízcsepp azonos lényege a tengerrel. Ha a víz kémiai összetételére és fizikai tulajdonságaira vagyunk kíváncsiak, szükségtelen az egész óceánt átkutatnunk. Ha a Világegyetemben sem találkoznánk mással, mint a földi természet törvényeivel és anyagfajtaival, akkor a tudósok beérhetnék a Földön található anyag kutatásával, a csillagász hivatása pedig hasonlítana a művészhöz: gyönyörködés és gyönyörködtetés a Kozmosz szépségeiben.

A csillagászat tudománya sajátos fejlődésének következményeként tehát még századunk első felében is az volt a helyzet, hogy a csillagászat eredményei nem befolyásolták a társadalom gyakorlati életét. Bár a teljesség igénye nélkül, csak nagy vonásokban vázoljuk a csillagászat útját, mégsem hallgatjuk el, hogy több esetben értékesítette a Világegyetemben szerzett ismereteket a fizika (a mechanika törvényei, a fény sebességének meghatározása, a hélium felfedezése a Nap légkörében, a relativitáselmélet bizonyítékai), de ezek hatásait csak áttételeken keresztül lehetne kimutatni a gyakorlati életre. A csillagászatra vonatkozólag

a köztudatban elterjedt téves nézeteknek tehát megvolt a maguk oka. Napjainkban azonban a helyzet megváltozott.

A csillagászat ugyanis fejlődésének saját belső törvényeit követve hosszú évtizedek után széles területeken találkozott a társadalmi gyakorlattal. A közvélemény átformálásának létrejött a reális alapja.

### A Föld helyzete és a mai csillagászat

A modern csillagászat korában már eldőlt, hogy a Föld nem olyan értelemben egyfényegű a Világegyetemmel, mint a vízcsepp a tengerrel.

Ez természetesen nem azt jelenti, mintha bármilyen vonatkozásban visszanyerte volna kiváltságos trónját, melytől Kopernikusz megfosztotta. Akármilyen óvatosan és inkább borúlátóan becsülik is, hogy a Világegyetem eddig megismert részében hány Földünkhöz hasonló bolygó lehet — billió, trillió nagyságrendű számokat kapnak.

Ha a mi Tejútrendszerünk 100 milliárd csillaga közül millió olyan szerű bolygót tételezünk fel, mint a Föld, nagyon is kevesebbet mondunk, mint többet, mert ez azt jelenti, hogy csak minden 100 ezer csillag közül egyetlenegynek van ilyen bolygója.

De a Világegyetem eddig megismert 10 milliárd fényév sugarú térségében a galaxisok száma 100 milliárdra becsülhető. Az pedig, hogy a mi Tejútrendszerünk egyike a galaxisoknak, most már nem feltevés, mert a közelebbi galaxisokon az egyes objektumokat külön is észlelni tudták és éppen olyan típusú objektumokat találtak bennük, mint a mi Tejútrendszerünkben. Ha tehát minden túlzást elkerülve, a többi galaxisban is csak 1 millió Földhöz hasonló bolygót tételezünk fel, a 100 milliárd galaxisban akkor is százezer billió földszerű égitest létezhet.

A Föld tehát nem különleges helye a Világegyetemnek, de nem is egy csepp a Világegyetem anyagából. A Világegyetem anyagának csak nagyon kis töredéke alkot bolygókat, melyeken a közismert szilárd, cseppfolyós és gáznemű halmazállapot az uralkodó. A Világegyetem anyagának több mint 98 százaléka (főképpen a csillagokban) a negyedik halmazállapotban, plazma-állapotban van, mely abban különbözik a gázállapottól, hogy nem ép atomokból, hanem elektromos töltésű részecskékre szakadt atomokból áll. A plazmában más törvények érvényesülnek, mint a közönséges gázokban. A Világegyetemben tehát más anyagfajtákkal és más természeti törvényekkel is találkozunk, mint a földi természetben, annál is inkább, mert a Világegyetem plazmája olyan szélsőséges hőmérsékletű és sűrűségű vagy ritkítottságú, ami nemcsak a földi természetben nem fordul elő, de amilyent eddig még a laboratóriumban sem tudtak előállítani.

Kémiai összetétele szempontjából sem csepp a Föld a Világegyetem



tengerében. A Világegyetem eddig megismert része 54 százalékban hidrogénből, 23-százalékban héliumból áll, egyenként 4 százalék jut a szénre, nitrogénre és oxigénre, 2,7 százalék a szilíciumra, a többi elemek mindegyikére pedig kevesebb mint 1 százalék. A Föld kérgében pedig ezzel szemben 49,52 százalék oxigén és 27 százalék szilícium található és más, nehezebb elemek gyakorisága is sokkal nagyobb, mint a Világegyetemben.

Régebben gyakran úgy értelmezték a földi és a Földön kívüli természet — más szóval a világ — anyagi egységét, hogy a Világegyetem építőkövei sem mások, mint a Földön található kémiai elemek. A földi és Földön kívüli világ egylényegűsége azonban nem ilyen geocentrikus elképzelésnek tesz eleget, hogy az egész Világegyetem ugyanolyan anyagból áll, mint a mi Földünk. Az egység lényege nem a kémiai homogenitás, vagy azonos fizikai állapot, hanem az anyagiség, vagyis mind a földi, mind a Földön kívüli világban egyaránt érvényesülő természeti törvények.

A természet egyetemes, általános törvényeit pedig a Világegyetemben ismerhetjük meg. A Föld anyaga ugyanis a Világegyetem nagyszabású folyamatainak a terméke.

A kémiai elemeket a csillagok gyártják, óriási atomenergia felszabadulásával járó atommagfolyamatok által. A Naphoz hasonló csillagokban hidrogén magok állanak össze héliummá, az óriáscsillagokban a héliummagokból épülnek össze nehezebb elemek, egészen a vasig. A vasnál nehezebb elemek szupernóva fellángolások és más különleges folyamatokban keletkeznek.

A magas hőmérsékleten lezajló atommagfolyamatot — termonukleáris reakciót — képletesen nukleáris égésnek is hívják. A Napban mintegy a hidrogén ég el héliummá, az óriáscsillagokban a hélium tovább ég szénre, nitrogénre, oxigénre. Hasonlatképpen így azt is mondhatjuk, hogy a Föld anyaga a Világegyetem nukleáris égési folyamatainak a hamuja, a salakja.

A hasonlatnak nincs olyan értelme, hogy a Föld anyagát valamilyen alacsonyabb rendű, értéktelen hamuvá degradálnánk, az élettelen természetben nincs ilyen rangsora a különböző anyagfajtáknak, de szemléletesen rávilágít arra, hogy a természet legegyetemesebb törvényeit nem ezen a salakon, hanem sokkal inkább az ezt létrehozó energiákban mérhetetlenül gazdagabb folyamatokban ismerhetjük meg.

Valójában az asztrofizika, az általános fizika és a „földi” fizika csupán ennek egy része, egyik fejezete.

Nem jelenti ez azt, hogy nem lenne számunkra emellett éppen olyan alapvető fontosságú a „salakok”, a bolygók, a holdak, meteorok tanulmányozása. Földünk fejlődésének, belső szerkezetének kialakulásának a nyersanyagok feldúsulását is megmagyarázó törvényszerűségeit a Földdel rokon és közös eredetű égitestek vizsgálata árulhatja el.



Így vagyunk az étellel is. A földi élet is csak része az egyetemesebb életnek, mely benépesíti a Világegyetem százezer billió bolygóját. A biológia legáltalánosabb törvényeit is még ezután fogjuk megismerni a Világegyetemben. Lehetséges, hogy ez új alapot ad majd az orvostudomány számára és nem lesznek gyógyíthatatlan betegségek.

Még más szempontból is újszerűen látjuk Földünk világmindenségbeni helyzetét, mint néhány évtizeddel ezelőtt. Népszerűsítő írásokban régebben gyakran emlegették a Világegyetem ijesztő ürességét. A Naprendszer modelljét úgy szemléltették, hogy képzeljünk el egy százméteres városi közteret, melyen egy borsószem körül kilenc porszem mozog. A Földet a világűr szigeteli el a többi égitesttől.

A megdöbbentő üresség képzete ma is kísért, pl. az űrkutatás szóhasználatban, noha tudjuk, hogy a semmit jelentő „űr”-ről nem beszélhetünk, mert anyag a fénysugár vagy a rádióhullám is, mely betölti a Világegyetemet.

De nemcsak erről van szó. A Nap külső légkörének, a napkoronának expanziója, kiáramlása kiterjed az egész bolygóközi térre. A Föld nincs elszigetelve, hanem voltaképpen a Nap légkörében mozog, a földi légkör felfelé egyre ritkuló része összeér a Napnak is kifelé egyre ritkuló, de idáig érő légkörével.

Tekintettel pedig arra, hogy a Napon 11 éves szakaszossággal történő és összefoglaló néven naptevékenységnek nevezett változások során a napkorona expanziója, a légkörünket érő szoláris szél is erősen változik, a felső légkört sokkal több változó naphatás éri, mint korábban gondolták. Légkörünk csaknem minden fizikai jellemzőjét befolyásolja a naptevékenység, ami hatással van a légkörrel összefüggő földi jelenségekre, többek között az élőlényekre is, mert az élet fizikai környezete a légkör. Így a földi természet számos jelenségét is csak a Világegyetemmel való összefüggésében érthetjük meg.

A Föld világmindenségbeli helyzete miatt tehát nem ismerhetnénk meg a természet befolyásolásához szükséges törvényszerűségeket, ha a természetkutatás csak a Földre korlátozódna. Napjaink csillagászata pedig mindenkit meggyőzhet arról, hogy az embernek módjában is van hasznos ismereteket szerezni a Világegyetemből.

## A csillagászat korunk társadalmi gyakorlatában

Az asztronautika már az első szputnyik felbocsátásával megfigyelő tudományból kísérleti tudománnyá tette a csillagászatot. Az előre megtervezett pályán mozgó sok száz mesterséges égitest mindegyike a kísérlet, a gyakorlat erejével bizonyítja, hogy amit az égimechanika az égitestek mozgásáról megállapított, a valóságnak megfelelő ismeret.

Az égitestek mozgástörvényeit emberi tevékenység is felhasználja: embert szállító űrhajók, űrséták, űrrandevúk nem valósulhattak volna meg, ha az égimechanika törvényei feltevések, elképzelések lennének.

A földi méretekhez képest szokatlan nagyságrendű csillagászati távolságok és méretek sok emberben keltették azt a gyanút, hogy ezek csak olyan ellenőrizhetetlen „csillagászati számok”. De most már űrlaboratóriumok szálltak le a Holdra és a Vénusz bolygóra. A Mariner-4 tőlünk 216 millió km távolságban közelítette meg a Mars bolygót és 21 fényképet készített róla. Ha a távolságokat, méreteket nem ismernénk, nem is gondolhatnánk ilyen kísérletekre.

E néhány kiragadott példa csupán érzékeltetni kívánja, hogy az űrkutatás gyakorlata egyrészt bizonyítja a csillagászati ismeretek igazságát, másrészt a távoli, „hozzáférhetetlen” égitesteket az emberi tevékenység tárgyává teszi.

A csillagászat azonban még másképpen is érintkezésbe jutott korunk társadalmi gyakorlatával. A mai csillagászatnak már számos eredménye és kutatási irányzata társadalmi szükségletet elégít ki. Erre vonatkozólag is csak egy-két jellemző példát említhetünk.

A fizika egyik új ága, a plazmafizika, a csillagászat ösztönzésére indult fejlődésnek és eljutott a technikai alkalmazásáig is, pl. a plazmahegesztőnél.

Az egyre fogyó hagyományos energiahordozók és az egyre növekvő energiaigény új energiaforrások megnyitását teszi szükségessé. A jövő kiapadhatatlan energiaforrására a Nap szolgáltat mintát. Fizikusok és csillagászok együttesen dolgoznak a hidrogénbomba megszelídítésén, hogy szabályozható módon kapjuk a hidrogén-magok összeépüléséből felszabaduló energiát, úgy, ahogy a Napban történik már évmilliárdok óta.

A napfizika segíti a meteorológiát, a rádiótechnikát, a biológiát és orvostudományt.

A mai csillagászat kezd összefonódni a természettudomány csaknem valamennyi ágával, amit az érintkezési határterületen kifejlődő új tudományok, pl. kozmobiológia, exobiológia, heliobiológia, kozmikus biológia, kozmikus geodézia stb. jeleznek.

