

*Csillagászati  
évkönyv  
1961*

\*

---

---

GONDOLAT



CSILLAGÁSZATI  
ÉVKÖNYV

AZ 1961. ÉVRE

SZERKESZTETTE

A TUDOMÁNYOS ISMERETTERJESZTŐ TÁRSULAT  
CSILLAGÁSZATI SZAKOSZTÁLYÁNAK VÁLASZTMÁNYA

GONDOLAT KIADÓ

Budapest, 1960



CSILLAGÁSZATI ADATOK  
AZ 1961. ÉVRE

Az I—IX. táblázatokat összeállította:

**MERSITS JÓZSEF**

kalkulátor,

MTA Napfizikai Observatórium, Debrecen

a X—XV. táblázatokat:

**IFJ. BARTHA LAJOS, FEJES IMRE, MOISZA JÁNOS,  
THALY KOPPÁNY ÉS SZÁNTÓ ANDRÁS**

Uránia Csillagvizsgáló, Budapest

Dátum	A hét napjai	Az év hányadik hete	Az 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	
1	V	1	1	7 32	11 47	16 03	16 04	6 40	☉ 0 06
2	H	2	2	7 32	11 48	16 05	16 54	7 27	
3	K		3	7 32	11 49	16 06	17 49	8 07	
4	Sz		4	7 32	11 49	16 06	18 46	8 44	
5	Cs		5	7 32	11 49	16 07	19 45	9 16	
6	P		6	7 32	11 50	16 08	20 45	9 46	
7	Sz		7	7 32	11 50	16 09	21 46	10 13	☽
8	V		8	7 31	11 50	16 10	22 49	10 39	
9	H	3	9	7 31	11 51	16 12	23 54	11 05	
10	K		10	7 30	11 51	16 13	—	11 33	☾ 4 03
11	Sz		11	7 30	11 52	16 14	1 00	12 03	
12	Cs		12	7 29	11 52	16 16	2 09	12 37	
13	P		13	7 29	11 53	16 17	3 19	13 17	
14	Sz		14	7 28	11 53	16 19	4 29	14 06	
15	V		15	7 28	11 54	16 20	5 37	15 04	
16	H	4	16	7 28	11 54	16 21	6 38	16 11	☉ 22 30
17	K		17	7 27	11 54	16 22	7 32	17 25	
18	Sz		18	7 26	11 55	16 24	8 17	18 42	
19	Cs		19	7 25	11 55	16 25	8 56	19 59	
20	P		20	7 24	11 55	16 27	9 30	21 13	
21	Sz		21	7 23	11 55	16 28	10 01	22 25	
22	V		22	7 22	11 56	16 30	10 30	23 34	
23	H	5	23	7 22	11 56	16 31	10 59	—	☽ 17 14
24	K		24	7 21	11 56	16 32	11 29	0 41	
25	Sz		25	7 20	11 56	16 34	12 01	1 44	
26	Cs		26	7 19	11 56	16 36	12 37	2 45	
27	P		27	7 17	11 57	16 37	13 17	3 43	
28	Sz		28	7 16	11 57	16 39	14 01	4 35	
29	V		29	7 16	11 57	16 40	14 50	5 24	
30	H	6	30	7 14	11 58	16 42	15 43	6 07	
31	K		31	7 13	11 58	16 43	16 40	6 45	☉ 19 47

Föld : 2-án 15<sup>h</sup>-kor napközben.  
 Hold : 3-án 14<sup>h</sup>-kor földtávolban, látszólagos sugara : 14'42'',2  
 16-án 24<sup>h</sup>-kor földközben, látszólagos sugara : 16'45'',1  
 30-án 14<sup>h</sup>-kor földtávolban, látszólagos sugara : 14'42'',1

# H Ó N A P

0h világitőkor

Julián dátum 2437...	Csillagidő ( $\lambda - 0^\circ$ -nál)	A NAP			A HOLD	
		rektasz- cenzioja	dekliná- ciója	látszó- sugara	rektasz- cenzioja	dekliná- ciója
	h m s	h m	° '	' "	h m	° '
...300,5	6 41 37,580	18 45	-23 02	16 18	5 59	+18 44
301,5	6 45 34,135	18 49	22 57	16 18	6 50	18 44
302,5	6 49 30,691	18 54	22 52	16 18	7 39	17 53
303,5	6 53 27,246	18 58	22 46	16 18	8 29	16 17
304,5	6 57 23,802	19 03	22 40	16 18	9 17	13 59
305,5	7 01 20,357	19 07	22 33	16 18	10 04	11 06
306,5	7 05 16,912	19 11	22 26	16 18	10 50	7 45
307,5	7 09 13,468	19 16	22 18	16 18	11 37	4 02
308,5	7 13 10,023	19 20	22 10	16 17	12 24	+ 0 05
309,5	7 17 06,578	19 24	22 01	16 17	13 12	- 3 57
310,5	7 21 03,134	19 29	21 52	16 17	14 01	7 55
311,5	7 24 59,689	19 33	21 43	16 17	14 54	11 38
312,5	7 28 56,244	19 37	21 33	16 17	15 49	14 50
313,5	7 32 52,800	19 42	21 23	16 17	16 48	17 15
314,5	7 36 49,355	19 46	21 12	16 17	17 50	18 36
315,5	7 40 45,911	19 50	21 01	16 17	18 54	18 39
316,5	7 44 42,466	19 55	20 50	16 17	19 58	17 22
317,5	7 48 39,021	19 59	20 38	16 17	21 01	14 50
318,5	7 52 35,577	20 03	20 26	16 17	22 01	11 19
319,5	7 56 32,132	20 07	20 13	16 17	22 59	7 10
320,5	8 00 28,687	20 12	20 00	16 17	23 53	- 2 44
321,5	8 04 25,243	20 16	19 47	16 17	0 46	+ 1 43
322,5	8 08 21,798	20 20	19 33	16 17	1 37	5 56
323,5	8 12 18,353	20 24	19 19	16 16	2 27	9 44
324,5	8 16 14,909	20 29	19 04	16 16	3 17	12 59
325,5	8 20 11,464	20 33	18 49	16 16	4 07	15 35
326,5	8 24 08,020	20 37	18 34	16 16	4 57	17 27
327,5	8 28 04,575	20 41	18 19	16 16	5 47	18 31
328,5	8 32 01,130	20 45	18 03	16 16	6 37	18 45
329,5	8 35 57,686	20 49	17 47	16 16	7 27	18 09
330,5	8 39 54,241	20 53	-17 30	16 16	8 16	+16 46

\* A greenwichi közepes csillagidő.

# I. FEBRUÁR

Dátum	A hét napjai	Az év hányadik hete	Az év hányadik napja	Közép-Európai zónaidőben					
				Budapesten					A HOLD fény-változásai
				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	(6)	32	7 12	11 58	16 44	17 38	7 19	
2	Cs		33	7 10	11 58	16 46	18 38	7 49	
3	P		34	7 09	11 59	16 48	19 39	8 18	
4	Sz		35	7 07	11 59	16 50	20 41	8 44	
5	V		36	7 06	11 59	16 51	21 45	9 10	
6	H	7	37	7 05	11 59	16 53	22 49	9 37	
7	K		38	7 04	11 59	16 54	23 55	10 05	
8	Sz		39	7 02	11 59	16 55	—	10 36	☾ 17 50
9	Cs		40	7 00	11 59	16 57	1 03	11 12	
10	P		41	6 59	11 59	16 59	2 10	11 55	
11	Sz		42	6 57	11 59	17 01	3 17	12 46	
12	V		43	6 56	11 59	17 02	4 19	13 47	
13	H	8	44	6 55	11 59	17 04	5 16	14 56	
14	K		45	6 53	11 59	17 06	6 05	16 11	
15	Sz		46	6 51	11 59	17 07	6 47	17 29	☉ 09 11
16	Cs		47	6 49	11 59	17 08	7 24	18 46	
17	P		48	6 47	11 59	17 10	7 58	20 02	
18	Sz		49	6 45	11 59	17 12	8 29	21 15	
19	V		50	6 44	11 59	17 13	8 59	22 25	
20	H	9	51	6 43	11 59	17 14	9 29	23 32	
21	K		52	6 41	11 58	17 16	10 02	—	
22	Sz		53	6 39	11 58	17 17	10 37	0 35	☉ 09 35
23	Cs		54	6 37	11 58	17 19	11 16	1 35	
24	P		55	6 36	11 58	17 21	11 58	2 30	
25	Sz		56	6 34	11 57	17 22	12 46	3 20	
26	V		57	6 32	11 57	17 23	13 37	4 05	
27	H	10	58	6 30	11 57	17 24	14 32	4 45	
28	K		59	6 28	11 57	17 26	15 30	5 20	

Hold :           14-én                   12<sup>h</sup>-kor földközélen, látszólagos sugara : 16'40'',8  
                   26-án                   22<sup>h</sup>-kor földtávolban, látszólagos sugara : 14'44'',2



# HÓNAP

0h világidőkor						
Julián dátum 2437...	Csillagidő ( $\lambda = 0^\circ$ -nál)	A NAP			A HOLD	
		rektasz- cenziója	dekliná- ciója	látzó- sugara	rektasz- cenziója	dekliná- ciója
	h m s	h m	° '	' "	h m	° '
..331,5	8 44 50,796	20 57	—17 13	16 15	9 05	+14 40
332,5	8 48 47,352	21 02	16 56	16 15	9 52	11 57
333,5	8 52 43,907	21 06	16 39	16 15	10 39	8 42
334,5	8 56 40,462	21 10	16 21	16 15	11 26	5 05
335,5	8 59 37,018	21 14	16 03	16 15	12 12	+ 1 12
336,5	9 03 33,573	21 18	15 45	16 15	12 59	— 2 46
337,5	9 07 30,129	21 22	15 27	16 15	13 48	6 43
338,5	9 11 26,684	21 26	15 08	16 14	14 38	10 25
339,5	9 15 23,239	21 30	14 49	16 14	15 31	13 43
340,5	9 19 19,795	21 34	14 30	16 14	16 26	16 21
341,5	9 23 16,350	21 38	14 10	16 14	17 25	18 06
342,5	9 27 12,905	21 42	13 50	16 14	18 26	18 43
343,5	9 31 09,461	21 45	13 30	16 13	19 29	18 05
344,5	9 35 06,016	21 49	13 10	16 13	20 31	16 10
345,5	9 39 02,571	21 53	12 50	16 13	21 33	13 07
346,5	9 42 59,127	21 57	12 29	16 13	22 32	9 12
347,5	9 46 55,682	22 01	12 08	16 13	23 30	4 46
348,5	9 50 52,238	22 05	11 47	16 12	0 25	— 0 11
349,5	9 54 48,793	22 09	11 26	16 12	1 18	+ 4 17
350 5	9 58 45,348	22 13	11 05	16 12	2 10	8 23
351,5	10 02 41,904	22 16	10 43	16 12	3 01	11 56
352,5	10 06 38,459	22 20	10 21	16 12	3 52	14 49
353,5	10 10 35,014	22 24	9 59	16 11	4 43	16 56
354,5	10 14 31,570	22 28	9 37	16 11	5 33	18 14
355,5	10 18 28,125	22 32	9 15	16 11	6 23	18 42
356,5	10 22 24,680	22 35	8 53	16 11	7 13	18 21
357,5	10 26 21,236	22 39	8 31	16 10	8 03	17 11
358,5	10 30 17,791	22 43	— 8 08	16 10	8 51	+15 17

# I. MÁRCIUS

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

Tavaszi kezdete :

II.öld :

14-én

26-án

20-án 21<sup>h</sup>32<sup>m</sup>-kor

19<sup>h</sup>-kor földközélpben, látszólagos sugara : 16'28'',8

16<sup>h</sup>-kor földtávolban, látszólagos sugara : 14'45'',4

# HÓNAP

0 <sup>h</sup> világidőkor						
Julián dátum 2437...	Csillagidő ( $\lambda = 0^{\circ}$ -nál)	A NAP			A HOLD	
		rektasz- cenziója	dekliná- ciója	látszó- sugara	rektasz- cenziója	dekliná- ciója
	h m s	h m	° ′	′ ″	h m	° ′
359,5	10 34 14,347	22 47	— 7 45	16 10	9 39	+ 12 43
360,5	10 38 10,902	22 51	7 22	16 10	10 27	9 36
361,5	10 42 07,457	22 54	7 00	16 10	11 14	6 02
362,5	10 46 04,013	22 58	6 37	16 09	12 01	+ 2 11
363,5	10 50 00,568	23 02	6 13	16 09	12 48	— 1 49
364,5	10 54 57,123	23 05	5 50	16 09	13 36	5 48
365,5	10 58 53,679	23 09	5 27	16 09	14 26	9 35
366,5	11 02 50,234	23 13	5 04	16 08	15 18	12 58
367,5	11 06 46,789	23 17	4 40	16 08	16 12	15 45
368,5	11 10 43,345	23 20	4 17	16 08	17 08	17 42
369,5	11 14 39,900	23 24	3 53	16 07	18 07	18 40
370,5	11 18 36,456	23 28	3 30	16 07	19 07	18 28
371,5	11 22 33,011	23 31	3 06	16 07	20 07	17 03
372,5	11 25 29,566	23 35	2 43	16 07	21 07	14 31
373,5	11 29 26,122	23 39	2 19	16 06	22 06	11 01
374,5	11 33 22,677	23 42	1 55	16 06	23 04	6 49
375,5	11 37 19,232	23 46	1 31	16 06	24 00	— 2 35
376,5	11 41 15,788	23 50	1 08	16 06	0 54	+ 2 22
377,5	11 45 12,343	23 53	0 44	16 05	1 48	6 44
378,5	11 49 08,898	23 57	— 0 20	16 05	2 41	10 38
379,5	11 53 05,454	0 01	+ 0 03	16 05	3 33	13 52
380,5	11 57 02,009	0 04	0 27	16 05	4 25	16 20
381,5	12 01 58,565	0 08	0 51	16 04	5 17	17 57
382,5	12 05 55,120	0 11	1 14	16 04	6 08	18 43
383,5	12 09 51,675	0 15	1 38	16 04	6 58	18 36
384,5	12 13 48,231	0 19	2 02	16 03	7 48	17 41
385,5	12 17 44,786	0 22	2 25	16 03	8 37	15 59
386,5	12 21 41,341	0 26	2 49	16 03	9 25	13 36
387,5	12 25 37,897	0 30	3 12	16 03	10 12	10 38
388,5	12 29 34,452	0 33	3 35	16 02	11 00	7 10
389,5	12 33 31,007	0 37	+ 3 59	16 02	11 47	+ 3 20

# I. ÁPRILIS

Dátum	A hét napjai	Az év hányadik hete	Az év hányadik napja	Közép-Európai zónaidőben					
				Budapesten					A HOLD fény-változásai
				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	(14)	91	5 24	11 49	18 13	18 32	5 44	☉ 06 48
2	V		92	5 22	11 48	18 14	19 38	6 11	
3	H	15	93	5 20	11 48	18 16	20 46	6 41	
4	K		94	5 19	11 48	18 17	21 53	7 14	
5	Sz		95	5 17	11 48	18 18	22 59	7 52	
6	Cs		96	5 14	11 47	18 20	—	8 36	
7	P		97	5 12	11 47	18 21	0 02	9 28	
8	Sz		98	5 10	11 47	18 23	1 00	10 27	☾ 11 16
9	V		99	5 08	11 46	18 24	1 51	11 33	
10	H	16	100	5 07	11 46	18 26	2 36	12 44	
11	K		101	5 05	11 46	18 27	3 15	13 57	
12	Sz		102	5 03	11 46	18 28	3 50	15 12	
13	Cs		103	5 01	11 45	18 30	4 22	16 26	
14	P		104	4 59	11 45	18 31	4 52	17 39	
15	Sz		105	4 56	11 45	18 33	5 22	18 50	☉ 06 38
16	V		106	4 54	11 44	18 34	5 54	20 00	
17	H	17	107	4 53	11 44	18 36	6 28	21 06	
18	K		108	4 51	11 44	18 37	7 04	22 08	
19	Sz		109	4 49	11 44	18 38	7 45	23 05	
20	Cs		110	4 47	11 44	18 39	8 30	23 55	
21	P		111	4 45	11 43	18 41	9 19	—	
22	Sz		112	4 43	11 43	18 43	10 12	0 40	☾ 22 50
23	V		113	4 42	11 43	18 44	11 08	1 19	
24	H	18	114	4 40	11 43	18 45	12 07	1 53	
25	K		115	4 39	11 43	18 46	13 07	2 24	
26	Sz		116	4 37	11 42	18 48	14 08	2 52	
27	Cs		117	4 35	11 42	18 49	15 12	3 19	
28	P		118	4 33	11 42	18 51	16 17	3 45	
29	Sz		119	4 32	11 42	18 52	17 23	4 12	
30	V		120	4 30	11 42	18 53	18 32	4 41	☉ 19 41

Hold: 11-én  
23-án

09<sup>h</sup>-kor földközömben, látszólagos sugara : 16'14'',7  
11<sup>h</sup>-kor földtávolban, látszólagos sugara : 14'40'',9

# HÓNAP

0 <sup>b</sup> világdőkor						
Julian dátum 2437...	Csillagidő ( $2 = 0^{\circ}$ -nál)	A NAP			A HOLD	
		rektasz- cenziója	dekliná- ciója	látzó- sugara	rektasz- cenziója	dckliná- ciója
	h m s	h m	° ′	′ ″	h m	° ′
390,5	12 36 27,563	0 41	+ 4 22	16 02	12 35	— 0 42
391,5	12 40 24,118	0 44	4 45	16 02	13 23	4 47
392,5	12 44 20,673	0 48	5 08	16 01	14 13	8 43
393,5	12 48 17,229	0 51	5 31	16 01	15 05	12 17
394,5	12 52 13,784	0 55	5 54	16 01	15 59	15 17
395,5	12 56 10,340	0 59	6 17	16 00	16 55	17 28
396,5	13 00 06,895	1 02	6 39	16 00	17 53	18 40
397,5	13 04 03,450	1 06	7 02	16 00	18 52	18 45
398,5	13 07 60,006	1 10	7 24	16 00	19 51	17 40
399,5	13 11 56,561	1 13	7 47	15 59	20 50	15 29
400,5	13 15 53,116	1 17	8 09	15 59	21 48	12 20
401,5	13 19 49,672	1 21	8 31	15 59	22 44	8 26
402,5	13 23 46,227	1 24	8 53	15 58	23 39	— 4 03
403,5	13 27 42,782	1 28	9 14	15 58	0 33	+ 0 32
404,5	13 31 39,338	1 32	9 36	15 58	1 26	5 01
405,5	13 35 35,893	1 36	9 58	15 58	2 19	9 10
406,5	13 39 32,449	1 39	10 19	15 57	3 12	12 45
407,5	13 43 29,004	1 43	10 40	15 57	4 05	15 36
408,5	13 47 25,559	1 47	11 01	15 57	4 57	17 36
409,5	13 51 22,115	1 50	11 22	15 57	5 50	18 43
410,5	13 55 18,670	1 54	11 42	15 56	6 41	18 55
411,5	13 59 15,225	1 58	12 03	15 56	7 32	18 15
412,5	14 03 11,781	2 02	12 23	15 56	8 21	16 48
413,5	14 07 08,336	2 05	12 43	15 56	9 09	14 37
414,5	14 11 04,891	2 09	13 02	15 55	9 57	11 49
415,5	14 15 01,447	2 13	13 22	15 55	10 44	8 30
416,5	14 18 58,002	2 17	13 41	15 55	11 31	4 46
417,5	14 22 54,558	2 20	14 00	15 55	12 18	+ 0 45
418,5	14 26 51,113	2 24	14 19	15 54	13 07	— 3 23
419,5	14 30 47,668	2 28	+ 14 38	15 54	13 57	— 7 28

# I. MÁJUS

Dátum	A hét napjai	Az év hányadik hete	Az év hányadik napja	Közép-Európai zónaidőben					A HOLD fény-változása
				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	19	121	4 29	11 42	18 55	19 42	5 12	
2	K		122	4 27	11 42	18 56	20 50	5 48	
3	Sz		123	4 25	11 42	18 58	21 57	6 32	
4	Cs		124	4 23	11 42	18 59	22 57	7 22	
5	P		125	4 22	11 42	19 01	23 51	8 20	
6	Sz		126	4 20	11 42	19 02	—	9 25	
7	V		127	4 18	11 42	19 03	0 38	10 34	☾ 16 58
8	H	20	128	4 17	11 41	19 04	1 18	11 46	
9	K		129	4 16	11 41	19 06	1 53	12 58	
10	Sz		130	4 14	11 41	19 07	2 24	14 11	
11	Cs		131	4 13	11 41	19 09	2 54	15 22	
12	P		132	4 12	11 41	19 10	3 23	16 33	
13	Sz		133	4 11	11 41	19 12	3 53	17 43	
14	V		134	4 09	11 41	19 13	4 24	18 50	☉ 17 55
15	H	21	135	4 08	11 41	19 14	5 00	19 54	
16	K		136	4 06	11 41	19 15	5 38	20 54	
17	Sz		137	4 05	11 41	19 16	6 21	21 48	
18	Cs		138	4 04	11 41	19 17	7 09	22 36	
19	P		139	4 03	11 41	19 19	8 01	23 17	
20	Sz		140	4 02	11 41	19 20	8 56	23 54	
21	V		141	4 01	11 41	19 21	9 54	—	
22	H	22	142	4 00	11 41	19 22	10 53	0 25	☾ 17 19
23	K		143	3 59	11 41	19 23	11 54	0 55	
24	Sz		144	3 58	11 42	19 24	12 55	1 21	
25	Cs		145	3 56	11 42	19 26	13 59	1 47	
26	P		146	3 55	11 42	19 27	15 05	2 13	
27	Sz		147	3 55	11 42	19 28	16 12	2 40	
28	V		148	3 54	11 42	19 29	17 22	3 10	
29	H	23	149	3 54	11 42	19 30	18 32	3 44	
30	K		150	3 53	11 42	19 30	19 42	4 24	☉ 05 38
31	Sz		151	3 52	11 42	19 31	20 47	5 12	

Hold :           6-án                           13<sup>h</sup>-kor földközlemben, látszólagos sugara : 16'10'',0  
                   21-én                           6<sup>h</sup>-kor földtávolban, látszólagos sugara : 14'48'',6

# HÓNAP

0h világidőkor						
Julián dátum 2437...	Csillagidő ( $\lambda = 0^\circ$ -nál)	A NAP			A HOLD	
		rektasz- cenziója	dekliná- ciója	látszó- sugara	rektasz- cenziója	dekliná- ciója
	h m s	h m	° ′	′ ″	h m	° ′
... 420,5	14 34 44,224	2 32	+ 14 56	+ 15 54	14 49	- 11 17
421,5	14 38 40,779	2 38	15 14	15 54	15 43	14 35
422,5	14 42 37,334	2 40	15 32	15 53	16 40	17 07
423,5	14 46 33,890	2 43	15 50	15 53	17 38	18 39
424,5	14 50 30,445	2 47	16 07	15 53	18 38	19 02
425,5	14 54 27,001	2 51	16 24	15 53	19 38	18 14
426,5	14 58 23,556	2 55	16 41	15 52	20 37	16 17
427,5	15 02 20,111	2 59	16 58	15 52	21 34	13 21
428,5	15 06 16,667	3 03	17 14	15 52	22 30	9 39
429,5	15 10 12,661	3 07	17 30	15 52	23 24	5 26
430,5	15 14 09,777	3 10	17 46	15 52	0 17	- 0 57
431,5	15 18 06,333	3 14	18 01	15 51	1 09	+ 3 32
432,5	15 22 02,888	3 18	18 16	15 51	2 01	7 47
433,5	15 25 59,443	3 22	18 31	15 51	2 53	11 35
434,5	15 29 55,999	3 26	18 45	15 51	3 46	14 44
435,5	15 33 52,554	3 30	18 59	15 51	4 38	17 06
436,5	15 37 49,110	3 34	19 13	15 50	5 31	18 35
437,5	15 41 45,665	3 38	19 27	15 50	6 23	19 08
438,5	15 45 42,220	3 42	19 40	15 50	7 15	18 48
439,5	15 49 38,776	3 46	19 53	15 50	8 05	17 36
440,5	15 53 35,331	3 50	20 05	15 50	8 54	15 39
441,5	15 57 31,886	3 54	20 18	15 49	9 41	13 04
442,5	16 01 28,442	3 58	20 29	15 49	10 28	9 55
443,5	16 05 24,997	4 02	20 41	15 49	11 15	6 20
444,5	16 09 21,552	4 06	20 52	15 49	12 01	+ 2 25
445,5	16 13 18,108	4 10	21 03	15 49	12 40	- 1 41
446,5	16 17 14,663	4 14	21 13	15 49	13 38	5 50
447,5	16 21 11,219	4 18	21 23	15 48	14 29	9 49
448,5	16 25 07,774	4 22	21 33	15 48	15 23	13 25
449,5	16 29 04,329	4 26	21 42	15 48	16 19	16 21
450,5	16 33 00,885	4 30	+ 21 51	15 48	17 19	- 18 21

# I. JÚNIUS

Dátum	A hét napjai	Az év hányadik hete	Az 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	Cs	(23)	152	3 51	11 42	19 33	21 46	6 08	
2	P		153	3 50	11 42	19 34	22 37	7 12	
3	Sz		154	3 50	11 43	19 35	23 20	8 22	
4	V		155	3 49	11 43	19 35	23 57	9 36	
5	H	24	156	3 48	11 43	19 36	—	10 49	☾ 22 19
6	K		157	3 48	11 43	19 37	0 29	12 01	
7	Sz		158	3 47	11 43	19 38	0 59	13 12	
8	Cs		159	3 47	11 44	19 39	1 28	14 22	
9	P		160	3 47	11 44	19 40	1 56	15 32	
10	Sz		161	3 47	11 44	19 40	2 26	16 38	
11	V		162	3 47	11 44	19 40	2 59	17 43	
12	H	25	163	3 46	11 44	19 41	3 35	18 44	
13	K		164	3 46	11 44	19 41	4 16	19 40	☾ 06 17
14	Sz		165	3 46	11 44	19 42	5 01	20 31	
15	Cs		166	3 46	11 45	19 42	5 52	21 15	
16	P		167	3 46	11 45	19 43	6 46	21 54	
17	Sz		168	3 46	11 45	19 43	7 43	22 27	
18	V		169	3 46	11 45	19 44	8 42	22 57	
19	H	26	170	3 46	11 45	19 44	9 42	23 25	
20	K		171	3 46	11 45	19 44	10 42	23 50	
21	Sz		172	3 46	11 46	19 45	11 44	—	☽ 10 02
22	Cs		173	3 46	11 46	19 45	12 47	0 15	
23	P		174	3 47	11 46	19 45	13 52	0 41	
24	Sz		175	3 47	11 47	19 45	15 00	1 09	
25	V		176	3 47	11 47	19 45	16 10	1 39	
26	H	27	177	3 48	11 47	19 45	17 20	2 16	
27	K		178	3 48	11 47	19 45	18 28	3 00	
28	Sz		179	3 49	11 47	19 45	19 32	3 52	☾ 13 38
29	Cs		180	3 49	11 47	19 45	20 28	4 54	
30	P		181	3 50	11 48	19 45	21 16	6 04	

Nyár kezdete : 21-én 16<sup>h</sup>-30<sup>m</sup>-kor.

Hold : 2-én 4<sup>h</sup>-kor földközélen, látszólagos sugara : 16'21'',5  
 17-én 23<sup>h</sup>-kor földtávolban, látszólagos sugara : 14'44'',7  
 30-án 2<sup>h</sup>-kor földközélen, látszólagos sugara : 16'34'',3



# HÓNAP

0h világidőkor						
Julián dátum 2437. ...	Csillagidő ( $\lambda = 0^\circ$ -nál)	A NAP			A HOLD	
		rektasz- cenziója	dekliná- ciója	látzó- sugara	rektasz- cenziója	dekliná- ciója
	h m s	h m	° '	' "	h m	° '
...451,5	16 36 57,440	4 35	+21 59	15 48	18 20	-19 12
452,5	16 40 53,995	4 39	22 08	15 48	19 21	18 46
453,5	16 44 50,551	4 43	22 15	15 48	20 22	17 06
454,5	16 48 47,106	4 47	22 23	15 47	21 21	14 21
455,5	16 52 43,661	4 51	22 30	15 47	22 18	10 46
456,5	16 56 40,217	4 55	22 36	15 47	23 13	6 37
457,5	17 00 36,772	4 59	22 42	15 47	0 50	- 2 11
458,5	17 04 33,328	5 03	22 48	15 47	0 57	+ 2 18
459,5	17 08 29,883	5 07	22 54	15 47	1 48	6 36
460,5	17 12 26,438	5 12	22 59	15 47	2 39	10 30
461,5	17 16 22,994	5 16	23 03	15 47	3 30	13 51
462,5	17 20 19,549	5 20	23 07	15 46	4 22	16 29
463,5	17 24 16,104	5 24	23 11	15 46	5 15	18 16
464,5	17 28 12,660	5 28	23 14	15 46	6 07	19 09
465,5	17 32 09,215	5 32	23 17	15 46	6 59	19 08
466,5	17 36 05,770	5 37	23 20	15 46	7 49	18 14
467,5	17 40 02,326	5 41	23 22	15 46	8 39	16 32
468,5	17 43 58,881	5 45	23 24	15 46	9 27	14 09
469,5	17 47 55,437	5 49	23 25	15 46	10 14	11 11
470,5	17 51 51,992	5 53	23 26	15 46	11 00	7 46
471,5	17 55 48,547	5 57	23 26	15 46	11 46	+ 3 59
472,5	17 59 45,103	6 01	23 26	15 46	12 32	- 0 00
473,5	18 03 41,658	6 06	23 26	15 46	13 19	4 06
474,5	18 07 38,213	6 10	23 25	15 46	14 09	8 08
475,5	18 11 34,769	6 14	23 24	15 46	15 01	11 53
476,5	18 15 31,324	6 18	23 23	15 46	15 56	15 09
477,5	18 19 27,879	6 22	23 21	15 46	16 54	17 37
478,5	18 23 24,435	6 26	23 18	15 45	17 55	19 01
479,5	18 27 20,990	6 31	23 15	15 45	18 58	19 09
480,5	18 31 17,546	6 35	+23 12	15 45	20 01	-17 57

# I. JÚLIUS

Dátum	A hét napjai	Az év hányadik hete	Az 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	Sz	(27)	182	3 50	11 48	19 45	21 57	7 18	
2	V		183	3 51	11 48	19 45	22 32	8 34	
3	H	28	184	3 52	11 48	19 45	23 04	9 49	
4	K		185	3 52	11 48	19 45	23 33	11 03	
5	Sz		186	3 53	11 49	19 44	—	12 14	☾ 04 33
6	Cs		187	3 53	11 49	19 44	0 02	13 23	
7	P		188	3 54	11 49	19 43	0 31	14 31	
8	Sz		189	3 55	11 49	19 43	1 02	15 35	
9	V		190	3 55	11 49	19 42	1 36	16 36	
10	H	29	191	3 56	11 49	19 41	2 15	17 34	
11	K		192	3 57	11 49	19 41	2 58	18 26	
12	Sz		193	3 58	11 50	19 40	3 46	19 13	☾ 20 12
13	Cs		194	3 59	11 50	19 39	4 39	19 53	
14	P		195	4 01	11 50	19 38	5 35	20 26	
15	Sz		196	4 02	11 50	19 37	6 33	21 00	
16	V		197	4 03	11 50	19 37	7 33	21 28	
17	H	30	198	4 03	11 50	19 36	8 32	21 54	
18	K		199	4 04	11 50	19 35	9 33	22 19	
19	Sz		200	4 05	11 50	19 34	10 35	22 44	
20	Cs		201	4 06	11 50	19 33	11 38	23 10	
21	P		202	4 08	11 50	19 32	12 42	23 39	☾ 00 14
22	Sz		203	4 09	11 50	19 31	13 51	—	
23	V		204	4 10	11 51	19 30	14 58	0 11	
24	H	31	205	4 11	11 51	19 29	16 06	0 59	
25	K		206	4 12	11 51	19 28	17 11	1 37	
26	Sz		207	4 13	11 51	19 27	18 12	2 33	
27	Cs		208	4 14	11 51	19 26	19 05	3 39	☾ 20 51
28	P		209	4 15	11 51	19 25	19 51	4 52	
29	Sz		210	4 17	11 51	19 23	20 30	6 10	
30	V		211	4 18	11 51	19 22	21 04	7 29	
31	H	32	212	4 20	11 50	19 21	21 35	8 45	

Föld : 5-én  
 Hold : 15-én  
 28-án

21<sup>h</sup>-kor naptárvolban.  
 12<sup>h</sup>-kor földtárvolban, látszólagos sugara : 14'42'',7  
 10<sup>h</sup>-kor földköznelben, látszólagos sugara : 16'42'',5

# H Ó N A P

0h világidőkor						
Julián dátum 2437...	Csillagidő ( $\lambda = 0^\circ$ -nál)	A NAP			A HOLD	
		rektasz- cenziója	deklina- ciója	látászó- sugara	rektasz- cenziója	deklina- ciója
	h m s	h m	° ′	′ ″	h m	° ′
...481,5	18 35 14,101	6 39	+23 09	15 45	21 02	-15 31
482,5	18 39 10,656	6 43	23 04	15 45	22 02	12 06
483,5	18 43 07,212	6 47	23 00	15 45	22 58	7 59
484,5	18 47 03,767	6 51	22 55	15 45	23 53	- 3 30
485,5	18 50 60,322	6 55	22 50	15 45	0 45	+ 1 04
486,5	18 54 56,878	6 59	22 44	15 45	1 37	5 28
487,5	18 58 53,433	7 04	22 38	15 45	2 28	9 30
488,5	19 02 49,988	7 08	22 32	15 45	3 19	12 59
489,5	19 06 46,544	7 12	22 25	15 45	4 10	15 48
490,5	19 10 43,099	7 16	22 18	15 45	5 01	17 49
491,5	19 14 39,655	7 20	22 10	15 45	5 53	18 59
492,5	19 18 36,210	7 24	22 02	15 45	6 45	19 14
493,5	19 22 32,765	7 28	21 54	15 46	7 35	18 37
494,5	19 26 29,321	7 32	21 45	15 46	8 25	17 10
495,5	19 30 25,876	7 36	21 36	15 46	9 14	14 59
496,5	19 34 22,431	7 40	21 27	15 46	10 01	12 12
497,5	19 38 18,987	7 44	21 17	15 46	10 47	8 55
498,5	19 42 15,542	7 48	21 07	15 46	11 33	5 16
499,5	19 46 12,097	7 52	20 56	15 46	12 18	+ 1 23
500,5	19 50 08,653	7 56	20 45	15 46	13 05	- 2 38
501,5	19 54 05,208	8 00	20 34	15 46	13 52	6 37
502,5	19 58 01,764	8 04	20 22	15 46	14 42	10 25
503,5	20 01 58,319	8 08	20 10	15 46	15 34	13 49
504,5	20 05 54,874	8 12	19 58	15 46	16 29	16 36
505,5	20 09 51,430	8 16	19 46	15 46	17 28	18 29
506,5	20 13 47,985	8 20	19 33	15 46	18 30	19 13
507,5	20 17 44,540	8 24	19 19	15 47	19 33	18 39
508,5	20 21 41,096	8 28	19 08	15 47	20 36	16 44
509,5	20 25 37,651	8 32	18 52	15 47	21 38	13 39
510,5	20 29 34,206	8 36	18 38	15 47	22 38	9 40
511,5	20 33 30,762	8 40	+18 23	15 47	23 35	- 5 09

# I. AUGUSZTUS

Dátum	A hét napjai	Az év hányadik hete	Az év hányadik napja	Közép-Európai zónaidőben					
				Budapesten					A HOLD fény-változásai
				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	(32)	213	4 21	11 50	19 20	22 04	10 00	
2	Sz		214	4 22	11 50	19 18	22 34	11 12	
3	Cs		215	4 23	11 50	19 16	23 05	12 21	☉ 12 48
4	P		216	4 24	11 50	19 15	23 39	13 28	
5	Sz		217	4 25	11 50	19 13	—	14 30	
6	V		218	4 27	11 50	19 12	0 16	15 29	
7	H	33	219	4 29	11 50	19 11	0 57	16 23	
8	K		220	4 30	11 50	19 09	1 43	17 11	
9	Sz		221	4 31	11 49	19 07	2 34	17 53	
10	Cs		222	4 32	11 49	19 05	3 29	18 30	
11	P		223	4 33	11 49	19 04	4 26	19 03	☾ 11 36
12	Sz		224	4 35	11 49	19 02	5 25	19 32	
13	V		225	4 36	11 49	19 00	6 25	19 59	
14	H	34	226	4 38	11 48	18 58	7 25	20 24	
15	K		227	4 39	11 48	18 57	8 26	20 48	
16	Sz		228	4 40	11 48	18 56	9 28	21 14	
17	Cs		229	4 41	11 48	18 54	10 32	21 41	
18	P		230	4 43	11 48	18 52	11 36	22 11	
19	Sz		231	4 44	11 47	18 50	12 42	22 56	☽ 11 52
20	V		232	4 46	11 47	18 48	13 48	23 27	
21	H	35	233	4 47	11 47	18 47	14 53	—	
22	K		234	4 48	11 47	18 45	15 54	0 17	
23	Sz		235	4 49	11 46	18 43	16 50	1 17	
24	Cs		236	4 51	11 46	18 41	17 39	2 25	
25	P		237	4 52	11 46	18 39	18 21	3 40	
26	Sz		238	4 54	11 45	18 37	18 59	4 59	☾ 04 14
27	V		239	4 55	11 45	18 36	19 32	6 18	
28	H	36	240	4 56	11 45	18 34	20 03	7 37	
29	K		241	4 57	11 45	18 32	20 34	8 52	
30	Sz		242	4 59	11 45	18 30	21 05	10 05	
31	Cs		243	5 00	11 44	18 28	21 39	11 15	

Hold :            11-én            18<sup>h</sup>-kor földtávolban, látszólagos sugara : 14'41'',9  
                       25-én            20<sup>h</sup>-kor földközélen, látszólagos sugara : 16'43'',3

# HÓNAP

0h világidőkor						
Julián dátum 2437...	Csillagidő ( $\lambda = 0^\circ$ -nál)	A NAP			A HOLD	
		rektasz- cenziója	dekliná- ciója	látszó- sugara	rektasz- cenziója	dekliná- ciója
	h m s	h m	° '	' "	h m	° '
...512,5	20 37 27,317	8 44	+ 18 08	15 47	0 30	— 0 27
513,5	20 41 23,373	8 48	17 53	15 47	1 23	+ 4 09
514,5	20 45 20,428	8 51	17 38	15 47	2 15	8 23
515,5	20 49 16,983	8 55	17 22	15 47	3 06	12 05
516,5	20 53 13,539	8 59	17 06	15 48	3 58	15 08
517,5	20 57 10,094	9 03	16 50	15 48	4 49	17 20
518,5	21 01 06,649	9 07	16 33	15 48	5 41	18 43
519,5	21 05 03,205	9 11	16 17	15 48	6 32	19 12
520,5	21 08 59,760	9 14	16 00	15 48	7 23	18 49
521,5	21 12 56,315	9 18	15 42	15 48	8 13	17 35
522,5	21 16 52,871	9 22	15 23	15 48	9 02	15 37
523,5	21 20 49,426	9 26	15 07	15 49	9 49	12 59
524,5	21 24 45,982	9 30	14 49	15 49	10 36	9 49
525,5	21 28 42,537	9 33	14 31	15 49	11 22	6 16
526,5	21 32 39,092	9 37	14 12	15 49	12 07	+ 2 26
527,5	21 36 35,648	9 41	13 53	15 49	12 53	— 1 32
528,5	21 40 32,203	9 45	13 34	15 49	13 39	5 29
529,5	21 44 28,758	9 48	13 15	15 50	14 27	9 17
530,5	21 48 25,314	9 52	12 56	15 50	15 17	12 45
531,5	21 52 21,869	9 56	12 36	15 50	16 10	15 41
532,5	21 56 18,424	10 00	12 16	15 50	17 06	17 51
533,5	22 00 14,980	10 03	11 56	15 50	18 05	19 02
534,5	22 04 11,535	10 07	11 36	15 51	19 06	19 02
535,5	22 08 08,091	10 11	11 16	15 51	20 08	17 44
536,5	22 12 04,646	10 14	10 55	15 51	21 10	15 11
537,5	22 16 00,680	10 18	10 35	15 51	22 11	11 33
538,5	22 19 57,757	10 22	10 14	15 51	23 10	7 10
539,5	22 23 54,312	10 25	9 53	15 52	0 07	— 2 24
540,5	22 27 50,867	10 29	9 32	15 52	1 03	+ 2 25
541,5	22 31 47,423	10 33	9 10	15 52	1 57	6 57
542,5	22 35 43,978	10 36	+ 8 49	15 52	2 50	+ 10 58

# I. SZEPTEMBER

Dátum	A hét napjai	Az év hányadik hete	Az év hányadik napja	Közép-Európai zónaidőben					
				Budapest					A HOLD fényváltásai
				A NAP			A HOLD		
				kel	delel	nyug-szík	kel	nyug-szík	
h m	h m	h m	h m	h m	h m				
1	P	(36)	244	5 02	11 44	18 26	22 15	12 21	
2	Sz		245	5 03	11 44	18 24	22 56	13 22	☾ 00 06
3	V		246	5 04	11 43	18 22	23 40	14 19	
4	H	37	247	5 05	11 43	18 20	—	15 08	
5	K		248	5 07	11 43	18 18	0 30	15 53	
6	Sz		249	5 08	11 42	18 16	1 23	16 32	
7	Cs		250	5 10	11 42	18 13	2 20	17 05	
8	P		251	5 11	11 42	18 11	3 18	17 36	
9	Sz		252	5 13	11 41	18 10	4 18	18 03	
10	V		253	5 14	11 41	18 08	5 19	18 28	☉ 03 50
11	H	38	254	5 15	11 41	18 06	6 20	18 53	
12	K		255	5 16	11 40	18 04	7 22	19 18	
13	Sz		256	5 18	11 40	18 02	8 25	19 45	
14	Cs		257	5 19	11 40	17 59	9 29	20 13	
15	P		258	5 21	11 39	17 58	10 33	20 46	
16	Sz		259	5 22	11 39	17 56	11 38	21 24	
17	V		260	5 23	11 38	17 54	12 42	22 09	☽ 21 24
18	H	39	261	5 24	11 38	17 51	13 43	23 03	
19	K		262	5 26	11 37	17 49	14 39	—	
20	Sz		263	5 27	11 37	17 47	15 29	0 06	
21	Cs		264	5 29	11 37	17 45	16 13	1 15	
22	P		265	5 30	11 36	17 43	16 52	2 31	
23	Sz		266	5 31	11 36	17 41	17 26	3 49	
24	V		267	5 32	11 36	17 39	17 58	5 07	☉ 12 34
25	H	40	268	5 34	11 35	17 37	18 30	6 25	
26	K		269	5 35	11 35	17 35	19 01	7 41	
27	Sz		270	5 37	11 35	17 33	19 34	8 55	
28	Cs		271	5 38	11 35	17 31	20 11	10 05	
29	P		272	5 39	11 34	17 29	20 50	11 10	
30	Sz		273	5 40	11 34	17 27	21 34	12 11	

Ősz kezdete :

Hold :

7-6n  
23-án

23-án 7<sup>b</sup>-43<sup>m</sup>-kor.