Az űrkutatás pedig nem kalandos vállalkozás, vagy rekordok hajszolása, hanem a csillagászati kutatásoknak minden eddiginél hatékonyabb eszköze. A meteorológiai, híradástechnikai és geodéziai hordak révén a társadalmi gyakorlatban máris hasznosítható eredményei csupán ízelítői az elkövetkező évtizedek még beláthatatlan perspektíváinak.

Manapság tehát létrejött annak reális alapja, hogy mindenki meggyőződjék a csillagászat tanításainak igazságáról. Nem elvont tudományos tételek, hanem a társadalom szempontjából nélkülözhetetlen és hasznos ismeretek bizonyítják a földi és Földön kívüli természet egység-

gét. Elhárult az az akadály, hogy gyakorlati példák hiányában titokzatos, különleges világot lássunk az égitestek birodalmában, ami eddig gátolta a természet tudományos szemléletének megalapozását.

A mai csillagászatnak, a csillagászati ismeretek közkinccsé tételének így rendkívül fontos szerepe van a tudományos világnézet kialakításában.

El kell tűnnie a köztudatból annak az idejét múlt felfogásnak, hogy a rengeteg „földi” tennivaló közepette a csillagászat mindezeketől távol álló különleges dolgokkal foglalkozik. Mind a földi műszerekkel, mind az űrkutatás által végzett vizsgálatok végső fokon az emberiség jobb jövője érdekében történnek. Az űrkutatásra költött összegetek nem lehet szembeállítani más, tudományokat fejlesztő beruházásokkal.

A tudományos világnézet kialakításához még az is hozzá tartozik, hogy ne természetfeletti oknak tulajdonítsuk az égitestek eredetét. Ha ugyanis a világot természetfeletti erő hozta volna létre, akkor ettől függne az ember sorsa is. Az ember nem tudhatná biztosan, hogy a tudomány által saját maga irányíthatja jövőbeni életét.

A mai csillagászat azonban már nemcsak elméletekkel közelíti meg az égitestek kialakulását, hanem bizonyítani tudja, hogy természetes folyamatok szülei az égitesteknek.

### Születő csillagok

A Naprendszer kialakulására először 1755-ben *Kant* elmélete adott tudományos magyarázatot. Azóta nagyon sok elméletet dolgoztak ki a csillagászok mind a bolygók, mind a csillagok keletkezésére. De más az elmélet és más a bizonyosság. Amit nem lehet bizonyítani, azzal szemben helye lehet valamilyen más jellegű felfogásnak is.

A mai csillagászat is messze van még attól, hogy bizonyítani tudja, miből, hogyan alakulnak ki az égitestek. Vannak azonban olyan eredményei, melyek egyértelműen az égitestek természetes keletkezésére utalnak.

A csillagok fejlődését még csak elméletek közelítik meg, de az már nem elmélet, hogy a csillagok különböző korúak.

A csillagok energiatermelése és sugárzásuk mérhető erőssége módot ad arra, hogy ki lehessen számítani, mennyi a csillag maximális kora és mennyi telt el már ebből az időből kialakulása óta, vagyis milyen korú a csillag. Pl. a Nap energiatermelésének — mint már említettük — a hidrogén-atommagoknak hélium-atommagokká összeépülése során felszabaduló atommag-energia a forrása, vagyis a Nap belsejében hidrogén alakul át héliummá. A Nap sugárzásának fenntartásához másodpercenként 700 millió tonna hidrogénnek kell átalakulnia. A Nap hatalmas tömegé-



ben annyi hidrogén van, hogy 12 milliárd évre elegendő. A Napban a hidrogén és hélium mennyiségének jelenlegi aránya szerint ebből a 12 milliárd esztendőből már 6 milliárd telt el. A Napnál gyengébben sugárzó csillagok hidrogénkészlete lassabban fogy, de a Napnál több tízezerszer erősebben sugárzó csillagok pedig néhány százezer év alatt elfogyasztják hidrogénjüket.

A számítások szerint, míg a Nap kora kb. 6 milliárd év, vannak 10—12 milliárd éves korú csillagok és vannak néhány millió, sőt néhány százezer éves korú fiatal csillagok is. Nemrégén keletkezett csillagok létezését még másféle vizsgálat is bizonyítja. Ezek a csillagok ugyanis néhány százezer, vagy néhány millió év alatt felbomló laza csoportosulásokban, az ún. csillagtársulásokban találhatók. A csillagok igen nagy egymástól való távolsága miatt ilyen csillagtársulások nem jöhetnek létre oly módon, hogy már meglévő csillagok véletlenül összerakódjanak. A társulásokban levő csillagok csoportosan, együttesen keletkeztek, a társulás mintegy „fészke” az ott kialakult csillagoknak. Ha pedig a csillagokat még mindig ezekben a fészkekben észleljük, akkor a csillagok keletkezése óta még nem telt el a társulás felbomlásához szükséges idő. A fészkek létezése elárulja a bennelévő „csillagiókákat”. Bizonyosak lehetünk tehát abban, hogy a csillagok nem valamilyen kitüntetett időpontban jöttek létre — amit esetleg csodával is lehetne magyarázni —, hanem sok milliárd év óta, folyamatosan, napjainkban is születnek csillagok a Világegyetem anyagából.

Csillagtársulásokat a mi Tejútrendszerünkön kívüli, más galaxisokban is észlelték, a folyamatos csillagkeletkezés törvényszerű a Világegyetemben.

A csillagok természetes úton keletkezése a bolygók természetfeletti eredetét is kizárja, hiszen a bolygókat felépítő atomokat a csillagok gyártják.

Nem tételezhetjük fel azt sem, hogy a semmiből, természetfeletti úton valamiféle őanyag keletkezett és ezen érvényesültek az égiteketet kialakító természeti törvények. A fizika megmaradási tételei szerint anyag és mozgás semmiből nem keletkezhet és nem semmisülhet meg.

A mai csillagászat társadalmi jelentőségét két fő szempontból értékelhetjük. Egyrészt nélkülözhetetlen a tudományos világnézet mind szélesebb körű terjesztéséhez, a tudományok szerepét helyesen látó közvélemény kialakításához, másrészt nélkülözhetetlen ahhoz is, hogy a természettudomány hatékonyabb eszköze lehessen a fokozódó társadalmi szükségletek kielégítésének.

A csillagászati ismeretek közkinccsé tételére ezért napjainkban sokkal nagyobb szükség van, mint néhány évtizeddel ezelőtt. Nemcsak a közvélemény, de iskolai tantervünk is messze elmarad még a követelményektől.



A társadalom igénye a csillagászati ismeretekre nemcsak az ismeret-terjesztő munka mennyiségi kiszélesítését, hanem korszerűsítését is követeli. A leíró csillagászat, az égitestek fajtáinak, távolságának, méreteinek ismertetése, vagy az új eredmények szűk, szakmai szempontból értékelése egymagában nem érheti el célját. Mindez közérdeklődésre csak akkor tarthat számot, ha megmutatjuk a kutatások célját és értelmét, a természettudomány fejlődésével való összefüggéseit, a Világegyetem vizsgálata és földi problémáink megoldása közti kapcsolatot, amikre az űrkutatást is felhasználó mai csillagászat bőséges példákat szolgáltat.

LOVAS MIKLÓS:

## NÓVÁK ÉS SZUPERNÓVÁK

Az ember figyelmét évszázadok, sőt évezredek óta azok a csillagászati jelenségek vonják magukra a legjobban, amelyek a mindennapostól, a megszokottól eltérőek.

Ezek közé a váratlan, izgalmas jelenségek közé kell sorolnunk az égboltnak azokat az objektumait, amelyek hirtelen fényességváltoztatásukkal adtak okot az érdeklődés felkeltésére, és amelyeket nóváknak és szupernóváknak nevez a szakirodalom.

Nóvakitőrésről akkor beszélünk, ha egy csillag fényességében 12—13 magnitúdó növekedés történik néhány óra, illetve néhány nap nagyságrendű időtartam alatt (43. ábra). Ez a ritka jelenség igen régóta ismert. Régi kínai Annalesekben találtak feljegyzéseket új csillag megjelenéséről. Ezek az Annalesek i. e. 1400-tól i. u. 1690-ig 61 nóvát sorolnak fel a déli és az északi égbolton. Ezek közül az érdekesebbek: i. e. 134-ben, a Skorpióban látott nóva. Ez az első, amelyet a kínai feljegyzések mellett európai feljegyzésekben is megtaláltak. I. e. 5-ben közel az  $\alpha$  Aquilae-hez tűnt fel új csillag, amely eredete lehet az itt levő pontszerű rádióforrásnak. I. u. 185—86-ban az  $\alpha$  és  $\beta$  Centauri között látták új csillag megjelenését. *Sklovskij* valószínűnek tartja, hogy ez valójában egy szupernóva volt, és ettől származik az itt található pontszerű rádióforrás. I. u. 827-ben a Skorpióban figyeltek meg nóvakitőrést. *Lundmark* ezt mint valószínű szupernóvát katalogizálta. I. u. 837-ben a Gemini csillagképben találtak nóvát a  $\mu$  és  $\eta$  Gemini között. Hase és Shajn (1954) valószínűnek tartják, hogy ennek az objektumnak a maradványa az IC 443 emissziós köd. I. u. 1054-ben jegyezték fel nóva megjelenését közel a  $\xi$  Tauri-hoz. Valójában ez az a szupernóva volt, amelynek a helyén ma a Crab-ködöt látjuk. 1572-ben *Tycho Brahe* fedezett fel nóvakitőrést és ezt a kínaiak is feljegyezték. Ugyanez volt a helyzet az 1604-ben Kepler által az Ophiuchusban talált nóvával is.

Ezek az észlelések kezdetleges eszközökkel történtek, és főleg csak az események helyét tudták az égbolton megadni műszereikhez képest meglepő pontossággal, mai értelemben azonban igen pontatlanul.



43. ábra. Fotografikus felvétel a Nóva Herculisről, kitörés előtt és kitörés után

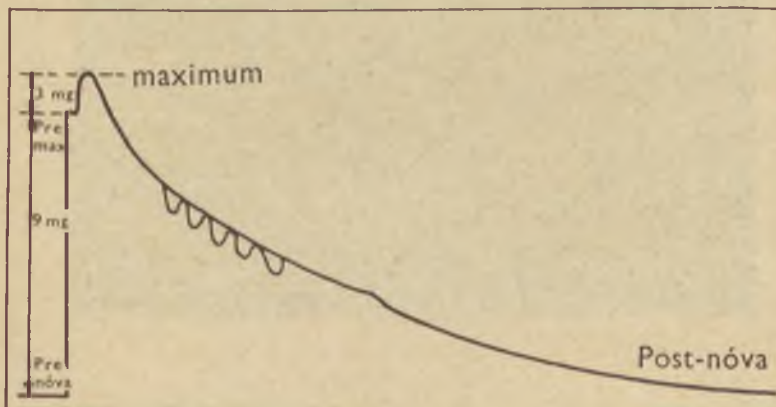
A csillagászati műszerek fejlődésével egyre távolabbi részeit ismer-  
tük meg a Világegyetemnek. A mi Tejútrendszerünkben az utóbbi né-  
hány tíz év alatt észlelt „új csillagok” és távoli csillagrendszerekben  
felfedezett, gyakran az egész rendszer összfényességét megközelítő hir-  
telen feltűnő csillagszerű objektumok vizsgálatából arra az eredményre  
kellett jutni, hogy ezek egymástól lényegesen különböző jelenségek.  
Igen nagy különbség van fénygörbéik amplitúdójában, és alakjában,  
abszolút magnitúdóikban, spektrumaikban, energiatermelésükben, gya-  
koriságukban. Ennek a felismerésnek az alapján nevezték el az egyik  
jelenségcsoportot nóváknak, a másikat — Zwicky amerikai csillagász  
javaslatára — szupernóváknak. A következőkben megkíséreljük a nó-  
vákról és szupernóvákról eddig szerzett ismereteinket külön-külön össze-  
foglalni.

### Nóvák

Mióta az égboltot nagy teljesítményű távcsövekkel vizsgálják, kb.  
200 nóvát ismerünk, amelyek a mi Galaxisunkban villantak fel. Az eze-  
ken végzett vizsgálatokból elég jól ismerjük egy nóva viselkedését a nóva  
előtti állapottól egészen a nóva utáni állapotig.