21<sup>b</sup>-kor földtávolban, látszólagos sugara : 14'42'',5  
5<sup>b</sup>-kor földközélen, látszólagos sugara : 16'30'',4

# HÓNAP

Ch v ilágidőkor						
Julián dátum 2437...	Csillagidő ( $\lambda = 0^\circ$ -nál)	A NAP			A HOLD	
		rektasz- cenziója	dekliná- ciója	látszó- sugara	rektasz- cenziója	dekliná- ciója
	h m s	h m	° '	''	h m	° '
... 543,5	22 39 40,533	10 40	+ 8 27	15 52	3 43	+ 14 17
544,5	22 43 37,089	10 43	8 05	15 53	4 35	16 48
545,5	22 47 33,644	10 47	7 44	15 53	5 28	18 26
546,5	22 51 30,199	10 51	7 21	15 53	6 19	19 10
547,5	22 55 26,755	10 54	6 59	15 53	7 10	18 59
548,5	22 59 23,310	10 58	6 37	15 54	8 00	17 58
549,5	23 03 19,866	11 02	6 15	15 54	8 49	16 10
550,5	23 07 16,421	11 06	5 52	15 54	9 37	13 42
551,5	23 11 12,976	11 09	5 30	15 54	10 24	10 39
552,5	23 15 09,532	11 12	5 07	15 55	11 10	7 10
553,5	23 19 06,087	11 16	4 44	15 55	11 56	+ 3 22
554,5	23 23 02,642	11 20	4 21	15 55	12 42	- 0 36
555,5	23 26 59,198	11 23	3 59	15 55	13 28	4 36
556,5	23 30 55,753	11 27	3 36	15 56	14 15	8 27
557,5	23 34 52,308	11 30	3 13	15 56	15 05	12 00
558,5	23 38 48,864	11 34	2 49	15 56	15 56	15 03
559,5	23 42 45,419	11 37	2 26	15 56	16 50	17 24
560,5	23 46 41,975	11 41	2 03	15 57	17 46	18 51
561,5	23 50 38,530	11 45	1 40	15 57	18 45	19 14
562,5	23 54 35,085	11 48	1 17	15 57	19 45	18 26
563,5	23 58 31,641	11 52	0 53	15 57	20 45	16 24
564,5	0 02 28,196	11 55	0 30	15 58	21 45	13 16
565,5	0 06 24,751	11 59	+ 0 07	15 58	22 44	9 13
566,5	0 10 21,307	12 03	- 0 17	15 58	23 42	- 4 34
567,5	0 14 17,862	12 06	0 40	15 59	0 38	+ 0 19
568,5	0 18 14,417	12 10	1 04	15 59	1 34	5 06
569,5	0 22 10,973	12 13	1 27	15 59	2 29	9 29
570,5	0 26 07,528	12 17	1 50	15 59	3 23	13 13
571,5	0 30 04,084	12 21	2 14	16 00	4 17	16 08
572,5	0 33 60,639	12 24	- 2 37	16 00	5 11	+ 18 07

# I. OKTÓBER

Dátum	A hét napjai	Az év hányadik hete	Az év hányadik napja	Közép-Európai zónaidőben					A HOLD fényváltásai
				Budapestben					
				A NAP			A HOLD		
				kelet	delel	nyug-szik	kelet	nyug-szik	
1	V	(40)	274	5 42	11 34	17 25	22 23	13 04	☾ 15 10
2	H	41	275	5 43	11 33	17 23	23 16	13 51	
3	K		276	5 44	11 33	17 20	—	14 31	
4	Sz		277	5 45	11 33	17 18	0 12	15 07	
5	Cs		278	5 47	11 32	17 17	1 09	15 38	
6	P		279	5 48	11 32	17 15	2 09	16 06	
7	Sz		280	5 49	11 32	17 13	3 09	16 32	
8	V		281	5 51	11 32	17 11	4 10	16 57	
9	H	42	282	5 53	11 31	17 09	5 13	17 22	☉ 19 53
10	K		283	5 55	11 31	17 07	6 17	17 48	
11	Sz		284	5 56	11 31	17 05	7 21	18 16	
12	Cs		285	5 57	11 30	17 03	8 26	18 47	
13	P		286	5 59	11 30	17 01	9 32	19 24	
14	Sz		287	6 00	11 30	16 59	10 37	20 06	
15	V		288	6 02	11 30	16 57	11 38	20 56	
16	H	43	289	6 03	11 30	16 55	12 35	21 55	
17	K		290	6 05	11 29	16 54	13 25	23 00	☽ 05 35
18	Sz		291	6 06	11 29	16 52	14 10	—	
19	Cs		292	6 07	11 29	16 50	14 49	0 11	
20	P		293	6 09	11 29	16 48	15 23	1 26	
21	Sz		294	6 10	11 29	16 46	15 55	2 42	
22	V		295	6 12	11 29	16 44	16 26	3 59	
23	H	44	296	6 14	11 28	16 42	16 57	5 15	☉ 22 31
24	K		297	6 15	11 28	16 41	17 29	6 30	
25	Sz		298	6 16	11 28	16 39	18 03	7 43	
26	Cs		299	6 18	11 28	16 38	18 42	8 52	
27	P		300	6 19	11 28	16 36	19 25	9 56	
28	Sz		301	6 21	11 28	16 34	20 13	10 55	
29	V		302	6 23	11 28	16 32	21 05	11 45	
30	H	45	303	6 24	11 28	16 31	22 00	12 29	
31	K		304	6 25	11 28	16 30	22 58	13 07	☾ 09 50

Hold :

5-én  
21-én

9<sup>h</sup>-kor földtávolban, látszólagos sugara : 14'44'',3  
8<sup>h</sup>-kor földközélen, látszólagos sugara : 16'23'',3



# HÓNAP

0h világidőkor						
Julián dátum 2437...	Csillagidő ( $\lambda = 0^\circ$ -nál)	A NAP			A HOLD	
		rektasz- cenziója	dekliná- ciója	látzó- sugara	rektasz- cenziója	dekliná- ciója
	h m s	h m	° ′	′ ″	h m	° ′
... 573,5	0 37 57,194	12 28	— 3 00	16 00	6 04	+ 19 09
574,5	0 41 53,750	12 31	3 24	16 00	6 56	19 15
575,5	0 45 50,305	12 35	3 47	16 01	7 46	18 27
576,5	0 49 46,860	12 39	4 10	16 01	8 36	16 51
577,5	0 53 43,416	12 42	4 33	16 01	9 24	14 32
578,5	0 57 39,971	12 46	4 56	16 01	10 11	11 37
579,5	1 01 36,526	12 50	4 19	16 02	10 58	8 12
580,5	1 05 33,082	12 53	5 42	16 02	11 43	4 26
581,5	1 09 29,637	12 57	6 05	16 02	12 29	+ 0 27
582,5	1 13 26,193	13 01	6 28	16 03	13 16	— 3 28
583,5	1 17 22,748	13 04	6 51	16 03	14 04	7 36
584,5	1 21 19,303	13 08	7 13	16 03	14 53	11 19
585,5	1 25 15,859	13 11	7 36	16 03	15 44	14 33
586,5	1 29 12,414	13 15	7 58	16 04	16 37	17 06
587,5	1 33 08,969	13 19	8 21	16 04	17 33	18 47
588,5	1 37 05,525	13 23	8 43	16 04	18 30	19 26
589,5	1 41 02,080	13 27	9 05	16 05	19 29	18 57
590,5	1 45 58,635	13 20	9 27	16 05	20 27	17 18
591,5	1 48 55,191	13 34	9 49	16 05	21 25	14 34
592,5	1 52 51,746	13 38	10 10	16 05	22 23	10 54
593,5	1 56 48,302	13 42	10 32	16 06	23 19	6 32
594,5	2 00 44,857	13 45	10 53	16 06	0 15	— 1 46
595,5	2 04 41,412	13 49	11 15	16 06	1 10	+ 3 05
596,5	2 08 37,968	13 53	11 36	16 06	2 05	7 43
597,5	2 12 34,523	13 57	11 56	16 07	3 00	11 49
598,5	2 16 31,078	14 01	12 17	16 07	3 55	15 11
599,5	2 20 27,634	14 04	12 38	16 07	4 50	17 38
600,5	2 24 24,189	14 08	12 58	16 07	5 44	19 06
601,5	2 28 20,744	14 12	13 18	16 08	6 38	19 33
602,5	2 32 17,300	14 16	13 38	16 08	7 30	19 02
603,5	2 36 13,855	14 20	— 13 58	16 08	8 20	+ 17 40

# I. NOVEMBER

Dátum	A hét napjai	Az év hányadik hete	Az év hányadik napja	Közép-Európai zónaidőben					
				Budapesten					A HOLD fény-változásai
				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	(45)	305	6 27	11 28	16 28	23 58	13 40	
2	Cs		306	6 28	11 28	16 26	—	14 09	
3	P		307	6 30	11 28	16 24	0 58	14 35	
4	Sz		308	6 32	11 28	16 23	1 58	15 00	
5	V		309	6 33	11 28	16 21	3 00	15 25	
6	H	46	310	6 35	11 28	16 20	4 04	15 50	
7	K		311	6 36	11 28	16 19	5 09	16 17	
8	Sz		312	6 37	11 28	16 18	6 15	16 47	☾ 10 59
9	Cs		313	6 39	11 28	16 16	7 22	17 22	
10	P		314	6 41	11 28	16 15	8 29	18 03	
11	Sz		315	6 42	11 28	16 13	9 33	18 52	
12	V		316	6 44	11 28	16 12	10 32	19 48	
13	H	47	317	6 45	11 28	16 11	11 25	20 52	
14	K		318	6 46	11 28	16 10	12 11	22 01	
15	Sz		319	6 47	11 29	16 09	13 51	23 13	☾ 13 13
16	Cs		320	6 49	11 29	16 08	13 25	☉	
17	P		321	6 51	11 29	16 06	13 27	0 27	
18	Sz		322	6 53	11 29	16 05	14 27	1 41	
19	V		323	6 54	11 30	16 05	14 56	2 55	
20	H	48	324	6 56	11 30	16 04	15 26	4 08	
21	K		325	6 57	11 30	16 03	15 59	5 21	
22	Sz		326	6 58	11 30	16 02	16 35	6 32	☾ 10 44
23	Cs		327	6 59	11 30	16 01	17 15	7 39	
24	P		328	7 01	11 31	16 00	18 01	8 41	
25	Sz		329	7 03	11 31	15 59	18 52	9 36	
26	V		330	7 04	11 31	15 58	19 47	10 24	
27	H	49	331	7 05	11 32	15 58	20 45	11 05	
28	K		332	7 07	11 32	15 57	21 44	11 41	
29	Sz		333	7 08	11 32	15 57	22 44	12 11	
30	Cs		334	7 09	11 33	15 56	23 45	12 38	☾ 07 19

Hold :            2-án                            3<sup>h</sup>-kor földtávolban, látszólagos sugara : 14'46'',2  
                       17-én                            6<sup>h</sup>-kor földközélen, látszólagos sugara : 16'09'',8  
                       29-én                            23<sup>h</sup>-kor földtávolban, látszólagos sugara : 14'46'',7

# HÓNAP

0 <sup>h</sup> világidőkor						
Julián dátum 2437...	Csillagidő ( $\lambda = 0^{\circ}$ -nál)	A NAP			A HOLD	
		rektasz- cenzioja	deklina- ciója	látszó- sugara	rektasz- cenzioja	deklina- ciója
	h m s	h m	° ′	′ ″	h m	° ′
...604,5	2 40 10,411	14 24	-14 17	16 09	9 09	+15 32
605,5	2 44 06,966	14 28	14 36	16 09	9 57	12 46
606,5	2 48 03,521	14 32	14 55	16 09	10 43	9 29
607,5	2 51 59,349	14 36	15 14	16 09	11 29	5 48
608,5	2 55 56,632	14 40	15 32	16 09	12 15	+ 1 50
609,5	2 59 53,187	14 44	15 51	16 10	13 01	- 2 17
610,5	3 03 49,743	14 48	16 09	16 10	13 49	6 23
611,5	3 07 46,298	14 52	16 26	16 10	14 38	10 17
612,5	3 11 42,853	14 56	16 44	16 10	15 29	13 47
613,5	3 15 39,409	15 00	17 01	16 11	16 23	16 39
614,5	3 19 35,964	15 04	17 18	16 11	17 19	18 39
615,5	3 23 32,520	15 08	17 34	16 11	18 17	19 36
616,5	3 27 29,075	15 12	17 51	16 11	19 16	19 24
617,5	3 31 25,630	15 16	18 07	16 12	20 14	18 01
618,5	3 35 22,186	15 20	18 22	16 12	21 12	15 33
619,5	3 39 18,741	15 24	18 37	16 12	22 09	12 08
620,5	3 43 15,296	15 28	18 52	16 12	23 04	8 01
621,5	3 47 11,852	15 32	19 07	16 12	23 58	- 3 26
622,5	3 51 08,407	15 36	19 21	16 13	0 51	+ 1 19
623,5	3 55 04,962	15 41	19 35	16 13	1 45	6 00
624,5	3 59 01,518	15 45	19 49	16 13	2 38	10 18
625,5	4 02 58,073	15 49	20 02	16 13	3 33	14 00
626,5	4 06 54,629	15 53	20 15	16 13	4 28	16 53
627,5	4 10 51,184	15 57	20 27	16 14	5 23	18 48
628,5	4 14 47,739	16 02	20 40	16 14	6 17	19 41
629,5	4 18 44,295	16 06	20 51	16 14	7 11	19 34
630,5	4 22 40,850	16 10	21 03	16 14	8 03	18 30
631,5	4 26 37,405	16 14	21 14	16 14	8 53	16 37
632,5	4 30 33,961	16 19	21 24	16 15	9 41	14 02
633,5	4 34 30,516	16 23	-21 34	16 15	10 28	+10 54

# I. DECEMBER

Dátum	A hét napjai	Az év hányadik hete	Az év hányadik napja	Közép-Európai zónaidőben					
				Budapest					A HOLD fény-változásai
				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	(49)	335	7 10	11 33	15 56	—	13 04	
2	Sz		336	7 11	11 34	15 55	0 45	13 27	
3	V		337	7 13	11 34	15 55	1 48	13 52	
4	H	50	338	7 14	11 34	15 54	2 52	14 18	
5	K		339	7 15	11 35	15 54	3 57	14 46	
6	Sz		340	7 16	11 35	15 53	5 04	15 19	
7	Cs		341	7 18	11 36	15 53	6 13	15 58	
8	P		342	7 19	11 36	15 53	7 20	16 43	● 00 52
9	Sz		343	7 20	11 37	15 53	8 24	17 38	
10	V		344	7 21	11 37	15 53	9 21	18 46	
11	H	51	345	7 22	11 38	15 53	10 11	19 50	
12	K		346	7 22	11 38	15 53	10 53	21 02	
13	Sz		347	7 23	11 38	15 53	11 30	22 16	
14	Cs		348	7 24	11 39	15 53	12 02	23 30	☽ 21 06
15	P		349	7 25	11 39	15 53	12 32	—	
16	Sz		350	7 25	11 40	15 53	13 00	0 43	
17	V		351	7 26	11 41	15 54	13 29	1 55	
18	H	52	352	7 27	11 41	15 54	13 59	3 06	
19	K		353	7 28	11 41	15 54	14 33	4 17	
20	Sz		354	7 28	11 42	15 55	15 11	5 24	
21	Cs		355	7 29	11 42	15 55	15 53	6 28	
22	P		356	7 30	11 42	15 56	16 42	7 26	☾ 01 42
23	Sz		357	7 30	11 43	15 56	17 35	8 17	
24	V		358	7 30	11 44	15 57	18 31	9 02	
25	H	53	359	7 31	11 45	15 58	19 31	9 40	
26	K		360	7 31	11 45	15 58	20 31	10 12	
27	Sz		361	7 31	11 45	15 58	21 31	10 41	
28	Cs		362	7 31	11 46	15 59	22 32	11 07	
29	P		363	7 32	11 46	16 00	23 32	11 31	
30	Sz		364	7 32	11 47	16 01	—	11 55	☾ 04 57
31	V		365	7 32	11 47	16 02	0 35	12 19	

Tél kezdete :

Hold : 12-én  
27-én

22-én 3<sup>h</sup>20<sup>m</sup>-kor.

1<sup>b</sup>-kor földközélen, látászólagos sugara : 16'13'',3  
20<sup>b</sup>-kor földtávolban, látászólagos sugara : 14'45'',6

# HÓNAP

0 <sup>b</sup> világidőkor						
Julian dátum 2437...	Csillagidő ( $\lambda = 0^\circ$ -nál)	A NAP			A HOLD	
		rektasz- cenzíója	dekliná- ciója	látszó- sugara	rektasz- cenzíója	dekliná- ciója
	h m s	h m	° ′	′ ″	h m	° ′
634,5	4 38 27,071	16 27	—21 44	16 15	11 14	+ 7 20
635,5	4 42 23,627	16 32	21 53	16 15	11 59	+ 3 27
636,5	4 46 20,182	16 36	22 02	16 15	12 45	— 0 37
637,5	4 50 16 738	16 40	22 11	16 15	13 31	4 45
638,5	4 54 13,293	16 45	22 19	16 15	14 20	8 47
639,5	4 58 09,848	16 49	22 26	16 16	15 10	12 31
640,5	5 02 06,404	16 53	22 33	16 16	16 04	15 43
641,5	5 06 02,959	16 58	22 40	16 16	17 00	18 08
642,5	5 09 59,514	17 02	22 46	16 16	17 59	19 32
643,5	5 13 56,070	17 06	22 52	16 16	18 59	19 45
644,5	5 17 52,625	17 11	22 58	16 16	19 59	18 42
645,5	5 21 49,180	17 15	23 03	16 16	20 59	16 28
646,5	5 25 45,736	17 20	23 07	16 16	21 56	13 13
647,5	5 29 42,291	17 24	23 11	16 16	22 52	9 13
648,5	5 33 38,847	17 29	23 15	16 17	23 46	4 44
649,5	5 37 35,402	17 33	23 18	16 17	0 39	— 0 02
650,5	5 41 31,957	17 37	23 20	16 17	1 31	+ 4 37
651,5	5 45 28,513	17 42	23 23	16 17	2 23	8 59
652,5	5 49 25,068	17 46	23 24	16 17	3 16	12 50
653,5	5 53 21,623	17 51	23 26	16 17	4 10	15 59
654,5	5 57 18,179	17 55	23 26	16 17	5 04	18 15
655,5	6 01 14,734	18 00	23 27	16 17	5 58	19 33
656,5	6 05 11,289	18 04	23 26	16 17	6 52	19 49
657,5	6 09 07,845	18 08	23 26	16 17	7 45	19 07
658,5	6 13 04,400	18 13	23 25	16 17	8 36	17 32
659,5	6 17 00,956	18 17	23 23	16 17	9 25	15 11
660,5	6 20 57,511	18 22	23 21	16 17	10 13	12 13
661,5	6 24 54,066	18 26	23 18	16 17	10 59	8 48
662,5	6 28 50,622	18 31	23 15	16 17	11 44	5 01
663,5	6 32 47,117	18 35	23 12	16 17	12 29	+ 1 02
664,5	6 36 43,732	18 30	—23 08	16 17	13 14	— 3 02

## II. A szabad szemmel látható bolygók koordinátái

Dátum	MERKUR			VÉNUSZ			MARS		
	Rektasz- cenziója	Dekliná- ciója	Lát- szó su- gara	Rektasz- cenziója	Dekliná- ciója	Lát- szó su- gara	Rektasz- cenziója	Dekliná- ciója	Lát- szó su- gara
1961	h m	° /	"	h m	° /	"	h m	° /	"
Jan. 1	18 33	-24 47	2,32	21 53	-14 39	9,37	6 36	+26 54	7,65
6	19 08	24 24	2,33	22 14	12 26	9,76	6 28	27 05	7,53
11	19 44	23 24	2,37	22 35	10 06	10,19	6 20	27 11	7,35
16	20 19	21 45	2,43	22 55	7 41	10,66	6 13	27 13	7,12
21	20 54	19 28	2,54	23 14	5 13	11,18	6 08	27 13	6,86
26	21 28	16 34	2,71	23 33	2 44	11,76	6 04	27 09	6,58
31	21 59	13 14	2,97	23 51	- 0 14	12,40	6 01	27 05	6,29
Febr. 5	22 23	9 49	3,36	0 08	+ 2 14	13,12	6 00	26 59	6,00
10	22 38	7 01	3,90	0 24	4 39	13,98	6 00	26 53	5,71
15	22 37	5 39	4,55	0 40	6 58	14,83	6 02	26 46	5,44
20	22 23	6 13	5,10	0 54	9 12	15,86	6 05	26 39	5,18
25	22 03	8 10	5,28	1 07	11 16	17,01	6 09	26 32	4,93
Márc. 1	21 50	9 57	5,13	1 16	12 48	18,04	6 13	26 25	4,75
6	21 44	11 38	4,77	1 25	14 32	19,46	6 19	26 17	4,53
11	21 49	12 28	4,35	1 32	15 59	21,04	6 25	26 07	4,33
16	22 01	12 27	3,97	1 37	17 06	22,76	6 33	25 56	4,15
21	22 19	11 40	3,65	1 38	17 49	24,57	6 40	25 43	3,98
26	22 41	10 14	3,38	1 35	18 02	26,36	6 49	25 29	3,82
31	23 06	8 11	3,16	1 28	17 39	27,95	6 58	25 12	3,67
Ápr. 5	23 33	5 36	2,98	1 19	16 39	29,12	7 07	24 53	3,54
10	0 02	- 2 31	2,82	1 08	15 06	29,63	7 16	24 32	3,41
15	0 32	+ 1 00	2,70	0 58	13 11	29,37	7 26	24 08	3,29
20	1 05	4 54	2,60	0 49	11 12	28,40	7 31	23 41	3,19
25	1 41	9 05	2,53	0 44	9 23	26,90	7 47	23 12	3,09
30	2 20	13 23	2,51	0 42	7 56	25,11	7 57	22 39	3,00
Máj. 5	3 01	17 29	2,55	0 44	6 56	23,24	8 08	22 04	2,91
10	3 44	21 00	2,66	0 50	6 23	21,43	8 19	21 26	2,83
15	4 26	23 34	2,85	0 58	6 17	19,75	8 30	20 45	2,76
20	5 05	25 05	3,12	1 08	6 32	18,23	8 41	20 01	2,69
25	5 39	25 38	3,46	1 20	7 06	16,87	8 52	19 14	2,62
30	6 06	25 24	3,86	1 34	7 54	15,67	9 03	18 24	2,56
Jún. 5	6 30	24 24	4,42	1 52	9 08	14,41	9 16	17 21	2,50
10	6 42	23 11	4,93	2 09	10 18	13,49	9 28	16 25	2,45
15	6 45	21 50	5,42	2 26	11 34	12,67	9 39	15 27	2,40
20	6 40	20 32	5,81	2 45	12 53	11,95	9 50	14 27	2,36
25	6 30	19 27	5,99	3 04	14 13	11,31	10 01	13 24	2,31
30	6 17	+18 48	5,87	3 24	+15 31	10,73	10 12	+12 19	2,28

és látszólagos sugara 0<sup>h</sup> világitókor

Dátum	JUPITER			SZATURNUSZ			URÁNUSZ		
	Rektasz- cenzíója	Dekliná- ciója	Lát- szó su- gara	Rektasz- cenzíója	Dekliná- ciója	Lát- szó su- gara	Rektasz- cenzíója	Látszó- sugara	Lát- szó su- gara
1961	h m	° /	"	h m	° /	"	h m	° /	"
Jan. 1	19 01	-22 47	14,91	19 25	-21 54	6,77	9 52	+13 46	1,94
6	19 06	22 40	14,91	19 27	21 49	6,77	9 51	13 49	1,95
11	19 11	22 32	14,92	19 30	21 44	6,77	9 50	13 53	1,95
16	19 16	22 24	14,94	19 32	21 39	6,77	9 50	13 56	1,96
21	19 21	22 15	14,98	19 35	21 34	6,77	9 49	14 00	1,96
26	19 26	22 06	15,03	19 37	21 29	6,78	9 48	14 04	1,97
31	19 31	21 56	15,09	19 40	21 23	6,80	9 47	14 09	1,97
Febr. 5	19 36	21 46	15,17	19 42	21 18	6,82	9 47	14 13	1,97
10	19 41	21 36	15,26	19 44	21 12	6,84	9 46	14 17	1,97
15	19 45	21 25	15,36	19 47	21 07	6,86	9 45	14 22	1,97
20	19 50	21 14	15,48	19 49	21 02	6,89	9 44	14 26	1,97
25	19 54	21 03	15,61	19 51	20 56	6,93	9 43	14 30	1,97
Márc. 1	19 57	20 54	15,73	19 53	20 52	6,95	9 43	14 31	1,97
6	20 02	20 43	15,88	19 55	20 47	6,99	9 42	14 37	1,97
11	20 06	20 32	16,05	19 57	20 42	7,04	9 41	14 41	1,96
16	20 09	20 21	16,23	19 58	20 38	7,08	9 40	14 45	1,96
21	20 13	20 10	16,43	20 00	20 34	7,13	9 40	14 48	1,95
26	20 17	20 00	16,64	20 02	20 30	7,18	9 39	14 51	1,95
31	20 20	19 50	16,86	20 03	20 26	7,24	9 39	14 53	1,94
Ápr. 5	20 23	19 41	17,09	20 04	20 23	7,29	9 38	14 55	1,93
10	20 26	19 32	17,34	20 05	20 20	7,35	9 38	14 57	1,92
15	20 28	19 24	17,60	20 06	20 18	7,41	9 37	14 58	1,92
20	20 31	19 17	17,87	20 07	20 16	7,48	9 37	14 59	1,91
25	20 33	19 10	18,15	20 07	20 15	7,54	9 37	14 59	1,90
30	20 34	19 05	18,44	20 08	20 14	7,60	9 37	14 59	1,89
Máj. 5	20 36	19 00	19,74	20 08	20 14	7,67	9 37	14 59	1,88
10	20 37	18 57	19,04	20 08	20 14	7,73	9 37	14 58	1,87
15	20 38	18 55	19,35	20 08	20 15	7,79	9 38	14 57	1,87
20	20 38	18 54	19,66	20 08	20 16	7,85	9 38	14 55	1,86
25	20 39	18 54	19,98	20 07	20 18	7,91	9 38	14 53	1,85
30	20 39	18 55	20,22	20 07	20 20	7,97	9 39	14 50	1,84
Jún. 5	20 38	18 58	20,64	20 06	20 23	8,03	9 39	14 47	1,83
10	20 37	19 02	20,93	20 05	20 26	8,08	9 40	14 43	1,82
15	20 36	19 08	21,21	20 04	20 30	8,13	9 41	14 39	1,82
20	20 35	19 14	21,47	20 03	20 34	8,17	9 42	14 35	1,81
25	20 33	19 21	21,70	20 02	20 38	8,20	9 42	14 31	1,80
30	20 31	-19 29	21,91	20 00	-20 42	8,23	9 43	14 26	1,80

## IIa. A szabad szemmel látható bolygók koordinátái

Dátum	MERKUR			VÉNUSZ			MARS		
	Rektasz- cenziója	Dekliná- ciója	Lát- szó su- gara	Rektasz- cenziója	Dekliná- ciója	Lát- szó su- gara	Rektasz- cenziója	Dekliná- ciója	Lát- szó su- gara
1961	h m	° ′	"	h m	° ′	"	h m	° ′	"
Júl. 6	6 07	+18 44	5,38	3 49	+17 01	10,11	10 26	+10 58	2,23
11	6 07	19 16	4,82	4 10	18 10	9,66	10 37	9 49	2,20
16	6 15	20 10	4,24	4 33	19 12	9,24	10 48	8 33	2,17
21	6 34	21 07	3,71	4 55	20 05	8,87	10 59	7 26	2,14
26	7 01	21 48	3,27	5 19	20 48	8,53	11 11	6 12	2,11
31	7 37	21 47	2,92	5 42	21 19	8,22	11 22	4 56	2,09
Aug. 5	8 18	20 46	2,69	6 07	21 38	7,94	11 33	3 40	2,07
10	9 00	18 41	2,54	6 31	21 43	7,68	11 45	2 23	2,05
15	9 41	15 44	2,47	6 56	21 34	7,44	11 56	+ 1 05	2,03
20	10 19	12 15	2,45	7 21	21 11	7,22	12 08	- 0 14	2,01
25	10 54	8 29	2,47	7 46	20 33	7,02	12 19	1 33	1,99
30	11 26	4 39	2,51	8 10	19 41	6,84	12 31	2 52	1,98
Szept. 5	12 01	+ 0 07	2,60	8 40	18 20	6,64	12 45	4 27	1,96
10	12 28	- 3 30	2,71	9 04	16 58	6,48	12 57	5 46	1,95
15	12 53	6 54	2,84	9 28	15 24	6,34	13 04	7 05	1,94
20	13 16	10 02	3,00	9 52	13 39	6,21	13 22	8 22	1,93
25	13 38	12 48	3,21	10 16	11 45	6,09	13 34	8 39	1,92
30	13 57	15 05	3,48	10 39	9 41	5,97	13 47	10 55	1,91
Okt. 5	14 11	16 43	3,82	11 02	7 31	5,87	14 00	12 09	1,91
10	14 18	17 25	4,24	11 25	5 14	5,77	14 13	13 21	1,90
15	14 14	16 43	4,68	11 48	2 53	5,68	14 26	14 31	1,90
20	13 59	14 13	4,99	12 11	+ 0 29	5,86	14 40	15 38	1,89
25	13 38	10 32	4,88	12 34	- 1 56	5,52	14 54	16 43	1,89
30	13 25	7 42	4,35	12 57	4 21	5,45	15 08	17 45	1,89
Nov. 5	13 32	7 17	3,63	13 24	7 13	5,38	15 25	18 55	1,89
10	13 50	8 56	3,17	13 48	9 32	5,32	15 39	19 49	1,89
15	14 15	11 28	2,86	14 12	11 46	5,27	15 54	20 38	1,89
20	14 44	14 16	2,65	14 36	13 54	5,22	16 09	21 24	1,89
25	15 14	16 59	2,50	15 00	15 52	5,17	16 25	22 04	1,89
30	15 45	19 27	2,41	15 26	17 41	5,13	16 40	22 39	1,89
Dec. 5	16 18	21 33	2,35	15 51	19 18	5,10	17 00	23 09	1,90
10	16 51	23 14	2,31	16 17	20 41	5,06	17 12	23 33	1,90
15	17 25	24 25	2,30	16 44	21 50	5,03	17 28	23 51	1,91
20	18 00	25 04	2,32	17 11	22 42	5,01	17 44	24 03	1,91
25	18 35	25 08	2,35	17 38	23 17	4,99	18 01	24 08	1,92
30	19 10	-24 36	2,42	18 05	-23 35	4,97	18 17	-24 07	1,93



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

Dátum	JUPITER			SZATURNUSZ			URÁNUSZ		
	Rektasz- cenziója	Dekliná- ciója	Lát- szó su- gara	Rektasz- cenziója	Dekliná- ciója	Lát- szó su- gara	Rektasz- cenziója	Dekliná- ciója	Lát- szó su- gara
1961	h m	° ′	"	h m	° ′	"	h m	° ′	"
Júl. 6	20 28	-19 39	22,12	19 58	-20 47	8,26	9 44	+14 20	1,79
11	20 26	19 48	22,26	19 57	20 52	8,28	9 45	14 15	1,79
16	20 24	19 58	22,36	19 55	20 57	8,28	9 47	14 09	1,78
21	20 21	20 07	22,42	19 54	21 01	8,29	9 48	14 04	1,78
26	20 18	20 17	22,44	19 52	21 06	8,28	9 49	13 58	1,78
31	20 16	20 26	22,43	19 51	21 11	8,27	9 50	13 52	1,77
Aug. 5	20 13	20 35	22,37	19 49	21 15	8,25	9 51	13 46	1,77
10	20 10	20 43	22,7	19 48	21 19	8,22	9 52	13 39	1,77
15	20 08	20 51	22,14	19 47	21 23	8,19	9 53	13 33	1,77
20	20 06	20 58	21,97	19 45	21 26	8,16	9 55	13 27	1,77
25	20 04	21 04	21,77	19 44	21 29	8,11	9 56	13 20	1,77
30	20 03	21 04	21,55	19 43	21 32	8,07	9 57	13 14	1,77
Szept. 5	20 00	21 15	21,24	19 42	21 35	8,01	9 59	13 07	1,77
10	19 59	21 18	20,97	19 42	21 37	7,95	10 00	13 00	1,78
15	19 59	21 20	20,69	19 41	21 39	7,89	10 01	12 54	1,78
20	19 20	21 21	20,39	19 41	21 40	7,83	10 02	12 49	1,78
25	19 58	21 21	20,09	19 41	21 41	7,77	10 03	12 43	1,79
30	19 58	21 21	19,78	19 41	21 41	7,71	10 04	12 37	1,79
Okt. 5	19 59	21 19	19,48	19 41	21 41	7,65	10 05	12 32	1,80
10	20 00	21 16	19,17	19 41	21 40	7,58	10 06	12 27	1,80
15	20 01	21 12	18,87	19 42	21 39	7,52	10 07	12 23	1,81
20	20 03	21 08	18,58	19 42	21 38	7,46	10 08	12 18	1,82
25	20 05	21 02	18,29	19 43	21 36	7,39	10 08	12 14	1,82
30	20 07	20 56	18,02	19 44	21 34	7,34	10 09	12 11	1,83
Nov. 5	20 10	20 46	17,70	19 46	21 30	7,27	10 10	12 07	1,84
10	20 13	20 38	17,45	19 47	21 27	7,21	10 10	12 05	1,85
15	20 16	20 28	17,21	19 48	21 24	7,16	10 11	12 03	1,86
20	20 19	20 18	16,98	19 50	21 20	7,11	10 11	12 01	1,87
25	20 22	20 06	16,77	19 52	21 15	7,06	10 11	12 00	1,88
30	20 26	19 54	16,57	19 54	21 11	7,02	10 11	11 59	1,88
Dec. 5	20 30	19 41	16,39	19 56	21 06	6,98	10 12	11 59	1,89
10	20 34	19 27	16,21	19 58	21 00	6,95	10 12	11 59	1,90
15	20 38	19 12	16,06	20 00	20 54	6,91	10 11	12 00	1,91
20	20 42	18 56	15,91	20 02	20 48	6,89	10 11	12 01	1,92
25	20 46	18 40	15,78	20 04	20 42	6,86	10 11	12 03	1,93
30	20 51	-18 22	15,67	20 07	-20 35	6,84	10 11	+12 05	1,93

**IIb. Az öt fényes bolygó távolsága a Földtől (d) és fényessége (m)  
(csillagászati egységekben, illetve magnitúdókban)**

Dátum	Merkur		Vénusz		Mars		Jupiter		Szaturnusz	
	d	m	d	m	d	m	d	m	d	m
Jan. 1	1,44	-0,7	0,90	-3,8	0,61	-1,3	6,17	-1,4	11,01	-0,7
	16	1,37	-0,9	0,79	-3,9	0,66	-0,9	6,15	-1,4	11,02
Febr. 1	1,10	-0,7	0,67	-4,1	0,75	-0,5	6,08	-1,4	10,96	-0,8
	16	0,71	-1,4	0,56	-4,2	0,87	-0,1	5,97	-1,5	10,86
Márc. 1	0,65	-1,6	0,47	-4,3	0,99	-0,3	5,84	-1,5	10,72	-0,9
	16	0,84	-0,6	0,37	-4,2	1,13	-0,6	5,66	-1,6	10,53
Ápr. 1	1,07	+0,2	0,30	-3,7	1,28	+0,9	5,44	-1,7	10,29	+0,9
	16	1,25	-0,5	0,29	-3,3	1,43	+1,1	5,21	-1,8	10,04
Máj. 1	1,33	-1,8	0,34	-4,1	1,57	+1,3	4,97	-1,9	9,79	+0,8
	16	1,15	-0,8	0,43	-4,2	1,71	+1,5	4,73	-2,0	9,55
Jún. 1	0,83	+0,7	0,55	-4,1	1,84	+1,6	4,50	-2,1	9,33	+0,6
	16	0,61	+1,9	0,67	-4,0	1,96	+1,7	4,32	-2,2	9,16
Júl. 1	0,57	+2,8	0,79	-3,9	2,06	+1,8	4,19	-2,3	9,05	+0,4
	16	0,79	+0,9	0,91	-3,7	2,16	+1,8	4,11	-2,3	9,00
Aug. 1	1,16	-0,9	1,03	-3,5	2,24	+1,9	4,10	-2,3	9,02	+0,4
	16	1,36	-1,5	1,14	-3,5	2,31	+1,9	4,16	-2,3	9,11
Szept. 1	1,31	-0,4	1,24	-3,4	2,37	+1,9	4,29	-2,2	9,25	+0,5
	16	1,17	-0,0	1,33	-3,4	2,42	+1,9	4,46	-2,2	9,46
Okt. 1	0,94	+0,3	1,41	-3,4	2,45	+1,8	4,66	-2,1	9,69	+0,7
	16	0,70	+1,5	1,48	-3,4	2,47	+1,8	4,89	-2,0	9,94
Nov. 1	0,81	+0,6	1,55	-3,4	2,48	+1,7	5,13	-1,8	10,20	+0,8
	16	1,19	-0,6	1,60	-3,4	2,48	+1,6	5,36	-1,8	10,43
Dec. 1	1,40	-0,7	1,64	-3,4	2,47	+1,6	5,56	-1,7	10,63	+0,8
	16	1,45	-0,8	1,67	-3,4	2,45	+1,5	5,73	-1,6	10,79

### IIIa. A Jupiter-holdak helyzetei

Hó- nap	Május		Június	
	A holdak a bolygó			
	nyugati oldalán	keleti oldalán	nyugati oldalán	keleti oldalán
Dá- tum	30m		1b	
1	3·	1·4 2·	·4 ·3 ·1	·2
2	3· 2·	·4	·4	1·3 2·
3	·3 ·2 1·	·4	2·	·4 ·3
4		·1 ·2 ·4	·2 1·	·4 3·
5	1·	2· 3· 4·		·1 3· ·2 ·4
6	2·	·1 3· ·4	3· 1·	2· ·4
7	·1	·2 3· 4·	3· 2·	·1 ·4
8	3·	1·4 2·	·3 ·1	·2 ·4
9	3· 2· 14·			1· 2· 4·
10	·34· 2	1·	2· 1	·3 4·
11	4· 3	·2	·2	1·4· 3·
12	4· 1·	2· 3	4·	·2 3·
13	4· 2·	·1 ·3	4· 3· 1·	2·
14	·4 1·	3·	4· 3· 2·	·1
15	·4 3·	1·2·	4· 3· 1·	
16	3·4 2· 1		·4	1· 2·
17	·3 ·2 ·4	1·	·4 2· 1	·3
18	·3	·2 ·4	·4 ·2	1· 3·
19	1·	2· 3· 4	·4	·2 3·
20	2·	·1 ·3 ·4	3· 1·	·4 2·
21	1·	3· ·4	3· 2·	·1 ·4
22	3·	1· 2· 4·	·3 1·	·4
23	3· 1· 2·	4·	·3	1· 2· 4
24	·3 ·2	1· 4·	·1 2·	·3 4·
25	·3 ·1	·2 4·	·2	1· ·3 4·
26	4· 1·	·3 2·		·2 3· 4·
27	4· 2·	·3	3· 1·	2·4·
28	4· 2· 1·	3·	3· 2·	4·
29	4·	3· 1· 2	·3 4· 2 1·	
30	·4 3· 1·	2·	4· 3	·1 ·2
31	·4 3· 2	1·		