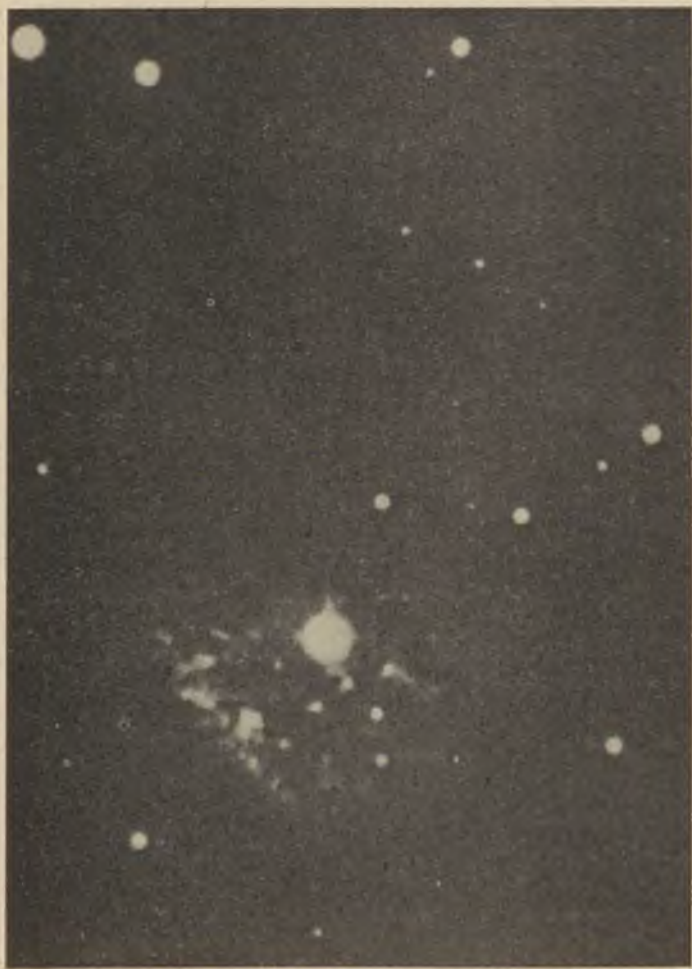
A *nóvák fénygörbéje*. Jelenleg a nóvákat fénygörbéik alapján három  
csoportba osztályozzák: nagyon gyors, gyors és lassú nóvák.

A fénygörbét fel lehet osztani különböző fázisokra. (44. ábra.)  
Az első fázis a pre-nóva, azaz nóva előtti állapot. Általában a pre-nóvák  
magas felületi hőmérsékletű, kék csillagok, abszolút magnitúdójuk +3,5  
körül van. Ezután következik a felszálló ág, vagyis a nóvarobbanás.  
Ez a különböző csoportba tartozó nóváknál különböző ideig tart. Az igen



44. ábra. A nóvák sematikus fénygörbéje





45. ábra. A n $\acute{o}$ va Persei körül talált expandáló gázhéj

gyors nóvákknál néhány óra, a gyors nóvákknál néhány nap és lassú nóvákknál néhány hónap lehet. Kb. 9 magnitúdó fényességnövekedés után rövid ideig megáll az emelkedés, majd kevésbé meredeken még 3—4 magnitúdót folytatódik. A nóvák teljes felszálló ága 12—13 magnitúdó. A következő fázis a maximum, amely aránylag nagyon rövid ideig tart. A különböző csoportba tartozó nóvák maximumai is különbözőek. Az igen gyors nóvák 2—3 magnitúdóval fényesebbek, mint a lassúak. A maximum után hirtelen fényességsökkenés következik; néhány nap alatt kb. 3,5 magnitúdóval lesz halványabb a nóva. A következő fázisban a fényességsökkenés meglassul, és gyors nóvákknál néhány tized, lassú nóvákknál 1—2 magnitúdó fluktuáció látható. Az utolsó fázisban a fényességsökkenés még inkább lelassul, a fluktuációk megszűnnek és a nóva visszatér eredeti állapotába. A leszálló ág hossza igen változó; 2 magnitúdó fényességsökkenés 10 naptól 250 nap között változhat. A pre-nóva és a post-nóva állapot közötti idő néhány hónap, esetleg néhány év lehet. A robbanás következtében a nóva által kidobott expandáló gázhéj egyes nóvákknál igen jól megfigyelhető. (45. ábra.) Az expandáló héjak viselkedéséből arra lehet következtetni, hogy ezek a maximális fényesség pillanatában hagyták el a nóvát. Közvetlenül mérhető expanziós sebességük néhány ívmásodperc évenként.

*A nóvák gyakorisága.* Mint már említettük, eddig körülbelül 200 nóvát ismerünk a mi galaxisunkban. Évente 25—30-ra becsülik az újonnan felfedezhető 9 magnitúdónál fényesebb nóvák számát. Ezt a becslést alátámasztja a közeli külső galaxisokban észlelt nóvák száma. Pl. az Androméda-ködben 1909 és 1926 között 67 nóvát találtak. Ezzel szemben *Hubble*, a Mount Wilson obszervatórium csillagásza szerint az elmúlt 50 év alatt csak 8 nóvát észleltek.

Ha egy galaxisban éveként 25—30 csillag válik nóvává, akkor kb. 100 milliárd csillaggal kellett, hogy ez megtörténjen az elmúlt négy és fél milliárd év alatt. Ebből pedig az következne, hogy egy galaxis minden csillaga aktív élete folyamán valamikor nóvaállapoton megy át. Ennek pedig ellentmondanak mindazok az észlelési eredmények, amelyek a csillagok fejlődésére vonatkoznak. Ennek a gyakorlatágnak csak egy lehetséges magyarázata van: a nóvakitörés ugyanannál a csillagnál visszatérő, ismétlődő esemény. Több visszatérő nóvát ismerünk:

### III. táblázat

Csillag neve	Periódus
T Cr B	80 év
RS Oph	30 év
T Pyx	18 év
WZ Sgr	33 év
V1017 Sgr	33 év

*Nóvák energiatermelése és tömegvesztése.* Egy nóa a teljes nóva-állapot alatt kb.  $10^{45}$  erg energiát sugároz ki, és ugyanakkor tömegének  $10^{-5}$  részét elveszti. Ha feltesszük, hogy minden alkalommal azonos mennyiségű anyagot dob ki, akkor kb. 10 000 kitörés kell ahhoz, hogy fehér törpévé váljon, és mint ilyen fejezze be az életét. Az átlagos periódussal számolva kb. egymilliárd év alatt lesz egy nóvából fehértörpe. Ennek alapján az elmúlt 4 milliárd év alatt  $10^8$  fehértörpe keletkezett, és ez jól egyezik az észlelésekkel.

*A nóvák spektruma.* A nóvák spektrumában észlelt igen érdekes és jellegzetes változások az expandáló gázburoktól származnak. A pre-nóva állapotról alig van spektrumunk, de egyéb viselkedésükből azt következtethetjük, hogy megegyezik a post-nóva állapot spektrumával. A legkorábbi észlelési adatok rendszerint két magnitúdóval a maximum előltről származnak. Ekkor a spektrumuk erős folytonos alapból, abszorpciós és igen kevés emissziós vonalból áll. A felszálló ágban egészen a maximumig a spektrum lényegesen nem változik, csak az abszorpciós vonalak tolódnak el az ibolya felé. Ebből az következik, hogy a gyorsan expandáló légkör még érintetlen, és elég sűrű ahhoz, hogy abszorpciós vonalak létrejöjjenek. A vonalokból 10–20 000 °K hőmérsékletre következtethetünk.

Közvetlenül a maximum előtt a spektrum átalakul egy *F* típusú szuperóriás csillag spektrumává. A spektrumvonalak ibolya felé való eltolódásai kb. 1000 km/s nagyságrendű radiális sebességet jeleznek. Maximumban a spektrum hirtelen átalakul, és a folytonos szuperóriás spektrum helyett erős emissziós vonalokból álló spektrum jelenik meg. Közvetlenül a maximum után az emissziós vonalak kiszélesednek, ibolya felőli oldalukon abszorpciós vonalak jelennek meg. A magyarázata ennek az, hogy az expandáló héj már sokkal nagyobb, mint a csillag maga, anyaga erősen megritkult és ez emittálja a széles vonalakat. Az abszorpciós komponens ibolya felé tolódása jelzi a héjnak a felénk való mozgását. Ebben a spektrumban hidrogén, hélium, nitrogén, oxigén és ionizált fémek abszorpciós vonalait találjuk. Ezután a külső expandáló héj nagyon vékonyvá válik, és egy másik gyorsan mozgó héj sugárzása látható. Ez a spektrumban az abszorpciós vonalak egy másik sorozatát adja, amely az előző spektrumra van szuperponálódva.

A héj további expanziója erősen fékeződik, az erős fémvonalak egyre gyengébbekké válnak, de az olyan gázok, mint pl. H és He vonalai erősek maradnak. A héjak bizonyos expanziója után a csillagtól származó folytonos színeképet majdnem teljesen elnyomják az O III, Ne III, és Ni II tiltott emissziós vonalai, amelyek úgy tudnak létrejönni, hogy a kiritkult anyagban az atomok közötti ütközések már nagyon ritkák.



A végállapotban a nebuláris emissziós vonalak eltűnnek, és csak a csillag folytonos spektruma marad, de nagyon gyakran láthatók emisziós vonalak is a post-nóva színekében.

*A nóvák eloszlása.* A nóvák erősen koncentrálnak a Galaxis síkjában. A legnagyobb eltérés a galaktikus egyenlítőtől csak ritkán haladja meg a  $10^\circ$ -ot. A gyakoriság erősen nő a Galaxis centruma felé. Ebből arra következtethetünk, hogy ezek mind II. populációjú objektumok. Ezt megerősítik *Baade* észlelései; ő talált nóvát az M 80 gömbhalmazban, és olyan törpegalaxisokban, amelyek csak II. populációjú csillagokat tartalmaznak.

Nagyon kevés csillagot észleltek pre-nóva állapotban. Ezek általában a főágban fekszenek, abszolút magnitúdójuk  $+5$ . A pre-nóva és post-nóva állapotban megegyezően *O*-típusú csillagok, felületi hőmérsékletük  $50\,000\text{ }^\circ\text{K}$ . A fényességükből és hőmérsékletükből következtethetjük, hogy átmérőjük a Napnak  $5\text{--}30\%$ -a.

*A nóvák kettőssége.* Igen nagy szenzációt jelentett a csillagászok számára *M. Walker* amerikai csillagász közlése, amelyben bejelentette, hogy a Nóva DQ Her fedési kettőscsillag. Ez a felfedezés 1954-ben a Mount Wilson obszervatórium 2,5 méteres távcsövével készített fotoelektromos észlelésekből adódott. A nóva kísérőjének rádiuszára  $0,10$  naprádiusz, felületi hőmérsékletére  $10\,000\text{ }^\circ\text{K}$  adódott. A két komponens egymástól való távolsága kb.  $210\,000\text{ km}$ , és ez azt jelenti, hogy a két csillag egymással érintkezik. Ilyen szoros kettőscsillagot már eddig is ismertek, de azoknál nem fordul elő, hogy egyikük mérete robbanásszerűen a sokszorosára megnöjön a másikat szinte elnyelve. A további észlelések 10 nóvából 7-nél tudták kimutatni, hogy szintén kettőscsillagok. Nagyon izgalmas az a kérdés, hogy már a nóva-állapot előtt is kettősök voltak-e, vagy a nóvarobbanás egy csillagot két részre szakított.

## Szupernóvák

A nóvákról való ismereteinkhez képest a szupernóvákról alig tudunk valamit. Ennek oka az, hogy a szupernóva jelenség igen ritka. Az eddig felfedezettek száma nem éri el a 200-at. A mi Galaxisunkban utoljára 1604-ben *Kepler* fedezett fel szupernóvát. Amint már az előzőekben említettük, ókori kínai Annalesekben jegyeztek fel olyan, az égbolton lejátszódtól eseményeket, amelyek közül némelyik szupernóva lehetett. Ezek közül a legismertebb az 1054-ben feljegyzett szupernóva, amelynek a helyén jelenleg a Crab-ködöt látjuk.