### IIIa. A Jupiter-holdak helyzetei

Hó- nap	Július				Augusztus							
	A holdak a bolygó											
	nyugati oldalán		keleti oldalán		nyugati oldalán		keleti oldalán					
Dá- tum	22 <sup>h</sup> 30				22 <sup>h</sup> 50							
1	·4	·2	1·	·3	4·	3·	·1	2·				
2	·4	·1	·2	3·	4·	3·	·2	1·				
3	·4		1·	3·	2·	4·	·3	·2				
4	·4	3·	2·			·4	·3	1·	2·			
5	·3	·2	1·			·4	2·	·1	·3			
6	·3		·1	·4	·2		4·	21·	3·			
7	1·		2·	·3	·4		·4	·1	·2	3·		
8	2·		1·	·3	·4		·1	3·	2·	·4		
9	·1			3·	·4		3·	2·	1·	·4		
10			3·	1·	2·	4·	·3	·1		·4		
11		3·	2·	·1		4·	·3		1·	2·	·4	
12	·3	·2	1·	·4		4·	2·		·3		·4	
13	·3		·1	·2	4·		·2	1·		·3	·4	
14	1·	·4	·3	2·					·1	·2	3·	·4
15	4·	2·	·1	·3			1·		2·	·4		
16	4·	·1		3·			3·	·2	4·	1·		
17	4·		1·	3·	·2		·3	4·	·1			
18	·4	3·	·1	2·			4·	·3	1·	2·		
19	·4	3·	·2	1·			4·	2·		·3		
20	·4	3·	·1	·2			4·	·2	1·		·3	
21	·4	1·	·3	2·			·4		·1	·2	3·	
22	2·		·1	·3			·4	1·		2·		
23	1·		·4	3·			·4	3·	2·	1·		
24			·1	3·	·4		·3	·1	·4	·2		
25	3·	·1	2·	·4			·3		1·	·4	2·	
26	3·	·2	1·	·4			·12·		·3	·4		
27	·3		·2	·4			·2		·3	·4		
28	·3	1·	2·	·4					·1	·2	3·	·4
29	2·		·1	·3	4·		1·		3·	2·	·4	
30	·21·		4·	3·			3·	2·	·1	·4		
31	4·		1·	3·	·2		3	1	2	4		

### IIIa. A Jupiter-holdak helyzetei

Hó- nap	Szeptember		Október	
	A holdak a bolygó		A holdak a bolygó	
	nyugati oldalán	keleti oldalán	nyugati oldalán	keleti oldalán
Dá- túm	22 <sup>h</sup> 30		20 <sup>h</sup>	
1	3·	4· 1··2	2·	1··3 4·
2	4· 2·	·3	·1 ·2	·3 4·
3	4··2 1·	·3		1··2 3··4
4	4·	·1·2 3·		3·2· 4·
5	4· 1·	3· 2·	3··2 4·1·	
6	·4 3· 2·	·1	·3 4·	·2·1
7	4· 3··1 ·2		4· ·3 1·	2·
8	·4 ·3	1··2	4· 2·	·3·1
9	·4·1	2·	·4 ·1·2	·3
10	·2	1··4 ·3	·4	1··2 3·
11		·4 3·	·4 ·1	3·2·
12	1·	3· 2··4	·4 2·3·	1·
13	3· 2·	·1 ·4	·3 ·4	
14	3··2 1·		·3 1·	·4 2·
15	·3	1··2 4·	2·	·3·1 ·4
16	·1	2· 4·	·2·1	·3 ·4
17	·2	1· 4··3		1··2 3· ·4
18		4· 3·	·1	2· 3· 4·
19	4· 1·	3· 2·	2· 3·	1· 4·
20	4· 3· 2·	·1	3·	4·
21	4· 3· ·2 1·		·3 1·	4·2·
22	4· ·3	1··2	4·2·	·1
23	·4 ·1 ·3	2·	4··2 1·	·3
24	·4 2·	1· ·3	4·	1··2 3·
25	·4 ·1	·3	4· ·1	2·3·
26	·4	1· ·23·	·4 ·2 3·	1·
27	2·3·		·4 3··2 ·1	
28	3··2 1·	·4	·4 ·3	1· ·2
29	·3	·1·2 ·4	·4 ·3 2·	
30	1· ·3	2· ·4	·2 1·	·3
31				·2 ·1·4 3·

### IIIa. A Jupiter-holdak helyzetei

Hó- nap	November		December	
	A holdak a bolygó		A holdak a bolygó	
	nyugati oldalán	keleti oldalán	nyugati oldalán	keleti oldalán
Dátum	20 <sup>h</sup>		18 <sup>h</sup>	
1	· 1	2· 3· · 4	· 4· 2 3· 1·	
2	2· 3·	1· · 4	· 3 · 4	· 2 1·
3	3· · 2· 1		· 3 · 1	2·
4	· 3	1· · 2 · 4·	2·	1· · 4
5	· 3	2· · 4·	· 2	· 3 · 4
6	· 2 1·	· 3 4·	1·	· 2 3· 4·
7		4· · 1 3·		2· 3· 4·
8	1· 4·	2· 3·	· 2 1· 3·	4·
9	4· 2· 3·	1·	3·	· 1 4·
10	4· 3· · 2· 1		· 3 1·	2· 4·
11	4· · 3	1· · 2	· 3 2·	4· · 1
12	· 4 · 3	2·	· 2 4· · 1	· 3
13	· 4 2· 1·	· 3	4·	1· · 2 3·
14	· 4	1· · 3	4·	2· 3·
15	· 4 1·	2· 3·	4· 2· 3 1·	
16	2·	3· 1·	· 4 3·	· 1
17	3· · 2· 1	· 4	· 4· 3 1·	2·
18	· 3	1· · 2 · 4	· 4· 3 2·	1·
19	· 3	2· · 4	· 2 4· · 1	· 3
20	2· 1·	· 3 · 4·		1· · 2 3
21		· 1 · 3 4·		2· 3· · 4
22	1·	2· 3· 4·	2· 1·	3· · 4
23	2·	3· · 1 4·	3· · 2	· 1 · 4
24	3· · 2 1	4·	· 3 1·	· 2 4·
25	· 3 4·	1· · 2	· 3	2· · 1 4·
26	4· · 3 1	2·	· 2 1	· 3 · 4
27	4· 2·	1·		· 2 1· 4· 3
28	4· · 2	· 3	· 1	4 2· 3·
29	· 4 1·	· 2 3·	4· 2·	1· 3·
30	· 4	2· · 1 3·	4· 3· · 2	
31			4· 3 1	· 2

### IIIb. A Jupiter-holdak jelenségei

Május		Június							
Hónap				Hónap					
Dátum	h	m	Hold	Jelenség	Dátum	h	m	Hold	Jelenség
2	2	13	k	1	18	0	31	k	1
3	1	38	v	1	15	57	v	1	e
	2	57	v	1	2	49	v	1	e
10	1	16	k	1	19	0	09	v	1
	2	33	k	1	22	0	37	k	2
	3	32	v	1	23	1	49	k	3
11	1	55	k	3	22	37	v	2	a
	2	11	v	1	24	0	06	v	2
17	3	10	k	1	25	1	34	k	1
23	1	25	v	2	2	17	k	1	e
25	2	23	k	1	22	55	k	1	f
26	1	47	v	1	26	1	54	v	1
	2	58	v	1	23	01	v	1	e
30	1	00	k	2	27	23	25	v	4
	1	34	v	2	30	22	21	k	2
					23	31	k	2	e
Június		Július							
Hónap				Hónap					
Dátum	h	m	Hold	Jelenség	Dátum	h	m	Hold	Jelenség
2	1	25	k	1	1	1	12	v	2
	2	30	k	1	2	2	23	v	2
3	1	01	v	4	2	3	28	k	1
	2	08	v	1	3	0	49	k	1
6	1	19	k	2	22	28	k	1	e
7	0	23	v	2	23	19	v	3	a
9	1	32	v	3	4	0	14	v	1
10	0	39	k	1	0	46	v	1	e
11	1	02	v	1	1	28	v	3	e
15	2	45	v	2	22	05	v	1	m
16	1	24	v	3	5	22	29	k	4
	1	26	k	3	6	2	50	v	4
17	2	32	k	1	2	51	k	4	m
	23	41	k	1	8	0	56	k	2
					1	47	k	2	e

### IIIb. A Jupiter-holdak jelenségei

Hónap	Július				Hónap	Augusztus				
Dátum.	h	m	Hold	Jelenség	Dátum	h	m	Hold	Jelenség	
9	22	48	v	2	m	1	21 36	k	2	e
10	2	43	k	1	f		21 58	k	2	a
	23	46	k	3		2	0 27	v	2	e
	23	51	k	1	a		0 50	v	2	a
11	0	13	k	1			2 42	k	1	m
	1	12	k	3			23 51	k	1	e
	2	09	v	1		3	04	k	1	a
	2	30	v	1			0 08	v	1	e
	23	49	v	1	m		2 22	v	1	a
16	21	43	k	2	f		22 08	k	1	m
17	1	03	v	2	m		23 40	v	1	f
18	1	45	k	1		4	20 35	v	1	e
	1	57	k	1			20 50	v	1	a
	23	05	k	1	f	5	0 42	k	3	/ m
19	1	32	v	1	m	8	23 50	k	2	e
	22	32	v	1		9	0 33	k	2	
	22	40	v	1			2 41	v	2	e a
21	21	46	v	3	m	10	1 35	k	1	c
22	21	40	v	4	m		1 59	k	1	
24	0	20	k	2	f		21 48	v	2	f a
	3	18	v	2	m		22 52	k	1	m
25	22	13	v	2		11	1 34	v	1	f
	22	15	v	2			20 01	k	1	c
							20 27	k	1	a
26	0	59	k	1	m		22 19	v	1	e
	22	06	k	1			22 45	v	1	a
	22	09	k	1		12	20 03	v	1	f
27	0	24	v	1		15	21 14	v	3	e
	0	27	v	1			23 22	v	3	a
	21	45	v	1	f	16	2 05	k	2	e
28	21	25	k	3	m		23 32	v	4	a
29	1	23	v	3	f	17	20 21	k	2	m
30	23	27	k	4			0 37	k	1	m
31	0	50	k	4			21 47	k	1	c
	2	39	k	2	m		22 23	k	1	a



### IIIb. A Jupiter-holdak jelenségei

Hónap		Augusztus				Hónap		Szeptember			
Dátum	h m		Hold	Jelenség	Dátum	h m		Hold	Jelenség		
19	0 04	v	1	e	10	0 11	k	2	a		
	0 40	v	1	a		0 24	k	1	m		
	21 57	v	1	f		21 36	k	1	e		
22	21 02	k	3	e	22 38	k	1	a			
	23 47	k	3	a	22 52	k	4	f			
23	0 36	v	3	e	23 53	v	1	e			
24	22 00	k	4	m	11	0 55	v	1	a		
	22 40	k	2	m		21 40	v	2	f		
25	23 33	k	1	e	22 11	v	1	f			
26	0 18	k	1	a	12	19 24	v	1	a		
	20 22	v	2	e	16	21 20	k	3	m		
	20 49	k	1	m	17	23 26	k	1	e		
	21 52	v	2	a	18	19 03	k	2	m		
	23 52	v	1	f		20 28	k	4	e		
27	20 17	v	1	e	20 41	k	1	m			
	21 04	v	1	a	19	19 02	k	1	a		
30	0 28	k	3	e		20 11	v	1	e		
						21 19	v	1	a		
Hónap		Szeptember				20	18 55	v	2	a	
Dátum	h m		Hold	Jelenség	19 27		v	3	a		
1	1 01	k	2	m	25	21 32	k	2	m		
						22 31	k	1	m		
2	19 51	k	2	e	26	19 45	k	1	e		
	21 26	v	3	f		20 58	k	1	a		
	21 36	k	2	a		22 02	v	1	e		
	22 36	k	2	m		23 15	v	1	a		
	22 41	v	2	e		27	19 05	v	2	e	
3	0 27	v	2	a	19 52		k	3	a		
	19 47	k	1	e	20 29		v	1	f		
	20 42	k	1	a	21 30		v	2	a		
	22 05	v	1	e	21 40		v	4	f		
	23 00	v	1	a	23 28	v	3	a			
4	20 16	v	1	f	9	21 19	v	3	m		
9	21 19	v	3	f		21 49	k	3	e		
						22 12	k	2	e		

### IIIb. A Jupiter-holdak jelenségei

Hónap	Október				Hónap	November					
	Dátum	h	m	Hold		Jelenség	Dátum	h	m	Hold	Jelenség
3	21 38			k	1				v	3	a
	22 54			k	1				k	1	m
4	18 45			k	2				k	1	e
	18 45			k	3				k	1	a
	18 51			k	1	m			v	1	e
	21 15			k	2				k	2	e
	21 35			v	2				v	1	f
	22 18			v	3				k	2	a
5	22 24			v	1	f					
	18 23			v	1				v	2	f
6	19 40			v	1				v	4	a
	18 55			v	2	f			v	3	e
11	20 44			k	1	m			k	3	a
	21 17			k	2				k	1	e
12	18 00			k	1				k	1	m
	19 18			k	1				v	1	f
	20 17			v	1				v	1	e
	21 35			v	1				v	1	a
13	18 48			v	1	f			k	3	e
	21 34			v	2	f			k	1	m
15	17 54			k	3	f			v	3	f
	21 33			v	3	f			k	1	a
19	19 55			k	1				v	1	e
	21 14			k	1				v	1	a
20	18 34			k	2	m			k	2	m
	20 44			v	1	f			v	2	a
21	18 00			v	1				v	3	m
22	18 35			v	2				k	3	f
	19 40			k	4				k	1	a
	20 09			v	3	f			k	1	a
27	19 03			k	1	m			k	2	a
	21 13			k	2	m			v	2	e
28	18 37			v	1						
	19 56			v	1						
29	18 20			k	2						
	18 35			v	2						
	20 36			k	3	m					
	21 10			v	2						

### IIIb. A Jupiter-holdak jelenségei

Hónap	December			
Dátum	h	m	Hold	Jelenség
3	17	37	k	4 f
4	17	48	k	3 m
5	17	53	k	1 m
6	17	32	v	1 e
	18	32	v	1 a
7	18	38	k	2 e
9	18	38	v	2 f
11	17	10	k	4 e
13	17	15	k	1 e
14	17	37	k	1 f
15	19	45	v	3 a
22	16	52	v	1 a
	16	54	k	3 e
25	18	01	v	2 a
29	18	06	v	1 e

A IIIa. és IIIb. táblázatokban a Jupiter 1—4, azaz a négy fényes holdjára vonatkozólag a következő adatokat találjuk:

A IIIa. táblázat a fejlődésben közölt időpontra feltünteteti a Jupiter és holdjainak látszólagos, körülbelüli viszonylagos helyzetét. A bolygót a vékony középvonal jelképezi, a holdak helyzeteit a pontok. A mozgás iránya mindig a holdak megjelölésére szolgáló szám irányába esik.

A IIIb. táblázatban a k vagy v betű azt adja meg, hogy az időpont a jelenség kezdetére vagy végére vonatkozik-e. A többi betű jelentése a következő: f = fogyatkozás (a Jupiter-hold fogyatkozásban van, tehát a Jupiter árnyékkúpjába került), m = a hold a Jupiter korongja mögött (tehát nem látszik, a korong eltakarja), e = a hold a Jupiter korongja előtt (tehát a hold látszólagosan a bolygó korongján van), a = a Jupiter korongján a hold „fekete” árnyéka látható (tehát a Jupiteren napfogyatkozás van).

Az időadatok mind közép-európai zónaidőt jelentenek.

IV. A Nap forgási tengelyének helyzete és a napkorong középpontjának heliografikus koordinátái

Dátum	P	B <sub>0</sub>	L <sub>0</sub>	Dátum	P	B <sub>0</sub>	L <sub>0</sub>
	°	°	°		°	°	°
Jan. 1	+ 2,1	- 3,1	91,6	Júl. 5	- 1,0	+ 3,3	169,9
6	- 0,3	3,6	25,8	10	+ 1,3	3,9	103,7
11	2,7	4,2	319,9	15	3,5	4,2	37 5
16	5,1	4,7	254,1	20	5,7	4,8	331,4
21	7,4	5,2	188,3	25	7,9	5,3	265,2
26	9,6	5,6	122,3	30	10,0	5,7	199,1
31	11,7	6,0	56,6	Aug. 4	11,9	6,0	133,0
Febr. 5	13,8	6,3	350,8	9	13,8	6,3	66,8
10	15,6	6,6	284,9	14	15,6	6,6	0,7
15	17,4	6,9	219,1	19	17,3	6,8	294,7
20	19,0	7,0	153,2	24	18,9	7,0	228,6
25	20,5	7,2	87,4	29	20,3	7,1	162,5
Márc. 2	21,8	7,2	21,5	Szept. 3	21,6	7,2	96,5
7	23,0	7,3	315,7	8	22,7	7,3	30,4
12	24,0	7,2	249,8	13	23,7	7,2	324,4
17	24,8	7,1	183,9	18	24,6	7,2	258,4
22	25,4	7,0	118,0	23	25,3	7,0	192,4
27	26,0	6,8	52,0	28	25,8	6,8	126,4
Ápr. 1	26,2	6,5	346,1	Ok <sup>t</sup> . 3	26,2	6,6	60,4
6	26,4	6,2	280,1	8	26,3	6,3	354,5
11	26,3	5,9	214,1	13	26,3	6,0	288,5
16	26,1	5,5	148,1	18	26,1	5,6	222,6
21	25,6	5,1	82,0	23	25,8	5,2	156,6
26	25,0	4,6	16,0	28	25,2	4,7	90,7
Máj. 1	24,2	4,1	309,9	Nov. 2	24,4	4,2	24,7
6	23,3	3,6	243,8	7	23,5	3,7	318,8
11	22,1	3,1	177,7	12	22,3	3,2	252,9
16	20,8	2,5	111,6	17	21,0	2,6	187,0
21	19,3	1,9	45,5	22	19,4	2,0	121,1
26	17,7	1,3	339,3	27	17,7	1,4	55,2
31	15,9	0,8	273,1	Dec. 2	15,8	0,7	349,3
Jún. 5	14,0	- 0,1	207,0	7	13,8	+ 0,1	283,4
10	12,0	+ 0,5	140,8	12	11,7	- 0,6	217,5
15	9,9	1,1	74,6	17	9,4	1,2	151,4
20	7,7	1,7	8,4	22	7,1	1,8	85,8
25	5,5	2,2	302,2	27	4,7	2,5	19,9
30	3,3	2,8	236,1	Jan. 1	+ 2,2	- 3,0	314,0

A Nap forgási tengelyének helyzetét megadó P szöget a napkorong észak-pontjától számítjuk; keletre pozitív, nyugatra negatív előjellel. B<sub>0</sub> és L<sub>0</sub> a napkorong középpontjának heliografikus szélességét, illetve hosszúságát jelenti.

## V. A Magyarországon látható fényesebb csillagok

(A 3,50 fényrendnél fényesebb és  $-40^\circ$  deklinációnál északabbra fekvő csillagok rektaszconzió szerint rendezve.)

RA	D	m	Csillag	RA	D	m	Csillag
h m	° ′			h m	° ′		
0 5,8	+28 49	2,15	$\alpha$ And	5 5,4	- 5 9	2,92	$\beta$ Eri
0 6,5	+58 52	2,42	$\beta$ Cas	5 10,7	-16 16	3,30	$\mu$ Lep
0 10,7	+14 54	2,37	$\gamma$ Per	5 12,1	- 8 15	0,15	$\beta$ Ori
0 36,6	+30 35	3,49	$\delta$ And	5 13,0	+45 57	0,09	$\alpha$ Aur
0 37,7	+56 16	2,35 <sup>v</sup>	$\alpha$ Cas	5 21,8	- 2 26	3,44	$\eta$ Ori
0 41,1	-18 16	2,24	$\beta$ Cet	5 22,4	+ 6 18	1,64	$\gamma$ Ori
0 53,7	+60 27	2,30 <sup>v</sup>	$\gamma$ Cas	5 23,1	+28 34	1,65	$\beta$ Tau
1 6,9	+35 21	2,37	$\beta$ And	5 26,1	-20 48	2,96	$\beta$ Lep
1 22,5	+59 59	2,80	$\delta$ Cas	5 29,5	-0 20	2,46	$\delta$ Ori
1 48,8	+89 2	2,01	$\alpha$ UMi	5 30,5	-17 51	2,69	$\alpha$ Lep
1 50,8	+53 25	3,44	$\epsilon$ Cas	5 32,4	+ 9 54	3,49	$\lambda$ Ori
1 51,9	+20 34	2,72	$\beta$ Ari	5 33,0	- 5 56	2,87	$\iota$ Ori
2 0,8	+42,5	2,13	$\gamma$ And	5 33,7	- 1 14	1,70	$\epsilon$ Ori
2 4,3	+23 14	2,00	$\alpha$ Ari	5 34,7	+ 21 7	3,00	$\zeta$ Tau
2 6,6	+34 45	3,08	$\beta$ Tri	5 37,8	-34 6	2,75	$\alpha$ Col
2 59,7	+ 3 54	2,82	$\alpha$ Col	5 38,1	- 1 58	1,72	$\zeta$ Ori
3 1,2	+53 19	3,08	$\gamma$ Per	5 45,4	- 9 41	2,20	$\kappa$ Ori
3 4,9	+40 46	3,35 <sup>v</sup>	$\beta$ Per	5 49,2	-35 47	3,22	$\beta$ Col
3 20,7	+49 41	1,80	$\alpha$ Per	5 52,5	+ 7 24	0,65 <sup>v</sup>	$\alpha$ Ori
3 39,4	+47 38	3,10	$\delta$ Per	5 55,9	+44 57	1,90	$\beta$ Aur
3 44,5	+23 57	2,96	$\eta$ Tau	5 56,3	+37 13	2,71	$\delta$ Aur
3 51,0	+31 44	2,91	$\xi$ Per	6 16,9	+22 32	3,19	$\mu$ Gem
3 54,5	+39 52	2,96	$\epsilon$ Per	6 18,4	-30 2	3,10	$\zeta$ CMa
3 55,7	-13 39	3,19	$\gamma$ Eri	6 20,5	-17 56	1,97	$\beta$ CMa
4 33,0	+16 25	0,85	$\alpha$ Tau	6 34,8	+ 16 27	1,93	$\lambda$ Gem
4 47,1	+ 6 53	3,31	$\pi^3$ Ori	6 40,9	+25 11	3,18	$\epsilon$ Gem
4 53,7	+33 5	2,90	$\sigma$ Aur	6 42,5	+12 57	3,40	$\xi$ Gem
4 58,4	+43 45	3,08	$\epsilon$ Aur	6 42,9	-16 39	1,43	$\alpha$ CMa
5 3,0	+41 10	3,28	$\eta$ Aur	6 56,7	-28 54	1,78	$\epsilon$ CMa
5 3,3	-22 26	3,29	$\epsilon$ Lep	7 0,9	-23 46	3,12	$\sigma^2$ CMa

## V. A Magyarországon látható fényesebb csillagok

RA	D	m	Csillag	RA	D	m	Csillag
h m	° ′			h m	° ′		
7 6,4	-26 19	1,84	δ CMa	12 51,8	+56 14	1,78	ε UMa
7 15,4	-37 0	2,74	π Pup	12 53,7	+38 35	2,90	α CVn
7 22,1	-29 12	2,43	η CMa	12 59,5	+11 4	2,95	ε Vir
7 24,4	+ 8 23	3,09	β CMi	13 16,2	-22 54	3,33	γ Hya
7 31,4	+32 0	1,59	α Gem	13 17,8	-36 27	2,91	ι Cen
7 36,7	+ 5 21	0,37	α CMi	13 21,9	+55 11	2,17	ξ UMa
7 42,3	+28 9	1,16	β Gem	13 22,6	-10 54	1,00	α Vir
7 47,2	-24 44	3,47	ξ Pup	13 32,1	- 0,20	3,44	ζ Vir
8 1,8	-39 52	2,27	δ Pup	13 45,6	+49 34	1,87	η UMa
8 5,4	-24 10	2,88	ρ Pup	13 52,3	+18 39	2,80	η Boo
8 26,1	+60 53	3,47	ο UMa	14 3,5	-26 27	3,48	π Hya
8 44,1	+ 6 37	3,48	ε Hya	14 3,7	-36 7	2,26	δ Cen
8 52,8	+ 6 8	3,30	ζ Hya	14 13,4	+19 27	0,06	α Boo
8 55,8	+48 14	3,12	ι UMa	14 30,1	+38 32	3,00	γ Boo
9 18,0	+34 36	3,30	40 Lyn	14 42,8	+27 17	2,59	ε Boo
9 25,1	- 8 26	1,98	α Hya	14 48,1	-15 50	2,90	α Lib
9 29,5	+51 54	3,26	δ UMa	14 50,8	+74 22	2,02	β UMi
9 43,0	+24 0	3,12	ε Leo	15 1,1	-25 5	3,41	σ Lib
10 5,7	+12 13	1,36	α Leo	15 14,3	- 9 12	2,74	β Lib
10 17,2	+20 6	2,06	γ Leo	15 20,8	+72 1	3,14	γ UMi
10 19,4	+41 45	3,21	μ UMa	15 23,8	-50 8	3,47	ι Dra
10 47,2	-15 56	3,32	ν Hya	15 32,6	+26 53	2,31	α CrB
10 58,8	+56 39	2,44	β UMa	15 41,8	+ 6 35	2,75	α Ser
11 0,7	+62 1	1,80	α UMa	15 55,8	-25 58	3,00	π Ser
11 6,9	+44 46	3,15	κ UMa	15 57,4	-22 29	2,54	δ Ser
11 11,5	+20 48	2,58	δ Leo	16 2,5	-10 40	2,76	β Ser
11 11,6	+15 42	3,41	δ Leo	16 11,7	- 3 34	3,03	δ Oph
11 46,5	+14,51	2,23	β Leo	16 15,5	- 4 34	3,34	ε Oph
11 51,2	+53 58	2,54	γ UMa	16 18,1	-25 28	3,08	σ Ser
12 7,5	-22 21	3,21	ε Cor	16 23,3	+61 38	2,89	η Dra
12 13,0	+57 19	3,44	δ UMa	16 26,3	-26 19	0,98	α Ser
12 13,2	-17 16	2,78	γ Cor	16 28,1	+21 36	2,18	β Her
12 27,3	-16 14	3,11	δ Cor	16 32,8	-28 7	2,91	τ Ser
12 31,8	-23 7	2,84	β Cor	16 34,4	-10 28	2,70	ζ Oph
12 39,0	- 1 11	2,90	γ Vir	16 39,3	+31 41	3,00	ζ Her

## V. A Magyarországon látható fényesebb csillagok

RA		D	m	Csillag	RA		D	m	Csillag				
h	m	°	'		h	m	°	'					
16	46,9	-34	12	2,36	$\epsilon$	Scr	19	6,8	-21	6	3,02	$\pi$	Sgr
16	48,5	-37	58	3,25	$\mu'$	Scr	19	12,5	+67	34	3,24	$\delta$	Dra
16	55,3	+9	27	3,42	$\kappa$	Oph	19	23,0	+3	1	3,44	$\delta$	Aql
17	7,5	-15	40	2,63	$\eta$	Oph	19	28,7	+27	51	3,10	$\beta$	Cyg
17	8,6	+65	47	3,22	$\zeta$	Dra	19	43,4	+45	0	2,97	$\delta$	Cyg
17	13,0	+24	54	3,16	$\delta$	Her	19	43,9	+10	29	2,80	$\gamma$	Aql
17	13,3	+36	52	3,36	$\pi$	Her	19	48,3	+8	44	0,80	$\alpha$	Aql
17	18,9	-24	57	3,37	$\vartheta$	Oph	20	8,7	-0	58	3,37	$\vartheta$	Aql
17	27,4	-37	15	2,80	$\nu$	Scr	20	18,2	-14	56	3,25	$\beta$	Cap
17	29,3	+52	20	2,99	$\beta$	Dra	20	20,4	+40	6	2,32	$\gamma$	Cyg
17	30,2	-37	4	1,62	$\lambda$	Scr	20	39,7	+45	6	1,26	$\alpha$	Cyg
17	32,6	+12	36	2,14	$\alpha$	Oph	20	44,2	+33	47	2,64	$\epsilon$	Cyg
17	39,0	-39	0	2,51	$\kappa$	Scr	21	10,8	+30	1	3,40	$\zeta$	Cyg
17	41,0	+4	35	2,94	$\beta$	Oph	21	17,4	+62	22	2,60	$\alpha$	Cep
17	44,5	+27	45	3,48	$\mu$	Her	21	28,0	+70	20	3,32	$\beta$	Cep
17	46,5	-37	2	3,25	$G$	Scr	21	28,9	-5	48	3,07	$\beta$	Aqr
17	55,4	+51	30	2,42	$\gamma$	Dra	21	47,7	+9	39	2,54	$\epsilon$	Peg
18	2,6	-30	36	3,07	$\gamma$	Sgr	21	44,3	-16	21	2,98	$\delta$	Cap
18	14,2	-36	47	3,16	$\eta$	Sgr	21	50,9	-37	36	3,16	$\gamma$	Gru
18	17,8	-29	51	2,84	$\delta$	Sgr	22	3,2	-0	34	3,19	$\alpha$	Aqr
18	18,7	-2	55	3,42	$\eta$	Ser	22	40,7	+29	58	3,10	$\eta$	Peg
18	20,9	-34	25	1,82	$\epsilon$	Sgr	22	54,9	-29	53	1,16	$\alpha$	PsA
18	24,9	-25	27	2,94	$\lambda$	Sgr	23	1,3	+27	49	2,61	$\beta$	Peg
18	35,2	+38	44	0,04	$\alpha$	Lyr	23	2,3	+14	56	2,57	$\alpha$	Peg
18	42,5	-27	3	3,30	$\varphi$	Sgr	23	37,3	+77	21	3,42	$\gamma$	Cep
18	52,2	-26	22	2,14	$\sigma$	Sgr							
18	57,1	+32	37	3,30	$\gamma$	Lyr							
18	59,4	-29	57	2,71	$\zeta$	Sgr							
19	3,1	+13	47	3,02	$\xi$	Aql							
19	3,8	-27	45	3,42	$\tau$	Sgr							

Jelölések: RA = rektaszecenzió, D = deklináció (a pozíciók 1950,0 epochára vonatkoznak); m = vizuális látszólagos fényesség, v = változó csillag.

## VI. A Sarkcsillag zenittávolsága és azimutja Budapesten

Helyi csillagidő	z	A	A táblázat zenittávolság (z) és azimut (A) adatai 47,5° földrajzi szélességen az évi átlagértékeket adják meg. (Az év folyamán mintegy +1' eltérések fordulhatnak elő.) A Poláris nyugatra akkor van, ha azimutja negatív.
h	o ' "	o ' "	
0	41 42	+0 41	
1	41 37	-0 20	
2	41 35	-0 1	
3	41 37	0 22	
4	41 43	0 42	
5	41 52	0 59	
6	42 04	1 12	
7	42 17	1 19	
8	42 31	1 21	
9	42 45	1 18	
10	42 59	1 09	
11	43 10	0 56	
12	43 18	0 39	
13	43 23	-0 20	
14	43 25	+0 1	
15	43 23	0 22	
16	43 17	0 41	
17	43 09	0 58	
18	42 57	1 10	
19	42 44	1 19	
20	42 30	1 21	
21	42 16	1 19	
22	42 02	1 11	
23	41 51	+0 58	



### VII. A 20 legfényesebb csillag

Neve	RA	D	$l_p$	SM	m	M
Sziriusz .....	6 <sup>h</sup> 42 <sup>m</sup> 9	—16°39'	2,67	1,32	{—1,6 7,1	+ 1,3 +10,0
Canopus .....	6 22,8	—52 40	55	0,02	{—0,9	— 4,6
$\alpha$ Centauri .....	14 36,2	—60 38	1,31	3,68	{ 0,3 1,7 11	+ 4,7 + 6,1 +15,4
Vega .....	18 35,2	+38 44	8,12	0,35	{ 0,1	+ 0,5
Capella .....	5 13,0	+45 47	14	0,44	{ 0,2 10,0 13,7	— 0,5 + 9,3 +13,0
Arcturus .....	14 13,4	+19 27	11	2,29	{ 0,2	0,0
Rigel .....	5 12,1	— 8 15	199 :	0,01	{ 0,3	— 6,2
Procyon .....	7 36,7	+ 5,51	3,46	1,25	{ 0,5 10,8	+ 2,8 +13,1
Archnar .....	1 35,9	—57 29	43	0,09	{ 0,6	— 2,6
$\beta$ Centauri .....	14 00,3	—60 08	51	0,04	{ 0,9	— 3,1
Altair .....	19 48,3	+ 8 44	5,06	0,66	{ 0,9	+ 2,4
Betelgeuse .....	5 52,5	+ 7 24	199	0,03	{ (0,9)	(—5,6)
$\alpha$ Crucis .....	12 23,8	—62 49	57	0,05	{ 1,4 1,9	— 2,7 — 2,2
Aldebaran .....	4 33,0	+16 25	21	0,20	{ 1,1 13	— 0,5 +11,4
Pollux .....	7 42,3	+28 09	11	0,62	{ 1,2	+ 1,0
Spica .....	13 22,6	—10 54	49	0,05	{ 1,2	— 2,2
Antares .....	16 26,3	—26 19	52	0,03	{ 1,2 5,2	— 2,4 + 1,6
Fomalhaut .....	22 54,9	—29 53	7,0	0,37	{ 1,3	+ 2,1
Deneb .....	20 39,7	+45 06	165	0,00	{ 1,3	— 4,8
Regulus .....	10 05,7	+12 13	26	0,24	{ 1,3 7,6 13	— 0,7 + 5,6 +11,0

### VIII. A Naprendszer holdjai

Melyik bolygóhoz tartozik	Hold neve	Közepes távolság bolygótól ezer km	Sziderikus keringési idő nap óra	Keringési irány (direkt, retrográd)	Átmérője km	
Föld	Hold	384,4	27 7,7	d	3 476	
	Mars	Phobos	9,4	0 7,6	d	16
		Deimos	23,5	1 6,3	d	4
Jupiter	V	181	0 12,0	d	160	
	I Io	421,8	1 18,5	d	3 320	
	II Europa	671,4	3 13,2	d	2 880	
	III Ganymedes	1 071	7 3,7	d	4 940	
	IV Callisto	1 884	16 16,5	d	4 680	
	VI	11 500	250 15	d	120	
	VII	11 750	260	d	40	
	X	11 750	260	d	20	
	XII	21 000	625	r	20	
	XI	22 500	696	r	24	
	VIII	23 500	739	r	40	
IX	23 700	755	r	22		
Szaturnusz	Mimas	185,7	0 22,6	d	520	
	Enceladus	238,2	1 8,9	d	600	
	Tethys	294,8	1 21,3	d	1 200	
	Dione	377,7	2 17,7	d	1 300	
	Rhea	527,5	4 12,4	d	1 800	
	Titan	1 223	15 22,7	d	5 000	
	Hyperion	1 484	21 6,6	d	400	
	Iapetus	3 563	79 7,9	d	1 200	
Phoebe	12 950	550 11	r	300		
Uranusz	Miranda	130,1	1 10			
	Ariel	191,8	2 12,5		600	
	Umbriel	267,3	4 3,5		400	
	Titania	438,7	8 16,9		1 000	
	Oberon	586,6	13 11,1		800	
Neptun	Triton	353,6	5 21,1	r	4 000	
	Nereid	6000 ?	500	d	300	

VIIIa. Az 5 parsecnél közelebbi csillagok

Nevé	RA	D	$t_p$	SM	RS	m	M
$\alpha$ Centauri .....	14 <sup>h</sup> 36 <sup>m</sup> 2	—60°38'	1,31	3,68	— 25	0,3 1,7 11	4,7 6,1 15,4
„Barnard” .....	17 55,4	+ 4 33	1,84	10,30	—108	9,5	13,2
Wolf 359 .....	10 54,2	+ 7 20	2,36	4,84	+ 13	13,5	16,6
Luyten 726—8 ..	1 36,4	—18 13	2,42	3,35	+ 29	12,5	15,6
Lalande 21185...	11 0,6	+36 18	2,51	4,78	— 86	13,0 7,5	16,1 10,5
Sziriusz .....	6 42,9	—16 39	2,67	1,32	— 8	—1,6 7,1	1,3 10,0
Ross 154 .....	18 46,7	—23 53	2,85	0,67	— 4	10,6	13,3
Ross 248 .....	23 39,4	+ 43 55	3,16	1,58	— 81	12,2	14,7
$\epsilon$ Eridani .....	3 30,6	— 9 38	3,31	0,97	+ 15	3,8	6,2
Ross 128 .....	11 45,1	+ 1 7	3,34	1,40	— 13	11,1	13,5
61 Cygni.....	21 4,7	+38 30	3,40	5,22	— 64	5,6 6,3	7,9 8,6
Luyten 789—6 ..	22 35,7	—15 37	3,43	3,27	— 60	12,2	14,5
Procyon .....	7 36,7	+ 5 21	3,46	1,25	— 3	0,5 10,8	2,8 13,1
$\epsilon$ Indi .....	21 59,6	—57 00	3,49	4,67	— 40	4,7	7,0
$\Sigma$ 2398 .....	18 42,2	+59 33	3,56	2,29	+ 1	8,9 9,7	11,1 11,9
Groombridge 34 .	0 15,5	+43 44	3,59	2,91	+ 14	8,1 10,9	10,3 13,1
$\tau$ Ceti .....	1 41,7	—16 12	3,62	1,92	— 16	3,6	5,8
Lacaille 9352 ...	23 2,6	—36 9	3,65	6,87	+ 10	7,2	9,4
BD + 5°1668 ...	7 24,7	+ 5 29	3,80	2,73	+ 26	10,1	12,2
Lacaille 8760 ...	21 14,3	—39 4	3,92	3,46	+ 23	6,6	8,6
„Kapteyn” .....	5 9,7	—45 0	3,98	8,79	+242	9,2	11,2
Krüger 60 .....	22 26,3	+57 27	4,02	0,87	— 24	9,9 11,4	11,9 13,4
Ross 614 .....	6 26,8	— 2 47	4,02	0,97	+ 24	10,9	12,9
Bd—12°4523 ....	16 27,5	—12 32	4,11	1,24	— 13	10,0	11,9
„van Maanen” .	0 46,5	+ 5 10	4,23	2,98	+ 26	12,3	14,2
Wolf 424 .....	12 30,9	+ 9 18	4,47	1,87	— 5	12,6 12,6	14,3 14,3
Groombridge 1618	10 8,3	+49 42	4,51	1,45	— 27	6,8	8,5
CD—37°15492 ...	0 2,5	—37 36	4,57	6,09	+ 24	8,6	10,3
CD—46°11540 ...	17 24,9	—46 51	46,9	1,15	—	9,7	11,3
BD + 20°2465 ..	10 16,9	+20 7	4,72	0,49	+ 10	9,5	11,1
CD—44°11909 ...	17 33,5	—44 16	4,78	1,14	—	11,2	12,8

VIIIb. Az 5 parsecnél közelebbi csillagok  
(folytatás)

Neve	RA	D	$t_p$	SM	RS	m	M
CD—49°13515 ...	21h30m2	—49°13'	4,78	0,78	—	9	10,6
AOe 17415—6 ..	17 36,7	+68 23	4,84	1,31	— 17	9,1	10,7
Ross 780 .....	22 50,5	—14 31	4,84	1,12	+ 9	10,2	11,8
Lalande 25372...	13 43,2	+15 10	4,87	23,0	+ 15	8,6	10,2
CC 658 .....	11 42,7	—64 33	4,90	2,69	—	11	12,5

*Tudnivalók a VIIIa. és VIIIb. táblázatokhoz:* RA = rektaszenczió, D = deklináció (a pozíciók az 1950,0 epochára vonatkoznak);  $t_p$  = távolság parsecben, SM = évi sajátmozgás, tehát a látóvonalra merőleges évi szögeltolódás, RS = radiális sebesség, tehát a látóvonalba eső sebesség, km/secundumban, + jel távolodást, — jel közeledést jelent; m = vizuális látszólagos fényesség, M = vizuális abszolút fényesség. A kettősnek és hármasnak ismert csillagok esetében az m és M oszlopban a „komponensek” megfelelő számadatai állanak, illetve — jel, ahol a komponenset még közvetlenül nem sikerült „láttni”.

## IX. A Föld alakjára és méretére jellemző adatok

Föld- rajzi szélesség	Földrajzi és geocentrikus szélesség különbsége	P'	1"	1' (= 4 <sup>B</sup> )	1" (= 0 <sup>B</sup> 07,)
		Földrajzi szélesség- különbség méterben		Földrajzi hosszúság- különbség méterben	
90	0 0,000	1861,66	31,03	0,00	0,00
85	2 0,858	1861,52	31,02	162,25	2,70
80	3 58,009	1861,09	31,01	323,25	5,39
75	5 47,860	1860,39	31,00	481,71	8,03
70	7 27,050	1859,43	30,99	636,46	10,61
65	8 52,413	1858,27	30,97	786,30	13,10
60	10 1,772	1856,94	30,95	930,05	15,50
55	10 52,661	1855,46	30,92	1066,61	16,94
50	11 23,551	1853,88	30,90	1194,98	19,92
45	11 33,694	1852,25	30,87	1314,18	21,97
40	11 25,545	1850,63	30,84	1423,30	23,72
35	10 51,117	1849,05	30,82	1521,50	25,36
30	9 59,748	1847,57	30,79	1608,16	26,80
25	8 50,254	1846,24	30,77	1682,56	28,04
20	7 24,757	1845,10	30,75	1744,18	29,07
15	5 45,839	1844,16	30,74	1792,58	29,86
10	3 56,509	1843,48	30,73	1827,40	30,46
0	2 0,061	1843,06	30,72	1848,38	30,81
5	0 0,000	1842,90	30,71	1855,40	30,91

## X. FOGYATKOZÁSOK 1961-BEN

1961-ben négy fogyatkozás lesz : két nap- és két holdfogyatkozás. Ezek közül kettő hazánkban is látható.