A Kepler által felfedezett szupernóva óta csak távoli extragalaxisokban találtak ilyen objektumokat. Addig az ideig, amíg a csillagászok nem rendelkeztek nagy látómezejű, nagy fényerejű távcsövekkel, csak



véletlenszerű volt a szupernóvák felfedezése külső tejútrendszerekben. Ezek rendszeres kutatását *Zwicky* kezdte meg az 1930-as években. A szupernóvák rendszeres keresése igazán csak a Schmidt-távcső megalkotásával indult meg, mivel ezekkel a távcsövekkel vált lehetővé távoli galaxishalmazok vizsgálata. Ma már — ugyancsak *Zwicky* javaslatára és szervezésében — több, különböző méretű Schmidt-távcsővel rendelkező csillagvizsgáló kutatási programjában szerepel nemzetközi kooperációban a szupernóvák keresése és megfigyelése. Ezek az obszervatóriumok: Palomar — Mnt Wilson, Steward (Tucson), Tonantzintla, Meudon, Asiago, Bern, Krim, Córdoba, és 1964 óta a piszkésetői obszervatórium.

Az előzőekben említettük, hogy lényeges különbség van a nóvák és szupernóvák között. Most vizsgáljuk meg kicsit részletesebben a kettő közötti különbségeket. Az első és talán legszembetűnőbb különbség a maximális fényességük között van. Nóváknak nevezzük azokat a csillagokat, amelyeknek abszolút vizuális magnitúdója maximumban

$$-5 > M_v > -11,$$

szupernóváknak pedig azokat az objektumokat, amelyeknél

$$-11 > M_v > -20.$$

A második igen nagy különbség energiatermelésükben van. A nóvakitörésben felszabaduló energiát  $10^{44}$ – $10^{45}$  erg-re becsülik, míg ugyanez az I. típusú szupernóváknál kb.  $10^{48}$  erg és a II. típusúaknál  $10^{51}$  ergnek adódik. A következő különbséget az amplitúdójuk mértékében találjuk. Egy nóva amplitúdója 12–13, a szupernóváké kb. 19–20 magnitúdó. Azonban ez a szupernóváknál meglehetősen bizonytalan érték, hiszen szupernóvát sem a kitörés előtti, sem a kitörés utáni állapotban eddig még senki nem észlelt (46. ábra). Nagy különbség van a nóvák és szupernóvák gyakorisága között is. Míg az eddigi észlelések alapján évente 25–30 nóvakitörés történik galaxisenként, addig szupernóva kitörés 3–400 évenként várható egy galaxisban.

A szupernóvák rendszeres kutatását 1936-ban kezdték meg a Mnt Wilson obszervatóriumban egy 45 cm-es Schmidt-teleszkóppal. 1941-ig 19 szupernóvát fedeztek fel és ezek vizsgálata a következő eredményekhez vezetett:

1. A szupernóvák maximumban csak két magnitúdóval halványabbak, mint a galaxisok átlagos összfényessége.

2. A fényesebb galaxisokban levő szupernóvák — amelyek a Shapley-Ames (1932) katalógusban vannak felsorolva — átlagos gyakorisága 360 év galaxisenként. Azonban előfordul, hogy egy galaxisban rövidebb időközben több szupernóva-felvillanást észlelünk, pl. az NGC 3184 galaxisban 16 év alatt 3 szupernóvát észleltek. (Itt meg kell jegyezni,



46. ábra. Szupernóva kiörés a NGC 3385 galaxisban. A kiörés előtti felvételen a nyíllal jelölt helyen nem találunk látható objektumot

hogy az ilyen észlelés nem mond ellent a fenti gyakoriságnak, mivel egy galaxis átmérője általában 100 000 fényév.)

3. A szupernóvák azonos gyakorisággal fordulnak elő a spirális, elliptikus és irreguláris galaxisokban.

4. A szupernóvák általában a galaxisok periférikus részén tűnnek fel.

5. Fénygörbéjük és spektrumuk alapján legalább két típust különböztethetünk meg.

6. Az I. típusú szupernóvák spektrumában széles emissziós sávok vannak, amelyeket a mai napig sem lehetett azonosítani. A II. típusú szupernóvák a közönséges nóvákkal analóg spektrummal rendelkeznek, bár főleg a H, He, de más elemek emissziós vonalai jobban kiszélesedtek a szupernóva által ledobott 7000 km/sec sebességgel expandáló héjaktól.

Ezen eredmények egy részének a további megfigyelések ellentmondtak. Különösen vonatkozik ez a szupernóvák eloszlására különböző típusú galaxisok szerint. Még a ma ismert kb. 200 szupernóva sem elég ahhoz, hogy statisztikai következtetést vonjunk le belőle. Egy másik új eredmény, hogy a szupernóvák abszolút magnitúdóját, fénygörbéjét és spektrumát tekintve nem kettő, hanem legalább öt típust kell megkülönböztetni.

*Szupernóvák gyakorisága különböző típusú galaxisokban.* Az első szisztematikus vizsgálatok arra az eredményre vezettek, hogy a szupernóvák kb. egyforma arányban tűntek fel a különböző típusú galaxisokban. *Bertaud* kiterjedtebb statisztikát publikált 1961-ben az 1885 és 1961 júliusa között felfedezett szupernóvák, és a Shapley-Ames katalógus felhasználásával. Ennek a vizsgálatnak az eredményét látjuk a táblázatban.

IV. táblázat

Galaxis típus	I. típusú sz. n. száma
Elliptikus	5
Irreguláris	2
Spirális Sa	0
Spirális Sb	1
Spirális Sc	11

Ebből az<sup>o</sup> derül ki, hogy szupernóva leggyakrabban az Sc típusú spirális galaxisokban fordul elő. Legkevesebbet az Sa spirálisokban találtak; Zwicky szerint ennek az az oka, hogy ezek a galaxisok igen kompaktak és a fotolemezen túlexponálódnak, úgy, hogy a bennük esetleg megjelenő szupernóvát nem lehet észrevenni. Bertaud és más észlelők szerint jelenleg úgy tűnik, hogy a szupernóva gyakoriság legnagyobb az irreguláris galaxisokban. Meg kell azonban jegyezni, hogy az eddig észlelt



szupernóvák száma olyan kevés, hogy korai lenne bármilyen végleges következtetést tenni.

*Szupernóva gyakoriság galaxis halmazokban.* A szupernóvák felkutatása céljából a csillagászok az égbolt olyan területeiről készítenek állandóan felvételeket, ahol sok galaxis található. Vannak az égboltnak olyan részei, ahol kis területen igen sűrűn helyezkednek el galaxisok, amelyek paraméterei nagyjából azonosak és ezért ezeket galaxis halmazoknak nevezzük. A szupernóva kutatás ilyen halmazokban nemcsak a szupernóvák miatt fontos, hanem értékes felvilágosításokat kaphatunk a különböző típusú galaxis halmazokról is. Jelenleg ennek a munkának csak a céljáról beszélhetünk, mert az eddigi eredmények még sokat nem mondhatnak. A feladat:

a) Szupernóva keresése a kompakt, közepesen kompakt és nyitott galaxis halmazokban, amelyekre a vöröseltolódások ugyanazok.

b) Szupernóva keresés kompakt, közepesen kompakt és nyitott galaxis-halmazokban, amelyek azonos vöröseltolódással, de különböző számú elliptikus, spirális és irreguláris galaxissal bírnak.

c) Szupernóva keresés olyan galaxis halmazokban, amelyekben erősen változó távolságok vannak.

Az eddigi eredményeket tartalmazza a következő táblázat:

V. táblázat

Halmaz neve	Szupernóvák száma
Pisces	3
Fornax I	2
Perseus	2
Cancer	5
Virgo	14
Coma	6
Hydra I	1
Corona Borealis	0
Hercules	1

A szupernóvák eloszlásának vizsgálata a szférikus szimmetrikus és stacionárius halmazokban (Coma, Cancer, Hydra) módot ad annak a feltevésnek az ellenőrzésére, hogy ha a galaxisok egy szférikus, stacionárius halmazban úgy oszlanak el, mint amilyen a tömegeloszlás egy izotermikus gravitációs gázgömbben, akkor ez az alábbi két jelenséget vonja maga után:

1. a szupernóvák száma a halmaz középpontjától  $r$  távolságban elhelyezkedő egyenlő szélességű gyűrűkben egy konstans érték felé tartana az  $r$  sugár növekedésével,

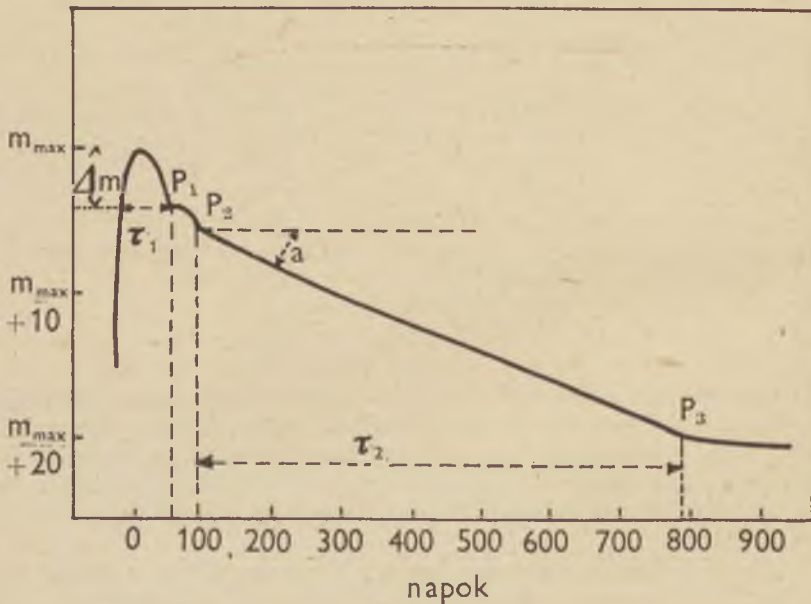


2. a halmaz perifériáján túl viszont a szupernóvák száma az egyenlő szélességű gyűrűkben az  $r$  sugár növekedésével arányosan nőne.

Az eddigi hiányos észlelési adatok még csak az első következtetést erősítik meg, mert a szférikus galaxis halmazok körüli teret még nem vizsgálták meg olyan céllal, hogy ezt a gyakorisági függvényt meghatározzák.

*A szupernóvák különböző típusai.* A szupernóvák osztályozásának alapjai azok az eltérések, amelyeket a különböző színekben felvett fénygörbéik, spektrumaik, abszolút magnitúdóik, gyakoriságaik között találunk. Jelenleg úgy tűnik, hogy néhány szupernóva, amelynek hasonló a fénygörbéje, teljesen különböző spektrumú. Fordítva: voltak szupernóvák, amelyeknek a spektruma hosszú időn keresztül hasonló volt, de különböző fénygörbével rendelkeztek, és bizonyos esetekben (II. és V. típus) teljesen különböző az abszolút magnitúdójuk.

*I. típusú szupernóvák.* A legfényesebb szupernóvát, amelyet utoljára észleltek, a palomarhegyi obszervatóriumban találták 1937-ben az IC 4182 jelű galaxisban. Ennek a fotografikus magnitúdója maximumban 8,2 volt. Fénygörbéjét 600 napon át követték, és ez alatt az idő alatt a fényessége 20 magnitúdóra csökkent. Ennek alapján felrajzolhatjuk az I. típusú szupernóvák sematikus fénygörbéjét, mivel minden ebbe a típusba tartozó szupernóva fénygörbéje ehhez hasonló. (47. ábra.)



47. ábra. I. típusú szupernóvák sematikus fénygörbéje

A felszálló ág hosszáról és idejéről semmit sem tudunk mondani, mert eddig csak maximumban, vagy közvetlen maximum előttről vannak észlelések. Valószínűleg a felszálló ág igen gyors, egyes feltevések szerint néhány óra. Ezt egy néhány napig tartó maximum követi. A maximum után a szupernóva fényessége  $\tau_1$  idő alatt csökken a  $P_1$  pontig.  $\tau_1$  minden szupernóvánál kb. 50 nap. Igen érdekes a  $P_1$  és  $P_2$  közötti szakasz, amely csaknem minden I. típusú szupernóvánál megtalálható. A leszálló ágon a  $P_2$  és  $P_3$  pontok között az időben való magnitúdócsökkenés többé-kevésbé lineáris. A leszálló ág meredekségére az alábbi összefüggés érvényes

$$tg a = k \text{ magnitúdó csökkenés}/\tau_2 \text{ nap alatt.}$$

Meg kell jegyezni, hogy  $\tau_2$ -ben a fénygörbe menete ugyan lineáris, de elég nagy fluktuációkon megy keresztül.