### I. Teljes napfogyatkozás 1961. február 15-én.

A fogyatkozás az Atlanti-óceán keleti partján kezdődik, a totalitás övezete átvonul Franciaországon, Olaszországon, Albánián, Jugoszlávián, Bulgárián, Románián és a Szovjetunió területén ér véget. *Hazánkból* is látható mint részleges fogyatkozás. A fogyatkozás adatai *Budapesten* (Világidőben) :

A fogyatkozás kezdete (I. kontaktus) : 7<sup>h</sup> 42,5<sup>m</sup>

A fogyatkozás legnagyobb fázisa : 8<sup>h</sup> 50,3<sup>m</sup>

A fogyatkozás vége (II. kontaktus) : 10<sup>h</sup> 4<sup>m</sup>

A fogyatkozás legnagyobb fázisa Budapesten ‰-ban : 95,7

### II. Részleges holdfogyatkozás 1961. március 2-án.

*Hazánkból nem látható.* Megfigyelhető : Csendes-óceán, Ausztrália, Új-Zeeland, Alaska és Ázsia keleti partjain.

### III. Napfogyatkozás 1961. augusztus 11-én.

*Hazánkból nem látható.* Megfigyelhető Dél-Amerika keleti partjain, Dél-Afrikában, az Antarktisz egy részén, valamint az Atlanti- és Indiai-óceánon.

### IV. Részleges holdfogyatkozás 1961. augusztus 26-án.

A fogyatkozás kezdete Európából, Afrikából, Ázsia nyugati részéről, az Atlanti-óceánról és Észak-Amerikából látható. Vége Európából, Afrikából, az Atlanti-óceánról és Észak-Amerikából, valamint a Csendes-óceánról látható. *Hazánkból is megfigyelhető.* Adatai *Budapesten* (Világidőben) :

A Hold belépése a félárnyékba ..... 0<sup>h</sup> 36<sup>m</sup>7

A Hold belépése a teljes árnyékba (I. kontaktus) ..... 1<sup>h</sup> 35<sup>m</sup>5

A fogyatkozás közepe ..... 3<sup>h</sup> 8<sup>m</sup>8

A Hold kilépése a teljes árnyékból (II. kontaktus) ..... 4<sup>h</sup> 42<sup>m</sup>1

A Hold kilépése a félárnyékból ..... 5<sup>h</sup> 41<sup>m</sup>0

## XI. AZ 1961-BEN VISSZATÉRŐ ÜSTÖKÖSÖK

Név	N	P	Per.	Aph.	i	Várható visszatérés
Encke .....	44	3,30	0,34	4,14	12,4	1961 febr.
Comas Sola .....	3	8,55	1,77	6,59	13,7	1961 márc.
Wirtanen .....	1	6,70	1,63	5,47	13,5	1961 ápr.
Forbes .....	2	6,44	1,55	5,37	15,7	1961 júl.
Schwassmann— Wachmann <sub>2</sub> .....	4	6,53	2,15	4,83	3,7	1961 szept.
Grigg—Skjellrup .....	8	4,90	0,86	4,92	17,6	1961 dec.

Magyarázat:

N : az eddig megfigyelt visszatérések száma.

P : keringési idő években.

Per. : Perihélium (napközelség) csillagászati egységekben (150 millió/km).

Aph. : Aphelium (naptávolság) csillagászati egységekben.

i : pályahajlás az ekliptikához, fokokban.

## XII. A CSILLAGOK FÉNYESSÉGGÜLÖNBSÉGE

Ismeretes, hogy 1 magnitúdó (mg) fényességkülönbség 2,5-szörös fényerősség- (intenzitás = I) különbségnek felel meg. Így tehát egy 0,0 mg-os csillag 2,5-ször fényesebb, mint az 1,0 mg-os égitestek, ezek ismét 2,5-ször fényesebbek a 2,0 mg-osoknál stb. Ezek szerint 5,0 mg fényességkülönbség kerekén 100 fényerősség — intenzitás — differenciának felel meg. Az adott magnitúdókülönbségnek megfelelő intenzitáskülönbség az alábbi képletből határozható meg:

$$m_2 - m_1 = 2,5 \cdot \log I_1/I_2$$

A különbségek kiszámítását könnyíti meg az alábbi táblázat. Az első három oszlop a két csillag közti magnitúdókülönbséget adja, a negyedik oszlop ( $I_1/I_2$ ) azt tünteti fel, hogy a fényesebb csillag intenzitása hányszor nagyobb a halványabbiknál, az ötödik oszlop ( $I_2/I_1$ ) viszont azt mutatja, hogy hányadrésze a halványabb csillag fényerőssége a fényesebbnek.

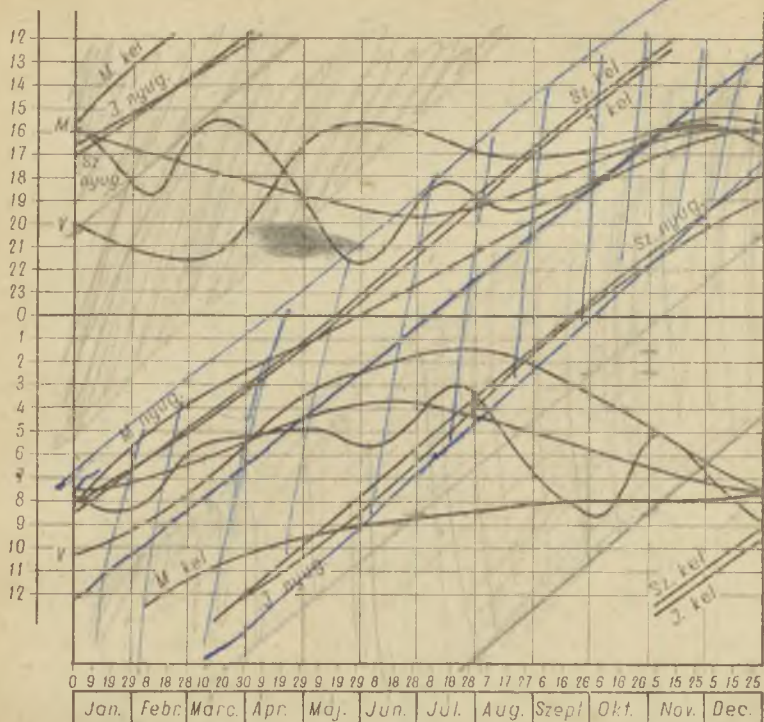
Magnitudókülönbség			$I_1/I_2$	$I_2/I_1$
0,0	2,5	5,0	1,000	1,000
0,1	2,6	5,1	1,096	0,912
0,2	2,7	5,2	1,202	0,832
0,3	2,8	5,3	1,318	0,759
0,4	2,9	5,4	1,445	0,692
0,5	3,0	5,5	1,585	0,631
0,6	3,1	5,6	1,738	0,575
0,7	3,2	5,7	1,905	0,525
0,8	3,3	5,8	2,089	0,479
0,9	3,4	5,9	2,291	0,436
1,0	3,5	6,0	2,512	0,398
1,1	3,6	6,1	2,754	0,363
1,2	3,7	6,2	3,020	0,331
1,3	3,8	6,3	3,311	0,302
1,4	3,9	6,4	3,631	0,275
1,5	4,0	6,5	3,981	0,251
1,6	4,1	6,6	4,365	0,229
1,7	4,2	6,7	4,786	0,209
1,8	4,3	6,8	5,248	0,191
1,9	4,4	6,9	5,754	0,174
2,0	4,5	7,0	6,310	0,158
2,1	4,6	7,1	6,918	0,145
2,2	4,7	7,2	7,586	0,120
2,3	4,8	7,3	8,318	0,110
7,4	4,9	7,4	9,120	0,100

Pl. : A Sirius —1,6 mg, a Vega 0,1 mg fényes, a különbség 1,7 magnitudo. A táblázat első oszlopában találjuk az 1,7-mg különbséget, az a negyedik oszlop szerint 4,786-szoros fényességkülönbségnek felel meg.

### XIII. A PUSZTA SZEMMEL LÁTHATÓ BOLYGÓK KELEÉSÉNEK ÉS NYUGVÁSÁNAK GRAFIKONJA

A mellékelt grafikon az öt legfényesebb bolygó (Merkur, Vénusz, Mars, Jupiter és Szaturnusz) keltének és nyugtának időpontját mutatja. A grafikon vízszintes tengelye az év napjait, a függőleges az órákat mutatja. A grafikonon leolvasható, hogy adott napon egy bolygó mikor emelkedik a látóhatár fölé és mikor nyugszik le.

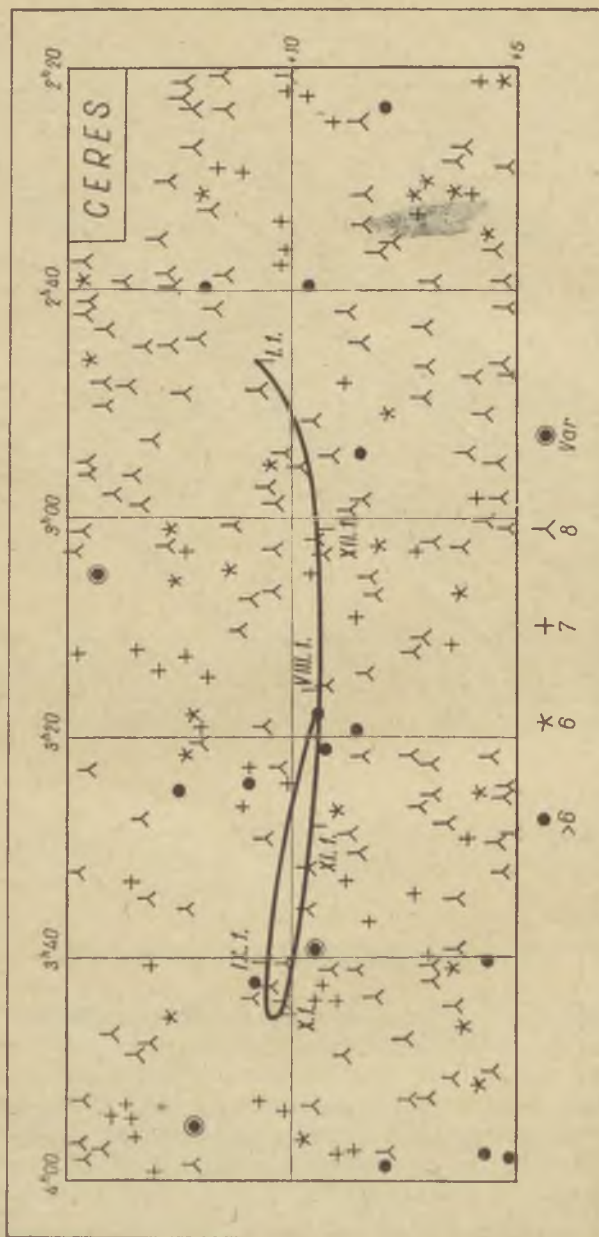




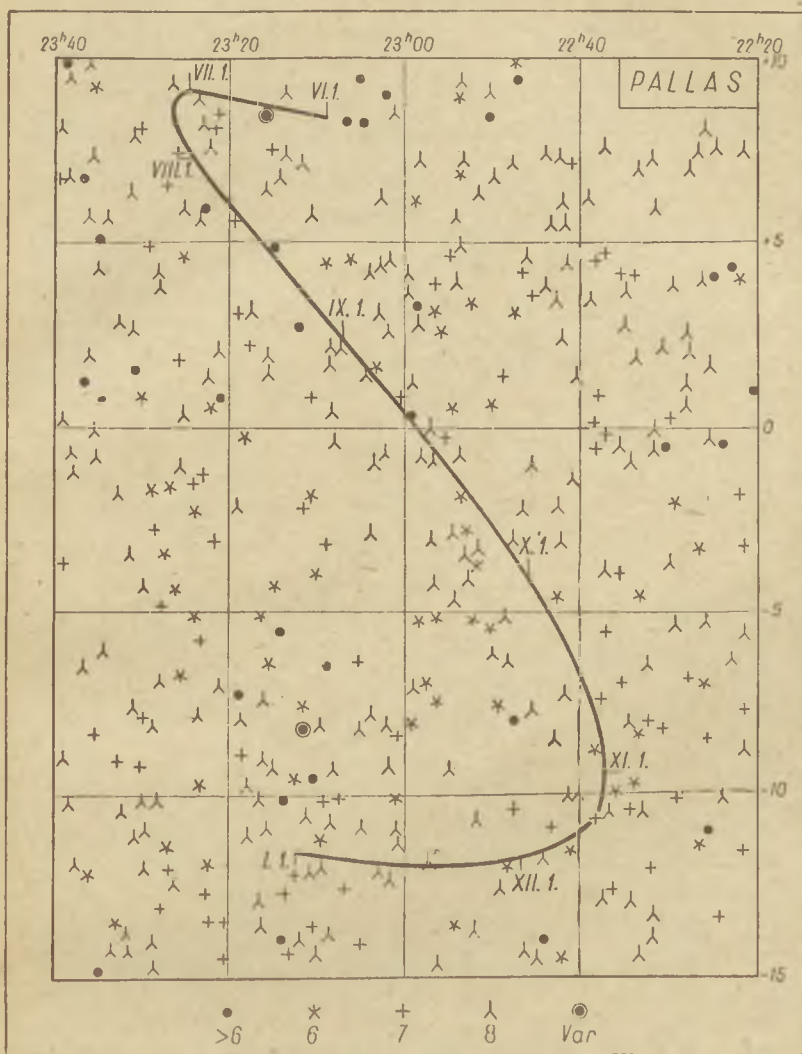
1. ábra. A Merkúr, Vénusz, Mars, Jupiter és Szaturnusz keleti és nyugvási idejének grafikonja

#### NIV. A NÉGY LEGFÉNYESEBB KISBOLYGÓ LÁTSZÓ ÚTJA AZ ÉGEN

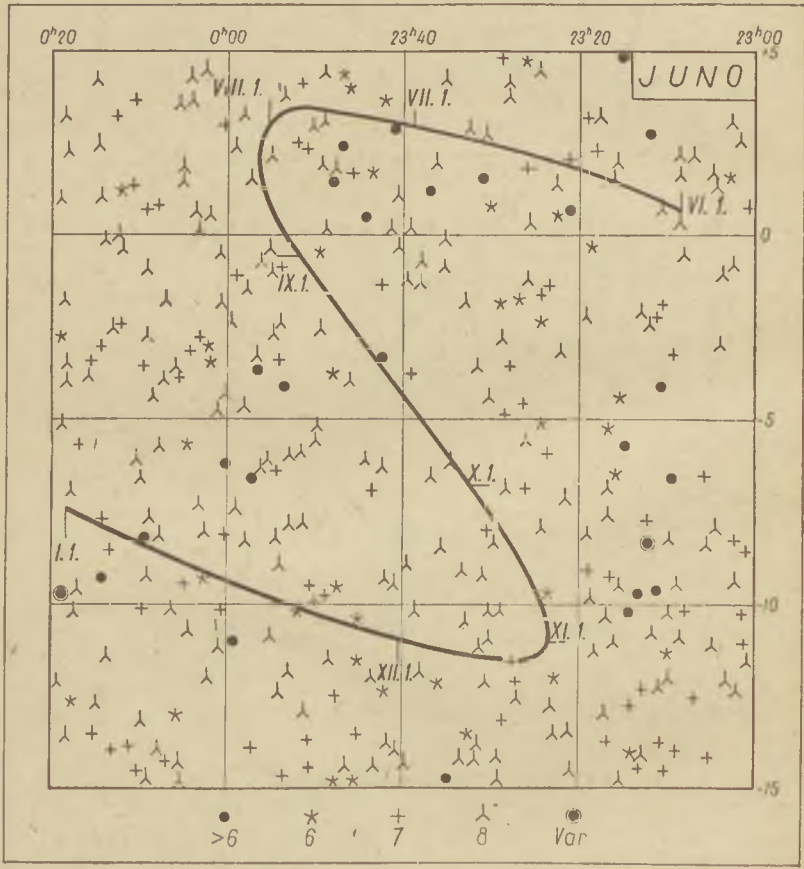
Térképeink a négy legfényesebb kisbolygónak, a Ceresnek, Pallasnak, Junónak és a Vestának 1961-ben az égen leírt útját mutatják. (A kisbolygók adatait lásd az 1960-ra szóló Évkönyvben.) A *Ceres* legnagyobb fényességét 1961. november 16-án éri el 7,5 mg-val, távolsága a Földtől ekkor 1,81 AE (csillagászati egység). A *Pallas* 1961. szeptember 15-én 8,7 mg-ós, távolsága 2,16 AE. A *Junó* 1961. szeptember 22-én 7,7 mg-ós, távolsága 1,22 AE. A *Vesta* 1961. november 18-án 7,0 mg-ós, távolsága 1,58 AE.



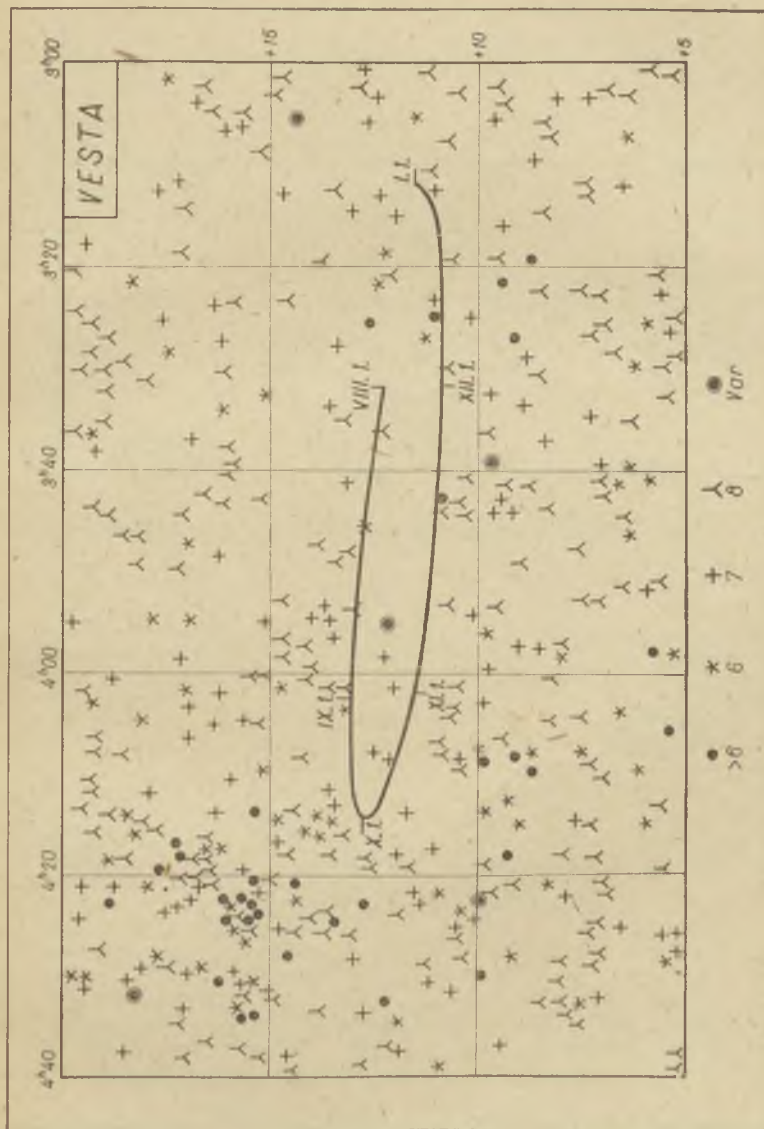
2. ábrva. A Cereaz kisboltygó ldxaz-átagos mozgása a környező csillagok között



3. ábra. A Pallasz kisbolygó hirtételes mozgása a környező csillagok között

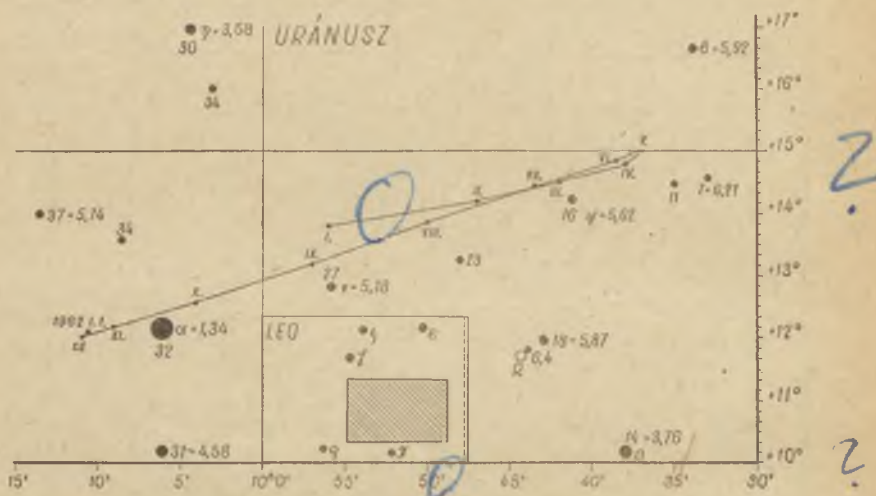


4. Abra. A Júnó kisbolygó látszólagos mozgása a környező csillagok köztől

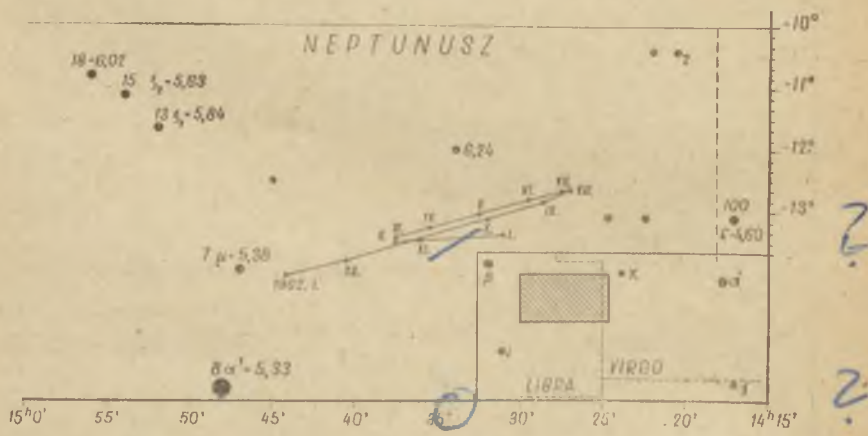


5. ábra. A Veszta kisbolygó látszólagos mozgása a környező csillagok között

# XV. AZ URÁNUSZ ÉS NEPTUNUSZ LÁTSZÓLAGOS MOZGÁSA



6. ábra. Az  $\Gamma$  Uránusz látszólagos mozgása a Leo (Oroszlán) csillagképben



7. ábra. A Neptunusz látszólagos mozgása a Libra (Mérleg) csillagképben

## XVI. AZ 1959-BEN FELLŐTT MESTERSÉGES HOLDAK

Név : .....	Vanguard I.	Discoverer I.	Discoverer II.
Fellövés napja : .....	1959. II. 17.	1959. II. 28.	1959. IV. 13.
Súly : .....	9,4 kg	589,7 kg	254 kg
Keringési idő : .....	125,8 perc	95,9 perc	90,6 perc
Legnagyobb magasság : .....	3670 km	830 km	730 km
Legkisebb magasság : .....	558 km	273 km	228 km
Pályahajlás : .....	32,9 fok	87,0 fok	89,8 fok
Várható élettartam : .....	kb. 40 év		
Elpusztulás napja : .....		1959. IV. 5.	1959. IV. 26.
Név : .....	Explorer VI.	Discoverer V.	Discoverer VI.
Fellövés napja : .....	1959. VIII. 7.	1959. VIII. 13.	1959. VIII. 19.
Súly : .....	64,4 kg	765 kg	765 kg
Keringési idő : .....	766,4 perc*	94,1 perc	95,2 perc
Legnagyobb magasság : .....	42 240 km	736 km	850 km
Legkisebb magasság : .....	251 km	217 km	211 km
Pályahajlás : .....	43,1 fok	80,0 fok	84,0 fok
Várható élettartam : .....	1 év		
Elpusztulás napja : .....	?	1959. IX. 10.	?
Név : .....	Vanguard III.	Lunyik III.	Explorer VII.
Fellövés napja : .....	1959. IX. 18.	1959. X. 4.	1959. X. 13.
Súly : .....	46 kg	1553 kg	41,5 kg
Keringési idő : .....	130,2 perc	20 930 perc**	101,3 perc
Legnagyobb magasság : .....	3748 km	470 000 km	1091 km
Legkisebb magasság : .....	504 km	47 500 km	560 km
Pályahajlás : .....	33,1 fok	?	50,3 fok
Várható élettartam : .....	kb. 40 év	kb. 0,5 év	3—5 év
Pusztulás napja : .....			
Név : .....	Discoverer VII.	Discoverer VIII.	
Fellövés napja : .....	1959. XI. 7.	1959. XI. 20.	
Súly : .....	775 kg	775 kg	
Keringési idő : .....	95 perc	103,6 perc	
Legnagyobb magasság : .....	885 km	1609 km	
Legkisebb magasság : .....	168 km	193 km	
Pályahajlás : .....	81,6 fok	80,6 fok	
Várható élettartam : .....	?		
Pusztulás napja : .....		1960. I. 4.	

Megjegyzés: Az 1957—58-ban fellőtt mesterséges holdak adatait az 1960-ra szóló Csillagászati Évkönyv tartalmazza.

\* 12 óra 46 perc 43 másodperc.

\*\* A Holdat megkerülő Lunyik. 14,5 nap.

## XVII. AZ 1959-BEN FELLŐTT MESTERSÉGES KISBOLYGÓK

Név : .....	Lunyk I. (SzU)	Pioneer IV. (USA)
Fellövés napja : .....	1959. I. 2.	1959. III. 4.
Műszerrész súlya : .....	361,3 kg	5,9 kg
Keringési idő a Nap körül : .....	450 nap	392 nap
Legnagyobb naptávolság : .....	197 millió km	164 millió km
Legkisebb naptávolság : .....	146 millió km	147 millió km
Rádiójának működési ideje : .....	62 óra	90 óra
Név : .....	Lunyk II. (SzU)	Pioneer V. (USA)
Fellövés napja : .....	1959. IX. 12.	1960. III. 11.
Műszerrész súlya : .....	390,2 kg	42,8 kg
Keringési idő a Nap körül : .....	—	311 nap
Legnagyobb naptávolság : .....	—	150 millió km
Legkisebb naptávolság : .....	—	119 millió km
Rádiójának működési ideje : .....	34 óra	1960. június 1-én még működött.

Megjegyzés : A Lunyk II. holdrakéta 1959. IX. 13-án becsapódott a Hold felszínére.



## A CSILLAGOS ÉG 1961-BEN

(Az időpontok közép-európai zónaidőben)

Január

### Bolygók

*Merkur* előretartó mozgást végez 19-ig a Nyilas, 30-ig a Bak, utána a Vízöntő csillagképben. A hó utolsó harmadában figyelhető meg napnyugta után a délnyugati égbolton. A hó végén másfél órával nyugszik a Nap után. 5-én felső együttállásban a Nappal. 26-án fázisa 0,88 csökkenő, fényessége  $-0,9$  magnitúdó. — *Vénusz* előretartó mozgást végez 23-ig a Vízöntő, utána a Halak csillagképben. Az esti órákban figyelhető meg a nyugati égbolton. 4 órával nyugszik a Nap után. 29-én legnagyobb keleti kitérésben  $47^\circ$  távolságra a Naptól. 16-án fázisa 0,58 csökkenő, fényessége  $-3,9$  magnitúdó, növekedő. — *Mars* hátráló mozgást végez az Ikrék csillagképben. Az egész éj folyamán megfigyelhető. A Nappal való szembenállásától távolodva felületének megfigyelésére mind kedvezőtlenebb helyzetbe jut. A hó elejétől végéig fényessége  $-1,5$  magnitúdóról  $-0,5$  magnitúóra, átmérője  $15, ''30$ -ról  $12, ''57$ -re csökken. — *Jupiter* előretartó mozgást végez a Nyilas csillagképben. A hó folyamán nem figyelhető meg. 5-én együttállásban a Nappal. — *Szaturnusz* előretartó mozgást végez a Nyilas csillagképben. A hó folyamán nem figyelhető meg. 11-én együttállásban a Nappal. — *Uránusz* hátráló mozgást végez az Oroszlán csillagképben. Az esti órákban kel és az egész éj folyamán megfigyelhető. — *Neptunusz* előretartó mozgást végez a Mérleg csillagképben. Éjjel után kel és a hajnali órákban figyelhető meg a délkeleti égbolton.

### Megfigyelhető jelenségek

Nap	Óra	
1	00,6	Algol minimumban
1	18	Mars $8^\circ$ -kal északra a Holdtól
3	—	Quadrantidák meteorraj gyakorisági maximuma
3	21,4	Algol minimumban
5	19	Uránusz $2^\circ$ -kal északra a Holdtól
6	18,2	Algol minimumban
11	17	Neptun $3^\circ$ -kal délre a Holdtól

Nap	Óra	
18	05,5	Algol minimumban
20	06	Vénusz $0,6^\circ$ -kal északra a Holdtól
21	02,3	Algol minimumban
23	23,1	Algol minimumban
26	14	Aldebaran $0,3^\circ$ -kal délre a Holdtól
26	19,9	Algol minimumban
28	08	Mars $8^\circ$ -kal északra a Holdtól
29	16,8	Algol minimumban

## Február

*Teljes napfogyatkozás* 15-én. A teljes fogyatkozás zónája Franciaországon, Olaszországon, Jugoszlávián, Bulgárián, Románián és a Szovjetunió halad át. Nálunk mint részleges fogyatkozás látható. Adatai Magyarországra. *Budapest Szabadsághegy*. Fogyatkozás kezdete: 7 óra 42,5 perc,  $P = 253^\circ$ ; legnagyobb fázis: 8 óra 50,3 perc,  $M = 0,957$ ; fogyatkozás vége: 10 óra 4,0 perc,  $P = 78^\circ$ . *Debrecen Napfizikai Observatórium*. Fogyatkozás kezdete: 7 óra 44,5 perc,  $P = 253^\circ$ ; legnagyobb fázis 8 óra 53,5 perc,  $M = 0,958$ ; fogyatkozás vége 10 óra 07,9 perc,  $P = 77^\circ$ . ( $P$  az első, illetve utolsó kontaktus pozíciószögét jelenti, a napkorong peremén az északi ponttól kiindulva kelet felé számítva.  $M$  a fogyatkozás nagysága a napkorong átmérőjében kifejezve.)

## Bolygók

*Merkur* 12-ig előretartó, utána hátráló mozgást végez a Vízöntő csillagképben, melyből 26-án a Bak csillagképbe lép át. A hó első felében figyelhető meg a délnyugati égbolton. Másfél órával nyugszik a Nap után. 6-án legnagyobb keleti kitérésben  $18^\circ$  távolságra a Naptól. 21-én alsó együttállásban a Nappal. 5-én fázisa 0,59, fényessége  $-0,5$  magnitúdó, mindkettő csökkenő. — *Vénusz* előretartó mozgást végez a Halak csillagképben, az esti órákban figyelhető meg a nyugati égbolton. A hó közepén 4 és fél órával nyugszik a Nap után. 15-én fázisa 0,41 csökkenő, fényessége  $-4,2$  magnitúdó, növekedő. — *Mars* 6-ig hátráló, utána előretartó mozgást végez az Ikrök csillagképben. A hajnali órákban nyugszik és az egész éj folyamán megfigyelhető. — *Jupiter* előretartó mozgást végez a Nyilas csillagképben. Napkeltekor újra látható lesz a délkeleti égbolton. A hó végén másfél órával kel a Nap előtt. — *Szaturnusz* előretartó mozgást végez a Nyilas csillagképben, napkeltekor újra látható lesz a délkeleti égbolton. A hó végén másfél órával kel a Nap előtt. — *Uránusz* hátráló mozgást végez az Oroszlán csillagképben. Az egész éjszaka folyamán megfigyelhető. 12-én szemben-

állásban a *Marssal*. — *Neptunusz* 12-ig előretartó, utána hátráló mozgást végez a *Mérleg* csillagképben. Éjfélkor kel és a hajnali órákban figyelhető meg a délkeleti égbolton.

### Megfigyelhető jelenségek

Nap	Óra	
1	22	Uránusz 2°-kal északra a Holdtól
2	08	Regulus 1°-kal északra a Holdtól
8	01	Neptunusz 3°-kal délre a Holdtól
10	04,0	Algol minimumban
13	00,8	Algol minimumban
13	07	Jupiter 4°-kal délre a Holdtól
13	08	Szaturunusz 3°-kal délre a Holdtól
15	10	Teljes napfogyatkozás. Mint részleges nálunk is látható
15	21,6	Algol minimumban
18	12	Vénusz 7°-kal északra a Holdtól
18	16	Jupiter 0,2°-kal délre a Szaturunusztól
18	18,5	Algol minimumban
22	21	Aldebaran 0,2°-kal délre a Holdtól
24	18	Mars 8°-kal északra a Holdtól
25	18	Plutó szembenállásban a Nappal

### Március

#### Bolygók

*Merkur* 6-ig hátráló, utána előretartó mozgást végez a *Bak*, majd 14-től a *Vízöntő* csillagképben. A hó elejétől 20-ig megkísérhető megfigyelése a délkeleti égbolton közvetlenül napkelte előtt, ámbar e hóban helyzete észlelésre nem nagyon kedvező. Legnagyobb nyugati kitérésben 20-án 28° távolságra a Naptól. 12-én fázisa 0,10, fényessége 0,7, mindkettő csökkenő. — *Vénusz* 19-ig előretartó, utána hátráló mozgást végez a *Halak* csillagképben. Az esti órákban látható a nyugati égbolton. A hó elején 4 órával, végén 2 órával nyugszik a Nap után. 15-én fázis 0,19 csökkenő. Legnagyobb fényességét, —4,3 magnitúdót, 5-én éri el. — *Mars* előretartó mozgást végez az *Ikrek* csillagképben. A hajnali órákban nyugszik és az éjszaka első felében figyelhető meg. — *Jupiter* előretartó mozgást végez 8-ig a *Nyilas*, utána a *Bak* csillagképben. Napkelte előtt látható a délkeleti égbolton. A hó végén 2 órával kel a Nap előtt. — *Szaturunusz* előretartó mozgást végez a *Nyilas* csillagképben. Napkelte előtt látható a délkeleti égbolton. A hó végén 2 órával kel a Nap előtt. — *Uránusz* hátráló mozgást végez az *Oroszlán* csillagképben. Napkelte előtt nyugszik és az egész éjszaka

folyamán megfigyelhető. — *Neptunusz* hátráló mozgást végez a Mérleg csillagképben. Éjfél előtt kel és az éjszaka második felében figyelhető meg.

### Megfigyelhető jelenségek

Nap	Óra	
1	03	Uránusz 2°-kal északra a Holdtól
1	15	Regulus 1°-kal északra a Holdtól
2	05,7	Algol minimumban
2	15	Részleges holdfogyatkozás. Nálunk nem látható
7	06	Neptunusz 3°-kal délre a Holdtól
7	23,4	Algol minimumban
10	20,2	Algol minimumban
12	21	Szaturunusz 3°-kal délre a Holdtól
13	01	Jupiter 3°-kal délre a Holdtól
14	21	Merkur 0,9°-kal délre a Holdtól
18	20	Vénusz 12°-kal északra a Holdtól
22	05	Aldebaran 0,2°-kal délre a Holdtól
24	19	Mars 7°-kal északra a Holdtól
25	—	Hydráidák meteorraj (március 12-től április 5-ig) gyakorisági maximuma
25	04,2	Algol minimumban
28	01,1	Algol minimumban
28	08	Uránusz 2°-kal északra a Holdtól
28	22	Regulus 1°-kal északra a Holdtól
30	21,9	Algol minimumban

### Április

#### Bolygók

*Merkur* előretartó mozgást végez 8-ig a Vízöntő, 8-tól 27-ig a Halak, utána a Kos csillagképben. A hó folyamán nem kerül megfigyelésre kedvező helyzetbe. — *Vénusz* 30-ig hátráló, utána előretartó mozgást végez a Halak csillagképben. A hó első napjain még látható napnyugta után a nyugati égbolton. A hó utolsó napjaiban újból látható lesz mint hajnalcsillag, közvetlenül napkelte előtt a keleti égbolton. 10-én alsó együttállásban a Nappal. 29-én fázisa 0,10, fényessége —3,9 magnitudo, mindkettő növekedő. — *Mars* előretartó mozgást végez az Ikrek csillagképben. Éjfél után 2 órával nyugszik, és az éjszaka első felében figyelhető meg. — *Jupiter* előretartó mozgást végez a Bak csillagképben. A hajnali órákban látható. A hó közepén 3 órával kel a Nap előtt. — *Szaturunusz* előretartó mozgást végez 3-ig a Nyilas, utána a Bak csillagképben. A hajnali órákban látható. A hó közepén 3 órával kel a Nap előtt. —

*Uránusz* 29-ig hátráló, utána előretartó mozgást végez az Oroszlán csillagképben. A hajnali órákban nyugszik és az éjszaka első felében figyelhető meg. — *Neptunusz* hátráló mozgást végez a Mérleg csillagképben. A hó elején a kora esti órákban kel, a hó végén az egész éjszaka folyamán megfigyelhető. 30-án szembenállásban a Nappal.

### Megfigyelhető jelenségek

Nap	Óra	
3	—	Virginidák meteorraj (március 1-től május 10-ig) gyakorisági maximuma
3	11	Neptunusz 3°-kal délre a Holdtól
9	07	Szaturnusz 3°-kal délre a Holdtól
9	15	Jupiter 3°-kal délre a Holdtól
13	22	Merkur 0,3°-kal északra a Holdtól
18	02	Merkur 9°-kal délre a Vénusztól
18	14	Aldebaran 0,4°-kal délre a Holdtól. A csillag Hold általi fedése tőlünk is megfigyelhető (Aldebaran nappal már kisebb távcsővel is megkereshető)
22	—	Lyridák meteorraj (április 12-től 24-ig) gyakorisági maximuma
22	06	Mars 5°-kal északra a Holdtól
23	04	Mars 5°-kal délre a Polluxtól
25	06	Regulus 1°-kal északra a Holdtól
30	18	Neptunusz 3°-kal délre a Holdtól

### Május

#### Bolygók

*Merkur* előretartó mozgást végez 7-ig a Kos, 7-től 28-ig a Bika, utána az Ikrek csillagképben. A hó második felében kerül ez év folyamán megfigyelésre logkedvezőbb helyzetbe. Ekkor 2 órával nyugszik a Nap után és a délnyugati égbolton látható. 1-én felső együttállásban a Nappal. 21-én fázisa 0,64, fényossága —0,3 magnitudo, mindkettő csökkenő. — *Vénusz* előretartó mozgást végez a Halak csillagképben. A hajnali szürkületben látható a keleti égbolton. A hó elején egy, végén másfél órával kel a Nap előtt. 16-án fázisa 0,26 növekedő. Legnagyobb fényességét, —4,2 magnitudót, 16-án éri el. — *Mars* előretartó mozgást végez a Rák csillagképben. Éjfélkor nyugszik, és az éjszaka első felében figyelhető meg. — *Jupiter* 26-ig előretartó, utána hátráló mozgást végez a Bak csillagképben. A hó közepén éjfélkor kel. A hajnali égbolton látható. — *Szaturnusz* 9-ig előretartó, utána hátráló mozgást végez a Bak csillagképben. A hajnali égbolton látható. A hó közepén

éjféltől kel. — *Uránusz* előretartó mozgást végez az Oroszlán csillagképben. Éjféltől után nyugszik és az esti órákban figyelhető meg. — *Neptunusz* hátráló mozgást végez a Mérleg csillagképben. Az egész éjszaka folyamán megfigyelhető.

### Megfigyelhető jelenségek

Nap	Óra	
5	—	Aquaridák meteorraj (április 29-től május 21-ig) gyakorisági maximuma
6	13	Szaturnusz 3°-kal délre a Holdtól
7	01	Jupiter 3°-kal délre a Holdtól
11	17	Vénusz 4°-kal északra a Holdtól
15	23	Merkur, Aldebaran és Hold hármas együttállása. Merkur 2°-kal északra, Aldebaran 0,°5-kal délre a Holdtól
20	19	Mars 4°-kal északra a Holdtól
21	23	Uránusz 2°-kal északra a Holdtól
22	14	Regulus 0,°7-kal északra a Holdtól
28	01	Neptunusz 3°-kal délre a Holdtól

### Június

#### Bolygók

*Merkur* 14-ig előretartó, utána hátráló mozgást végez az Iker csillagképben. A hó első felében még mindig megfigyelésre kedvező helyzetben látható napnyugta után a délnyugati égbolton. A hó elején két órával nyugszik a Nap után. 1-én legnagyobb keleti kitérésben 23° távolságra a Naptól. 27-én alsó együttállásban a Nappal. 5-én fázisa 0,29, fényessége +1,0 magnitudo, mindkettő csökkenő. — *Vénusz* előretartó mozgást végez 8-ig a Halak, 8-tól 19-ig a Kos, utána a Bika csillagképben. A hajnali keleti égbolton látható. Két órával kel a Nap előtt. 20-án legnagyobb nyugati kitérésben 46° távolságra a Naptól. 15-én fázisa 0,47 növekedő, fényessége -4,0 magnitudo, csökkenő. — *Mars* előretartó mozgást végez 6-ig a Rák, utána az Oroszlán csillagképben. Éjféltől egy órával nyugszik, és a koraesti órákban figyelhető meg a nyugati égbolton. — *Jupiter* hátráló mozgást végez a Bak csillagképben. Az éjféltől előtti órákban kel és az éjszaka második felében látható. — *Szaturnusz* hátráló mozgást végez 16-ig a Bak, utána a Nyilas csillagképben. Az éjféltől előtti órákban kel, az éjszaka második felében látható. — *Uránusz* előretartó mozgást végez az Oroszlán csillagképben. Éjféltől nyugszik, és a koraesti órákban figyelhető meg a nyugati égbolton. — *Neptunusz* hátráló mozgást végez a Mérleg csillagképben. Éjféltől után nyugszik és az éjszaka első felében figyelhető meg.

## Megfigyelhető jelenségek

Nap	Óra	
2	19	Szaturnusz 3°-kal délre a Holdtól
3	07	Jupiter 2°-kal délre a Holdtól
6	02,8	$\beta$ Lyrae minimumban
9	10	Vénusz 2°-kal északra a Holdtól
12	06	Aldebaran 0,°5-kal délre a Holdtól. A csillag Hold általi elfedése tőlünk is megfigyelhető (Aldebaran nappal már kisebb távcsővel is megkereshető)
14	—	Scorpius-Sagittaridák meteorraj (április 20-tól július 30-ig) gyakorisági maximuma
14	19	Merkur 3°-kal északra a Holdtól
16	01	Mars 0,°6-kal északra az Uránusztól
18	08	Uránusz 1°-kal északra a Holdtól
18	11	Mars 2°-kal északra a Holdtól
18	21	Regulus, 0,°5-kal északra a Holdtól
19	00,6	$\beta$ Lyrae minimumban
19	04,7	Algol minimumban
22	01,6	Algol minimumban
24	22,4	Algol minimumban
27	08	Mars 0,°7-kal északra a Regulustól
30	01	Szaturnusz 3°-kal délre a Holdtól
30	13	Jupiter 3°-kal délre a Holdtól

## Július

### Bolygók

*Merkur* 8-ig hátráló, utána előretartó mozgást végez az Ikrek csillagképben, 1-től 16-ig az Orion csillagképet érintve. A hó második felében figyelhető meg napkelte előtt a keleti égbolton. Ekkor egy órával kel a Nap előtt. 19-én legnagyobb nyugati kitérésben 20° távolságra a Nap-tól. 25-én fázisa 0,56, fényessége —0,2 magnitúdó, mindkettő növekedő. — *Vénusz* előretartó mozgást végez 27-ig a Bika, utána az Orion csillagképben. A hajnali égbolton látható. A hó elején két, végén három órával kel a Nap előtt. 15-én fázisa 0,62 növekedő, fényessége —3,7 magnitúdó, csökkenő. — *Mars* előretartó mozgást végez az Oroszlán csillagképben. A koraesti órákban nyugszik és napnyugta után figyelhető meg a nyugati égbolton. — *Jupiter* hátráló mozgást végez a Bak csillagképben. A hó elején a koraesti órákban kel, a hó végén már az egész éjszaka folyamán látható. 25-én szembenállásban a Nappal. — *Szaturnusz* hátráló mozgást végez a Nyilas csillagképben. A hó elején a koraesti órákban kel, a hó végén már az egész éjszaka folyamán megfigyelhető. 19-én szembenállásban a Nappal. — *Uránusz* előretartó mozgást végez az Oroszlán

csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. — *Neptunusz* 21-ig hátráló, utána előretartó mozgást végez a Mérleg csillagképben. Éjjélkor nyugszik és az esti órákban figyelhető meg.

### Megfigyelhető jelenségek

Nap	Óra	
1	22,4	$\beta$ Lyrae minimumban
8	21	Vénusz 2°-kal északra a Holdtól
9	12	Aldebaran 0,4°-kal délre a Holdtól. A csillag fedése a Hold által tőlünk is megfigyelhető (Aldebaran nappal már kisebb távcsővel is megkereshető)
11	07	Merkur 0,2°-kal északra a Holdtól
12	03,3	Algol minimumban
14	20,2	$\beta$ Lyrae minimumban
15	00,1	Algol minimumban
15	18	Uránusz 1°-kal északra a Holdtól
16	04	Regulus 0,4°-kal északra a Holdtól
16	06	Vénusz 3°-kal északra az Aldebarantól
17	02	Mars 0,3°-kal délre a Holdtól
17	20,9	Algol minimumban
21	18	Neptunusz 3°-kal délre a Holdtól
27	08	Szaturnusz 3°-kal délre a Holdtól
27	18	Jupiter 3°-kal délre a Holdtól
31	20	Merkur 6°-kal délre a Polluxtól

### Augusztus

#### Bolygók

*Merkur* előretartó mozgást végez 2-ig az Ikrek, 2-től 12-ig a Rák, utána az Oroszlán csillagképben. A hó utolsó napjaiban figyelhető meg napnyugta után a nyugati égbolton, amikor is egy órával nyugszik a Nap után. 14-én felső együttállásban a Nappal. 29-én fázisa 0,92, fényessége  $-0,5$  magnitudo, mindkettő csökkenő. — *Vénusz* előretartó mozgást végez 4-ig az Orion, 4-től 27-ig az Ikrek, utána a Rák csillagképben. A hajnali keleti égbolton látható. Három órával kel a Nap előtt. 15-én fázisa 0,74 növekedő, fényessége  $-3,5$  magnitudo, csökkenő. — *Mars* előretartó mozgást végez 5-ig az Oroszlán, utána a Szűz csillagképben. A hó folyamán nincs megfigyelésre kedvező helyzetben. — *Jupiter* hátráló mozgást végez 26-ig a Bak, utána a Nyilas csillagképben. A hó elején az egész éjszaka folyamán látható, a hó végén három órával nyugszik a Nap előtt. — *Szaturnusz* hátráló mozgást végez a Nyilas csillagképben. A hó elején az egész éjszaka folyamán látható, a hó végén három órával nyugszik a Nap előtt. — *Uránusz*



előretartó mozgást végez az Oroszlán csillagképben. E hó folyamán nem figyelhető meg. 19-én együttállásban a Nappal. — *Neptunusz* előretartó mozgást végez a Mérleg csillagképben. Az esti órákban nyugszik és a hó elején a kora esti órákban még megfigyelhető.

### Megfigyelhető jelenségek

Nap	Óra	
1	05,0	Algol minimumban
3	—	Aquaridák meteorraj (július 25-től augusztus 10-ig) gyakorisági maximuma
4	01,8	Algol minimumban
5	18	Aldebaran 0,3°-kal délre a Holdtól
6	22,6	Algol minimumban
7	19	Vénusz 3°-kal északra a Holdtól
9	19,4	Algol minimumban
11	—	Perseidák meteorraj (július 20-tól augusztus 19-ig) gyakorisági maximuma
11	12	Gyűrűs napfogyatkozás, tőlünk nem látható. A fogyatkozás a Csendes-óceán déli részéről figyelhető meg
14	19	Mars 2°-kal délre a Holdtól
16	—	Cygnidák meteorraj (július 25-től szeptember 8-ig) gyakorisági maximuma
18	—	Cepheidák meteorraj gyakorisági maximuma
18	01	Neptunusz 3°-kal délre a Holdtól
23	16	Szatürnusz 3°-kal délre a Holdtól
24	00	Jupiter 3°-kal délre a Holdtól
24	03,5	Algol minimumban
26	04	Részleges holdfogyatkozás. Tőlünk részben látható. Belépés a félárnyékba 1 ó 36,1 perc, belépés a teljes árnyékba 2 óra 34,9 perc, fogyatkozás közepe 4 óra 8,2 perc. A fogyatkozás nagysága 0,992
27	00,3	Algol minimumban
29	21,2	Algol minimumban

### Szeptember

#### Bolygók

*Merkur* előretartó mozgást végez a Szűz csillagképben. Az egész hó folyamán egy órával nyugszik a Nap után és a délnyugati égbolton figyelhető meg napnyugta után. 13-án fázisa 0,79, fényessége 0,0 magnitúdó, mindkettő csökkenő. — *Vénusz* előretartó mozgást végez 13-ig a Rák, utána az Oroszlán csillagképben. A hajnali keleti égbolton

figyelhető meg. Két és fél órával kel a Nap előtt. 15-én fázisa 0,83 növekedő, fényessége —3,4 magnitúdó, csökkenő. — *Mars* előretartó mozgást végez a Szűz csillagképben. A hó folyamán nincs megfigyelésre kedvező helyzetben. — *Jupiter* 23-ig hátráló, utána előretartó mozgást végez a Nyilas csillagképben. A hó közepén éjfélkor nyugszik. Az esti órákban figyelhető meg. — *Szaturnusz* 27-ig hátráló, utána előretartó mozgást végez a Nyilas csillagképben. A hó közepén éjfélkor nyugszik. Az esti órákban figyelhető meg. — *Uránusz* előretartó mozgást végez az Oroszlán 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	
1	18,0	Algol minimumban
6	00	Aldebaran 0,°3-kal délre a Holdtól
7	01	Vénusz 2°-kal északra a Holdtól
8	16	Regulus 0,°3-kal északra a Holdtól
9	18	Pallas szembenállásban a Nappal
11	23	Merkur 4°-kal délre a Holdtól
12	—	Piscidák meteorraj (augusztus 16-tól október 8-ig) gyakorisági maximuma
13	05,2	Algol minimumban
14	08	Neptunusz 3°-kal délre a Holdtól
16	02,0	Algol minimumban
17	15	Juno szembenállásban a Nappal
18	22,8	Algol minimumban
19	23	Szaturnusz 3°-kal délre a Holdtól
20	06	Jupiter 3°-kal délre a Holdtól
21	19,7	Algol minimumban
22	04	Vénusz 0,°1-kal északra az Uránusztól
22	22	Merkur 3°-kal délre a Marstól
23	00	Vénusz 0,°4-kal északra a Regulustól
29	08	Aldebaran 0,°4-kal délre a Holdtól. A csillag fedése tőlünk is megfigyelhető (Aldebaran nappal már kisebb távcsővel is megkereshető)

### Október

#### Bolygók

*Merkur* 11-ig előretartó, 11-től 31-ig hátráló mozgást végez a Szűz csillagképben. E hó folyamán nem kerül megfigyelésre alkalmas helyzetbe. 22-én alsó együttállásban a Nappal. — *Vénusz* előretartó mozgást végez 12-ig az Oroszlán, utána a Szűz csillagképben. A hajnali keleti

égbolton látható. Két órával kel a Nap előtt. 15-én fázisa 0,90 növekedő, fényessége —3,4 magnitudo csökkenő. — *Mars* előretartó mozgást végez 12-ig a Szűz, utána a Mérleg csillagképben. A hó folyamán nincs megfigyelésre alkalmas helyzetben. — *Jupiter* előretartó mozgást végez 22-ig a Nyilas, utána a Bak csillagképben. Éjfél előtt nyugszik és a kora esti órákban figyelhető meg. — *Szaturnusz* előretartó mozgást végez a Nyilas csillagképben. Éjfél előtt nyugszik és a kora esti órákban figyelhető meg. — *Uránusz* előretartó mozgást végez az Oroszlán csillagképben. E hó folyamán a hajnali órákban újra látható lesz a keleti égbolton. — *Neptunusz* előretartó mozgást végez a Mérleg csillagképben. E hó folyamán a Nap közelsége miatt nem figyelhető meg.

### Megfigyelhető jelenségek

Nap	Óra	
5	22	Uránusz, Regulus és Hold hármas együttállásban. Uránusz 0,°5-kal, Regulus 0,°2-kal északra a Holdtól
6	03,8	Algol minimumban
7	09	Vénusz 0,°5-kal délre a Holdtól. A bolygó elfedése a Hold által tőlünk is megfigyelhető (A Vénusz nappal már kisebb távcsővel is látható)
9	00,6	Algol minimumban
11	07	Mars 5°-kal délre a Holdtól
11	21	Merkur 4°-kal délre a Marstól
11	21,6	Algol minimumban
12	00	Uránusz 0,°3-kal északra a Regulustól
14	18,2	Algol minimumban
17	06	Szaturnusz 3°-kal délre a Holdtól
17	16	Jupiter 3°-kal délre a Holdtól
17	23	Mars 2°-kal délre a Neptunusztól
19	—	Orionidák meteorraj (október 11-től 30-ig) gyakorisági maximuma
26	05,5	Algol minimumban
26	18	Aldebaran 0,°6-kal délre a Holdtól
29	02,3	Algol minimumban
31	23,1	Algol minimumban

### November

#### Bolygók

*Merkur* előretartó mozgást végez 15-ig a Szűz, utána a Mérleg csillagképben. A hó első két harmadában figyelhető meg a keleti égbolton napkelte előtt. Megkoresésre legkedvezőbb az 5-e és 15-e közti időszak, amikor másfél órával kel a Nap előtt. Legnagyobb nyugati kitérésben,

7-én  $19^\circ$  távolságra a Naptól. 12-én fázisa 0,73, fényessége  $-0,6$  magnitudo, mindkettő növekvő. — *Vénusz* előretartó mozgást végez 15-ig a Szűz, utána a Mérleg csillagképben. Napkelte előtt figyelhető meg a délkeleti égbolton. A hó végén már csak egy órával kel a Nap előtt. 15-én fázisa 0,95 növekedő, fényessége  $-3,4$  magnitudo, csökkenő. — *Mars* előretartó mozgást végez 15-ig a Mérleg, 15-től 23-ig a Skorpió, 23 után a Kígyótartó csillagképben. A hó folyamán nincs megfigyelésre kedvező helyzetben. — *Jupiter* előretartó mozgást végez a Bak csillagképben. Napnyugta után figyelhető meg a délnyugati égbolton. A hó végén négy órával nyugszik a Nap után. — *Szaturnusz* előretartó mozgást végez a Nyilas csillagképben. Napnyugta után figyelhető meg a délnyugati égbolton. A hó végén négy órával nyugszik a Nap után. — *Uránusz* előretartó mozgást végez az Oroszlán csillagképben. Éjfélkor kel. A hajnali órákban figyelhető még a keleti égbolton. — *Neptunusz* előretartó mozgást végez a Mérleg csillagképben. A hó folyamán nem figyelhető meg. 3-án együttállásban a Nappal.

### Megfigyelhető jelenségek

Nap	Óra	
2	06	Regulus $0,^\circ 01$ -kal északra a Holdtól
2	07	Uránusz $0,^\circ 2$ -kal északra a Holdtól
3	19,9	Algol minimumban
4	18	Vénusz $4^\circ$ -kal északra a Spicától
6	16,7	Algol minimumban
6	17	Vénusz $3^\circ$ -kal délre a Holdtól
6	19	Merkur $2^\circ$ -kal délre a Holdtól
12	10	Ceres szembenállásban a Nappal
13	—	Tauridák meteorraj gyakorisági maximuma
13	14	Szaturnusz $3^\circ$ -kal délre a Holdtól
14	01	Jupiter $3^\circ$ -kal délre a Holdtól
16	—	Leonidák meteorraj gyakorisági maximuma
18	04,4	Algol minimumban
19	03	Vesta szembenállásban a Nappal
19	05	Merkur $0,^\circ 1$ -kal délre a Neptunusztól
20	17	Vénusz $0,^\circ 5$ -kal délre a Neptunusztól
21	00,8	Algol minimumban
23	04	Aldebaran $0,^\circ 7$ -kal délre a Holdtól. A csillag fedése tőlünk is látható
23	21,6	Algol minimumban
26	18,5	Algol minimumban
29	14	Regulus $0,^\circ 3$ -kal délre a Holdtól
29	15,2	Algol minimumban
29	16	Uránusz $0,^\circ 1$ -kal délre a Holdtól

Bolygók

*Merkur* előretartó mozgást végez 2-ig a Mérleg, 2-től 5-ig a Skorpion, 5-től 17-ig a Kígyótartó, utána a Nyilas csillagképben. A hó folyamán nem kerül megfigyelésre kedvező helyzetbe. 16-án felső együttállásban a Nappal. — *Vénusz* előretartó mozgást végez 6-ig a Mérleg, 6-tól 10-ig a Skorpion, 10-től 25-ig a Kígyótartó, utána a Nyilas csillagképben. A hó első felében egy órával kel a Nap előtt és még megfigyelhető napkelte előtt a délkeleti égbolton. 2-án fázisa 0,97 növekedő, fényessége —3,4 magnitúdó, csökkenő. — *Mars* előretartó mozgást végez 19-ig a Kígyótartó, utána a Nyilas csillagképben. A hó folyamán nem figyelhető meg. 14-én szembenállásban a Nappal. — *Jupiter* előretartó mozgást végez a Bak csillagképben. Napnyugta után figyelhető meg. A hó végén három órával nyugszik a Nap után. — *Szaturnusz* előretartó mozgást végez 23-ig a Nyilas, utána a Bak csillagképben. Napnyugta után figyelhető meg. A hó végén három órával nyugszik a Nap után. — *Uránusz* 6-ig előretartó, utána hátráló mozgást végez a Oroszlán csillagképben. Éjfél előtt kel és az éjszaka második felében figyelhető meg. — *Neptunusz* előretartó mozgást végez a Mérleg csillagképben. A hajnali órákban újra látható lesz a délkeleti égbolton.

Megfigyelhető jelenségek

Nap	Óra	
7 /	00	Vénusz 4°-kal délre a Holdtól
8	05,7	Algol minimumban
11	01	Szaturnusz 2°-kal délre a Holdtól
11	02,5	Algol minimumban
11	15	Jupiter 2°-kal délre a Holdtól
11	21	Vénusz 5°-kal északra az Antarestől
12	—	Geminidák meteorraj (december 5-től 19-ig) gyakorisági maximuma
13	23,3	Algol minimumban
16	20,2	Algol minimumban
19	17,0	Algol minimumban
20	12	Aldebaran 0,°7-kal délre a Holdtól
26	22	Regulus 0,°5-kal délre a Holdtól. A csillag fedése tőlünk is látható
27	00	Uránusz 0,°3-kal délre a Holdtól. A bolygó fedése tőlünk is látható
31	04,2	Algol minimumban

G. I.

DETRE LÁSZLÓ:

## A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA CSILLAGVIZSGÁLÓ INTÉZETÉNEK MŰKÖDÉSE

(1959. július 1—1960. június 30.)

A Piskétestetön létesített fiókintézet építkezései tervszerűen haladnak előre. A főépület 1960 júniusában elkészült és a bútorzat megérkezése után előreláthatólag augusztusban lesz beköltözhető. 1960 áprilisában megkezdődött a Schmidt-teleszkóp befogadására szolgáló 8 méter átmérőjű kupola építése. Még 1960 nyarán elkészül egy másik kisebb megfigyelőhelyiség. Ebben egy 25 cm-es reflektor kerül felállításra, fotoelektromos megfigyelések céljára. Úgy tervezzük, hogy a megfigyelések ezzel a távcsővel már szeptemberben megindulnak. Az új intézmény területén szeizmológiai állomás is épül.

Felújítási keretünkől az NDK-ból egy újabb regisztráló berendezést szereztünk be a fotoelektromos megfigyelésekhez. Beruházási keretünkől pedig egy Sefram gyártmányú  $10^{-8}$  Å/mm érzékenységű, valamint két Multiflex-típusú  $10^{-8}$ , illetve  $10^{-9}$  Å/mm érzékenységű galvanométert, egy hanggenerátort, oszcilloszkópot, hangfrekvenciás csövtlémérőt és több stabilizátort vásároltunk. Ezenkívül a működési kiadások terhére Schott-féle interferencia-szűrő sorozatot és interferencia-spektroszkópot szereztünk be.

A Geofizikai Év keretében végzett vizsgálatokhoz 40 000 forint tudományos segílyt kaptunk. Ez lehetővé tette, hogy külön segéderőt alkalmazjunk a mesterséges holdak megfigyeléséhez. A segíly terhére beszereztünk 3 db RCA Ip21 multiplier csövet és egy stopperórát.

A könyvtár 1959-ben vétel útján 349, csere vagy ajándék révén 794 kötetel gyarapodott, összesen 270 000 Ft értékben. A könyvtár állománya 1959 végén 18 872 leltározott kötet és kb. 1500 nem leltározott duplum-példány.

Az Intézet személyzetében beállott változások: 1959. augusztus 1-én Csank Lajos helyére Kányó Sándor került. Szeptember 1-én kineveztük gyakornoknak, majd 1960. március 1-én segédmunkatárnak Almárné Illés Erzsébetet. Lovas Miklós január 1-én tudományos segédmunkatárnak lépett elő. Szeptember 1-től főlállással főlőadónak alkalmaztuk Kővári Nándort. A csillagászatban mutatkozó nagy káderhiány erősen akadályozza a tudományos személyzet megfelelő növelését.

Detre László és Elter János közel három hónapot töltött a Kínai Népköztársaságban, főleg a nankingi akadémiai csillagvizsgálóban. Detre Pekingben, Shunghaiban és Nankingban összesen 18 előadást tartott a

csillagászati fotoelektromos fotometriáról és a változócsillagokról, azonkívül majdnem naponta tartott hosszabb diszkussziót a nankingi akadémiai csillagvizsgáló sztellársztronómiai osztályával. Elter műhelyfőnökünk a budapestihez hasonló fotoelektromos berendezést konstruált a nankingi csillagda számára és ezzel már meg is indultak a kooperatív vizsgálatok néhány RR Lyrae-csillagról.

Detre és Lovas 1960 júniusában néhány napot az NDK-ban töltött, elsősorban a jenai Zeiss optikai üzemmel való tárgyalások céljából. Ez alkalomból meglátogatták az NDK főbb obszervatóriumait. Almár ugyanabban a hónapban a TIT kiküldöttként részt vett a lipcei asztronautikai konferencián.

Az Intézet meglátogatta Kordylewski krakkói (1959 november) és Martynov moszkvai (1960 június) csillagász, akik az Intézet kollokviumán több előadást tartottak. Az Intézet személyzete kozmológiai problémákról és a fotoelektromos módszerekről tartott kollokviumokat.

Az Intézet tudományos tervében szereplő témákban elért újabb eredményekről a következőket jelenthetem:

### *1. téma: Változócsillagok fotoelektromos vizsgálata*

A megfigyeléseket a 60 cm-es reflektorra szerelt fotoelektromos berendezéssel végeztük. Az időjárás 1959-ben is kedvező volt, ennek megfelelően ebben az évben is nagy megfigyelési anyag gyűlt össze. Mivel azonban a műszert a nyári és őszi estéken internacionális kooperációban vállalt fedési kettőscsillag-megfigyelésekre kellett felhasználni, az RR Lyrae-csillagokra kapott anyag valamivel kevesebb volt, mint 1958-ban. Az Intézet tudományos személyzete és segédszemélyzete példás kollektív együttműködéssel minden derült órát kihasználta.

A megfigyelések feldolgozásából a következő eredmények adódtak:

a) Az RR Lyrae-csillagok felszálló ágában, a legnagyobb amplitudójukat kivéve, mindig mutatkozik egy rövidebb-hosszabb nyugalmi szakasz. Kiderült, hogy kimondott összefüggés áll fenn a fénygörbe amplitudója és a felszálló ág nyugalmi fázisának időtartama között: minél kisebb az amplitudó, annál hosszabb a nyugalmi állapot.

b) Egy bizonyos periódushoz igen különböző amplitudók és igen különböző fénygörbe típusok tartoznak. RR Lyrae-csillagokra tehát nem áll fenn egy periódus-amplitudó reláció.

c) A felszálló ág a kék színtartományban előbb indul meg, mint a sárgában. A maximum idejében csak a Blasko-effektust mutató csillagoknál van különbség a két színtartományban. Ennek következtében a felszálló ág a kék színtartományban hosszabb, mint a sárgában.

Ezekről az eredményekről Detre beszámolt a bambergi változócsillag-konferenciára beküldött előadásában. Az előadás megjelent a bambergi csillagda kiadványában.

d) Az RW Dra-ról végzett fotoelektromos megfigyeléseknél kimutattuk, hogy a Blasko-effektus amplitudója a maximumok fényességében a sárga színtartományban kisebb, mint a kékben, ezzel szemben a maximum fázis-ingadozásának amplitudója a sárga tartományban nagyobb (Balázs Júlia, Lovas Miklós).

e) Balázs Júlia a bambergi változócsillag-konferenciára beküldött előadásában új hipotézist vetett fel, amely egyrészt megmagyarázza az RR

Lyrae-csillagok fénygörbéjének különbözőségét, azonkívül támpontot nyújt a Blasko-effektus értelmezésére is. Az alagondolat abban áll, hogy a fénygörbék különbözősége nem származhat a csillagok fizikai különbségétől, mivel Blasko-effektus esetén egy és ugyanazon csillag felveheti az összes fénygörbe alakokat. Ezért feltételezte, hogy a különböző fénygörbék a csillag forgási tengelyének különböző helyzete következtében jönnek létre. Szerinte az RR Lyrae-csillagok nem végeznek radiális, harmonikus pulzációt, mint eddig gondolták, hanem a fényváltozást szabályos időközökben fellépő kitörések okozzák. Ezt a felfogást alátámasztja az a megfigyelési tény is, hogy a flare-csillagok fénygörbéi megegyeznek az RR Lyrae-csillagok fénygörbéjével. Minthogy az RR Lyrae-csillagoknak erős mágneses terük van, Balázs Júlia fölteszi, hogy a kitörések a mágneses tengelyhez szimmetrikusan lépnek fel, két poláris vagy egyenlítői zónában. A csillag állapota a fényminimumban a csillag normális állapota. Ebből a normális állapotból történnek szabályos időközökben a kitörések, amelyek a felénk forduló féltéken erős fényességnövekedést, a spektrumban a színképvonalak ibolya-eltolódását okozzák. A kidobott anyag a csillag mágneses és gravitációs mezejében kiterjed és lelassul. Ilyen módon meg lehet magyarázni az RR Lyrae-csillagok spektrális sajátosságait is, többek között a vonalak kettőződését és emissziós vonalak fellépését a fényváltozás bizonyos fázisában. Aszerint, hogy a csillag mágneses tengelye hogyan fordul felénk, különböző fénygörbéket kapunk még akkor is, ha az erupeciók intenzitása és helyzete minden csillagnál ugyanaz is.

Ha a mágneses tengely nem esik egybe a rotációs tengellyel, akkor a tengelyforgás folyamán a mágneses tengely hozzánk képest folytonosan változik és így egy tengelyforgás periódusával a csillag fénygörbéje változik. Ezen feltevés szerint tehát Blasko-effektus akkor lép föl, ha a mágneses tengely nem esik egybe a forgástengellyel.

Az előadás a bambergi csillagvizsgáló kiadványában jelent meg.

f) A BP Vul változócsillagról megállapítottuk, hogy az eddigi klasszifikációval ellentétben nem RR Lyrae, hanem kétnapos periódusú fedési kettőscsillag (Illés Erzsébet).

## 2. téma: Gömbhalmazok vizsgálata

Lovas 22 felvételt készített a 60 cm-es reflektoron a M5 és M99 gömbhalmazokról. Befejezte az M5 halmazban ismert 98 változócsillag fényességmérését.

## 3. téma: Változócsillagok periódusváltozásának elvi kérdései

Balázs Juliának a hipotézise a RR Lyrae-csillagok fényváltozásáról támpontot nyújt ezen csillagok periódusváltozásának okaira is, különösen plauzibilisé teszi azt a megfigyelési tényt, hogy a Blasko-effektusú csillagok O—C-diagramjai rendkívül komplikáltak. Ugyanis ha a mágneses tengely nem esik egybe a forgástengellyel, akkor a mágneses tengely helyzetében bizonyos fokú instabilitásnak kell fellépnie. A mágneses tengely helyzetének változása befolyásolja a csillag stabilitását és ezzel a kitörések periódusát. Azonkívül mivel a csillag rotációs periódusa a forgáspólustól való távolsággal változhat, ezen instabilitás következtében a Blasko-effektus periódusa is változhat. Sőt érthetővé válik az is, hogy némely csillagnál bizonyos ideig a Blasko-effektus kimaradhat.



#### 4. téma: Elektronikus mérőberendezések kifejlesztése

Az Intézeti műhelye megfelelő csillagászati fotoelektromos berendezést szállított a bajai és szombathelyi szputnyik-állomásoknak és a kínai akadémiai nankingi csillagvizsgálónak. Az NDK-ból beszerzett új regisztráló berendezést októberben üzembe helyeztük. Az új berendezéssel a mérések nemcsak kényelmesebben, hanem gyorsabban és kb. 30%-kal pontosabban végezhetőek, mint a közvetlen galvanométer-leolvasások esetében. Műhelyünk új fotoelektromos berendezést készített a 26 cm-es reflektorunkhoz. Ezt a berendezést kipróbáltuk. A berendezés megfelel az igényeknek, de rendszeres megfigyeléseket mégsem kezdhettünk a műszerrel, mert annak közel 100 éves mechanikája nem felel meg a modern követelményeknek.

#### 5. téma: Mesterséges holdak követése

A Szovjetunióból ajándékképpen kapott berendezéssel rendszeresen megfigyeltük a moszkvai sürgöny-előrejelzések alapján a szovjet mesterséges holdak átvonulását. A munka Almár Iván tudományos munkatárs vezetésével folyt, aki ellenőrizte a bajai és szombathelyi állomásokat.

*Egyéb munkák:* Lovas Miklósnak sikerült az Intézet 18 m-es refraktorán megfigyelni a Lunyik II becsapódását a Holdon. Ez a megfigyelés igen nagy külföldi visszhangot keltett és lehetővé tette, hogy a becsapódás helyét néhány kilométeres pontossággal határozzuk meg. Néhány más obszervatóriumból jelentett megfigyeléssel szemben ez az egyedüli megfigyelés, amely összhangban állt a szovjet rádió-lokalizációs eredményekkel és minthogy Lovas észrevétele alapján a jelenséget Balázs Júlia és Balázs Béla is megfigyelték, sőt Intézetünk megfigyelésétől függetlenül a bajai állomáson Ill Márton is észrevette a jelenséget, a magyar megfigyelések tekinthetők az egyedüli reális vizuális megfigyelésnek. A megfigyelésekről kiadott hivatalos jelentés az Intézet kiadványainak 45. számában jelent meg.

Külföldi felkérésre részt vettünk a Nemzetközi Csillagászati Unió keretében szervezett kooperatív munkában a Beta Lyrae kettőscsillag fotoelektromos megfigyelésével. A csillagról 26 estén tudunk megfigyeléseket végezni 4 szintartományban és ezzel a mi csillagvizsgálónk járult a legnagyobb anyaggal hozzá a kooperatív munka sikeréhez (Balázs Júlia, Lovas Miklós, Geffert Károly).

A leideni csillagda felkérésére szeptember—október folyamán négy színben fotoelektromos méréseket végeztünk a VW Cep fedési kettőscsillagról. Több estén sikerült 7—8 órán keresztül folyamatos megfigyeléseket végezni, és így erről a csillagról is a mi csillagdánk járult hozzá a legnagyobb anyaggal a kooperatív vizsgálatokhoz (Balázs Júlia, Kanyó Sándor, Lovas Miklós, Geffert Károly).

A Liek csillagda felkérésére októbertől kezdve rendszeresen megfigyeltük az AR Cas fedési kettőscsillagot (Kanyó Sándor, Geffert Károly).

Almár Iván befejezte a Gamma Orionis légkörének kvantitatív spektrálanalízisét és az eredményeket egybevetette a Beta Canis Majoris változóknál nyert eredményekkel. A munka megjelent német nyelven, mint az Intézet kiadványainak 44. száma. Magyar nyelven ez volt Almár kandidátusi disszertációja, amelyet november 5-én védett meg. A munka több érdekes kozmogóniai következtetést tett lehetővé.

A cincinnati-i csillagvizsgáló felkérésére Balázs Béla 7 kisbolygónak 63 pontos pozícióját határozta meg, éspedig az 1380 bolygóról 1, az 1470-ről

21, az 1480-ról 1, az 1538-ról 7, az 1300-ról 3, az 1441-ről 16, az 1546-ról 14 pozíciót. Az eredményeket beküldtük Rabe professzornak.

Kordylewzski lengyel csillagász két hetet töltött az Intézetben, hogy megfigyelési anyagunk alapján tanulmányozza az RR Lyrae-csillagok és a fedési kettőscsillagok periódusváltozásaiban mutatkozó hasonlatosságokat.

A reflektoron végzett fotoelektromos mérések a Johnson-rendszer szerinti redukálásának és a légköri extinkció meghatározásának terjedelmes munkái jól haladtak előre (Paál).

Paál az Eötvös Loránd Tudományegyetemen heti két órában csillagászati előadásokat tartott.

Az Intézet személyzete tevékenyen részt vett a csillagászati ismeretterjesztésben és népszerűsítésben.

RÓKA GEDEON:

## A TIT CSILLAGÁSZATI ÉS ŰRHAJÓZÁSI SZAKOSZTÁLYAINAK 1959/1960. ÉVI MŰKÖDÉSE

A TIT csillagászati és űrhajózási szakosztályainak munkáját az Országos Választmány irányítja. Elnöke: dr. Detre László akadémiai levelező tag, a MTA Csillagvizsgáló Intézetének igazgatója, alelnökök: Almár Iván kandidátus, dr. Kulin György, Szabó Gyula (Miskolc), választmányi titkár: Róka Geleon.

A budapesti szakosztály elnöke dr. Detre László, a szakosztályvezetőség tagjai: Almár Iván, dr. Földes István, dr. Kulin György, Nagy Ernő, Sinka József, titkár: Abonyi Ivánné.

A Baranya megyei szakosztály elnöke: dr. Székely Jenő, titkára: dr. Tóth László.

Bács megyében: elnök: Csongor Edéné, titkár: Magyar János.

Borsod megye: elnök: Apostol Ince, titkár: Szabó Gyula.

Heves megye: elnök: dr. Udvarhelyi Károly, alelnök: Zetényi Endre.

A többi megyében a csillagászati-űrhajózási tagozat összevont szakosztály (csillagászat-földrajz, csillagászat-fizika-matematika) keretében működik.

A budapesti szakosztály mellett működő Magyar Űrhajózási Bizottság megszűnt, az asztronautikának az ismeretterjesztésen túlmenő problémáival a MTESZ Asztronautikai Szakosztálya foglalkozik.

A kulturális tömegmozgalomnak az utóbbi években észlelhető fellendülése a csillagászati és űrhajózási előadások iránti fokozottabb érdeklődésben is megnyilvánult. A szakosztályok 1958-hoz képest az előadások számában 172 %-os, a hallgatói létszámban pedig 214 %-os emelkedést értek el. Az Országos Választmány az 1960. április 22-i ülésén Apostol Ince (Miskolc), Áts György (Pécs), ifj. Bartha Lajos (Budapest), Bodócs István (Győr), Borsányi Imre (Budapest), Csongor Edéné (Kecskemét), Gauser Károly (Budapest), dr. Horváth Árpád (Budapest), Károlyi Árpád (Budapest), dr. Kulin György (Budapest), dr. Kun Kuti Márton (Budapest), Nagy Ernő (Budapest), Nagy István György (Budapest), Suba István (Miskolc), Szabó Gyula (Miskolc), Szentes Imre (Kaposvár), M. Takács Ferenc (Nyíregyháza), Zetényi Endre (Eger) szakosztályi tagokat és Földes Istvánt, a TIT Pest megyei szervezőtőnének titkárát, eredményes, jó munkájukért elismerő oklevéllel tüntette ki. Az űrhajózási témájú előadásokhoz igen nagy segítséget adott a budapesti fizikai szakosztály. Az Országos Választmány ezért köszönetét fejezte ki Abonyi Iván, Bihari Sándor, Császár Ottó, Dobó Ferenc, Dzsida László, Pallós Emil, Richter Nándor, Sass Elemér, Zajta Aurél fizikai szakosztályi tagoknak és Svékus Olivérnek, a fizikai szakosztályok választmányi titkárának.

A Szovjetunió sikeres rakétakísérletei szerte az országban mindig igen élénk érdeklődést váltottak ki, de különösen nagy érdeklődés mutat-

kozott a második Lunyik 1959. november 12-i céltalálása nyemán, amikor először sikerült emberkéz alkotta eszközt eljuttatni a Holdra. Még a mesterséges holdak után is akadtak olyanok, akik kételkedtek az űrhajózás megvalósításában, de a Hold eltalálása már minden kétséget clozlatott. A budapesti előadók szeptember 17-én ankétra jöttek össze a Kossuth klubban, amelyen megbeszélték a holdrakéta-előadások tartalmi és módszertani kérdéseit. Szeptember 25-én a Tudományos Ismeretterjesztő Társulat, a Hazafias Népiíront Budapesti Bizottsága és a Magyar—Szovjet Baráti Társaság a budapesti Kossuth klubban „Korszakalkotó lépés a Világmindenség megismerésében” címmel ünnepélyes előadást rendezett, amelyen Bognár Béla akadémikus, a Magyar Tudományos Akadémia főtitkárhelyettese mondott bevezetőt, majd dr. Detre László akadémiai levelező tag, az MTA Csillagvizsgáló Intézetének igazgatója ismertette a holdrakéta tudományos jelentőségét. A TIT másik nyilvános előadásán, melyet a MEDOSZ székházban rendezett szeptember 20-án Almár Iván kandidátus, az MTA Csillagvizsgáló Intézetének munkatársa, dr. Kulin György, az Uránia Csillagvizsgáló igazgatója és Lovas Miklós, az MTA Csillagvizsgáló Intézetének munkatársa tájékoztatták a közönséget. Lovas Miklós, aki a szabadsághegyi Intézet egyik műszerével észlelte a holdrakéta beesapódását, a megfigyeléssel kapcsolatos élményeiről számolt be az előadáson. A Társulat nyilvános előadásai mellett igen nagy számban igényelték az űrhajózási témájú előadásokat, nemcsak a fővárosi nagyüzemek (a Csepeli Vas- és Fémműveknél 55 ilyen előadás volt), üzemi és szakszervezeti kultúrotthonok, hanem a vidéki üzemek, vállalatok, falusi művelődési házak és falusi kultúrotthonok is.

A Hold túlsó oldalának lefényképezése, majd a januári csendes-óceáni óriási rakétakísérletek egyre ébren tartották az érdeklődést. Január 31-én a Választmány országos előadói konferenciát rendezett az előadások színvonalának emelése érdekében.

Az űrhajózási témájú előadások mellett, hogy megvilágították az űrhajózás tudományos alapjait, a világ megismerhetősége társadalomtudományi és politikai szempontból való jelentőségét, fokozottabban ráirányították a figyelmet magára a csillagászat tudományára is. Egyik leggyakoribb kérdés, hogy mi a célja, a haszna a mesterséges égitestekkel folytatott kísérleteknek. Teljes egészében ezt csak akkor lehet megérteni, ha valaki tisztában van általában a csillagászati kutatások értelmével, hogy a csillagászat is egyik fontos ága a természetkutatásnak, eszköze a természet feletti uralom megszerzésének. A csillagászat iránt megnyilvánuló fokozottabb érdeklődés növelte a csillagászati előadások számát is. Legtöbb előadás a Naprendszer, Csillagászat és babona. Az ember és a Világmindenség, Lehetőségek-e élet más égitesteken, A Naprendszer kialakulása, Legenda és valóság a csillagos égről, Volt-e kezdete a világnak, A tudomány a világ végéről témákból hangzott el. A tudomány a világ végéről című előadás különösen azért váltott ki nagy érdeklődést, mert a különféle vallási szekták, melyek a világ végével rémisztik az embereket, 1960-ra is megjósolták a világ végét.

Az egyes előadásokon kívül mind Budapesten, mind a megyei szervezeteknél a szakosztályok számos előadássorozatát is szerveztek. Így a budapesti és vidéki munkásakadémiákon, Budapesten a Rendőrákadémián, a Szabó Ervin Könyvtárban, honvédségi alakulatoknál, nagyüzemekben és vállalatoknál.