Elméleti szempontból úgy tűnik, hogy a  $\tau_1$  és  $\Delta_m$  paraméterek, amelyek a kitörés kezdeti állapotára vonatkoznak, jelentősebbek, mint az  $a$  szög, amely a szupernóva körüli szétszórt interstelláris anyag és a szupernóvából kiszakadt nem egyenletesen eloszló gázködök függvénye. A  $P_3$  pontban a fénygörbe ismét megtörik.

Az I. típusú szupernóvák spektrumának legjellegzetesebb tartománya az 5000—3500 Å-ig terjedő szakasz. Széles emissziós sávokat találunk 4680, 4400, 4200, 4000 és 3700 Å hullámhosszak körül. A sávok helyzete, alakja és intenzitása erősen változik a fénygörbe változásával. Ezeket a sávokat még nem tudták azonosítani ismert spektrumvonalakkal. Az I. típusú szupernóvák spektruma a többiekkel ellentétben maximum körül néhány napig folytonos.

*II. típusú szupernóvák.* J. J. Johnson 1940-ben az NGC 4725 spirál galaxisban fedezett fel egy 12,6 magnitúdójú szupernóvát. Ennek a szupernóvának minden lényeges fizikai jellemzője erősen különbözött az I. típusú szupernóvák jellemzőitől. Minkowsky tanácsára ezt a szupernóvát az eddig ismert szupernóváktól való megkülönböztetésre új osztályba sorolták. A II. típusú szupernóvák spektruma a közönséges nóvák spektrumához hasonlít. A ledobott gázhéj expanziós sebességét az I. típusú szupernóvák és közönséges nóvák esetében 1000 km/sec értékre becsülték, a II. típusú szupernóvánál 7000 km/sec sebességet kaptak. A II. típusú szupernóvák fénygörbéje még nincs olyan részletesen analizálva, mint az előző osztályé, annyit azonban meg lehet állapítani, hogy a leszálló ág rövidebb, mint azoknál. Az eddig talált II. típusú szupernóvák törpe, irreguláris és spirális galaxisokban tűntek fel, gömb és elliptikus galaxisokban hiányoznak. Az I. típusú szupernóváktól abban is különböznek, hogy sohasem a galaxisok periférikus részein találhatóak, hanem a spirálkarokban vagy azok között, illetve az irreguláris galaxisok emissziós nyúlványaiban.



48. ábra. Az 1054-es szupernóva valószínű maradványa, a Crab-köd

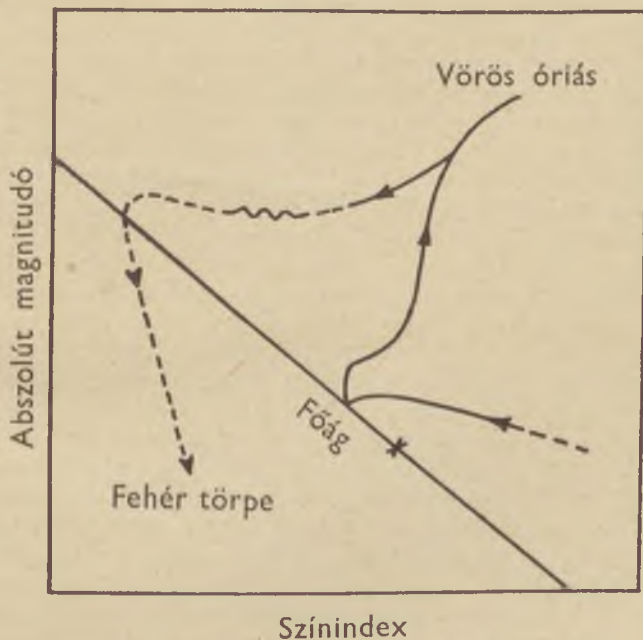
A még hátralevő III., IV. és V. típusú szupernóvákról nem akarunk itt részletesen beszélni. Egyrészt, mert a III. típusú szupernóvákat a II. típusú szupernóvák egyik alosztályának is tekinthetjük, másrészt a IV. és V. osztályba tartozó szupernóvák száma és a róluk kapott észlelési anyag olyan kevés, hogy abból határozott következtetést jelenleg nem vonhatunk le.

*A szupernóvák maradványai.* Baade megpróbálta rekonstruálni az 1054-es, 1572-es és 1604-es szupernóvák fénygörbéit, és eredményül azt kapta, hogy mind a három objektum nagy valószínűséggel I. típusú

szupernóva volt. Sokáig keresték a három szupernóva valamilyen maradványát. Egyesek szerint az 1054-es szupernóva maradványa, a Crab-köd (48. ábra). Az 1572- és 1604-es szupernóvák helyén nem találtak azonosítható objektumot a legnagyobb távcsövekkel sem. A szupernóva-kitörés teljes megértéséhez nagyon fontos lenne tisztázni a végállapot tulajdonságait, ezért lényeges a maradványok (Crab-köd) vizsgálata optikai és rádióteleszkópokkal egyaránt.

*A nóvák és szupernóvák elméletéről.* Ahhoz, hogy a nóvák és szupernóvák mechanizmusának elméletét csak röviden is áttekintsük, előbb a csillagfejlődés általános vonásait kell vázolnunk.

A csillag által kisugárzott energiát a belsejében végbemenő energia-termelő folyamatok táplálják. A csillag által felszabadított teljes energia és a csillag felületi hőmérséklete között szoros összefüggés van. A csillag teljes energia emissziójának logaritmus a bolometrikus magnitúdó. A csillag fotografikus és vizuális magnitúdója közötti különbség a színindex. ( $B-V$ ). Ez adja a csillag felületi hőmérsékletét. Ha a színindex vagy a spektrum-osztály függvényében ábrázoljuk az abszolút magnitúdót, akkor kapjuk a csillagokra oly jellemző *Hertzsprung–Russel diagramot*. (49. ábra.) A sematikus ábrán jól láthatók a diagram jellegzetes



49. ábra. A csillagfejlődés menete a Russel–Hertzsprung diagramban



alakzatai, így a főág (ide tartozik a csillagok nagy többsége) vörös óriás szakasz és a fehér törpe tartomány (más néven csillagtemető). A főágon felfelé haladva egyre nagyobb tömegű és egyre fényesebb csillagokat találunk. (Napunk helyét a kereszt jelöli.) A csillag luminozitása erősen függ a tömegétől, a Naphoz hasonló csillagokra ez kb.  $M_{\odot}^4$ -el arányos, így a nagyobb tömegű csillagok sokkal több energiát sugároznak ki, mint a kisebbek, minél nagyobb tömegű egy csillag, annál gyorsabb a fejlődése. Ismert dolog, hogy egy csillag, amelyik a főágban születik, ott marad mindaddig, amíg középpontjának környezetében az anyagának igen nagy részét kitevő hidrogén át nem alakul héliummá. Ennek a folyamatnak az ideje kb. 2/3-a a csillag teljes, aktív élettartamának. Ha a hidrogénmag elfogyott, a csillag a fejlődés következő szakaszában átlép a vörös óriás tartományba, ahol az eddigi hidrogén „égést” a hélium „égés” váltja majd fel, és a csillag ennek során tovább fejlődik, azután pedig visszafordul lefelé a fehér törpe tartomány felé, amely fejlődésében a végállomást jelenti. Hogy közben milyen folyamatok mennek végbe a csillagban, arról csak elképzeléseink vannak. Mindenesetre ezek a folyamatok és a csillag kezdeti tömege szabják meg azt, hogy a csillag szép, egyenletes lassú haldoklással, vagy katasztrófa útján (pl. nóva vagy szupernóva kitörés) jut el a csillagtemetőbe.

Tárgyaljuk most egy, a Naphoz hasonló tömegű csillag esetét részletesebben. A főágban elhelyezkedő csillagok anyagának 98%-a a hidrogén. Ezeknek a csillagoknak a centrális hőmérséklete kb.  $(13-16) \cdot 10^6 \text{ K}^\circ$ , itt indulnak meg a termonukleáris reakciók, amelyek végeredményeként a centrumban a hidrogén héliummá alakul át. Amint ez a folyamat egyre előbbre halad, kialakul a csillag belsejében egy héliummag, annak a szélein folytatódik az energiatermelő reakció és a csillag felülete felé — ahol a hőmérséklet alacsonyabb — megmarad a hidrogén (50. ábra.). Az ábrán azt is látjuk, hogy a termelt energia milyen módon jut ki a csillagból. A mag környezetében van egy zóna, amelyben az energiaáramlás sugárzás útján történik. Innen kifelé haladva a konvektív zóna a fő energiát továbbító rész. A felszínen az extrém fotoszféra rétegeiben újhól a sugárzás veszi át a szerepet. A csillag további fejlődése során vagy le kell hogy csökkenjen az energia kiáramlás, vagy zsugorodnia kell a héliummagnak, hogy a gravitációs energia pótolja a kisugárzott energiát. Olyan csillagoknál, ahol a belső sűrűségek kisebbek, mint a vízsűrűség ezerszerese, a zsugorodás okozta hőmérsékletnövekedés addig folytatódik, míg a megfelelő nyomás éppen nem elegendő a külső rétegek tartására, vagyis arra, hogy a csillaganyag újra hidrosztatikus egyensúlyban legyen.

Más a helyzet viszont az olyan sűrűségű anyagok esetén, amelyekből 1 liter anyag súlya 1 tonna lenne. Itt a normális nyomás helyett degenerált nyomásról beszélünk. Ez a degenerált állapot az anyagnak

rendkívüli összenyomása, összesűritése, de ugyanakkor nincsen jelen magas hőmérséklet, mint a normális anyagoknál. Ilyen esetben már nem érvényesek a gáztörvények. Egzakt számításokkal tudjuk bizonyítani, hogy a csillag centrumában és környezetében létrejövő degenerált héliummag megállítja a további zsugorodást. A degenerált hélium-

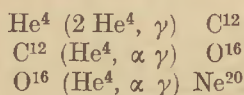


50. ábra. A Naphoz hasonló tömegű csillag szerkezete

mag tömege viszont nem haladhatja meg a Nap tömegének 1,44-szeresét. Ha a héliummag meghaladná ezt a korlátot, akkor semmilyen mértékű zsugorodás nem tudna létrehozni olyan méretű degenerált nyomást, hogy a kívül fekvő rétegeket egyensúlyozza. (E. Stoner és S. Chandrasekhar számították ezt ki először.) Ez a kritérium mondja meg, hogy egy csillagnak milyenek lesznek az utolsó napjai, milyen módon fog meghalni; lassú átmenettel vagy hirtelen katasztrófa által. Mint már említettük, jelenleg úgy képzeljük el a csillagfejlődést, hogy a főág után a csillag a vörös óriás ágba megy át. Mi történik ezalatt a csillag

belsejében? A héliummagon kívül levő energiatermelő héjban állandóan hidrogén alakul át héliummá, így mind több és több hélium adódik a maghoz. Amíg a mag nő, a konvektív zóna is egyre mélyebb és mélyebb lesz, végül eléri az energiatermelő héjat. A hőmérséklet közben állandóan nő mind a magban, mind a héjban. Végül olyan hőmérsékletre ér (kb.  $100 \cdot 10^6$  K), ahol már a hélium-„égés” is beindul, azaz a további termonukleáris reakciók során a hélium szénné, oxigénné és neonná kezd alakulni a magban, és ez termeli az energiát. De nemcsak a hélium-„égés” indul meg, hanem ez a magban egy robbanási feltételt alakít ki, amely hirtelen expanziót okoz néhány perc alatt. Az expanzió addig tart, amíg a degenerációs nyomás meg nem szűnik, és a csillagnak megint normális szerkezete nem lesz. Ennél a pontnál megfordul a csillag fejlődési iránya, és a H—R diagramban elindul balra lefelé, a csillagfejlődés végállomása felé, ahova tömegétől függően több vagy kevesebb lépésen keresztül érkezik meg. Innen kezdve kétféle energiaforrás van a csillagban; egyik a héliumégő mag, másik a hidrogénégő héj, amely a magot körülveszi.