A megyei szakosztályok közül a legkiemelkedőbb eredményt ez évben is a Borsod megyei szakosztály érte el. 1959. április 1-től 1960. március 31-ig 508 előadást tartott 34 113 hallgatónak. Jó és kiemelkedő az ismeret-

terjesztés nemcsak Miskolcon, hanem Ózdon, Kazincbarcikán, Sátoraljaújhelyen és Sárospatakon is. A szakosztályvezetőség negyedévenként rendszeresen megtartja üléseit. A szakosztály miskolci 24 tagból álló csillagászati szakköre a náyi időszaót kivéve hetenként tartja foglalkozását, melyen a szakköri tagok egy-egy csillagászati témából kiselőadásokat tartanak. A szakkör keretében meteorológiai, nap-megfigyelő, szputnyik-megfigyelő és holdészlelő csoport működik. A szakosztály vezetősége 1960. mácius 20-án Tokajban a sátoraljaújhelyi, szerencsi és szikszói járás csillagászati előadói részére konferenciát rendezett, melyen 20 előadó vett részt. A konferencián Frisnyák Sándor „Csillagászati ismeretterjesztés Borsod megyében”, Szabó Gyula „A csillagászati ismeretterjesztés tematikai és módszertani kérdései”, Suba István „Hogyan készülök az ismeretterjesztő előadásokra”, Apostol Ince pedig „A csillagászat legújabb eredményei” címmel tartottak előadásokat. Az előadásokat összevont vita követte. A Borsod megyei szakosztályban kiemelkedő munkát végeztek Apostol Ince és Suba István, akik az 1959. évi decemberi megyei elnökségi ülésen elismerő díszoklevelet kaptak. Eredményes és jó munkát végeztek; Elek Árpád, Fábiani Endre, ifj. Apostol Ince, Kálmán József az előadások, Fucker Fridolin és Varga Pál pedig a távesdőpítés terén, továbbá a szakkör részéről Bartók György, Koleszár József, Krompeszky Gyula, Pálincás Csaba, Nemcsák János, Zórád István, akik a meteorológiai és napfoltészlelő munkát végezték. A szakosztály irodalmi tevékenysége: Suba István: Van már távesdővem címmel cikket írt „A csillagos ég”-ben. Szabó Gyula és dr. Szász Gábor: Borsod-Abaúj megye éghajlatai viszonyai címmel tanulmányt írtak az 1959. évi Borsodi Földrajzi Évkönyvben. Szabó Gyula: A csillagászati ismeretterjesztés tematikai és módszertani kérdései címmel dolgozatot írt „A csillagos ég”-ben. Az Északmagyarország című napilap részére Szabó Gyula rendszeresen ír kisebb csillagászati vonatkozású cikkeket, híreket.

Jelentős fejlődést ért el a Pest megyei szakosztály munkája is. Az 1959. évben tartott 92 csillagászati előadásból 40 előadás állami gazdaságokban, gépállomásokon, falusi művelődési otthonokban, gazdakörökben és iskolákban hangzott el.

Megnövekedett a falusi előadások arányszáma a Baranya megyei szakosztálynál is. Több előadásorozatot is szerveztek. Csillagászati előadásokat tartottak Pécs több nagy üzemében rendezett munkásokadémiákon, a megye több községében szervezett népfőiskolák, ifjúsági akadémiák, valamint a „Hazádnak rendületlenül” főcímmel összefoglalt előadásorozat keretében. A szakosztály tagjai csillagászati cikkeket írtak a helyi napilapok, a Pécsi Rádió számára és a mesterséges égitestek aktuális eseményeiről nyilatkoztak.

A Bács megyei szakosztály 1959-ben 151 előadást tartott 8161 hallgató előtt. A megye lakosságának nagy része falun él, a szakosztály ezért a városi igényeket sem elhanyagolva igyekezett főleg a falu érdeklődésének eleget tenni. A 151 előadásból 83 előadás községekben tartottak 4435 hallgató előtt. A szakosztály tapasztalata szerint a falusi lakosság igen hálás az ismeretterjesztő munkáért és ezen belül a csillagászati előadásokért. A szakosztály taglétszáma bővült. Az előadások színvonalának emelése érdekében a járáásokban előadói konferenciákat szerveztek.

A Heves megyei szakosztály 1959-ben 78 előadást tartott 4848 hallgatónak. Az előadások 50 %-a az úrhajózással foglalkozott, egyéb témák közül a Naprendszer, a Hold, a Föld mint égitest, a Világegyetem szervezete szerepeltek leggyakrabban. A szakosztály csillagászati szakkört szervezett, melynek patronálását az egri Pedagógiai Főiskola földrajzi és fizikai tanszéke vállalta. A szakkör tagjai a főiskolai hallgatók és érdeklődők. Létszáma: 15.

Az összevont szakosztályok tagjai is eredményesen tevékenykedtek a csillagászati ismeretterjesztés kiszélesítése érdekében. Ezeknél, mint Budapesten is, a fizikai szakosztályok adtak segítséget az úrhajózási témájú előadásokhoz.

A hagyományos nyárvégi Csillagászati Hetet a szakosztályok szeptember—december hónapokban tartották. Budapesten a Kossuth klubban rendezték meg a Csillagászati Hetet, melynek minden előadása után ismeretterjesztő filmeket mutattak be.

#### *A budapesti Csillagászati Hét előadásai:*

- szeptember 7. dr. Kulín György: A meteorkutató újabb eredményei.
- szeptember 8. dr. Horváth Árpád: A planétáriumok szerepe az ismeretterjesztésben.
- szeptember 9. dr. Flórián Endre: A mesterséges égitestek tudományos eredményei.
- szeptember 10. Marx György, a fizikai tudományok doktora: Atom és Világegyetem.
- szeptember 11. Sinka József: A csillagászat új utakon.
- szeptember 12. Almár Iván kandidátus: Hogyan alakulnak ki a csillagrendszerek?

Pécsett a Leőwey Klára leánygimnázium fizikai előadótermében október 5—11-ig zajlott le a Csillagászati Hét az alábbi program szerint:

- október 5. dr. Székely Jenő: Elnöki megnyitó.  
Kiss Miklós: Mi okozza a rendkívüli időjárást?
- október 6. Zukovits Imre: Különös jelenségek a csillagos égen.
- október 7. dr. Tóth László: Ha eljutunk a Holdra.
- október 8. Bodlaki Ákos: A csillagok születése és élete.
- október 9. dr. Székely Jenő: Mérőónnal a világmindenségben.
- október 10. dr. Göres László: Csillagászati világmépünk kialakulása.
- október 11. Áts György: A csillagászati kutatás legújabb eredményei.

A pécsi Csillagászati Hét programját Komló város felkérésére ebben a szocialista városban is meg kellett ismételni.

A miskolci szakosztály a Csillagászati Hetet a Magyar—Szovjet Baráti Társasággal, a Megyei és Városi Tanács VB Művelődésügyi Osztályával, valamint a Szakszervezetek Megyei Tanácsával közösen rendezte meg.

#### *A miskolci csillagászati hét előadásai:*

- november 30. Apostol Inco: Holnap sem szabályos, sem különleges világnap nem lesz.
- december 2. Szabó Gyula: Legújabb adatok a Nap földi hatásairól.
- december 3. dr. Kulín György (Budapest): Ember a világűrben.  
A csillagászat legújabb eredményei.
- december 4. dr. Kulín György (Budapest): Az úrhajózás távlatai.

Ezenkívül a miskolci középiskolában Apostol Inco, Fábíán Endre, Földes Ferenc, Suba István, Szabó Gyula „Út a csillagok felé” címmel, Borsod megye területén pedig Ózdon dr. Flórián Endre (Budapest), Szerecsen Sinka József (Budapest), Mezőkövesden Apostol Inco „Ember a világűrben” címmel tartottak előadást.

Az Egri Csillagászati Hetet szeptember első hetében tartották, az előadások a Holdról és az űrhajózásról szóltak.

A Csillagászati Hetek során szeptember elején vendégünk volt *Vanysek* professzor, a prágai csillagvizsgáló intézet munkatársa. Előadást tartott Miskolcon és a budapesti Uránia Csillagvizsgálóban üstökös kutatásairól, részt vett és felszólalt a budapesti Csillagászati Hét első előadásán.

Az Országos Választmány 1960. augusztus 28-án és 29-én kétnapos konferenciát rendezett a TIT Központi Székházában a vidéki Urániák vezetői és a budapesti szakosztály tagjai részére az alábbi program szerint:

Augusztus 28-án *délelőtt*:

Róka Gedeon választmányi titkár előadása: A csillagászati ismeretterjesztés világnézeti problémái.

dr. Kulin György, a budapesti Uránia igazgatója az újonnan készült távcsöveket átadta a megyei szervezetek részére.

Róka Gedeon választmányi titkár előadása: Az ezévi Csillagászati Hét tematikai és szervezeti kérdései.

*délután*:

Almár Iván kandidátus, az MTA Csillagvizsgáló Intézete tudományos munkatársának előadása: Beszámoló a lipcei kozmológiai konferenciáról.

*este*:

Látogatás a gellérthegy Uránia Csillagvizsgálóban.

Augusztus 29-én *délelőtt*:

dr. Kulin György, a Budapesti Uránia igazgatójának előadása: Az égi mechanika néhány problémája.

Gausser Károly, a budapesti Uránia munkatársának előadása: Az extragalaxisok kutatásának újabb eredményei.

Róka Gedeon előadása: A csillagászati továbbképző tanfolyam beindítása.

*délután*:

dr. Horváth Árpád tanár előadása: Beszámoló a csehszlovákiai népi csillagdák munkájáról.

A József Attila Szabadegyetem keretében az 1959/60. oktatási évben a budapesti csillagászati és űrhajózási szakosztály 16 előadásból álló csillagászati tagozatot indított, mely az alábbi előadásokban adott tájékoztatást a csillagászat valamennyi fontosabb ágazatáról:

dr. Kulin György: A Világegyetem üzenetei.

Róka Gedeon: A Világegyetem megismerésének állomásai.

dr. Kulin György: A Világegyetem megismerésének eszközei.

Róka Gedeon: Csillagászat — szabad szemmel.

dr. Kulin György: Az égitestek látszólagos és valódi mozgása.

dr. Horváth Árpád: A Naprendszer általános jellemzése.

ifj. Bartha Lajos: A bolygó kutatás újabb eredményei. Látogatás az Uránia Csillagvizsgálóban.

ifj. Bartha Lajos: A Nap kutatásának céljai és eredményei.

Marx György, a fizikai tudományok doktora: Atom és Világegyetem.

Almár Iván kandidátus: Csillagok és csillagrendszerek.

Gausser Károly: Őriástávcsövekkel a végtelen felé.

Róka Gedeon: Véges vagy végtelen-e a világ?

dr. Földes István kandidátus: A modern kozmogónia kérdései.

Ponori Th. Aurél: A csillagászat és a mindennapi élet.

dr. Flórián Endre: Geofizika és csillagászat.

A budapesti szakosztály a Kossuth klubban az 1959/60. év folyamán is rendszeresen megtartotta klubestjeit. A klubesteken egyrészt a szakosztály tagjai tartottak referátumokat, vagy a szakosztály aktuális ügyeit beszéltek meg, másrészt a fizikai és filozófiai szakosztállyal közös rendezésben megvitatták a csillagászat és fizika néhány világnézeti szempontból is fontos problémáját. Az 1959. december 2-i rendkívüli klubesten Prof. dr. Kordylewski, a krakkói egyetemi Csillagvizsgáló Intézet munkatársa, a lengyel Asztronautikai Társaság krakkói szervezetének vezetője tartott előadást a lengyel csillagászatról és a lengyel Asztronautikai Társaság keretében folyó munkáról. A június 14-i klubest napján pedig D. J. Martinov, a moszkvai Sternberg Intézet igazgatója előadása hangzott el „A Szovjet szputnyikok és a kozmikus térség meghódítása” címmel.

*A klubestek programja:*

- september 22. dr. Horváth Árpád beszámolója csehszlovákiai tanulmányútról.
- október 20. Ankét a holdrakétáról tartott előadások tapasztalatairól.
- november 3. Nagy Ernő vetítettképes előadása a legújabb űrrakétakutatásokról.
- december 2. dr. Kordylewski professzor előadása a lengyel csillagászatról.
- december 22. Róka Gedeon vitaindító referátuma a világ anyagi egységéről.
- január 19. A csillagos ég szakosztályi közlöny szerkesztőségi ankétja.
- február 23. Balázs Béla „Atom és Világegyetem” című előadása.
- március 8. ifj. Bartha Lajos előadása: Újabb ismeretek a Földről mint égitestről.
- március 22. Ankét a fizika filozófiai kérdéseiről: Vannak-e végső elemi részecskék (A csillagászati, filozófiai és fizikai szakosztályok közös rendezésében).
- április 19. Károlyházi Frigyes: Az ikerparadoxonról (A csillagászati, filozófiai és fizikai szakosztályok vitacstje).
- május 24. Ankét a fizikai, filozófiai kérdésekről: Véges vagy végtelen-e a világ? (A csillagászati, filozófiai és fizikai szakosztályok közös rendezésében).
- június 14. D. J. Martinov szovjet csillagász előadása: A szovjet szputnyikok és a kozmikus térség meghódítása.

Az Országos Választmány 1960. április 22-i ülésének megnyitójában dr. Detre László, a Választmány elnöke beszámolt a csillagászat legújabb eredményeiről és eseményeiről, majd a választmányi üléssel kapcsolatos április 23-i előadói konferencián Almár Iván kandidátus „Az asztronautika csillagászati problémái” és Balázs Béla tudományos munkatárs „Újabb eredmények a Világmindenség szerkezetére vonatkozó kutatásokban” címmel tartottak előadást.

Almár Iván 1959 nyarán a TIT megbízásából részt vett a lipesei kozmológiai kongresszuson, dr. Horváth Árpád pedig a csehszlovákiai népi csillagászati kongresszusán.



KULIN GYÖRGY:

## A TUDOMÁNYOS ISMERETTERJESZTŐ TÁRSULAT URÁNIA BEMUTATÓ CSILLAGVIZSGÁLÓINAK MŰKÖDÉSÉRŐL

BUDAPEST

A beszámolási időszak : 1959. május 1-től 1960. április 30-ig.

### *1. Mindennapos előadások és bemutatások.*

Egyéni és csoportos látogatók számára az Uránia az elmúlt évben is mindenről este a látogatók rendelkezésére állt. A bemutatások tárgya a Hold, a bolygók, kettősök és halmazok voltak. Az Uránia munkájában fejlődésnek tekinthető, hogy az állandó klubhelyiség és állandó múzeum számára az átalakítási munkálatok folyamatban vannak. A műhely és annak gazdasági csoportja februárban elköltözött s így valóra válthatjuk a régi tervünket, hogy a látogatóknak több érdekességgel szolgálhassunk.

### *Csütörtöki sorozat*

Ennek a programunknak további bővítését csak az előadóterem szűk volta akadályozza. Csaknem minden alkalommal zsúfolt teremben tartottuk meg a csütörtöki — immár hagyományossá váló — előadásokat. Az itt elhangzott előadások iránt nagy az érdeklődés, s az országos munka érdekében igen kívánatos lenne, hogy minden előadás sokszorosításban nyilvánosság alá kerülhessen.

A beszámolási időszakra esik az 1959-es őszi és az 1960. évi tavaszi sorozat, mindkettő 10—10 előadásból állt.

*Az 1959-es őszi sorozat előadásainak időpontja, előadója és címe:* 1959. október 15. dr. Kulin György : A rakétakísérletek két esztendeje. Október 22. ifj. Bartha Lajos : A Hold mai szemmel. Október 29. dr. Horváth Árpád : A csillagászati navigáció. November 5. Gauser Károly : A csillagok keletkezése és pusztulása. November 12. Ponori Thewrewk Aurél : Csillagászati kísérletek. November 19. dr. Kulin György : Érdekes ellentmondások a csillagászatban. November 26. dr. Aujezsky László : Kozmikus hatások a légkörben. (Az előadást dr. Berkes Zoltán tartotta meg.) December 3. Réka Gedeon : Tér és idő a csillagászatban. December 10. Gauser Károly : A Világegyetem méretei. December 17. Szimán Oszkár : Különleges csillagok.

*Az 1960. tavaszi sorozat előadásai:* Március 24. dr. Horváth Árpád : Tycho Brahe, az új csillagászat előfutára. Március 31. dr. Marx György : Az idő viszonylagossága és az űrhajózás. Április 7. Nagy Ernő : Modern rakéta hajtóművek. Április 14. Balázs Béla : Újabb elképzelések a világ-mindenség szerkezetéről. Április 31. Ponori Thewrewk Aurél : A tudomány a világ végéről. Április 28. Gauser Károly : Legújabb elméletek a Naprendszer

keletkezéséről. Május 5. ifj. Bartha Lajos : Az újabb csillagászati kutatások tudományos eredményei. Május 12. Róka Gedeon : A modern kozmogónia problémái. Május 19. dr. Kulin György : Az óriásrakéták jelentősége. Május 26. Herendi Éva : Nők a csillagászatban.

### *Tanfolyamok*

Az Uránia Intézet mellett működő Optikusok Baráti Köre több tanfolyamot rendezett. 25 résztvevő elkészítette 12,5 cm-es csillagászati tükrét, a tanfolyamot dr. Kulin György vezette. A gyakorlati csillagászati tanfolyamon az Uránia munkatársai : Bartha Lajos, Gauser Károly, dr. Kulin György, Orgoványi János, Ponori Thewrewk Aurél vettek részt mint előadók.

### *Uránián kívül tartott előadások:*

Bartha, Gauser, Ponori, Kulin a TIT rendezésében fővárosi intézmények és vidéki szervek részére az elmúlt évben mintegy 200 előadást tartott, főként a rakétákról és az űrhajózásról.

### *Ismeretterjesztő filmek*

Az Uránia munkatársai mint tudományos szakértők több kisfilm elkészítésében vettek részt. Elkészült Gauser K. részvételével Van-e élet a Földön kívül és az Űstökös című film. Kulin közreműködésével készült a Csillag a Holdon, Helyünk a végtelenben és A Világegyetem örök törvényei című film.

### *Egyéb ismeretterjesztő munka*

A rádióban és televízióban az Uránia munkatársai az elmúlt évben is több alkalommal szerepeltek. Több ismeretterjesztő mű lektoraiként működtek közre. Számos cikk jelent meg Bartha, Gauser, Kulin, Ponori tollából a különböző folyóiratokban és napilapokban.

### *Tudományos munka*

Bartha Lajos részletes beszámolójából az Évkönyv számára az alábbi részleteket közöljük :

Az Uránia tudományos munkájában az elmúlt évben részt vettek : ifj. Bartha Lajos, Fejes Imre, Gauser Károly, Jáger Tamás, Kászonyi Éva, Moisza János, Pintér Sándor, Piret Endre, Ponori Th. Aurél, Rozsondui Attila, Szántó András, Szeghő Ágnes, Székely Csaba.

*Napészlelések.* Ez a munka a Geofizikai Év keretében indult és jelenleg a Nemzetközi Geofizikai Együttműködés programjában folyik. Az észleléseket a Havi jelentések összegezik, s megküldjük a moszkvai NIZMIR-nek, a zürichi Csillagvizsgálónak és a freiburgi Fraunhofer Intézetnek. Az Uránia napmegfigyelési adatai megjelennek a Fraunhofer Intézet, a zürichi Csillagvizsgáló Közleményeiben, A Nemzetközi Geofizikai Együttműködés Bulletinjében és az Unesco által kiadott Quarterli Bulletinben.

A napmegfigyelések az Uránia 20 cm-es refraktorával kivetítéssel történnek 25 cm-es méretben. A megfigyelés a napfoltszámolásra, a foltok területmérésére és pozíciómghatározására s a fáklyák intenzitásmérésére terjednek ki. A további feldolgozás során Szántó az ószak—déli aszimmetriával, Székely a folt típusok gyakoriságával foglalkozik. Bartha, Fejes, Pintér, Rozsondui, Szántó és Székely összesen 107 napon 219 napmegfigyelést

végzett. A budapesti észleléseket a kalocsai és a humennéi (Csehszlovákia) észlelésekkel együtt dolgozzák fel.

A *Hold megfigyelése*. Az elmúlt évben végzett 47 holdészlelés az Alphonsus kráter, az Arisztarchosz kráter és a változó holdfoltok vizsgálatára terjedt ki.

*Bolygók megfigyelése*. A Vénuszon Bartha, Szántó és Thaly a sarki süveget figyelték meg, s megállapították, hogy az legjobban kék szűrővel észlelhető, és terjedelme változó.

Bartha, Fejes, Moisza, Szántó, Székely és Thaly a Jupiter sávjait figyelték meg. Sikerült a Jupiter északi fősávjának kettéválását megfigyelni.

A változócsillag-megfigyelés Thaly Koppány vezetésével főként az RV Tauri és a V Sagittae megfigyelését vette programba. Az elmúlt évben 1200 változócsillag-megfigyelés történt főként Thalytól. A feldolgozott adatok az AAVSO bulletinjében jelentek meg.

*Fogyatkozások megfigyelése*. Az 1959. március 24-i részleges holdfogyatkozás kontaktusait és 8 kráter fődését Bartha, Fejes, Ponori, Sinka, Szántó és Székely figyelték meg.

Az október 2-i részleges napfogyatkozás kontaktusait, az égbolt fényének fényességméréseit Bartha, Pintér, Ponori, Szántó és Székely végezték.

*Üstökösészlelés*. 1959 őszén Bartha és Fejes 11 esetben mérték a Giacobini—Zinner üstökös fényességét és sikerült kimutatni a fényesség összefüggését a naptevékenységgel.

*Meteorészlelés*. A Jósvaldói Barlangkutató Ház vendégeként Bartha, Fejes, Gauser és Jáger a Persoida rajt figyelte meg, s eszerint 1959-ben a raj gyakorisága rendkívül gyenge volt.

*Elméleti munkák*. Jáger vizsgálatai szerint a Hold árapály-hatása és fényváltozása az ionoszférában jelentkezik.

Bartha feldolgozta az 1958-as kooperatív Mars-megfigyeléseket. Eszerint a Mars légkörzése a naptevékenységgel párhuzamosságot mutat. A változás a pólusok felől indul el. A naphatás egy része a Mars mágneses pólusain beáramló korpuszkuláris sugárzás eredménye. Ennek alapján a Mars mágneses pólusainak erősségére 0,2—0,5 gauss adódik.

## EGYÉB

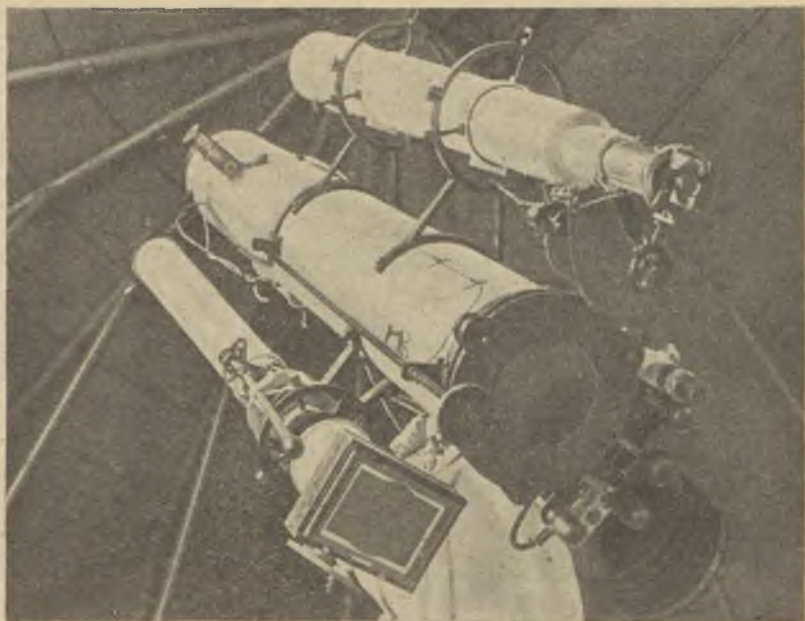
A Móra Ferenc Ifjúsági Könyvkiadó kiadásában megjelent Bartha: Séta a csillagos égen című könyve.

Bartha, Fejes, Szántó és Thaly több cikket írtak az *Astronomische Mitteilungen der Urania Sternwarte Wien*, a *Die Sterne*, *Physikalische Blätter* és az *Időjárás* számára.

Az 1960. évi Budapesti Ipari Vásáron az Uránia Csillagvizsgáló kiállított egy teljes egészében hazai gyártmányú 30 cm-es Newton szerelésű tükrös távcsövet. A műszer optikáját az Uránia Intézet műhelye, mechanikáját pedig Orgoványi János tervezése alapján a győri Wilhelm Pieck Vagon-és Gépgyár készítette. A távcsővel Moisza János szervezésével a napfoltokat, az esti órákban pedig a Holdat, a Jupitert és kettőscsillagokat mutattak be a vásár látogatóinak. Bár a borult és esős időjárás nem volt kedvező, a bemutatásokon 7500-an vettek részt, akik közül sokan bizonyára máskor is felkeresik majd a bemutató csillagvizsgálókat.

## BAJA

Az 1960-as Csillagászati Évkönyvben leírt felszerelés nagyrészt változatlan. A fotoelektromos berendezéssel való munkánál kitűnt, hogy a vezető távcsövünk már nem mutat égitestet ott, ahol az elektromos műszer még



8. ábra. A bajai Városi Tanács Csillagvizsgáló Intézetének főműszere a jotoheliográfus és a Merz vezetőtávcsővel

nagy kitérést végez. Szükségessé vált a 78 mm objektív átmérőjű Heyde vezető távcső kicserélése egy nagyobb teljesítményűre. Sikertől beszerezünk egy Merz refraktort, melynek objektívátmérője 143 mm, gyújtópontja a régi Heyde 1006 mm-ével szemben 1500 mm.

A változóészleléseknél a leolvasórészt a kupolához csatlakozó kis szobából áttelepítettük a melléképületben levő és télen fűthető szobába. A vezető távcsőnél és leolvasóberendezésnél dolgozó munkatársak telefon-összeköttetésben állnak egymással. A munka, főleg a hideg időben, lényegesen kényelmesebb lett.

A Szabadsághegyi Csillagvizsgáló Intézet szívessége folytán nálunk kölcsönben volt galvanométer helyébe beszereztünk egy EKM M 26-os 10-9 és egy Multiflex typ. MG3-as galvanométert, ugyancsak 10-9 érzékenységgel.

Az ionoszféravizsgáló berendezéshez beszereztünk egy regisztrálót. A próbaüzemeltetés befejeződött, a programszerű munkát 1960. április 1-ével megkezdttük. A berendezéshez fémasztalt csináltattunk.

A szputnyikészleléshez a szovjet AT 1-es műszeren Ill Márton tud. főmunkatárs nagyobb átalakítást végzett. Az elkészült prototípussal egy átvonulásnál 30–35 pozíciót lehet mérni, éspedig automatikusan.

Egy 50 cm-es reflektor beszerzése folyamatban van. Ezen új műszer részére külön kupolát építünk.

Az Intézetünkben végzett tudományos munka a következőkből állt :

A multiplios fotométer kipróbálására sok próbamérést végeztünk. Ezek abban álltak, hogy publikált csillagok fénygörbéjét vettük fel és összehasonlítottuk a publikációkban szereplőkkel. Ezekután megkezdtük a programszerű munkát, melyet jelenleg is végzünk. Egyelőre három csillag szerepel programunkon : RR Lyr, AR Cas és VZ Cnc. A mérések feldolgozása folyamatban van.

Ezenkívül az időjárástól függően naponta két Nap-felvételt készítettünk. Ezek feldolgozását zürichi osztályozás szerint végezzük. Felhasználásuk a szolárterresztrikus hatások vizsgálatával kapcsolatos.

Folyamatosan végezzük a Szputnyik III megfigyelését.

A munkák megkönnyítésére beszereztünk egy Ideal irodai és egy Erika táskairógépet, valamint egy Triumphator kézi szorzógépet.

Az Intézet munkatársai folytatták ismeretterjesztő programunkat. A tavalyi 36 előadással szemben 61 előadást tartottunk, kb. 9000 résztvevővel. Ezekhez számítandó még a rendszeres égitest-bemutató, elsősorban újhold táján, ezeken is átlag 240 fő vesz részt. Rövidesen megalkotjuk a TIT Bajai Csillagászati Szakosztályát. Ennek keretén belül fog ezentúl megtörténni a szervezett ismeretterjesztés.

A Bajai Csillagvizsgáló mint olyan megszűnt. 1960. január 1-ével Baja Városi Tanács Csillagvizsgáló Intézete lett. Az Intézet személyzetében változás nem történt.

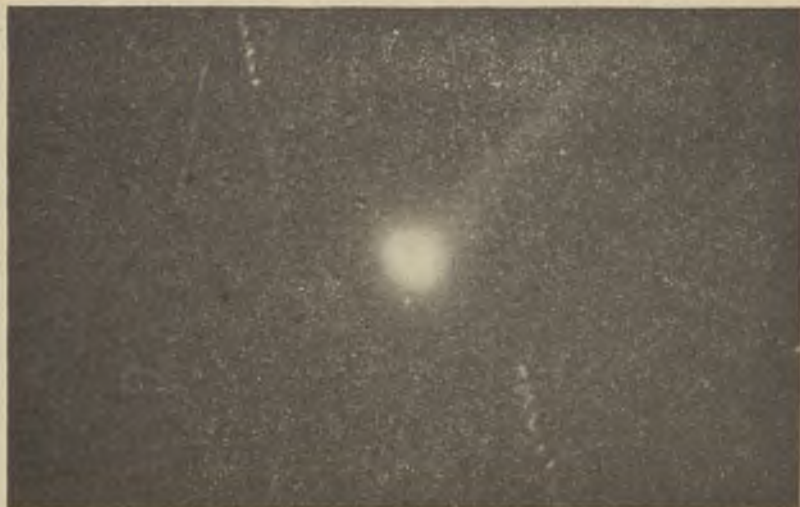
*Borbás Mihály*  
az Intézet vezetője



9. ábra. A bajai Városi Tanács Csillagvizsgáló Intézetének 43 csöves ionosféra vizsgáló, rádióberendezése  
(Tőle jobbra a regisztráló)



10. ábra. A Hold első megpedig felvétele. A bajai csillagprizma-  
golyóval 1960. május 4-én 0,5 sec. expozíciónál készült  
felvétel



11. ábra. A Burbank (1960 I) műközős, III. Mérték felvétele a bajai csillagprizma-  
golyóval 1960. május 4-én 0,5 sec. expozíciónál készült  
felvétel (ISS neg., expozíció  
0,5 sec. — 1/1000-ig, 1 ábra)

## MISKOLC

A miskolci Uránia Bemutató Csillagvizsgáló műszerkészlete az elmúlt évhez képest nem gyarapodott, de az építés alatt álló 30 cm-es tükrös távcsöviünk mechanikája már nagyjából elkészült, az óragép is készül és rövidesen elkészül az optikai berendezés is a budapesti Uránia műhelyében.

Miskolcon a belvárosban épül a SZOT színház, ennek tetején bemutató csillagvizsgálót fogunk létesíteni, mely előreláthatólag 1961. év tavaszára készül el.

Ugyancsak épül Diósgyőrben az a toronyház is, melynek tetején 9 helyiségből álló napfizikai obszervatórium lesz elhelyezve. Ez a miskolci városi tanács költségén 1961 júliusára fog elkészülni. Műszereit (fotoheliográf stb.) az MTA debreceni Napfizikai Obszervatóriuma fogja biztosítani.

Az Uránia Bemutató Csillagvizsgálóban kéthetenként rendszeresen megtartottuk a csillagászati előadásokat, illetve az előadásorozatot. Az előadásokat derült idő esetén távcsöves bemutatás követte. A beszámolási időszakban 31 előadásunk volt, melyeken átlagosan 20—30 fő, összesen mintegy 750 fő vett részt, míg a bemutatásokon a fele.

Az 1960. év elején indult előadásorozat előadásai: Január 16. Varga Pál: Fényképezés a csillagászatban. Január 30. Székely László: A világmindenség szerkezete. Február 27. Radits Erzsébet: Gyakorlati csillagászati számítások. Március 12. Suba István: Az űrhajózás legújabb eredményei. Márc. 26. Szabó Gyula: A napkutatás legújabb adatai. Április 9. Frisnyák Sándor: Régi magyar csillagászok, különös tekintettel a csillagászat helyi hagyományaira. Április 23. Apostol Ince: Babona, hagyomány és a csillagászati tudomány. Május 7. dr. Kiséry László: Volt-e kezdete a világnak? Május 21. Szabó Gyula vezetésével csillagászati kérdezz-felelek ankét. Június 11. Tóth Kálmán: A világűrhajózás élettani problémái. Június 25. Elek Árpád: A nyári égbolt csillagképei.

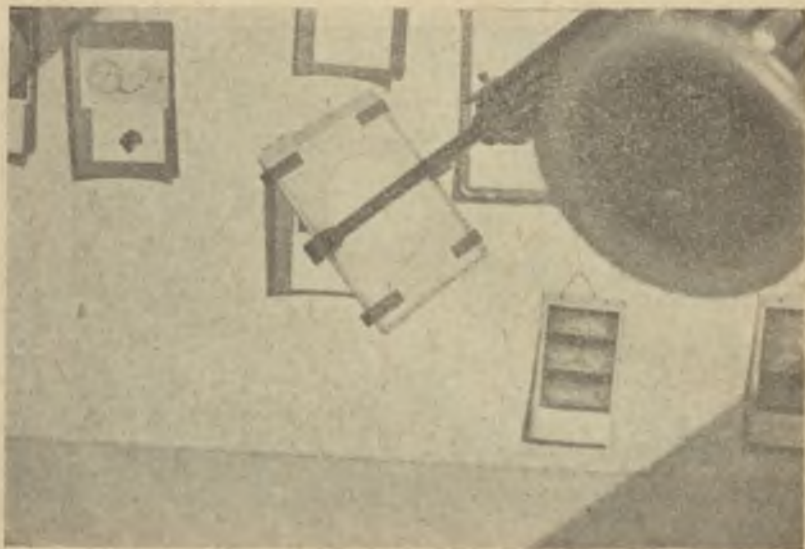


12. dbra. A miskolci csillagászati szakkör ünnepi ülése abból az alkalomból, hogy Galilei 350 évvel ezelőtt először használt távcsövet az égitestek megfigyelésére



13. ábra. Hristo Hristov bolgár tanár és kísértőinek látogatása a miskolci Uránia csillagvizsgálóban 1959. május 17-én

14. ábra. Fénykép az 1959. október 2-i napfogyatkozás legnagyobb fázisáról Miskolcon





15. ábra. Pálincás Csaba szakköri titkár  
a miskolci Urániában napfoltészlelést  
mutat be iskolai csoportoknak



Urániánkat a beszámolási időszakban 15 alkalommal látogatták meg iskolás csoportok, kb. 500 fővel.

A tudományos munka területén a napfolt- és a meteorológiai észleléseket rendszeresen végeztük.

A miskolci Uránia Bemutató Csillagvizsgálót a múlt évben több, hazánkba látogató külföldi tudós is felkereste. 1959 májusában Hristo Hristov bolgár tanár, V. Vanysek, a prágai csillagvizsgáló munkatársa, októberben pedig Gistescu Petre bukaresti akadémikus voltak vendégeink. Hristov tanár kartársat 10 cm-es tükörrel és a hozzávaló prizmával, valamint okulárral ajándékoztam meg.

*Szabó Gyula*

a miskolci Uránia mb. vezetője

#### EGER

Az egri Uránia bemutató távesőve a Pedagógiai Főiskola tornyában nyert elhelyezést. Terveink szerint rövidesen alkalmunk lesz ugyanitt megnyitni a csillagászati múzeumot is, a hajdani Egri Csillagvizsgáló műszereivel. Az elmúlt évben megvalósítottuk az úgynevezett „csillagászati

hétfőt", amikor derült idő esetén rendszeresen tartottunk csillagászati bemutatókat. A bemutatókat az ifjúság, fizikai és szellemi dolgozók arányosan látogatták. Szándékunkban van a távcsöves bemutatókat a megye területére is kiszélesíteni. A Megyei Tanács kulturális célokra rendszeresített autóján kisebb távcsövet majd vidékre is ki tudunk vinni.

Zétényi Endre  
az egri Uránia vezetője

## KALOCSA

A kalocsai csillagvizsgáló épületét a tanácstól kapott 5000 Ft és az I. István gimnáziumtól kapott 1000 Ft segítségével rendbehoztuk. A csillagvizsgálónak három helyisége van: az iroda, a fotoszoba és a meridián szoba. Egy kisebb és egy nagyobb kupola áll rendelkezésünkre. Az utóbbiban foglal helyet a négy hüvelyknyi, kitűnő optikájú Merz-féle refraktor.

A bemutatókat a kalocsai közönség szép számmal látogatta, 1959-ben mintegy 300 fő vett részt a bemutásokon. Több vidéki iskola is felkereste a csillagvizsgálót. Ezek számára a bemutató mellett előadásokat is tartottunk.

Észleléseink eddig három irányúak: napfolt-, bolygó- és változófényű csillag-megfigyelés. A napfolt-megfigyeléseket zürichi mintára készítjük, azaz 25 cm-es nagyságban vetítjük ki a Nap képét és rajzoljuk le a napfoltokat. Ezeket az észleléseket havonként küldjük Budapestre, ahol az Uránia Bemutató Csillagvizsgálóban azokat feldolgozzák, s saját észleléseikkel együtt kiküldik Zürichbe. Az észlelések biztonságát elősegíti, hogy Kalocsán nincsen gyár, s ez kizárja a korom és füst olyan nagymérvű belekerülését a levegőbe, amely a nagyobb városok levegőjét annyira beszennyezi. Az észlelések száma 1959-ben mintegy 170 volt.

A változófényű csillagok megfigyelése a budapesti Urániától kapott szög távcsővel történik. A változófényű csillagok közül eddig az RU Cassiopeiát, a gamma Cassiopeiát és a VZ Camelopardalist. 1960-ban még több olyan változófényű csillagot szeretnénk megfigyelni, amelyeket a mi szög távcsőünkkel is észlelni lehet. Most kezdtük meg az AF Cygnus és a WZ Cassiopeia változófényű csillag észlelését is.

A bolygók közül 1959 őszén a Jupiter került megfigyelés alá. Mintegy 20 rajzot készítettünk a Jupiter sávjainak változásáról. Ez az anyag is a budapesti Uránia Bemutató Csillagvizsgálóban található.

Csillagászati szakkört is szerveztünk. A szakkör, melynek vezetője Selmeczi Károly ny. tanár, a kalocsai meteorológiai állomás vezetője, igen szép munkát végzett a csillagászati alapfogalmak oktatásában és a csillagvizsgáló rendbentartásában.

ifj. Hegyi Lajos  
az Intézet mb. vezetője

Hazánkban nemcsak az említett helyeken vannak bemutásra alkalmas távcsövek. 30 cm-es távcsőve van a győri Wilhelm Pieck Vagon- és Gépgyár csillagászati szakkörének, a TIT Szolnok megyei szervezetének, 32 cm-es műszere a szombathelyi Gothard Jenő csillagvizsgálónak, 20 cm-es refraktor van Szegeden, és több megyei szervezet rendelkezik kisebb bemutató távcsövekkel. Az Urániák feladatát azonban még nem minden távcsővel bíró megyei szakosztály látja el. Uránia Csillagvizsgálónak olyan intézményt nevezhetünk, ahol rendszeresen tartanak a nagyközönség részére

bemutatókat, előadásorozatok rendezésével a csillagászati ismeretterjesztés egy-egy központjává válnak és tudományos megfigyeléseket is végeznek. Egyes helyeken még vagy a műszer elhelyezésével vannak problémák, vagy ahol ez már megoldódott, mégsem folyik rendszeres munka. Nincs megfelelő helye a szolnoki 30 cm-es távcsőnek. A győri 30 cm-es távcső felállításának még fentmaradt hibáit Demetrovics Szilárd és Szoftfrid József mérnökök fáradságos munkával sikeresen kiküszöbölték, bemutatókat azonban egyelőre csak szórványosan tartottak, főleg a vagongyári kultúregyesületek tagjai részére, havonta egyszer pedig a csillagászati szakkör tagjai gyakorolták a távcső kezelését. A szombathelyi Gothard Jenő csillagvizsgáló feladatának tekinti a népszerűsítést is, de a műszer generáljavítása miatt a beszámolási időszakban csak 110-en vehettek részt bemutatókon.

A Társulat Központja új Urániák létesítése érdekében 10 db 15 cm-es tükrös távcsövet készíttetett a megyei szervezetek részére. Békéscsaba, Debrecen, Kaposvár, Kecskemét, Pécs és Székesfehérvár már kapott egyet-egyet ezekből a távcsövekből az Országos Választmány határozata értelmében, a továbbiakat pedig Nyíregyháza, Sopron, Szekszárd és Zalaegerszeg részére kell juttatni. Remélhető, hogy a nem kis költséggel készült távcsövek mielőbb végleges elhelyezést nyernek és hozzájárulnak a csillagászati ismeretterjesztés kiszélesítéséhez. Ehhez a helyi szervek segítségével, hozzájárulása szükséges. Baján, Győrött, Kalocsán, Miskolcon, Szolmokon és Szombathelyen a városi tanácsok, üzemek, iskolák már eddig is igen szép példákkal mutatták meg, hogy a helyi erőforrások összefogásával, a csillagászati ismeretterjesztés ügyét szívükön viselő, lelkes munkatársak önzetlen fáradozásával milyen nagyszerű eredményeket lehet elérni. Nincs okunk benne kételkedni, hogy más városokban is sikerülni fog ez és a jövő évi Évkönyvben már újabb Urániák működéséről számolhatunk be.

DETRE LÁSZLÓ:

## AZ 1959. ÉV CSILLAGÁSZATI ESEMÉNYEI

Már az év második napján igen érdekes csillagászati esemény történt: az első szovjet holdrakéta kilövése. Ez 5000 km távolságban haladt el a Holdtól és azóta a Naprendszer első mesterséges bolygójaként kering a Nap körül 443 napos keringési idővel. Ezt március 3-án követte a Pioneer IV amerikai mesterséges bolygó.

Tudományos szempontból a legjelentősebb eredményeket a szeptember 12-én és október 4-én felbocsátott szovjet holdrakétákkal sikerült elérni. A Lunyik II kimutatta, hogy a Holdnak legfeljebb csak igen

gyenge mágneses tere lehet. A rakéta szeptember 13-án 21 óra 2 perc 24 másodperckor (világidőben) becsapódott a Holdra. A műszertest becsapódásakor felvert porfelhőt két magyar csillagász is észrevette: Lovas Miklós a szabadsághegyi és Ill Márton a hajai csillagvizsgálón. Ezeknek a megfigyeléseknek köszönhető, hogy a becsapódás helyét nagy pontossággal sikerült meghatározni (*Budapest Műt.* 45). A Lunyik III lefényképezte a Hold túlsó felét, és a képet továbbította a Földre. Ez kétségtávol az utolsó évtizedek legérdekesebb csillagászati eseménye volt.



16. ábra. A Hold Földünkről láthatatlan oldalának az űnműködő bolygóközi laboratórium által 200 mm-es objektívvel készített egyik fényképe

Az augusztus 7-én ki-

lőtt Explorer VI és a szovjet holdrakéták segítségével a *van Allen*-féle övről a következők derültek ki:

1. A belső és külső zónák másfajta részecskékből állnak. A belső övben főleg protonok vannak kevés elektronnal. A külső öv főleg elektronokból áll, de ezek energiája sokkal kisebb, mint a belső övben levőké, és majdnem biztosan a Napról származnak.

2. A belső öv helyzete és intenzitása hosszú időn át változatlan, ezzel szemben a külső zóna erősen és néha igen rövid idő alatt változik.

3. A zónák szerkezete igen bonyolult, de a Nappal való kapcsolatuk kétségtelen. A földmágneses mezőn kívül a bolygóközi mágneses tér és a Naptól kidobott plazmák mágneses tere is befolyásolja őket.

Igen érdekes jelenséget figyeltek meg augusztus 16–18-án. Egy földmágnességi vihar kezdetekor a külső zóna sugárzása negyedére csökkent. Az elektronok nagy része valószínűleg bekerült a légkörbe, ahol erős sarki fényt okozott. A mágneses vihar után a külső zóna gyorsan feltöltődött és még erősebb lett, mint volt a vihar előtt. Augusztus 22-én több napállomás erős rádiósugárzást észlelt a Napról, amely a napkorong felett nagy távolságban levő elektronok szinkrotron sugárzásától származott. Ezzel egy időben a külső öv intenzitása erősen nőtt.

Rakétákról március 13-án készítették az első napfelvételt a hidrogén Lyman-alfa vonalában. A felvétel legjobban a K-vonalban készült képekhez hasonlított, de nagyobb kontrasztokkal.

Az USA-ban 27 km magasságba felküldött léghajóról 40 cm-es távcsővel november 29-én sikeres felvételeket készítettek a Vénusz színeképéről. Kimutatták a vízgőz 11 300 Å hullámhosszúságú vonalát.

*F. N. Edmondson* a sztratoszférában készült felvételeket közzölte a Nap-granulációiról (*Ap. J.* 131. 57.)



17. ábra. Az önműködő bolygóközi laboratórium által 500 mm-es objektívvel készített fényképek egyike



18. ábra. A Holdnak a Földről nem látható oldalán észlelt alakulatok elhelyezkedése az önműködő bolygóközi laboratórium által készített fényképek előzetes feldolgozása szerint. A 300 km átmérőjű nagy krátertenger, a Moszkva-tenger (1), az Űrhajósok öble a Moszkva-tengerben (2), a Déli-tenger folytatása a Hold túlsó oldalán (4), a Ciolkovszki kráter a központi csúccsal (5), a Lomonoszov kráter a központi csúccsal (6), a Joliot-Curie kráter (7), a Szovjet Hegygerinc (8), az Álmos Tengere (9). A fényképre közel vízszintesen rajzolt fehér vonal a Hold egyenlítője, a szaggatott vonal a Holdnak a Földről látható és nem látható részei közötti határ. Folytonos vonal veszi körül az előzetes feldolgozás során biztosan megállapított objektumokat, szaggatott vonal pedig azokat, amelyeknek formáját még pontosabban meg kell határozni. Pontozott vonallal vannak bekerítve azok az objektumok, melyeknek osztályozása még hátra van. A többi részekre vonatkozólag a fényképanyagok további feldolgozása ad majd útmutatást. A római számok a Hold felénk forduló oldalán levő alakulatokat jelölik: Humboldt-tenger (I), Válságok Tengere (II), a Regionális Tenger, mely folytatódik a Hold tőlünk nem látható oldalán (III), Hullámok Tengere (IV), Smidt-tenger, mely folytatódik a Hold túlsó oldalán (V), Termékenység Tengere (VI), Déli-tenger, mely folytatódik a Hold túlsó oldalán (VI)

A rádiótávcsövek terén az eddig igen lemaradt USA nagy új beruházásokat eszközölt. A haditengerészet 75 millió dollár költséggel Nyugat-Virginiában 182 m átmérőjű paraboloid-antennát épít, mely 1962-ben lesz kész. Már 1961-re elkészül Puerto Ricóban egy 300 méteres, de nem mozgatható rádiótávcső, a természeti adottságok felhasználásával. Ausztrália is épít Sydney közelében egy 70 m átmérőjű rádiótávcsövet.

Az Egyesült Államok két radarállomásán sikerült rádióvisszhangokat kapni a Vénuszról, majd a Napról is.

J. E. Baldwin vizsgálta a Cygnus-fátyolködkök által határolt terület rádiósugárzását az új cambridge-i rádióinterferométerrel. Általában jó egyezést kapott az optikai részletekkel, de több helyen intenzív rádiósugárzás mutatkozott ott is, ahol a köd optikailag igen gyenge, vagy nem is fényképezhető. A köd valószínűleg egy ötvenezer évvel ezelőtt II típusú szupernova maradványa.

R. Minkowski egy értekezésében összegezte az eddig optikailag azonosított rádióforrásokat. (*Proc. N. Ac. Sc. 46. 13.*) Érdekes, hogy kettős elliptikus extragalaxissal való azonosítások sokkal gyakoribbak, mint a kettős spirálisokkal.

Igen nagy jelentőségű spektroszkópiai vizsgálatot közölt G. W. Preston a Lick-esillagdán az RR Lyrae-esillagokról (*Ap. J. 130. 507.*)

Eredményei szerint az egyes csillagok között igen nagy különbség mutatkozik a légkör fémtartalmában. A fémben gazdagabb RR Lyrae-csillagok nagyjából a Tejút síkjában, a fémszegények a Tejútrendszer ún. halo-jában találhatók. Igen érdekes *Eggen* és *Sandage* azon észrevétele, hogy maga az RR Lyrae a térben együtt mozog négy szubtörpével. Ez lehetővé teszi e csillagok távolságának meghatározását. RR Lyrae abszolút fényességére  $+0,65$  fényrendet kaptak.

*Kraft* és *Greenstein* spektroszkópiai vizsgálatai szerint a Nova Herculis fénye főleg a novát körülvevő gázhéjtól ered. Így tulajdonképpen ennek a fődése figyelhető meg, nem pedig a csillagé. Ezért teljesen bizonytalan a fénygöréből levezetett csillagátmérő. (*Ap. J. 130. 99.*).

*Hunger* már régebben kimutatta, hogy bizonyos T Tauri-csillagok színképében a lithium 6708 Å hullámhosszú rezonanciadublettje igen erős, míg normális G8—M0 csillagokban lithium nem mutatható ki. Minthogy ez az eredmény kozmogóniai szempontból igen fontos, most *W. Bonsack* és *J. L. Greenstein* megvizsgálták, hogy vajon minden T Tauri-csillag színképében megtalálható-e a lithium. 12 ilyen csillag színképét vizsgálták meg és ezek közül csak ötben találtak erős lithiumvonalat. Ezekben a csillagokban a lithium gyakoriságára a fémekhez képest százszor akkora értéket kaptak, mint a Napon vagy a Földön. De a többi hét T Tauri csillagban a lithiumnak nyoma sem volt. Szerzők valószínűnek tartják, hogy a lithium mágneses mezőkben keletkezik (*Ap. J. 131. 83.*).

*C. O. K. Jaschek* és *Adele Ringuelet* érdekes kozmogóniai fejtegetést közöltek a Delta Cephei-csillagokról (*Zf. Ap. 48. 22.*). A jelenlegi feltevések szerint ezek O- és B-csillagokból fejlődnek ki. Minthogy O- és B-csillagok expandáló asszociációkban keletkeznek, az ezeknél sokkal idősebb cepheidák már nem lehetnek az asszociáció magjában. Mivel pedig a fényesebb csillagok gyorsabban fejlődnek, a hosszabb periódusú cepheidáknak közelebb kell lenniök a maghoz, mint a rövidebb periódusúaknak. Ezeket a következtetéseket a megfigyelések igazolják.

Ezzel szemben 195 cepheidából csak négy spektroszkópiai kettős (a Polaris, S Sag, BM Cas, FF Aql. ld. *Ap. J. 130. 769.*), holott az O- és B-csillagok 89%-a kettős. Ez arra mutat, hogy a szoros kettősség megakadályozza, hogy az O- vagy B-csillag cepheidává fejlődjék.

*A. R. Sandage* az NGC 188 nyílthalmazra a szokásos módszerekkel 24 milliárd évnél is hosszabb kort kapott. A főág legfényesebb csillaga ebben a halmazban I fényrenddel gyengébb, mint az eddig vizsgáltakban. Vagy még mindig rossz a csillagászati távolság-skála, vagy a korbecslés a jelenlegi elmélet alapján nem megbízható.

Igen érdekes *Limber* kozmogóniai vizsgálata (*Ap. J. 131. 168.*). A Nap környezetében levő csillagokból és nyílthalmazokból levezette a

csillagok abszolút fényesség szerinti *kezdeti* eloszlását. Ebből a csillagfejlődésre vonatkozó elmélet alapján ki lehet számítani, hogyan változik az idővel a csillagrendszerek tömeg-fényesség viszonya. Az eredményeket összehasonlítva a gömbhalmazokra és galaxisokra vonatkozó adatokkal, arra az eredményre jut, hogy különböző rendszerekben az abszolút fényesség kiindulási eloszlási függvénye más és más, és a csillagrendszerek nagy része 20 milliárd évnél idősebb.

*Zwicky* szerint az intersztelláris vagy intergalaktikus térben, az ott uralkodó hőmérsékletről való jelenlegi elképzeléseink szerint, a molekuláris hidrogénnek sokkal gyakoribbnak kell lennie, mint az atomosnak. A kérdés eldönthető lesz az ortho-, para-átmenetnek megfelelő  $85\mu$  hullámhosszúságú emisszió által. Ha a  $H_2$  nagy gyakorisága igazolódik, akkor a mai kozmológiai és kozmogóniai elgondolások erős revízióra szorulnak (*PASP* 71. 468.).

*Ambarcumjan* részletesen közölte a galaxisok kifejlődéséről való legújabb elképzeléseit. (*La structure et l'évolution de l'univers. Institut National de Physique Solvay, Onzieme Conseil de Physique tenu à l'Université de Bruxelles.* 241. old.). Az értekezés tézisei a következők:

1. A Metagalaxis jelenlegi állapotában a galaxishalmazok és csoportok vagy állandó jellegűek, vagy szétoszlanak. De nem gyarapodhatnak olyan galaxisokból, amelyek tőlük függetlenül keletkeztek.

2. A többszörös galaxisok komponensei együtt keletkeztek. Legtöbbjük trapéz-típusú konfigurációt alkot. Ez teljes egyezésben van a galaxisok korának és a többszörös rendszerekben fellépő keringési periódusoknak arányával.

3. A többszörös galaxisok között vannak olyan rendszerek, amelyekben egy vagy több komponens sebessége elég nagy ahhoz, hogy elhagyják a rendszert.

4. Néhány nagy galaxishalmazban a sebességek diszperziója olyan nagy, hogy a rendszereknek fel kell oszlani.

5. A Perseus A és Cygnus A rádiógalaxisok olyan rendszerek, amelyekben a galaxis magja kettéoszlott, de a galaxisok még nem különültek el teljesen.

6. A galaxisok magjának kettéválása mellett még kisebb tömegek is kidobódhatnak a galaxisok magjából. Ezek a kidobott tömegek aránylag rövid idő alatt instabilis fiatal csillagok, intersztelláris gáz és nagyenergiájú részecskék felhőinek konglomerátumává alakulhatnak át.

7. Az elliptikus galaxisok centrális részéből néha erősen kék kiáramlások figyelhető meg. Ez a szín nagyszámú fényes kék csillagtól vagy pedig erős folytonos emissziótól származhat. A kiáramlás egyik esetben sem tarthat soká. Ezért igen valószínű, hogy ezek a kék kiáramlások, vagy a galaxisok szomszédságában levő kék kísérők, igen fiatal galaxisok.



8. Galaxisok között megfigyelhető hidak és fonalak nem magyarázhatók árapály hatással. Feltehetőleg ezek a közös magból keletkezett galaxisok egymástól való távozásakor keletkeznek.

9. A galaxisok magjában levő anyagból új galaxisok és spirális ágak keletkezhetnek. Ezek a magok igen kicsinyek, de nagy sűrűségűek. Minthogy az új csillagrendszerek keletkezése nem történhet a mag csillagaiból, arra a következtetésre kell jutni, hogy a magokban nagy tömegű presztelláris anyag van.

*Ambarcumjan* vizsgálatai igen sok diszkusszióra adtak alkalmat. Általában a galaxisok magjának szétoszlását nemigen akarják a csillagászok elfogadni. De tény, hogy újabban mind több megfigyelés szól amellett, hogy a galaxisok magjaiban igen különleges fizikai állapot uralkodik. Nemrég figyelték meg a 21 cm-es sugárzás révén a Tejútrendszer magjának expanzióját. Legutóbb *Münch* az 5 m-es Palomar-teleszkóppal vizsgálta az Andromeda-köd magjában levő gázködök mozgását. Itt is a gázmag erős kifelé való mozgását figyelte meg (*Ap. J. 131. 250.*). Ugyanilyen expandáló mozgást találtak *Burbidge*-ék az NGC 1068 spirális-köd magjában, *Prendergast* és *Wilson* pedig az NGC 4151-ben.

Ugyanígy sokan nem fogadják el a galaxishalmazok expanziójára vonatkozó megállapítást. *Zwicky* és *Humason* az 5 méteres reflektoron aránylag nagy diszperzióval vizsgálták a többszörös galaxisok és galaxishalmazok tagjainak radiális sebességét. Nem találtak semmi evidenciát a galaxishalmazok expanziójára (*PASP 71. 392.*).

Valamely galaxishalmaz stabilitása erősen függ az intergalaktikus anyagok mennyiségétől. Sokan úgy gondolják *Ambarcumjan*nal szemben, hogy a radiális sebességek nagy diszperziója mellett is stabilisak a halmazok, mert sok bennük az intergalaktikus anyag. *Kahn* és *L. Woltjer* igen érdekes fejtegetéssel próbálták levezetni a lokális halmaz tagjai között levő gáztömegek sűrűségét. (*Ap. J. 130. 705.*) Nemrég rádiócsillagászati módszerekkel megállapították, hogy a Tejútrendszer spirális szerkezete nem egy sík mentén helyezkedik el, hanem egy felhajtott szélű kalap karimájához hasonlóan. *Kahn* és *Woltjer* szerint a Tejútrendszer korongjának ezt az eltorzulását meg lehet magyarázni, mint az intergalaktikus gáz hatását a benne mozgó Tejútrendszerre. *Burbidge* Palomar-felvételeken azt találta, hogy az éléről látszó NGC 5866 sötét sávja éppen olyan eltorzulást mutat, mint a Tejútrendszer. De ez a galaxis nem tartozik egy galaxishalmazhoz. Ha a *Kahn*—*Woltjer* magyarázat helyes, akkor az intergalaktikus gáz sűrűsége is olyan nagyságrendű, mint a galaxis-halmazokban levő gázé.

*P. O. Lindblad* kimutatta, hogy a galaxisnyúlványokat meg lehet magyarázni árapály-orókkal. Már *B. Lindblad* rámutatott arra, hogy

intergalaktikus hidak kettős galaxisokban annak következményei lehetnek, hogy ahol a csillagpályák apszisvonalának szögsebessége megegyezik a komponensek egymáskörüli keringésének szögsebességével, ott rezonancia lép fel a gravitációs árapály-hatásban. A most elvégzett részletes számítások szerint ez a rezonancia éppen olyan anyagkidobást eredményez, mint amilyeneket megfigyelhetünk kettőscsillagrendszerekben. Az anyagkidobás igen hosszú időn át folytatódhat, mert az anyagkidobást okozó galaxis energiát veszítve mind közelebb kerül a társához, így az instabilitás zónája lassan befelé mozog és a kiáramlás új anyaggal pótlódhat (*Stockholm Ann.* 21. 3.).

D. J. MARTINOV,

a moszkvai Sternberg Intézet igazgatója

## A FÖLD MESTERSÉGES HOLDJAI ÉS A KOZMIKUS TÉRSÉG MEGHÓDÍTÁSA

Ma még nehéz előre látni, hogy a jövő történészei hogyan fognak megemlékezni az 1957—59-es évekről, melyek a Föld első mesterséges holdjának, az első bolygóközi rakétának és az első holdrakétának az évei. Összehasonlítják-e majd ezeket az éveket az 1487-es évvel, amikor Bartolomeo Diaz felfedezte a Jóreménység Fokát és 1492-vel, amikor Kolumbusz Kristóf felfedezte az Újvilágot, vagy más történelmi dátumokkal? A választ csak a jövő adhatja meg. Annyi bizonyos, hogy ezeket az éveket úgy fogják feljegyezni az emberiség emlékezetében, mint a legnagyobb technikai haladás és a szűk földi környezetből — az orbis terrarumból — a kozmikus térségbe való kijutás éveit.

Természetesen ez a haladás az egész emberiség érdeme. Megvalósítását olyan elméleti és technikai vívmányok együttes alkalmazásával érhetjük el, melyek különböző országokban és különböző időkben születtek. Mindenesetre mi, szovjet emberek büszkék vagyunk arra, hogy a szovjet tudósok, mérnökök és munkások megelőzték külföldi kollégáikat ezen a tudomány, technika és társadalmi rendszer teljes együttműködését kívánó területen. Úgy gondolom, hogy sikereinket nem lehet pusztán véletlennek tulajdonítani. Már majdnem 80 évvel ezelőtt *Kibalcsics*, a nagy orosz forradalmár kidolgozta a rakétaűrhajó első változatait, majd — több mint fél évszázada — 1903-ban egy szerény kalugai fizikatanár, *Ciolkovszkij* kidolgozta az űrhajó reaktív hajtásának elméletét, mely azóta is minden ilyen irányú vizsgálat és technikai számítás alapjául szolgál.

Úgy tapasztaljuk, hogy minden eldobott test visszahull a Földre. Valóban tényleg így van ez? Az égimechanika arra tanít, hogy ha egy testet elegendő magasra emelünk a Föld felszíne fölé (a sűrű atmoszféra határára) és azután nagy vízszintes sebességet adunk neki, akkor a test többé nem esik vissza. Tegyük fel, hogy egy testet 300 km-es magasságba emeltünk. Gyorsítsuk fel 7,7 km/sec-os sebességre. Akkor a szóban forgó test földkörüli mozgásba kezd 300 km-nyire maradván bolygónk

felszínétől, és ha nem ütközne az atmoszféra ellenállásába, örökké körözne a Föld körül. Ezen mozgás fenntartásához semmiféle munkát sem kell végezni; nem kell tehát hajtóanyag, a mozgás önmagát tartja fenn, mint ahogy azt a Hold földköri és a Föld napköri keringése esetében is tapasztaljuk. A Föld mesterséges kísérője kikerül kontrollunk alól és az égimechanika törvényeinek alárendelve, kozmikus testként viselkedik. A 7,7 km/sec (kb. 8 km/sec) sebességet *első kozmikus sebesség*-nek nevezhetjük.

Ha 300 km magasságban egy testet 7,7 km/sec fölé gyorsítunk, akkor annak pályája többé nem kör, hanem ellipszis lesz, tehát a szputnyik távolsága maximális (apogeum) és minimális (perigeum) érték között változik. Minél nagyobb a szputnyik vízszintes sebessége, annál elnyúltabb ellipszis-pályán kering, annál távolabbi ponton van az apogeum. 11,1 km/sec keringési sebesség mellett a szputnyik a Földtől 400 000 km-re távolodik, azaz a Holdon is túlhalad — és megfelelő mozgásviszonyok esetén — létrejöhet a találkozás. Végül 11,2 km/sec sebesség mellett a mesterséges égitest teljesen elveszti kapcsolatát a Földdel, parabola pályán hagyja el bolygónkat és kilép az interplanetáris térbe. Ezért a 11,2 km/sec-os sebességet *második kozmikus sebesség*-nek nevezzük. A következő lépcsőfok 16,7 km/sec-nél van. Ha a Föld környezetéből — alkalmas irányban — ilyen sebességgel lövünk ki egy testet, akkor az legyőzi a Nap vonzóerejét, és a csillagközi térbe lép. Ez lesz a *harmadik kozmikus sebesség*.

A mesebeli óriások, melyekről gyermekkorunkban olvastunk, fákat téptek ki tövestül és sziklával dobálóztak. De egyikük sem tudott volna még egy kavicsot sem első kozmikus sebességgel elhajtani. A XX. század közepéig ezt csak Münchhausen báró tudta megtenni, de 1950 után a valóságban is keresztülvitték a tudósok, mérnökök és munkások a munka és a gondolat erejével.

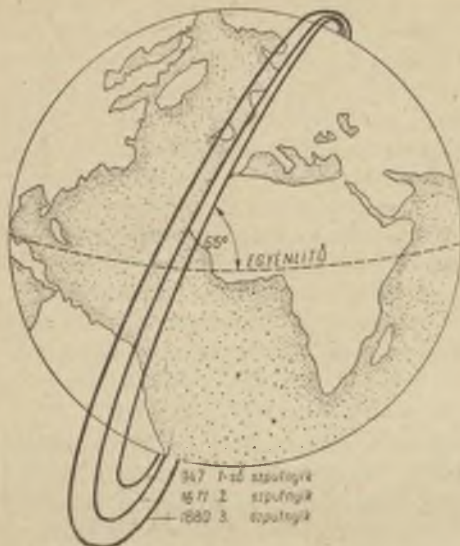
Mint már említettük, a Föld határain túlra csak az akció-reakció elvén működő rakéták segítségével röplhetünk. A mesterséges hold hordozó rakétájának kolosszális mennyiségű üzemanyagot kell magával vinnie. A hajtóanyag égése közben forró gázok keletkeznek. Ezek kiömölve a rakéta fűvókáján, előrelökik azt. (Hasonló folyamat játszódik le a lövés közben a puskában.) Egy közepes mesterséges hold felbocsátásához szükséges energia 200—300 tonna trotil robbanásakor felszabaduló energiával egyenértékű, de az energia felszabadulása itt, bár szintén viharosan, mégis adagolva történik, és mértéke bizonyos pillanatokban eléri a világ leghatalmasabb vízierőműveinek teljesítményét. A szputnyik felbocsátásához kb. 200 tonna üzemanyag szükséges, amely a rakétatesttel együtt holt súlyt jelent. Ennek felgyorsítása sok fölösleges energiát pazarol el. Ciolkovszkij elgondolása nyomán a jelenlegi rakéták több lépcsőből állnak. Minden lépcső akkor válik le,

amikor a benne levő hajtóanyag elfogyott. Egyidejűleg a következő fokozat kezd működni. Ha idő előtt gyújt be, azaz akkor, amikor a leválás még nem történt meg, a rakéta felrobban. Kezdetben a rakéta merőlegesen felfelé mozog, majd alulról jövő parancsra vagy automatikus programozó berendezés segítségével megkezdődik a vízszintes irányú gyorsítás. Az üzemanyag mennyiségét úgy kell megállapítani, hogy a rakéta végeredményben legalább a 7,7 km/sec sebességet elérje. Ezután a hordozórakéta utolsó lépcsőjét le lehet választani a szputnyikról, de ez nem föltétlenül szükséges. Pl. a második szovjet mesterséges holdnál és az Atlasz 1958 amerikai szatellita esetében a műszeres részt az utolsó lépcsővel egybeépítették. Valamely szputnyik felbocsátásának mint technikai teljesítménynek értékelésénél kiemelkedő jelentősége van azon rész súlyának, mely a tudományos műszereket és a kapcsolat-teremtés eszközeit tartalmazza. A gyakran az utolsó rakétafokozatot is magában foglaló bruttó súly csak másodlagos szerepet játszik.

A szputnyik további mozgása a mechanika törvényei szerint történik; de nem az égi mechanika törvényei szerint, mert a szabad mozgást az atmoszféra gátolja. A mesterséges hold lassanként mind lejjebb ereszkedik, egyre gyorsabban közeledik a Földhöz és végül az atmoszféra alsó, sűrűbb rétegeibe kerül. Itt a kb. 10 km/sec sebessége következtében a súrlódástól darabokra hull, felizzik, majd teljesen elpusztul.

Minél nagyobb magasságot értünk el a felbocsátáskor, annál ritkább légkörben mozog kezdetben a szputnyik, és annál hosszabb az élet-tartama. Így a harmadik szovjet szputnyik, melynek perigeum-távolsága alig haladta meg a második szputnyikét, sokkal hosszabb életű volt elődjénél. Nagy jelentősége van itt a mesterséges égitest alakjának is; ha keresztmetszete nagy, hamarabb lejjebb kerül. A harmadik szputnyik rakétája 1958 december elején elpusztult, de maga a mesterséges hold még 16 hónapig keringett a Föld körül.

A szputnyik pályamenti gyorsításában lényeges szerepet játszik az irányítás. Ha a mozgás iránya megegyezik a Föld forgási irányával, azaz nyugatról keletre mutat, a szükséges kozmikus sebesség elérését megkönnyíti a Föld forgása, amely 0,4 km/sec az Egyenlítő mentén. Ha a szputnyikot észak-dél irányban bocsátjuk fel, a Föld forgása semmivel sem járul hozzá a gyorsításhoz, míg kelet-nyugat irányú fellövésnél lassít. A mesterséges hold keleti irányban való kilövése kis szögben az Egyenlítőhöz — ilyen pályájú majdnem minden amerikai szatellita — sokkal könnyebb, mint nagy szög alatt. A szovjet mesterséges holdak az utóbbi kategóriához tartoznak. Ennek következtében a Föld összes lakóhelyéről láthatók, Ázsia és Amerika legészakibb vidékeitől az Antarktisz partjainak tudományos állomásáig, és mivel hordozórakétájuk nagy, megfigyelésükhöz nem szükséges távcső, még kézi



18/a ábra. Az első, második és harmadik szputnyik pályájának hajléka az Egyenlítőhöz

kor ott szintén nem lehet megfigyelni, mivel már a Föld árnyékában mozog, és így nem esnek rá a Nap sugarai. A szovjet szputnyikok keringési ideje 100—110 perc körül van. Így előfordulhat, hogy valamely hely fölött a szputnyik két egymás utáni átvonulása alkalomával az elsőnél még túlságosan világos van, a másodiknál pedig a mesterséges hold mozgása már a Föld árnyékában történik. Ez a szerencsétlen körülmény hosszabb időn keresztül fennállhat, és ilyenkor a szputnyik csak a póluskörnyéki országokban figyelhető meg, ahol a szürkület elég hosszú.

A mesterséges holdak mozgását a következőképpen kell magunk elé képelnünk. Húzzunk a Föld körül egy olyan hatalmas kört, melynek legközelebbi pontja 200—300 km-re, legtávolabbi pontja 2,7 ezer km-re fekszik bolygónktól. Ezen kör mentén 7—8 km/sec sebességgel kering a mesterséges hold. A kör a térben mozdulatlanul fekszik, belsejében a Föld forog. Ily módon a földfelszín minden pontja naponta kétszer halad el a szputnyik pályája alatt. Mint fentebb láttuk, nem minden átvonulás idején nyílik alkalom a megfigyelésre. Persze, amíg a szputnyik rádióadói működnek, rádiójelei naponta vehetőek, sőt nemesak kétszer, hanem többször is.

Mivel a Föld nem tökéletes gömb, hanem pólusainál belapult, a mesterséges hold pályájának síkja nem marad a térben mozdulatlan,

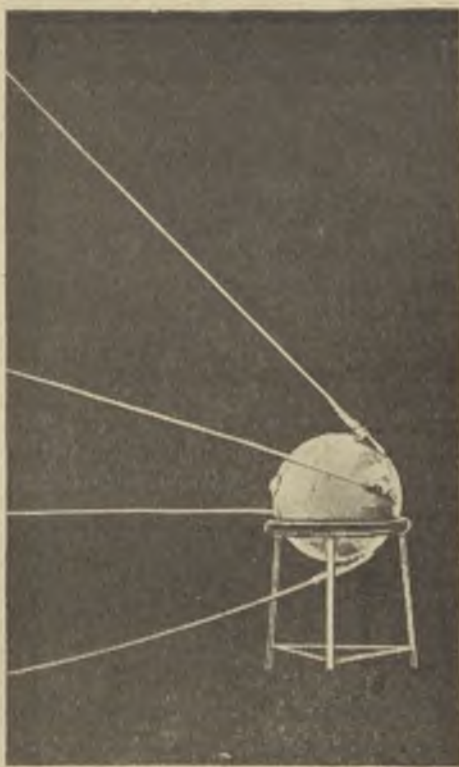
látcsó sem. A földgömb minden zugában emberek milliárdjai látták az elmúlt években a szovjet szputnyikok diadalmas repülését.

Miért van úgy, hogy valamely ország lakói egyszer napokon keresztül megtudják figyelni a szputnyikok átvonulását, de más alkalommal olykor egy hónapig sem látják sem reggel, sem este? A szputnyiknak nincs önálló fénye, csak akkor látjuk, ha a Nap sugarai megvilágítják. A nappali égbolt fényes háttérében a mesterséges holdat nem lehet észrevenni. Ha valamely ország fölött jóval az est beállta után halad keresztül, ak-

hanem lassan elmozdul. Ezenkívül a perigeum és apogeum helye a pálya síkja mentén eltolódik. Mindkét típusú elmozdulás sebessége függ a Föld lapultságától, és így a szputnyik mozgásának megfigyelése módot nyújt a Föld valódi alakjának meghatározására.

A szputnyikok pályaelemeinek szüntelen változása miatt folyamatos észlelésük megszervezése elengedhetetlenül szükséges. Sok országban kifejlesztették a megfigyelőhálózatot, legnagyobb mértékben természetesen a Szovjetunióban és az USA-ban. Az északi és déli félgömb 32 országából figyelhetők meg a szovjet szputnyikok. Magában a Szovjetunióban 70 vizuális és 26 fotografikus megfigyelőállomás működik. A szovjet és amerikai észlelési hálózaton kívül összesen még 168 állomás tevékenykedik. Minden egyes szputnyik mozgásáról keringése folyamán több ezer vizuális és kb. ezer fotografikus adat gyűlt össze. A megfigyelések egyik fontos problémája az észlelés idejének rögzítése; hiszen a megengedett hiba pontos megfigyeléseknél egyszázad másodpercére, és még közelítő észleléseknél sem haladhatja meg a tizedmásodpercet. Ilyen pontosság pl. a következőképpen érhető el: a fotokamera zárának nyitása és csukása elektromos jelet ad, mely egyenletesen mozgó szalagra vivődik fel egy pontos óra időjeleivel együtt.

A szputnyikészleléseket összegyűjtő moszkvai központ egyes „jó” napokon több mint 100 közleményt is kap az észlelésekről. A Szovjetunióon kívül igen aktív megfigyelők még: Kína, Dél-Afrika, GDR, Kanada, Franciaország, Lengyelország, Japán és Észak-Amerika. A szputnyikok és űrrakéták rádiómegfigyelése független a szürkület idejétől és a felhőzettől.



18/b ábra. Az első szputnyik fémgömbje a négy antennával



18. Ábra. A második szputnyik modellje. A borító lemezt félig eltávolították

Az első szputnyik gyenge fényű volt, és ezért csak teleszkópon keresztül lehetett megfigyelni. Minden állomás rendelkezik igen nagy látómezejű kis távcsövekkel, melyeken keresztül a szputnyik még akkor is látható, ha csak 7—8 magnitúdós. Különösen gyenge fényű mesterséges holdak megfigyelésekor úgynevezett optikai sorompót állítanak fel, azaz néhány távcsövet az égre irányítanak oly módon, hogy látómezeik (bizonyos átfedésekkel) az előre jelzett átvonulás irányára merőleges vonalon, egymás mellett helyezkedjenek el. Akkor a szputnyik legalább az egyik távcső látómezején keresztülhalad és így biztosan észlelik.

Ha egy rakétát 11,2 km/sec-nél nagyobb sebességgel lövünk ki, még ha pontosan felfelé irányzunk is, elérve ezt a sebességet, a rakéta már hajtóművének segítségével

nélkül is legyőzi a Föld vonzóerejét, nem marad többé kísérője, hanem mint kis mesterséges bolygó önálló életet kezd a Naprendszerben. Ez történt azzal a rakétával is, melyet a szovjet tudósok január 2-án bocsátottak fel, és amely a Hold mellett haladt el. Ilyen nagy sebesség elérése technikai szempontból igen nehéz.

Az első szovjet mesterséges kisbolygó súlya 1472 kg. Hasznos terhe — mely a tudományos felszerelést foglalja magában — 361 kg. A rakéta már január 5-én reggel 10 órakor olyan messzire távolodott a Földtől (600 000 km =  $1\frac{1}{2}$  Föld—Hold távnyira), hogy rádiójeleit többé nem lehetett hallani. Az első mesterséges kisbolygó jelenleg ellipszis pályán kering a Nap körül. Keringési ideje 450 nap. Napközben 146 millió km-re van a Naptól, naptávolban 172 millió km-re. Perihéliumban 32 km/sec sebességgel halad, aphéliumban 28 km/sec-mal. A nagy sebesség eredete a következő : már a Földön nyugvó rakéta 30 km/sec-os sebességgel



rendelkezett a bolygórendszerhez képest, mivel a Föld ilyen sebességgel kering a Nap körül. Ezt a sebességet a rakéta később is megtartotta, míg a 11,2 km/sec Földhöz viszonyított sebességét a Föld vonzóerejének leküzdése közben elvesztette.

A Hold eléréséhez nem szükséges a második kozmikus sebesség, elegendő 11,0 km/sec is. Mint ismeretes, az első szovjet kozmikus rakéta 6 ezer kilométerrel ment el a Hold mellett. Ha valamivel lassabban mozgott volna, találkozhatott volna a Holddal.

Éppen ezt a feladatot oldotta meg a második szovjet kozmikus rakéta, melyet népiesen „lunyik”-nak neveznek. Ezt a rakétát 1959. szeptember 12-én bocsátották fel sikeresen és 13-ról 14-ére virradó éjszakán be is csapódott a Holdba. A találkozás az északi féltekén, kb. a holdkorong közepe és széle közt félúton történt meg.



18/d ábra. Az első szputnyik útja (szaggatott vonal). Háttérben a fényképezés alatt elmozgult csillagok

Az ilyen „célbalövés” kiemelkedő tudományos és technikai sikernek számít. A holdkorong szögátmérője olyan, mint egy tányéré 20—25 m távolságból. Igaz, ilyen célt közvetlen irányzással eltalálni aránylag könnyű, de a Hold eltalálása mégis rendkívül nehéz. Először azért, mert mozog, és a hozzá vezető út kb. 2 napig tart. Ezalatt a rakéta nagyszámú, különféle eredetű hatásnak van kitéve. Az idővel folytonosan változik a rakétát mozgató erők nagysága és iránya, a Föld légkörének ellenállása, a Föld, Nap és végül a Hold vonzása. A számítások és az irányítás pontossága a pálya első szakaszán döntő az egész út sikere szempontjából. Azután, hogy a rakéta üzemanyagának utolsó kilogrammjai is elégték, bárminemű beavatkozás lehetetlen a rakéta mozgásába, csak a nehézkedési erők irányítják a rakétát, és a számításokat úgy kell elvégezni, hogy a Holdba zuhanjon. Ha a pálya irányított szakaszának végén a hiba sebességben 1 m/sec, vagy irányban  $1\frac{1}{4}$  szögmásodperc, akkor 250 km-re a kitűzött ponttól ér Holdat a rakéta.

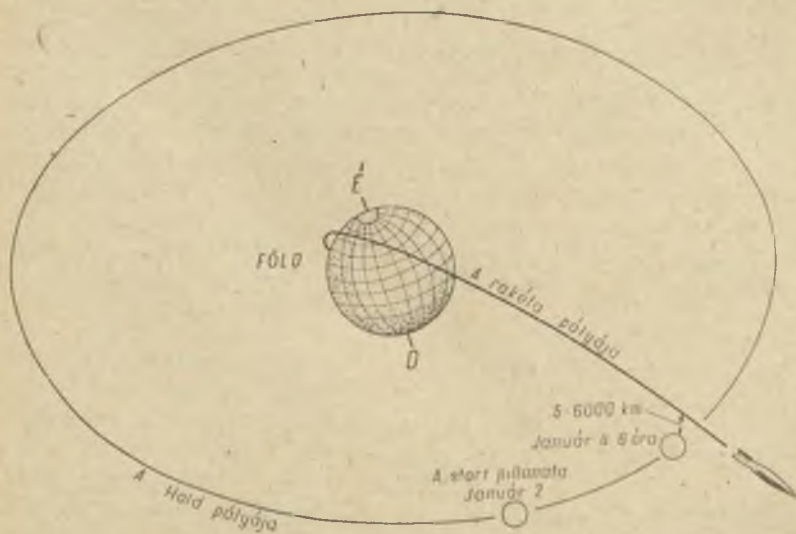
A második szovjet kozmikus rakéta hidat épített a Föld és addig még el nem ért kísérője közé. A történelemben először valósította meg az emberiség valamely anyagi test repülését egyik kozmikus objektumról a másikra. A Hold számára az 1959. szeptember 14-i dátum szintén történelmi jelentőségű. Ezen a napon — moszkvai idő szerint  $0^h 2^m 24^{sec}$  — a kozmikus rakéta műszertartálya a Szovjetunió emblémájával elérte a Hold felszínét. Az ember alkotta jelvény ott is marad mindaddig, míg az első űrhajósok magukkal nem hozzák mint értékes ereklyét.

Három héttel a második kozmikus rakéta után, 1959. október 4-én elbocsátották a harmadikat is, amely mind technikai, mind pedig tudományos jelentőségében felülmúlta elődjét. A szükséges sebesség, az indítási irány előzetes kiszámítása és gyakorlati megvalósítása még nagyobb pontosságot igényelt, hiszen a rakéta feladata volt a Hold megkerülésén kívül még az is, hogy lefényképezze a Hold emberszem által még nem látott, sőt addig minden kutatás számára hozzáférhetetlen oldalát, visszatérően pedig viszonylag újra erősen megközelítse a Földet.

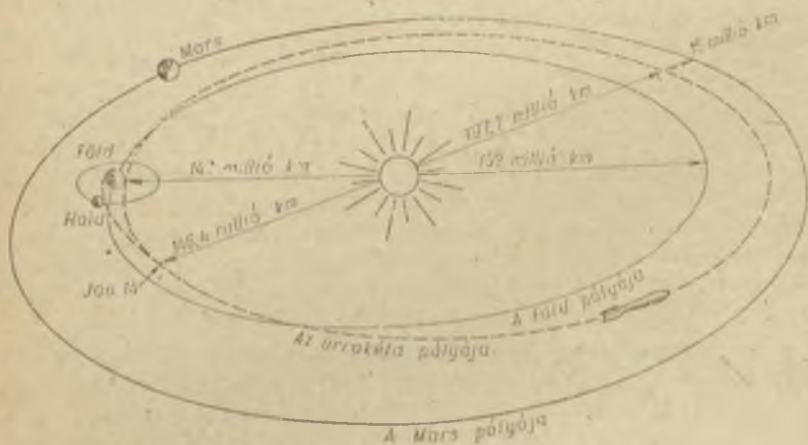
Tudjuk, hogy a harmadik kozmikus rakéta ezt a feladatát is sikeresen elvégezte, majd folytatta keringését mint a Föld mesterséges holdja egy igen különös alakú pályán, melynek méretei meghaladják a félmillió kilométert, és bár első fordulása alkalmával távolsága a perigeumban mintegy 40 ezer kilométer volt, a továbbiakban a Nap hatása alatt pályája mind elnyúltabb, perigeumtávolsága pedig mind kisebb lett, úgyhogy 1960 áprilisában megsemmisült a Föld légkörében.

A kozmikus rakéták megfigyelése összehasonlíthatatlanul nehezebb feladat, mint a (közönséges) mesterséges holdaké, mivel a rakétákat olykor százszor akkora távolságban kell megfigyelnünk, mint a mester-

séges holdakat. Egy ilyen kis testet észrevenni akár csak 50—100 ezer kilométer távolságban is csak a Föld egy-két legnagyobb teleszkópján volna lehetséges, és akkor még pontosan tudnunk kellene, hogy hová irányítsuk ezt a távcsövet. Ezért a kozmikus rakéták megfigyelését elsősorban a rádió-módszerekre alapozták. Találtak azonban egy eszközt

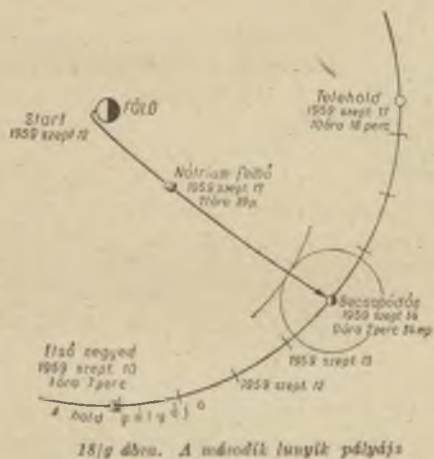


18/e ábra. Az első lunyik útja a Hold mellett



18/f ábra. Az első lunyik pályája a Nap körül

az optikai megfigyelésre is: az úgynevezett nátriumfelhőt. Ezt már korábban, az első kozmikus rakétánál is használták. Amikor a rakéta 1959. jan. 3-án 3<sup>h</sup> 57<sup>m</sup>-kor elérte a 113 000 kilométeres távolságot a Földtől, egy speciális berendezés nátriumfelhőt dobott ki belőle, amely a napfény hatása alatt erősen világítani kezdett. Ez a felhő, kibontakozása során, elég nagy méreteket és fényességet ért el. Fényképfelvételt is készítettek róla a kiszlovodszki hegyi megfigyelőállomáson. Még sikeresebben történt a nátriumfelhő kidobása a második kozmikus rakétánál, 1959. szeptember 12. estéjén: a 156 ezer kilométeres távolságban képződött nátriumcsóvát több közép-ázsiai obszervatóriumban és a Kaukázusban is sikerült megfigyelni és nemcsak időbeli kifejlődését tudták nyomon követni, hanem a térben, a rakétával együtt végzett mozgását is.