Fontosabb magreakciók itt, az alábbiak:

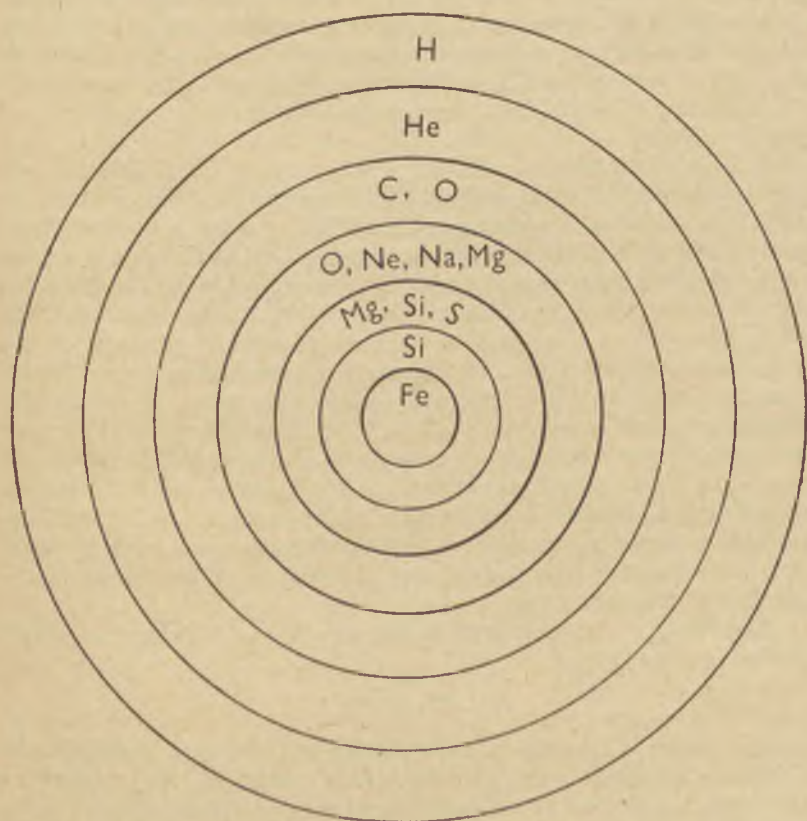


Az eddigiek szerint a csillag alacsonyabb felületi hőmérsékletén a hidrogén-égés nem tud megindulni. Elképzelhető azonban, hogy valamilyen keveredés folytán a hidrogén a mélyebb rétegekbe kerülhet, míg az energiatermelő héjban keletkezett hélium nem a maghoz adódik, hanem a felületre kerül, s így az egész csillaganyag a fotoszféra kivételével degenerálttá válik, akkor pedig itt is fennáll a robbanási feltétel, mint az előbb tárgyalt héliumbegyűjtás esetén. *Mestel* kimutatta, hogy heves kitörések jöhetnek létre ilyen módon. Most az explózió a csillag külső részén történne nem úgy, mint a fentiekben és ez könnyen észlelhető lenne. Számításokat végeztek ilyen jellegű robbanást feltételezve. Egyik esetben, ha a felszabadult energia teljesen mozgási energiává alakulna, úgy a csillagból kidobott anyag sebességére kb. 1000 km/sec adódott. Másrészt, ha a felszabadult energia mind hővé alakult volna és a szóban forgó hidrogén a naptömeg 10%-a, akkor a csillag néhány hétig 100 000-szeresen fényesebben ragyogna, mint a Nap. Ezek a megfontolások vezettek rá, hogy kapcsolatot keressünk a nóvajelenség és az esetleg így felrobbant csillagok között. A tipikus nóvafényesség 1—2 hétig 30-szorosa a Napénak, azután a nóva elhalványul. A kidobott anyag sebessége kb. 1000 km/sec a nóvák esetében. Bizonyos idővel a robbanás után a maradék hidrogén ismét kihűl és a folyamat megis-



méltódnak. Kb. 1000 ilyen kitörés kellene ahhoz, hogy a csillag elveszítse összes maradék hidrogénjét. Ha ebből a feltevésekből számítjuk ki a nóvák gyakoriságát Tejútrendszerünkben, kb. 20/év jön ki, ami az észlelésekkel jó egyezésben van. Mint már említettük, a nóvák észlelése közben *M. Walker* a Nóva DQ Her-ról kimutatta, hogy szoros kettős rendszer. Ezután még 10 régi nóva közül 7-ről derült ki ugyanez a tény. *Kraft* szerint, ezek alapján a nóvakitörésnek minden esetben az a feltétele, hogy kettős rendszer legyen jelen. Ennek a részletes elméletét *Schatzmann* dolgozta ki. Eszerint a nóvakitörést a két csillag egymásra hatásánál keletkező lökéshullámok hozzák létre.

Az I. típusú szupernóvák kialakulását mostanában szintén nap-tömeg körüli csillag fejlődésével magyarázzák. Ebben az esetben a hélium-



51. ábra. 10 nap-tömegű csillag szerkezete, ahogy az a magreakciók során kialakult



mag nem válik degenerálttá, hanem fokozatos zsugorodások útján a hőmérséklet a csillag centrumában egyre nő, míg eléri azt az értéket, ahol a héliumégés beindul. A héliumégési magreakciók végtermékei a szén, oxigén és neon, szintén a csillag középpontjában helyezkednek el, ezeket veszi körül a héliumréteg, majd legkívül a hidrogénhéj. A folyamat során kialakulhat olyan állapot, amikor a szént, oxigént és neont tartalmazó mag válik degenerálttá. Ezzel a degenerációval most ismét megszülettek egy robbanás feltételei. Ha a degenerált mag hőmérséklete eléri azt a hőfokot, ahol olyan magreakciók tudnak végbemenni, amelyekben a szén, oxigén és a neon „ég el” még nehezebb elemeket hozva létre, akkor ez az égés hirtelen megindul, a degeneráció feloldódik, és a mag hirtelen explózióval normál sűrűségű állapotba igyekszik eljutni. Ez az explózió viszont olyan nagy lehet, hogy a kialakult lökéshullám a csillag felületéről is képes ledobni nagy mennyiségű anyagot, amelynek során a csillag fényessége most igen nagyra nőhet. Ilyenkor látunk az égen a feltevések szerint I. típusú szupernóvát. A csillagból a robbanás után megmaradó részről feltételezik, hogy a fehér törpék csoportjában fejezi be életét.)

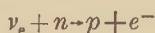
A II. típusú szupernóva-kitörés létrejöttéhez kb.  $10 M_{\odot}$  tömegű csillag fejlődését kell vizsgálnunk. Nem akarjuk most részletezni, de az előbb elmondottak alapján képzeljük el, hogy a csillag keresztmetszete az 51. ábrán látható elrendeződést mutatja. Látható, hogy a csillag középpontja felé haladva egyre nehezebb elemek épülnek fel a magreakciók során. Legbelül helyezkedik el egy vas mag. A zsugorodás folyamán előálló hőmérséklet-növekedés az eddig elért egyensúlyi állapotot felborítja, mert egy kritikus hőmérséklet- és nyomásértéknél a vas hirtelen héliummá alakul át. Ez a fázisváltás igen nagy mennyiségű energiát igényel, és energia most csak a további gravitációs kontrakcióból származhat, az összeesés most olyan gyors, hogy a mag szabadeséssel roppan össze. A folyamat a héliumnak protonokká és neutronokká bomlásával folytatódik. A hőmérséklet már nem nő lényegesen, csak a sűrűség. A rendszer állapotában ezalatt létrejövő változások azt eredményezik, hogy az elektronok befogódnak a protonokon és a mag neutronokká alakul át. Vázlatosan tehát

$\text{Fe} \rightarrow \text{He} \rightarrow p + n$  lesz, és nagy sűrűségeknél ( $\rho \sim 10^{12} \text{ g/cm}^3$ ) az alábbi átalakulás megy végbe:



Ez igen fontos folyamat, mert a befogódott elektron energiáját itt 30 MeV-re becsljük, amit a reakció végén majdnem teljes egészében a neutrínó fog elvinni, és ez azért lényeges, mert tudjuk, hogy a neutrínók igen nagy áthatolóképességűek és így kiválóan alkalmasak arra, hogy a csillag mélyenfekvő rétegeiből a felületre szállítsák az energiát.

A csillagmag katasztrófájából felszabaduló energia a neutrínók útján átadódik a külső rétegeknek, vagyis a neutrínók látszanak továbbítani a lökéshullámot. Tudniillik a neutrínók a csillag külső rétegeiben jelenlevő neutronokkal kölcsönhatva energiájukat átadják az ott levő anyagnak. Ezt a folyamatot írja le a



összefüggés. Tehát minden reakciónál 30 MeV energia transzportálódott a csillag külső rétegeibe, ez okozza az óriási lökéshullám létrejöttét, amely egyrészt a külső rétegeket felmelegíti, másrészt olyan kinetikus energiát ad át azoknak, hogy a kezdetben  $10 M_{\odot}$  tömegű csillagból kb.  $9 M_{\odot}$  tömegnyi kidobódik a térbe, és kb.  $1 M_{\odot}$  tömegnyi elfajult neutrongáz marad, amelyet neutron csillagnak nevezünk. A neutron csillagok létezésére kísérleti bizonyítékaink még nincsenek, de a fenti elképzelések alapján számított felszabaduló energia és egyéb fizikai jellemzők, jól egyeznek a II. típusú szupernóvák észlelt adataival.

Az itt tárgyalt elképzelés, a nóva, illetőleg a szupernóva kitörések magyarázatára, talán tetszetős, de hangsúlyoznunk kell, hogy valójában a helyzet olyan bonyolult, a jelenségek minden esetben sok paramétertől függenek, így veszélyes lenne azt állítani, hogy a dolgok valóban ilyen egyszerű módon mennek végbe. Igen sok észlelő csillagász nagyon sok megfigyelése és a kapott tapasztalati tények gondos feldolgozása szükséges ahhoz, hogy a kitörések reális elméletét megközelíthessük.

## A NAP ÁLLÁSÁNAK MEGHATÁROZÁSA ELEMI GEOMETRIAI ÚTON

A Nap horizont feletti magassága, másként kifejezve a napsugaraknak a hajlásszöge a vízszintes síkhoz, a földrajzi szélességtől ( $\varphi$ ), a Nap deklinációjától ( $\delta$ ) és a napszaktól, más szóval a „valódi” Nap óraszögétől ( $t$ ) függ. A Nap horizont feletti magasságának vagy egyszerűbb szóhasználatlál élve a Nap magasságának változásával kapcsolatban felvetődő gyakorlati kérdések: Hány fok a Nap magassága egy megadott napon és napszakban? Mikor fog a Nap egy megadott magasságban állni?

Megmutatjuk, hogy ezekre a kérdésekre közelítőleges pontossággal elemi geometriai úton válaszolhatunk. Nagymértékben egyszerűsödik dolgunk azzal, ha a Nap horizont feletti magassága ( $h$ ) helyett a Nap zenit távolságát ( $z$ ), a  $h$  helyett a  $z = 90^\circ - h$  szöget vezetjük be.

Állapítsuk meg például először, hogy *hány fok lesz a Nap zenit távolsága a delelés után  $t$  órával*, ha mind a Nap deklinációja, mind a földrajzi szélesség északi, azaz pozitív és ismert. (A  $t$  időpont általában nem pontosan délután  $t$  órát jelent, egyrészt a zónaidő és a helyi idő közötti eltérés, másrészt az időegyenlet miatt.

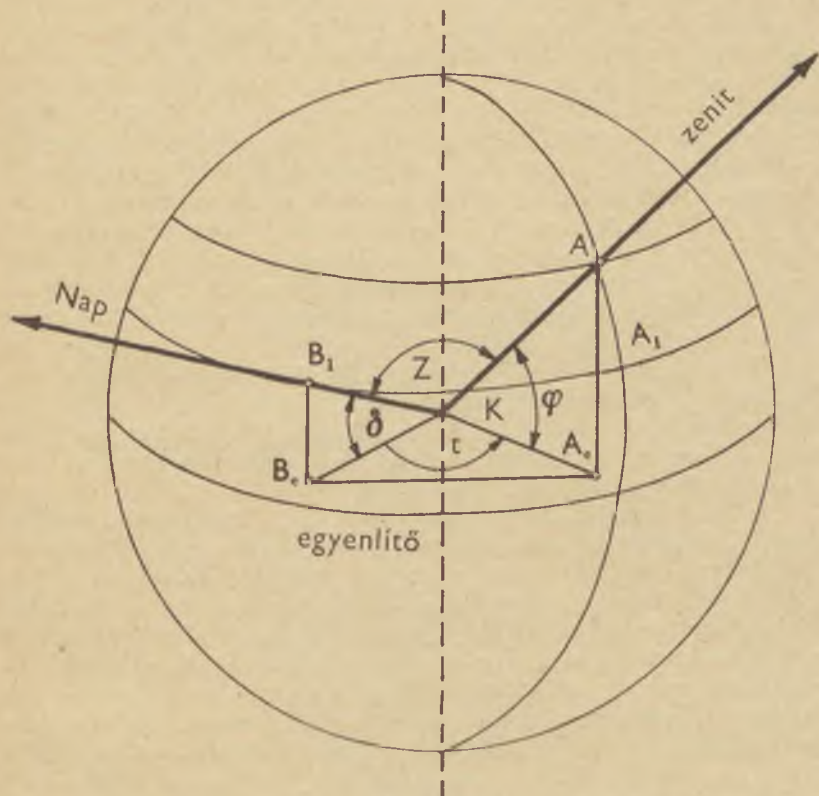
A feladat geometriai szerkesztés és szögmérés útján könnyen megoldható. A szóban forgó szögek és a szerkesztéshez felhasználandó pontok elhelyezkedését a gömb alakú Földön az 52. ábrával szemléltethetjük. (A  $t$  szög fokokban kifejezett számértéke az órákban megadott  $t$  adat 15-szöröse,  $t^\circ = 15 t^h$ , a  $360^\circ = 24^h$  összefüggésnek megfelelően.)

Az  $A$  pont legyen a  $\varphi$  északi szélesség egy helye. A Föld középpontját  $K$ -val jelöltük. Az  $A$ -ból az egyenlítő síkjára bocsátott merőleges az egyenlítő síkját az  $A_e$  pontban metszi. Az így kapott  $AKA_e$  derékszögű háromszögnek a  $K$ -nál levő szöge:  $\varphi$ ; a derékszög az  $A_e$  csúcsnál van.

Az ábráról is azonnal leolvasható, hogy amennyiben a Nap deklinációja  $\delta$ , akkor van mindig a  $\delta$  földrajzi szélességű helyek között egy,

<sup>16</sup> Az MTA Napfizikai Observatórium külső munkatársa.

de csak egy, amelynek éppen a zenitjében áll a Nap. Ilyen helyet jelöl ki a  $B_1$  pont az  $A$  pontbeli delelés után  $t$  órával későbbi időpontra vonatkozólag. A  $B_1$ -ből az egyenlítő síkjára bocsátott merőlegesnek az egyenlítő síkjával való metszéspontját jelöltük  $B_e$ -vel. A  $B_1KB_e$  derékszögű háromszögnek a  $K$ -nál levő szöge:  $\delta$ ; a derékszög a  $B_e$  csúcsnál van.



52. ábra

Az egyenlítő síkjában kialakult  $A_eKB_e$  háromszögnek a  $K$ -nál levő szöge:  $t$ ; a fentiek értelmében. (A  $B_1$  hely az  $A_1$ -hez képest pontosan nyugatra fekszik.)

A keresett  $z$  szög az  $AKB_1$  egyenlő szárú háromszög csúcssöge;  $AK = KB_1$ . Tehát, ha a Föld sugarának hosszúságát képviselő és tetszés szerinti nagyságúnak választható  $AK$  és  $KB_1$  egyenlő háromszögoldalakhoz sikerül az  $AB_1$  oldalt is a megfelelő léptékben felrajzolni, úgy ezzel az



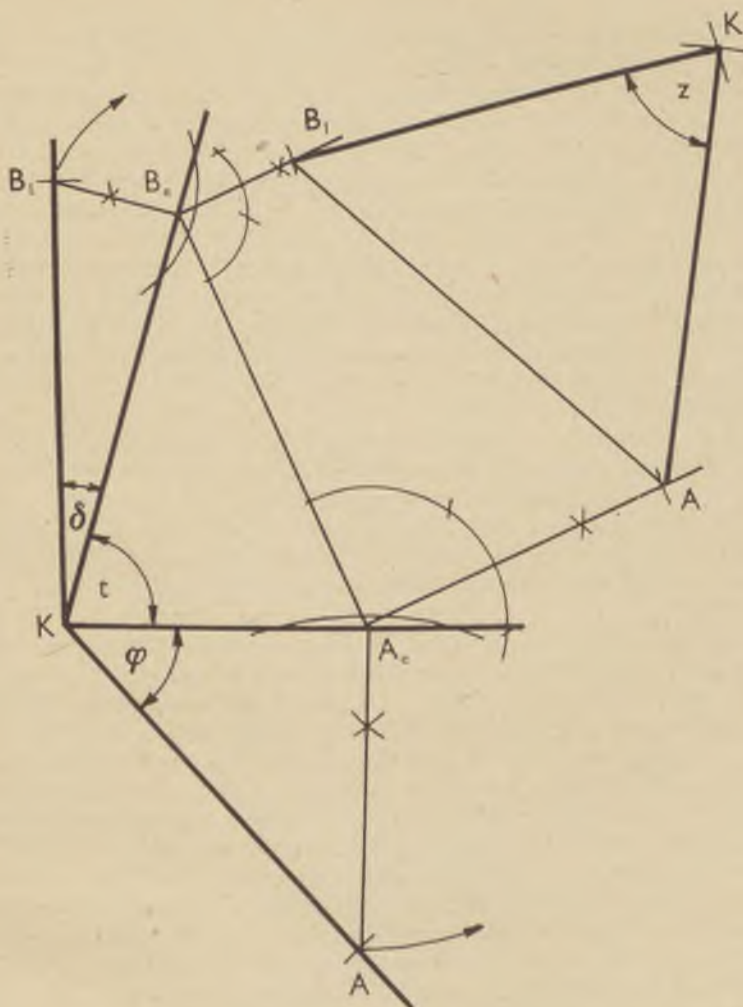
$AKB_1$  háromszöget meghatároztuk, és a feladat lényegileg megoldódott. Az  $AB_1$  háromszögoldal azonban egyben az egyszerűen megszerkesztendő  $AA_eB_eB_1$  derékszögű trapéz egyik szára.

Az előadottak nyomán a kérdéses  $z$  szög nagyságát most már az 53. ábrán bemutatható módon, a következőképpen állapíthatjuk meg. Szögmérő segítségével felrajzoljuk a  $t$  szöget és ennek csúcsából ( $K$ ) kiindulólág az egyik szára a  $\varphi$ , a másikra a  $\delta$  szöveget. A  $\varphi$  és  $\delta$  szögeknek a  $t$  szöggel nem közös szárain, a  $K$  csúcsponttól elegendő messze és egyenlő távolságokban kijelöljük az  $A$  és  $B_1$  pontokat, és mindkettőből merőlegest állítva a másik szögszárra kapjuk rendre az  $A_e$  és  $B_e$  metszési pontokat. Ha úgy tekintjük, hogy az  $A_eB_e$  egyenesszakasz derékszögű trapéz szára, akkor az ezt, ennek végpontjaiban, merőlegesen metsző egyenesekre felmérve az  $A_eA$  és  $B_eB_1$  szakaszokat, kapjuk a trapéz másik két ( $A$  és  $B_1$ ) csúcspontját. Az egyenlő szárú háromszög alapjával is tekinthető  $AB_1$  trapézsár mindkét végpontjától egyenlő,  $AK = KB_1$  távolságban fekvő  $K$  pont megszerkesztésével végül kialakult  $AKB_1$  háromszög  $AK$  és  $KB_1$  oldalai által bezárt szöveget, ha kimérjük, a keresett  $z$  szög számértékét nyerjük.

Az 53. ábrán:  $t = 5^h = 75^\circ$ ,  $\varphi = 47,5^\circ$ ,  $\delta = 17,5^\circ$ ; ezen három szög egyszerű szögmérővel, míg az egyenes szakaszoknak körzővel való felmérése útján, eredményül  $z = 68^\circ$  adódott. Az 53. ábrán (továbbá az 54. és 55. ábra esetében is) feltüntetettük a pontos szerkesztés kivitelezéséhez általában legszükségesebb segédvonalakat is.

Az 52. ábrára pillantva azonnal beláthatjuk, hogy a zenit távolságot ugyanígy állapíthatjuk meg ( $\varphi$  és  $\delta$  ismeretével) delelés előtti időpontra is, csak ilyen esetben az óraszög ( $t$ ) helyett a  $360^\circ - t$  adatot kell figyelembe venni. Akkor sem lesz más a követendő eljárás, ha mind a földrajzi szélesség, mind a Nap deklinációja déli, illetve negatív (a  $\varphi$  és  $\delta$  adatokat egyszerűen csak előjel nélkül kell tekintetbe venni). Ha  $\varphi = 0^\circ$ , vagy  $\delta = 0^\circ$ , azaz, ha a Föld egyenlítőjére, vagy az égi egyenlítő síkjában tartózkodó Napra vonatkozólag keressük a zenit távolságot, ez esetekben a viszonyok csak egyszerűsödnek („trapézünk” háromszöggé fajul); míg, ha  $\varphi = \delta = 0^\circ$  helyzet áll fenn, úgy delelés után  $z = t$ , delelés előtt  $z = 360^\circ - t$ . (Szembeszököen kiolvashatók ezek az 53. ábráról is.)

Kissé módosul azonban az ismertetett szerkesztés, ha  $\varphi$  és  $\delta$  előjele különbözik, tehát például, ha a Föld északi féltékére olyan időpontokra kell a Nap zenit távolságát meghatározni, amikor a Nap az egyenlítő síkjától délre van (más szóval őszi és téli napokról van szó). Az 1. ábra megfelelő módosításával (a  $B_1$  pontot az egyenlítő „alatt” felvéve) rögtön észrevehetővé válik, hogy ilyen esetekben az „ $AA_eB_eB_1$ ” trapéz nem derékszögű és a  $z$  szögre mérvadás  $AB_1$  szakasz annak nem szára, hanem egyik átlója, míg a trapéz alapjára a másik, az  $A_eB_e$  átló merőleges. Ezek szerint az 53. ábrabeli szerkesztésen csak annyit kell változtatni,



53. ábra

hogy az  $A_c B_c$  szakaszra merőleges  $B_c B_1$  (vagy  $A_c A$ ) egyenest  $180^\circ$ -kal el kell forgatni. És ugyanígy lehet eljárni akkor is, ha déli földrajzi szélességű helyre vonatkozóan keressük a Nap zenit távolságát  $\delta > 0^\circ$  esetén.

A feltett kétféle típusú kérdés közül az elsőt, az előadottakkal, már elég részletességgel megválaszoltuk. A következőkben felvázoljuk

még, hogy a másik — a fordított — feladat hogyan oldható meg hasonló módon, azaz szerkesztés és szögérés révén.

Most tehát azt keressük, hogy *hány órával delelés után (vagy előtt) lesz a Nap z fok zenit távolságban* a Föld valamely előre megadott helyén, az év meghatározott napján. Tehát a  $z, \varphi, \delta$  számadatokhoz tartozó  $t$  (vagy  $360^\circ - t$ ) időpontot kell megállapítani. Mivel egyrészt  $\delta$ -nak, amikor napi változása a legnagyobb, így a napéjegyenlőségekhez közeli napokban, számértéke 24 óra alatt  $\frac{1}{3}^\circ$ -nál is többel megváltozik, másrészt voltaképpen  $\delta$ -nak éppen a megállapítandó  $t$  időpontra vonatkozó értékéből szabadna csak kiindulni, ezért, ha  $1^\circ$ -nál nagyobb pontosságra törekszünk, megfelelően kiválasztott  $\delta$  adatot kell használni. Ez azonban kielégítő pontossággal mindig egyszerűen megvalósítható. A most tett megjegyzések értelemszerűen vonatkoznak az első kérdéssel kapcsolatos feladatokra is.

Jelen írásban ismertetett szerkesztéses eljárásokkal, ha (például íves rajzlappal dolgozunk, és) az  $AK = KB_1$  szakaszt elég nagyra vesszük, a  $0, 1^\circ$  pontosság már könnyen elérhető. Ilyen fokozott követelmények esetében, ha a zenit távolság nagy, mintegy  $80^\circ$ -tól kezdődőleg, feltétlenül a légköri refrakcióval is korrigálni kell az eredményül adódó, illetve a kiindulási  $z$  adatot. (Ez a korrekció maximálisan kb.  $\frac{1}{2}^\circ$ -ot tehet ki.)

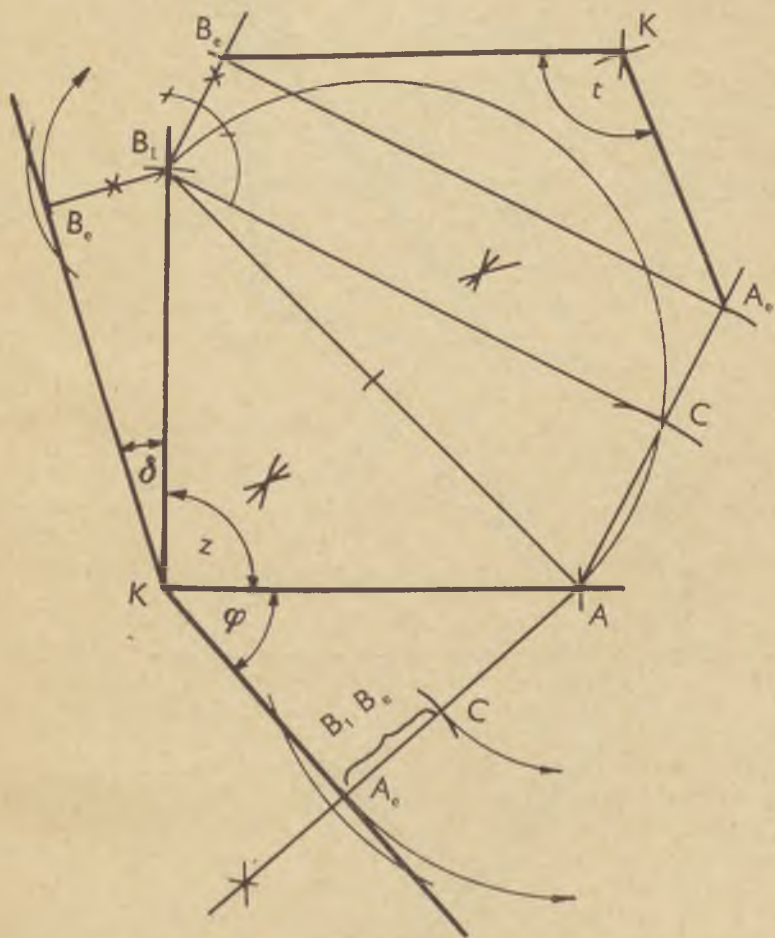
Az 54. és 55. ábrán mutatjuk be, hogy hogyan szerkeszthetjük meg a  $z$  szöghöz tartozó  $t$  szöget. Az 54. ábra arra az esetre szól, ha  $\varphi$  és  $\delta$  előjele azonos, míg, ha a  $\varphi$ -hely és a Nap közül az egyik az egyenlítő síkjától északra, a másik délre van, akkor az 55. ábra az irányadó.

A kiindulás mind az 54., mind az 55. ábra megszerkesztésénél azonos, és az 53. ábrához hasonlóan történik, azzal a különbséggel, hogy most a  $t$  szög helyébe nyilvánvalóan a  $z$  kerül és ennek szárain jelöljük ki a szög csúcsától ( $K$ ) egyenlő távolságokra az  $A$  és a  $B_1$  pontot.  $A$ -ból a  $\varphi$ ,  $B_1$ -ből a  $\delta$  szög másik szárára bocsátott merőleges talppontjával rendre az  $AKA_e$  és  $B_1KB_e$  két derékszögű háromszög befogóit határozzuk meg. Ezzel a  $t$  szög leméréséhez felrajzolendő  $A_eKB_e$  háromszög  $A_eK$  és  $B_eK$  oldalát már megkaptuk; a harmadik, az  $A_eB_e$  oldal megszerkesztésében különbözik az 53. és 54. ábra egymástól.

Az 54. ábra esetében az  $A_eB_e$  háromszögoldal azonos az  $AA_eB_eB_1$  derékszögű trapéz merőleges szárával. Az ábráról jól látható, hogy ez a trapéz hogyan szerkeszthető meg. Az  $AB_1$  trapézzsár fölé rajzolt Thalesz-körnek és  $-AA_e > B_1B_e$  esetben — az  $AC = AA_e - B_1B_e$  sugárral  $A$  körül rajzolt körnek a metszéspontját  $C$ -vel jelölve:  $CB_1 = A_eB_e$ . (Tehát a gyakorlatban a trapéz felrajzolására nincs is szükség tulajdonképpen.)

Az 55. ábra esetében az  $A_eB_e$  háromszögoldal az  $A, A_e, B_e$  és  $B_1$  csúcspontok által alkotott nem derékszögű trapéz egyik — a trapéz alap-

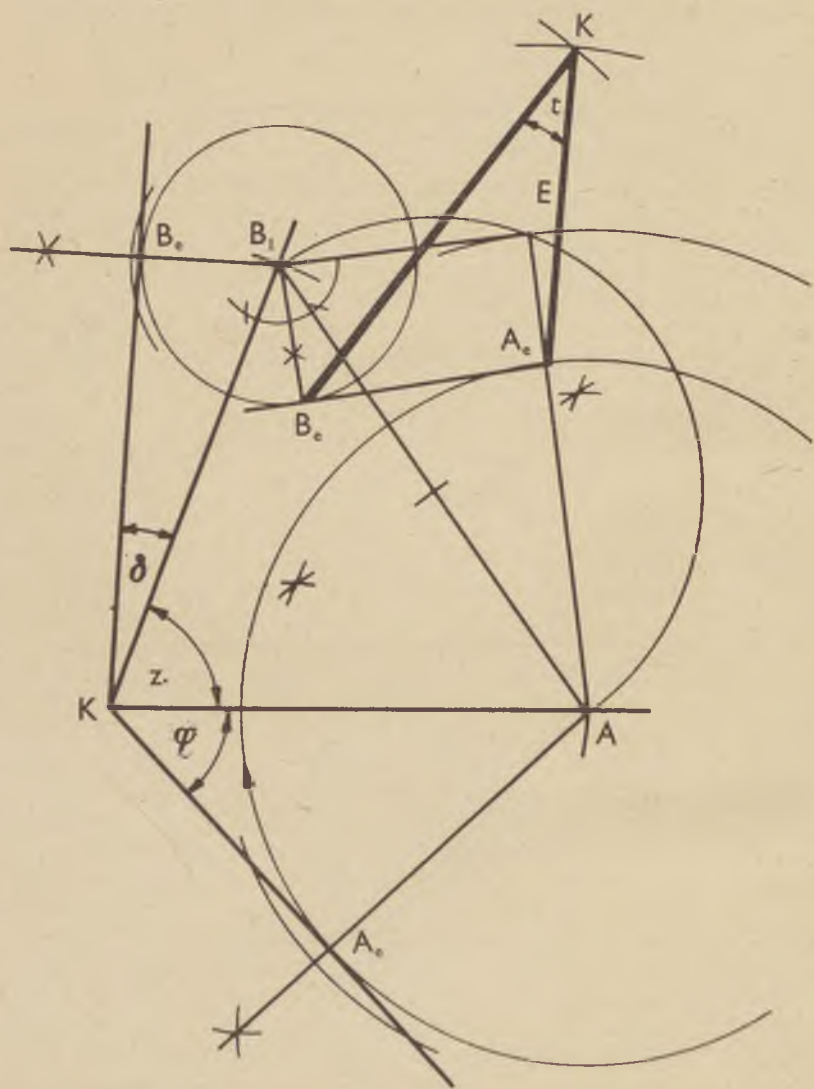
jaira merőleges — átlójával azonos. Könnyű belátni, hogy ez esetben az  $A$  és  $B_1$  pontok köré, rendre az  $AA_e$  és  $B_1B_e$  sugárral rajzolható körök egyik belső érintőjét kell megszerkeszteni, mert a két érintési



54. ábra

pont egymástól való távolsága adja meg az  $A_eB_e$  hosszát. (Ezen két kör középpontját összekötő  $AB_1$  egyenes szakasz fölé rajzolt Thalesz-kör és az  $A$  pont köré  $AA_e + B_1B_1$  sugárral rajzolt kör metszéspontját az  $A$  ponttal összekötő egyenes metszi ki a keresett  $A_e$  pontot az  $AA_e$  sugarú





55. ábra

körön. Ha ezen most említett egyeneshez párhuzamost vonunk a  $B_1$  pontból az  $A$  felé, a  $B_1B_e$  sugarú körön keletkező metszési pont adja meg a kérdéses  $A_eB_e$  távolság másik végpontját.)

Az 54. és 55. ábrán a földrajzi szélesség<sub>1</sub> és  $\delta_1$  deklináció szögének nagyságát ugyanakkorának vettük, mint az 53. ábrán. Az 55. ábra szerint  $z=75^\circ$ -hoz  $t=2,2^h$  tartozik, míg az 54. ábra azt mutatja, hogy, ha  $z=90^\circ$ , akkor  $t=7,3^h$ .

Az ismertetett — és némi gyakorlat nyomán gyorsan kivitelezhető —, egyszerű geometriai eljárás természetesen nemcsak a Nap, hanem bármely égitest esetében is alkalmazható; így például bolygók vagy üstökösök láthatósági viszonyainak, kelési-nyugvási időpontjainak a meghatározására.



## TARTALOM

### *Táblázatok, grafikonok*

A Nap és Hold kelete és fontosabb adatai .....	4
A Nap forgási tengelyének helyzete és a napkorong középpontjának héliografikus koordinátái .....	28
A holdkorong sugara 0 <sup>h</sup> világidőkor .....	29
Az öt fényes bolygó geocentrikus távolsága és fényessége .....	30
Bolygókorongok megvilágításának adatai .....	31
A Mars és Jupiter centrál-meridiánjának planetografikus hosszúsága 0 <sup>h</sup> világidőkor .....	32
A Jupiter-holdak helyzetei és jelenségei .....	34
A szabad szemmel látható bolygók koordinátái és látszó sugara 0 <sup>h</sup> világidőkor .....	42
Bolygók heliocentrikus ekliptikai koordinátái 0 <sup>h</sup> világidőkor .....	46
A fényesebb csillagok katalógusa .....	48
Fontosabb meteorrajok adatai .....	58
Meteorkráterek .....	59
10 tonnánál nagyobb meteoritek .....	59
Precesszió-táblázat .....	60
Refrakció-táblázat .....	62
Távolságok, a Naprendszerünkhöz tartozó objektumok esetén .....	64
Távolságok, a Naprendszerünkön kívüli objektumok esetén .....	65
A csillagos ég 1969-ben .....	67

### *Beszámolók*

<i>Detre László</i> : A Magyar Tudományos Akadémia Csillagvizsgáló Inté- zetének működése (1967. március 31—1968. április 1.) .....	84
<i>Dezső Loránt</i> : A Magyar Tudományos Akadémia Napfizikai Obszer- vatóriumának működése 1967-ben .....	91
<i>Róka Gedeon</i> : A TIT Csillagászati és Űrkutatási Szakosztályainak 1964— 1967 évi működése .....	96
<i>Kulin György</i> : A TIT Uránia Bemutató Csillagvizsgálóinak működéséről .....	118



Cikkek:

<i>Detre László</i> : A csillagászat legújabb eredményei .....	134
<i>ifj. Bartha Lajos</i> : Hell Miksa expedíciója és a csillagászati egység kérdése	146
<i>J. Brookes Spencer</i> : A Zeeman effektus felfedezése napfoltokban .....	165
<i>R. Howard</i> : Mágneses terek és a napciklus .....	169
<i>Abonyi Iván</i> : A szoláris szélről .....	173
<i>Marik Miklós</i> : Mágnesség a csillagászatban .....	184
<i>Érdi-Krausz György</i> : Kozmikus geodézia .....	201
<i>Róka Gedeon</i> : A mai csillagászat szerepe a tudományos világnézet kialakításában .....	216
<i>Lovas Miklós</i> : Nóvák és szupernóvák .....	229
<i>Sipos Viktor</i> : A Nap állásának meghatározása elemi geometriai úton .	250



Kiadja a Gondolat, a TIT kiadója

Felelős kiadó a Gondolat Kiadó igazgatója — Felelős szerkesztő: Róka Gedeon

Műszaki vezető: Kálmán Emil — Műszaki szerkesztő: Első János

A fedőterv Első János munkája

Megjelent 3600 példányban, 16,25 (A/5) ív terjedelemben

Ez a könyv az MSZ 5601—59 és az 5602—55 szabványok szerint készült

63.779 Egyetemi Nyomda, Budapest. Felelős vezető: Janka Gyula igazgató