Lássuk most, mit adott a rakéták és szputnyikok felbocsátása a tudománynak!

Először is lényeges eredményeket értünk el a szputnyikok pusztá létének és földkörüli mozgásuk sajátosságainak vizsgálatából is. Ha a szputnyik csupán egy vasdarab volna, már akkor is különös érdeklődésre tarthatna igényt, mivel pályájának térbeli helyzetváltoztatása és keringési idejének változása adatokat szolgáltat a Föld la-

pultságára és légkörének sűrűségére. Az I., II. és III. szputnyik naponkénti periódusrövidülése 1,8, 3,08 és 0,75 sec volt keringésük kezdeti szakaszán. Ezek azonban csak átlagértékek. Amikor a pálya perigeuma az éjszakai oldalról átjut a nappalira, a periódus rohamosan csökken, ami vagy a légkör sűrűségének, vagy hőmérsékletének erős megnövekedését jelzi a 250—300 kilométeres magasságban. Meglepő összefüggést figyeltek meg a szputnyikok mozgása és a naptevékenység változásai között. Úgy látszik, hogy a naptevékenység hozzájárul a légkör fűtéséhez, vagy megváltoztatja elektromos állapotát.

Az első mesterséges hold mozgásából szinte azonnal nyilvánvalóvá vált, hogy a Föld légkörének sűrűsége nagy magasságokban lényegesen nagyobb, mint korábban feltételezték. Ennek volt következménye a szputnyikok jelentős fékeződése. Ebből számították ki, hogy 227 kilométer magasságban az atmoszféra gázainak sűrűsége eléri a 3 tízmilliomod

grammot *köbméterenként*, azaz 5—10-szer többet, mint a szputnyikok felbocsátása előtt hitték. És ezután következett a még meglepőbb észrevétel, hogy a fékeződés az időben változik, hol erősebbnek, hol gyengébbnek mutatkozik. Később kiderült, hogy ezen ingadozások oka a naptevékenységben rejlik: ha a Nap növeli aktivitását, növekszik a belőle kilépő korpuszkulák áradata, és egyúttal ezeknek a földi légkörre kifejtett fűtő hatása is. Ettől a légkör mintegy „felfúvódik”, magasabb lesz és sűrűsége adott magasságban megnő, ha pedig a Nap lecsendesül, a légkör is összezsugorodik. Ez a tény leginkább abban nyilvánult meg, hogy a harmadik szputnyik majdnem kétannyi ideig keringett, mint korábban jóslták, és végül 23 hónap elteltével 10 ezer földkörüli fordulat megtétele után esett le. Miért hibáztak ennyire a tudósok? Amikor az első szputnyikokat felbocsátották, a naptevékenység igen magasfokú volt és a Nap korpuszkuláris sugárzása erősen fűtötte a felső légkört. Az 1958-as év második felére azonban a naptevékenység már erősen csökkent és a légkör is lejjebb szállt.

A szputnyik pályája az Egyenlítőhöz képest elfordul. Ezen mozgás tempójából meghatározható a Föld lapultsága, amely  $\frac{1}{298,38}$ -nak adódik, míg a geodéták sokesztendős méréssorozatból  $\frac{1}{298,3}$ -at kaptak

(Kraszovszkij).

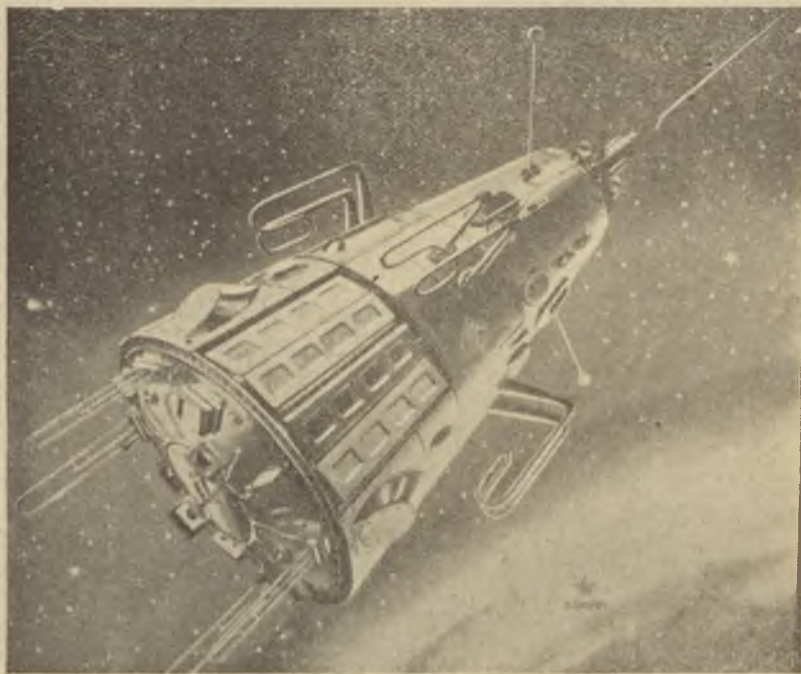
A mesterséges holdak azonban egyáltalán nem pusztán vasdarabok, hanem rendkívül precíz mérőműszerekkel vannak ellátva, amelyek automatikusan mérik a legkülönbözőbb fizikai adatokat. Ezek az adatok kódolt jelek formájában automatikusan átvéődnek a szputnyik rádióadójaára, és eljutnak a földi vevőállomásokra.

Érdekes és újszerű rendszeren alapult a rádióösszeköttetés a harmadik kozmikus rakéta esetében. A nagy távolságok miatt a tudományos berendezések táplálásához szükséges energiával takarékoskodni kellett, a rádióadó ezért csak földi „kérdésre” lépett működésbe. Ekkor továbbította a különböző műszerek adatait, amelyek viszont addig halmozódtak fel a szputnyik speciális emlékező berendezéseiben, amíg az adó „pihent”. Emellett az adók működése lehetővé tette a rakéta helyzetének és sebességének pontosabb meghatározását is.

A szputnyikokkal mért adatok igen különfélék: a szputnyik belsejében és felületén uralkodó hőmérséklet, a Lajka kutya testhőmérséklete, pulzusa, lélegzése és szív működése, a légsűrűség a szputnyik körül, a Föld mágneses tere a különböző felszín feletti magasságokban, a parányi elektromos töltésű részecskék — kozmikus sugarak és a holdgócok közötti térben levő szabad elektronok és ionok — áramának erőssége.

A harmadik szputnyik mágneses manométerei lehetővé tették, hogy

meghatározzuk a légkör sűrűségét és ennek a magassággal való változását 260—360 km magasságig. A speciális ionszondák kimutatták jelentős mennyiségű iont még 1000 km magasságban is. 800 km magasságban az ionok száma eléri a 160 000-et  $\text{cm}^3$ -enként, ami hasonlíthatatlanul nagyobb, mint korábban feltették. A Föld mágneses tere sok helyen szenved jelentős és gyors változást, amely a töltött részek áramlásával van összefüggésben. Speciális, 840  $\text{cm}^2$  felületű berendezések regisztrálták a meteoroknak a szputnyikkal való ütközéseit. Az ütközések száma azonban igen jelentéktelenné bizonyult, legfeljebb 0,01-ad másodpercenként egy ütközés. Ebből a meteoranyag átlagos sűrűsége kb. egy tízmilliárdod gramm  $\text{cm}^3$ -enként, és mégis a Földre naponta érkező kozmikus por mennyisége eléri kb. az 5 tonnát. A szputnyikok segítségével talán legérdekesebb adatokat a kozmikus sugarakra és a nagy energiájú részecskékre nyertünk. A januári kozmikus rakéta segítségével meg lehetett határozni a Földtől nagy távolságban a részecskék koncentrációját. A  $10^5$ — $10^6$  eV energiájú részecskék száma folytonosan nő a Földtől való távolodás mértékében 15 000 km magasságig, ezután csökken



18/h ábra. A harmadik szputnyik

70 000 km távolságban pedig ismét érezhetővé válik. A gyorsan mozgó részecskék a különböző földrajzi szélességű helyeken különböző nagyságú tartományokat töltenek be, és így sajátos alakú övezetet alkotnak a Föld körül. A széles külső zónán kívül van még egy szűkebb zóna 1000—4000 km magasságban, ahol bár kevesebb részecske van, de ezek energiája sokkal



18/i ábra. A Föld sugárzási övezeteit szemléltető vázlat

nagyobb. Ha élőlény ebben a zónában 2 napnál tovább tartózkodik, halálos sugárzási dózist kap. A felső zóna sugárzása lényegesen lágyabb, ezellen már fémburkolattal is könnyen lehet védekezni. A belső zónában hasonló védelmet igen nehéz biztosítani, de az űrhajót észak felé irányítva, amerre az övezet legvékonyabb, ez a veszély nem számottevő. A Föld körüli gyors részecskékből álló övezetek felfedezése egyúttal az USA-ban is megtörtént a Pioneer 3 és Explorer 4 segítségével.

Honnan származnak ezek a részecskék? Hiszen ha sebességük eléri a 100 000 km/sec-et, hamarosan szét kellene szóródnium a térben, ha csak nincs folyamatos feltöltődés, vagy valamilyen erő, amely a Föld körül megtartaná őket. Ezt az erőt a Föld mágneses tere adja. A töltött részek ugyanis bármennyig megmaradhatnak a Föld mágneses erővonalaira csavarodó spirális pályán. A Föld egyenlítői síkjához közel a mágneses erővonalak bezárulnak és így a részecskék mintegy csapdában maradnak.

De mégis honnan származnak ezek? Az egyik elmélet szerint a Föld légkörének a kozmikus sugarak által történő bombázásánál keletkeznek. A neutronok könnyen felhasadnak protonokra és elektronokra, amelyeknek azonban már nincs elég energiájuk, hogy kiszakadjanak a Föld mágneses teréből, és így az Egyenlítő körüli zónában sokáig megmaradnak. Ami a külső zónát illeti, az kb. 1000 eV energiájú elektronokból áll, amelyek eredetüket — úgy látszik — a Napnak köszönhetik.

A második szovjet kozmikus rakéta sok érdekes adatot szolgáltatott a Holdat környező kozmikus térről. Legelőször is ezek közé tartozik a mérhető mágneses tér hiánya a Hold közelében (60 gammáig). Ez teljes összhangban áll azzal a megfigyeléssel, hogy a Hold körül nincs nagysebességű részecskékből álló övezet. A pozitív ionok számára épített négy csapda azonban mégis mutatott áramnövekedést 10 000 km távolságban a Holdtól. Lehet, hogy ez a „Hold-ionoszféra”, de az is lehet, hogy azon igen alacsony (néhány tucat elektron volt) energiájú részecskék,



18/j ábra. Az 1959. jan. 2-án felbontott első lonyik, amelynek 1472 kg-os összsúlyából 361,3 kg volt a műszerek súlya

amelyeket a Hold igen gyenge mágneses tere tart fogva. Az interplanetáris gáz sűrűsége a Föld és Hold között változó, és egyes helyeken  $\text{cm}^3$ -enként 100 részecskéig csökken, míg a korábbi becslések tízszer nagyobb sűrűséget adtak.

A harmadik szovjet kozmikus rakéta nevezetessége, hogy lefényképezte a Hold túlsó oldalát. Pályájának meghatározott pontján, földi parancsra a rakéta a Hold felé fordult két objektívjével, melyeknek fókusz távolsága 200 mm és 500 mm (1:5,6; 1:9,5), majd 40 percig fotográfálta a Holdat. Ezután a felvételek automatikus előhívása, fixálása, mosása és szárítása következett, majd a képek fotoelemet működtető analízáló sugár előtt haladtak el, végül a rakéta az 500–1000 sorra bontott képet rádiótechnikai eszközökkel juttatta el a Földre. Ez a kísérlet kivitelezésének finomságában és pontosságában a csodával vetekszik.

A Hold túlsó oldala sokkal szegényebb kiterjedt, sötét tengerekben, mint a korábban ismert rész.

Az ezután következő szputnyikokra esillagászati berendezéseket is fognak felszerelni, melyeknek feladata lesz az égitestek sugárzásának légkörön kívüli vizsgálata. Ez több lehetőséggel kecsegtet, mert a Föld felszínéről nem lehet bizonyos jelenségeket megfigyelni, mivel a légkör teljesen elnyeli az ultraviola fényt.

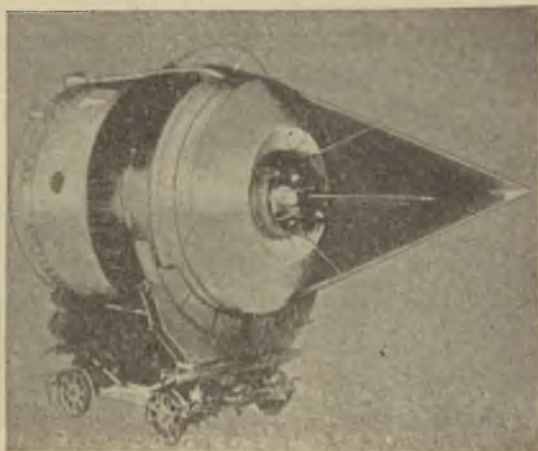
Hátra van még a kozmikus térben való utazás kérdésének tárgyalása. Az 1959. I. 2-i rakéta 1472 kg-os bruttó súlyával, 361 kg-os hasznos terhével és számottevő méreteivel már teljesen alkalmas lett volna



ember szállítására, néhány hétre elegendő táplálék- és levegőkészlettel együtt. Azok a kísérletek, amelyeket a második szputnyik kutya-utasával, valamint a visszatérő magaslégköri rakéták kutyaival és majmaival végeztek, egyértelműen tanúsítják, hogy az élő szervezet könnyen elviseli az indulás után fellépő nagy gyorsulást, majd később a tartós súlytalanságot. Ejtőernyővel ellátott kabinok segítségével a kísérleti rakétákkal fellőtt kutya-kisérletek visszaszállítását a Földre sikeresen megoldották.

A szputnyikok és a kozmikus rakéták sebessége azonban leesésük előtt eléri a 10 km/sec-ot, ilyen sebességeknél pedig a légellenállás miatt életveszélyes hőség keletkezik. Ez esetben feltétlenül fékezésre van szükség.

1960. V. 15-én a szovjet tudósok és mérnökök újabb lépést tettek azon a gigantikus lépcsőn, amely az embert a kozmoszba vezeti. E napon bocsátották fel majdnem pontosan kör alakú pályájára a negyedik szovjet szputnyikot. Súlya 4,5 tonna, ami példátlan súlynak tekinthető. Ez az első űrhajó azonban utas nélküli. Célja az volt, hogy kikísérletezze az ember kozmikus utazásának technikai feltételeit, a Földre való szerencsés visszaérkezés feltétlen megkövetelésével. A kísérlet az első négy napon tökéletes sikerrel folyt le. Az embernek kedvező hőmérséklet biztosítva volt. Sikerült a forgó űrhajó stabilizálása is. Az önmagukat irányító napelemek biztosították az energetikai ellátást. A rádióösszeköttetés is fennállt. Május 19-én földi parancsra levált a 2,5 tonna súlyú kabin az űrhajóról. Sajnos, egyik irányítóberendezés tökéletlen működése következtében a szputnyik mozgása gyorsult és pályája erősen e'liptikusá



18/k ábra. Az első lunyik műszerei a szerelő kocsiin

lett. Ez az eredmény mutatja, hogy milyen felelősséget és elővigyázatosságot követel meg a kozmikus utazás!

Szóljunk néhány szót arról, milyen problémákkal kell megbirkózunk, ha a Holdon vagy valamelyik bolygón ki akarunk szállni. Mivel a Holdnak nincs légköre, a Marsé pedig rendkívül ritka, ezeken a kiszállás nem olyan nehéz, mint a Földre visszatéréskor. A Vénusz azonban sűrű légkörével különösen nehéz feladat elé állít bennünket.

Tegyük fel azonban, hogy már mindezeket a nehézségeket legyőztük, és a világűr utasa több hetes repülés után szerencsén kiszáll egy idegen bolygón. Bizonyos idő elteltével vissza szeretne térni a Földre és ehhez végig kell járnia utazásának minden szakaszát ellenkező sorrendben: el kell szakadnia a bolygótól, ami több százezer tonna üzemanyagot kíván és azután még fékeznie kell űrhajóját akkor is, amikor a Földre leszáll.

Ezek szerint az interplanetáris utazás kérdése rendkívül nehéz technikai feladat.

Amíg ez a kérdés nincs megoldva, a mérnökök és tudósok erőfeszítései arra fognak irányulni, hogy a maximális határig tökéletesítsék a szputnyikokban és kozmikus rakétákban elhelyezett automatikus tudományos berendezéseket és így a lehető legteljesebb információ megszerzését biztosítsák.

A következő lépés az lesz, hogy távoli objektumokat, pl. a Marsot közelről lefényképezzük és a kazettákat ejtőernyős kabinokban a Földre



18/1 ábra. Az első lunyik 361,3 kg-os műszere s gömbje a vödörburkolatok eltávolítása után

visszajuttassuk. Tovább fogják fejleszteni a televíziós berendezéseket, melyekkel a szputnyikokon és rakétákon elhelyezett teleszkópokkal nyert képeket a Földre tökéletesebben továbbíthatjuk. Nyilvánvaló azonban, hogy a tudomány további haladásával újabb eszközök is kifejldnek. Ilyen módon jobban meg fogjuk ismerni a Holdon és a bolygókon levő fizikai körülményeket, mint ahogy ezt ma távcsöveinkkel távolról tehetjük.

Már most is elég sokat tudunk bizonyos égitestekről ahhoz, hogy megállapíthassuk, mire van szüksége a kozmikus utasnak, ha valamely bolygó felszínére akar lépni.

Az oxigénkészlet problémája mindig elsörendü kérdés marad, ezenkívül igen sok vízre is szükség van. A Holdon és Merkuron semmilyen számottevő légkör nincs. A Mars és a Vénusz légkörében az oxigén és hidrogén olyan kevés, hogy mindmáig kétes, hogy egyáltalán van-e. Ezeken a bolygókon az embernek mindenestre légmentesen elzárt ruhában kell tartózkodnia.

Megint más probléma a hőmérséklet. A Holdon 29,5 nap leforgása alatt a hőmérséklet  $-100\text{ }^{\circ}\text{C}$  és  $+120\text{ }^{\circ}\text{C}$  között változik, ezért itt a légmentesen elzárt ruhákat kiváló hőszigetelőve is ki kell egészíteni. A Marson a hőmérséklet a mínusz  $80^{\circ}$ -os éjszakai és a plusz  $20^{\circ}$ -os nappali érték között változik. A Merkuron a hőmérséklet nappal elérheti a  $+400\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ot. Kiegyenlítettebb a Vénusz klímája. Nagy és mindmáig teljesen megoldatlan problémát jelent azonban rendkívül felhős és sűrű légköre. Az utóbbi évek rádiócsillagászati mérései kimutatták, hogy a Vénusz felszíni hőmérséklete  $+300\text{ }^{\circ}\text{C}$  körül van. Azt azonban még most sem tudjuk, hogy a Vénuszon a nap milyen hosszú, néhány földi hetünket vagy hónapunkat teszi-e ki.

A nagy bolygókról, a Jupiterről, Szaturnuszról és a többiekről mint a kiszállás helyéről még korai beszélni, itt ugyanis mínusz  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$  alatti örökös hideg és számunkra teljesen idegen légkör (amely főként ammóniákból és metánból áll) vár bennünket.

Találhat-e valahol a bolygóközi utas életet? Ha igen, akkor talán legfeljebb a Marson, de ez az élet semmiképpen sem hasonlíthat a miénkhez.

Ily módon a Naprendszerben a kozmikus utazás számára igen szűkek a választási lehetőségek. És hogy mi van annak határain, a harmadik kozmikus sebességen túl, arról egyelőre csak feltevésekben beszélhetünk.

KULIN GYÖRGY:

## A VILÁGEGYETEM MEGISMERÉSÉNEK ÚJ ÚTJAIN

A körülöttünk levő világ megismerésében a legnagyobb távlatokat azok az utak nyitották előttünk, amelyeknek létezéséről korábban még elképzeléseink sem voltak.

A távcső megismerése előtt el sem képzelhette az ember, hogy innen a Földről az égitestek felszínének finom részleteit vizsgálhatjuk, vagy hogy a szabad szemmel láthatatlan csillagmilliók láthatókká lesznek.

Gonosz szellemek művének hitte az ember a betegségeket, amíg a mikroszkóp fel nem fedte a bacilusok létét.

Minden természettudományban a fejlődés egyetlen lehetséges útját annak felismerése hozta, hogy az anyagi világ jelenségei között belső, szigorú okszerű összefüggések vannak.

Hihette-e valaki még Newton korában is, hogy a fény finom elemzéséből a csillagok anyagát és hőmérsékletét határozzuk meg? Ehhez a hőmérsékleti sugárzás törvényeinek és a színképelemzésnek felfedezése vezetett el bennünket.

Hihette-e valaki még Bessel korában is, hogy a csillagok trigonometriailag mérhetetlen távolságát a csillagok fényváltozásának periódusából fogjuk meghatározni? Ehhez a cepheidák abszolút fényességének és fényváltozásának összefüggését kellett felderíteni.

Ki gondolta volna, hogy egy kőzet, egy meteordarab korát meg lehet állapítani, amíg a radioaktív bomlás törvényszerűségeit meg nem ismertük?

Minden másként történt, mint ahogyan az ember évszázadokkal és évezredekkel megelőtt előre elképzelte. Minden termékeny új utat egy-egy dédelgetett dogmáról való lemondás hozott el. Ezek a dogmák mélyen évdőttek belénk, hiszen képzelt nagyságunkkal és emberi méltóságunkkal álltak szoros kapcsolatban.

Nem is olyan régen azt hittük, hogy a klasszikus mechanika, mely az emberi szellem leghízelgőbb diadalaihoz segített bennünket, minden kérdés megoldására alkalmas, lezárt tudomány. És a modern fizika ebből az édes álomból is felébresztette az embert.

A mai kor azért ontja már olyan bőséggel számunkra az új ismereteket, mert az évezredek kudarcok és megszegyenülések után a dogmáktól és megkötöttségektől szabadulni tudtunk.

Elhittük végre a legegyszerűbb igazságot, hogy a természet minden olyan kérdésre félreérthetetlen világossággal válaszol, amelyeket helyesen intézünk hozzá.

Ebben az évszázadban és annak is az utolsó évtizedeiben a megismerésnek ismét olyan széles panorámái nyíltak meg, amilyenekről fantasztáink sem álmodhattak.

Az események rohanó áradatában jó megállni egy pillanatra és visszatekinteni az útra. Helyes világképet csak úgy alkothatunk magunknak, ha a jelenségeket a történelmi fejlődés folyamatának mozaikjaként látjuk.

Ez az évtized két vonatkozásban jelent új utat a megismerésben.

Az egyik az, hogy megsokasodtak azok az égi üzenetek, amelyeknek felfogására ma már műszereink vannak.

A másik az, hogy azon az úton, amelyen eddig egy irányú volt a közlekedés, vagyis csak az égitestek által küldött üzenetek jöhettek el hozzánk, most mi indulunk el, hogy felkeressük az égitesteket.

Megpróbáljuk összehordani azt a rengeteg gazdagságot, amit ezek hoztak számunkra. Persze, elkápráztató bőségében is hiányos lesz ez, mert csak válogatunk közöttük.

Tízezer éveken át a fény sugar iránya és erőssége volt az egyetlen égi üzenet, de ez is elegendő volt a szférikus csillagászat és az égi-mechanika megteremtéséhez. Amikor pedig felismertük, hogy a csillagok fényének finom színárnyalataiban az égitestek anyagi minőségének, mennyiségének, sűrűségének, a hőmérsékletnek, gravitációs, mágneses és elektromos állapotnak üzenetei is benne vannak — szinte kimeríthetetlen lehetőséghez jutottunk. Az elemekre jellemző színek energiaviszonyai utat nyitottak az atom belső szerkezetének megismeréséhez.

De rájöttünk, hogy a fény sugar az elektromágneses sugárzások széles tartományának csupán egyetlen keskeny oktávja.

Már korábban megtudtuk, hogy a sugárzó égitestek másfajta elektromágneses hullámokon is sugároznak, mint amit a látható fény felőlel. Ezek jó részét azonban légkörünk át sem engedi, és amit átengedett is, műszerek hiányában nem tudtuk felfogni.

A rádiófrekvenciás sugárzásból az ionoszféra csak egyes hullám-sávokat enged át, és ezeket is csak néhány évtizede tudjuk érzékelni. Az ultrabolya széles tartományát a légkör nyeli el s csak a ballon-felszállások és a rakétára szerelt távcsövek foghatták ezeket fel.

A megismerés új útját az a fizikai tény jelenti, hogy mindenfajta elektromágneses sugárzás mögött jellemző fizikai folyamatok húzódnak

meg. Minden felfogott új hullámtartomány eddig ismeretlen fizikai összefüggések feltárását segíti elő.

A rádiófrekvenciás termikus alapsugárzás energiamaximumából a sugárzó égitest hőmérsékletét lehet meghatározni. Ilyen módon meg is határozták a Mars hőmérsékletét. Az elektromos kisülések ismét más frekvenciájú rádióhullámokat okoznak s ezek észleléséből tudtuk meg, hogy a Vénusz és a Jupiter légkörében a földi villámlásokhoz hasonló elektromos kisülések történnek.

A hidrogénatom alapállapotának legkisebb energianívójú sugárzása a 21 cm-es rádióhullám. Ma már a hatalmas rádiótávcsövek az égbolt számos területének irányából felfogják ezeket a sugárzásokat és sorra feltérképezzük az egész égboltot a sugárzó hidrogénfelhők eloszlása tekintetében. A legerősebb sugárforrások helyén az óriástávcsövek összeütköző vagy éppen szétbomló csillagrendszerekre bukkantak. Annak eldöntése, hogy melyik magyarázat a helyes, a Világgegyetem fizikájának újabb tényeit tárja majd fel.

A légkörön kívülre juttatott műszerek az égbolt és a Nap ultraibolya sugárzását tanulmányozzák. Az ultraibolya fény színképében jelentkező energiaértékek és azok hirtelen változásai a Napon és a Nap belsejében lejátszódó fizikai folyamatok jobb megértéséhez segítenek bennünket.

E véget nem érő újabb reménységeket csupán az elektromágneses sugárzások tanulmányozása ébreszti bennünk. Pedig ezek a sokféle új üzenetnek csak egyik családját alkotják.

Az elektromágneses sugárzáson kívül néhány ezer km/mp sebességű anyagi részecskék zápora is érkezik Földünkre a Napból. Ezek a parányi atomi részek a felső légkörrel kölcsönhatásba jutva felemésztyódnék s tanulmányozásukra csak a légkörön kívül nyílik lehetőség. A korpuszkuláris sugárzás intenzitásának és intenzitásváltozásának összefüggése a napfelületi jelenségekkel, valamint a Nap egészének energiagazdálkodásával szintén egyre sokasodó új ismeretek forrása lesz. Nemcsak a Nap jobb megismeréséhez vezetnek ezek, hanem a magaslégkörben lejátszódó jelenségek okaira is rámutatnak.

A rakétakorszak előtt a közel fénysebességgel áramló kozmikus sugárzásból mi csak annak másodlagos jelenségét tanulmányozhattuk. Ezeknek is csak nagyobb áthatolóképessegű komponensei jutottak le a Föld felszínéig. Most a légkörön kívülre helyezett műszerek módosulatlan formájukban vizsgálják. Márpedig a kozmikus sugárzás ismerete keletkezésük forrásához is elvezethet bennünket.

A csillagászati kutatás régebbi és mai módjának különbsége szembe-tűnően mutatkozik meg a régebbi és mai csillagvizsgálók berendezésében. Egy mai modern csillagvizsgálóban a távcsövön kívül számos

elektronikus készüléket találunk. A csillagok fényességét elektron-sokszorozó műszerek mérik. Ott található a rádiótávcső parabolikus antennája, s minden célra más és másfajta távcsövet használunk. A kozmikus sugárzást mérő Geiger—Müller-számláló ugyanúgy hozzátartozik a felszereléshez, mint a mágneses térerősséget vagy az ionoszféra visszaverőképességét mérő műszerek.

A fénysugárnál hosszabb és rövidebb hullámhosszú elektromágneses sugárzás, a korpuszkuláris és kozmikus sugárzás üzeneteinek felfogása és értékelése tehát az egyik út, amely a Világegyetem megismerésében útnak számít.

A másik útra a rakétakísérletekkel lépett az ember, aminek korszaknyitó dátuma 1957. október 4-e, az első szputnyik felbocsátásának napja.

Voltaképpen, ha egészen szigorúan vesszük a dolgot, ez az út még korábban nyílt meg előttünk. Akkor, amikor az emberi beavatkozás először küldötte el a maga üzenetét más égitestekre. Ez pedig 1946-ban történt hazánkban. Ekkor küldött *Bay Zoltán* az Egyesült Izzó kísérleti telepéről radarhullámokat a Hold felé, amelyek onnan visszaverődve megérkeztek a földi műszerekbe.

A radarvisszhang eljárása horderejében nyilvánvalóan össze sem mérhető a rakéták eredményeivel. Annak ellenére sem, hogy az első kísérletnek folytatása is következett. Sokkal komolyabb műszerekkel megismételték a radareljárást a Szovjetunióban, Amerikában és Angliában is, sőt az elmúlt esztendőkből sikerült már radarvisszhangot kapni a Vénuszról és a Napról is. Ennek a kutatási eljárásnak nem csupán az az egyedüli eredménye, hogy a kibocsátott és megérkező radarhullám időkülönbségéből pontos távolságmérés végezhető. A Holdról érkező kettős jelek arra engednek következtetni, hogy a Hold felszínét laza hamu- és porréteg borítja. A Napra küldött radarhullámok pedig nem egyszerű visszaverődéssel tértek vissza, hanem a Nap légkörében elnyelt radarhullámok gerjesztett energiáját fogták fel.

A radarhullámok azonban nyilvánvalóan soha nem vihetnek hátukon műszereket vagy embert. Ezt csak a rakéták valósíthatják meg. Az eddig végzett rakétakísérletek végső célja az ember útjának előkészítése. A megismerésben azonban a rakéta akkor is felbecsülhetetlen értékű segítőnk lenne, ha ezt a célt soha nem tudnánk elérni. A rakéták mérési eredményei mesze túlnőnek a csillagászat keretein.

A Földnek a Világegyetemmel való összefüggése következtében a csillagászaton kívül a meteorológia, geofizika, az atomfizika, a biológia is sok új eredményt remélhet a rakétakísérletektől. Közvetve pedig gazdasági életünk, hírközlésünk, közlekedésünk és egész világpépünk hasznosíthatja azokat.

Ha majd néhány évtized múlva visszatekintünk ezekre az évekre, talán minden, ami eddig történt, csak kezdeti szakasznak minősül, mégis már néhány év alatt nagyon sok új ismerettel gazdagodtunk.

A magaslégköri rakéták közvetlen mérésekkel állapítják meg a magaslégkör sűrűségét, hőmérsékletét, anyagi összetételét, s ezek az adatok másoknak bizonyultak, mint amit elméletileg számítottak korábban. Kiderült, hogy légkörünk sűrűsége lassabban csökken, mint eddig hittük és emiatt vastagabb a légkör. Nyomai még több tízezer kilométer távolságban is jelentkeznek.

Különösen nagy jelentőségük meteorológiai szempontból az ún. meteorológiai mesterséges holdak, amelyek a légkörön kívülről fényképezik Földünket, s a Földre továbbított televíziós képen feltűnik a felhők eloszlása, sőt jelezni tudják a nagyobb viharfrontok, tájfunok és tornádók kialakulását. A meteorológiai mesterséges holdak felbocsátása a tudomány állandó programja marad, hiszen eredményeikhez roppant nagy gazdasági érdek fűződik.

Tervbe vették olyan mesterséges hold létesítését, amelynek szerepe a riasztó őrszolgálat bajbajutott hajók, repülőgépek vagy expedíciók megmentése érdekében. A mesterséges holdakra eljuttatott S.O.S. jelzéseket ezek az állomások felerősítve sugározhatják szét egyszerre nagy területre, közölve a szerencsétlenség helyét is.

Komolyan gondolkodnak azon, hogy megvalósítsák a hírközlés modern módját olyan mesterséges holdakkal, amelyek reléállomásként szerepelnének. Egy körpályán egyenletesen elosztott három televíziós reléállomás segítségével a Föld bármely pontjáról leadott televíziós közvetítést egyszerre lehetne fogni a Föld egész felületén.

A mesterséges holdak fényképezőgépeinek felvételei alapján a mainál is pontosabb térkép készíthető Földünkről.

A műszerek nélkül keringő mesterséges holdak is hasznos ismereteket adnak, csupán mozgásukat kell pontosan megfigyelni. Ilyen megfigyelésekből az előre számított és valóban észlelt mozgás különbségéből sikerült a Föld pontos alakját az eddiginél jobban megismerni.

Sokáig tallózhatnánk a rokontudományok új eredményei között, míg összeszedhetnénk valamennyit — de most elsősorban a csillagászat új perspektíváiról kell beszélnünk.

A rakétát tekinthetjük az első komoly csillagászati kísérleti eszköznek. Az égi jelenségeket azelőtt legfeljebb csak utánózni tudtuk, hiszen a csillagászati jelenségeknek fő jellemzője, hogy térben és időben csak egyszer zajlanak le azonos körülmények között, tehát nem ismételtetők meg.

A mesterséges holdak és űrrakéták emberkéz alkotta eszközök, de lényegében valóságos égitestek. Mozgásukra, a rajtuk érvényesülő



zavaróhatásokra ugyanazok a törvények érvényesek, mint minden más égitestre.

A meteorok néhány másodperc alatt átszelik a légkört. A kölcsönhatás következtében fellépő fényjelenségekből következtettünk eddig ismeretlen fizikai körülményekre és ezekből próbáltuk például a meteorok tömegét meghatározni. Ehhez azonban feltételezni kellett a légkör sűrűségét, mérni kellett a meteor sebességét. Ma már ezek a jelenségek is sokkal tisztábban állnak előttünk.

A rakéták műszerei megméri a légkör sűrűségét, hőmérsékletét. A mesterségesen előállított meteorzapor egyes tagjainak ismerjük sebességét és tömegét, valamint anyagát is, hiszen a rakéta utolsó fokozata előre megmért, tehát ismert tömegű golyócskákat gyorsít fel kozmikus sebességre.

Az égitestekről a távcsövön át szemünkbe érkező fény nagyon sok változáson megy át. Ezek a változások már a légkör határán kezdődnek. Az egyre sűrűsödő légkörben megváltozik a fény iránya, színeire bomlik és sokat veszít energiájából az elnyelés következtében. A légkörben állandóan meglevő gyors lefolyású nyomás- és hőmérsékletváltozások miatt gyengül a távcső felbontóképessége, romlik a leképezés. A magas hegyekre telepített csillagvizsgálók e hatásoknak csak egy részét tudják kiküszöbölni. Már a magaslégkör elnyeli a sugárzások tetemes részét, s ezért a rakétakísérletek előtt reménytelen dolog volt minden törekvés, hogy az égitestek valóságos sugárzását megismerhessük. Azok a rakéták, amelyek már néhány száz km magasságba emelkednek, maguk alatt hagyják a légkör 999 ezredrészét s a magukkal vitt műszerek felvételi csaknem teljesen mentesek a légkör befolyásaitól. Egyelőre a ballonokkal és rakétákkal felvitt távcsövek mérete nem haladja meg a 30 cm átmérőt. Annak ellenére, hogy a részletfelbontás az objektív átmérőjétől függ, s még így a 30 cm is kis méretnek számít, az eddigi fényképfelvételek is sokkal finomabb részleteket adnak a Nap felszínéről, mint a Föld felszínén működő legnagyobb távcsövek.

A légkörön kívüli térségbe vitt távcsövek különösen három vonatkozásban hozhatnak meglepő eredményeket.

Elsősorban a légkör zavaró hatásától mentes környezetben a távcső felbontóképessége teljesen kihasználható. A Holdról, a Napról és a bolygókról készülő felvételek több részletfinomságot adnak.

Másodsorban főként a bolygók légkörének anyagi összetételét vizsgálhatjuk pontosabban. Fél évszázada igyekszünk kimutatni színképelemzés segítségével a Mars és a Vénusz légkörének oxigén- és víztartalmát. A vizsgálat nehézségét az adja, hogy az égitestek fénye légkörünkön áthaladva érkezik a műszerbe. Márpedig a földi légkör nagy mennyiségű oxigént és vizgőzt tartalmaz. Nagyon nehéz ezeknek az anyagoknak kimutatása olyan esetben, amikor mennyiségük elenyé-

szően kevés a földi készlethez képest. A légkörön kívül éppen ettől a nehézségtől szabadulunk meg.

Nem kevesebb a szerepe a harmadik vonatkozásnak sem. Jól tudjuk az elméletből, hogy pl. a Nap ultrabolyga fényben is sugároz. Ez a tartomány azonban egyáltalában nem érkezik le a földfelszínig, mert a légkör magasabb rétegeiben elnyelődik. Ma már észlelni tudjuk a Nap röntgensugárzását is, és felfedeztük, hogy az égbolt egyes helyein nagy kiterjedésű ultrabolyga fényben sugárzó kozmikus anyag terül el.

A Földünk felszínétől 1700 km-nyire eltávolodó III. szputnyik felfedezte, hogy Földünk körül egyre növekvő intenzitású sugárzási zóna terül el. Teljes mélységében az Explorer VI fedte fel az azóta közismert *van Allen*-féle sugárövezeteket. Kiderült tehát, hogy Földünk mágneses terének hatása messze túlterjed az eddig becsült 1000 km-es légkör határain.

A rakétakísérletek második csoportját a holdrakéták alkotják. Ezen a téren a három lunnyik hozott új eredményeket. Az első 5000—6000 km-es közelségben elhaladva a Hold mellett, műszereivel nem tudta érzékelni a Hold mágneses terét, amiből arra következtethetünk, hogy a Hold esetleges mágnességének erőssége a műszer érzékenységének határa alatt van. A második lunnyik eltalálta a Hold felszínét. Történelmi jelentősége az, hogy ez esetben sikerült először emberkéz alkotta műszertestet más égitestre eljuttatni. A rakéta és a Hold találkozásának tényét rádiótávcsöves megfigyelések és közvetlen vizuális észlelések igazolták. Tudományos szempontból ennél is nagyobb jelentőségű a III. lunnyik eredménye. Ez a rakéta ugyanis előre kidolgozott program szerint lefényképezte a Hold túlsó felét. Műszereinek közvetítésével az emberi szem ez alkalommal láthatta először a Holdnak tőlünk elfordult felét. A felvételek tanúsága szerint a Hold túlsó felén több a kráter és kevesebb a tengernek nevezett síkság, mint az eddig jól megismert oldalon.

A mesterséges égitestek harmadik csoportjába az űrrakéták, a mesterséges bolygók tartoznak. Jelenleg három ilyen kering a Nap körül. A lunnyik I pályája a Föld és a Mars pályái között húzódik, az első amerikai mesterséges bolygó a földpálya közelében végzi mozgását. A második amerikai mesterséges bolygó pedig inkább a Vénusz pályáját közelíti meg.

A felbocsátásra kerülő űrrakéták nyilvánvaló szerepe az lesz, hogy felkutassák a szomszédos bolygók kozmikus környezetét és hírt adjanak arról, hogy milyen tényezőkkel kell majd számolni az első űrhajósoknak.

Csaknem mindegyik fajta rakéta alkalmas arra, hogy a Föld közvetlen és távolabbi térségeiben a meteorok sűrűségét vizsgálja. Nagyon valószínű, hogy a meteorok túlnyomó része mikrometeor lévén, nem jelentenek túlságosan nagy veszélyt az űrhajózásban.

Csillagászati vonatkozásban már az is rendkívüli eredmény lesz, ha sikerül a Holdra egy nagyobb távcsővel felszerelt állomást eljuttatni. Egy Holdra telepített kozmikus laboratórium egymagában elláthatná kutatási programmal a mai tudományt.

Tudjuk azonban, hogy a törekvés ennél merészebb. Személyesen akarunk eljutni a szomszédos égitestekre. Szédítőek azok a perspektívák, amelyeket egy ilyen út tár elénk.

A szomszédos bolygók felkeresésének feltételeit négy pontban lehetne összefoglalni:

1. Az égimechanikai feltétel az égitestként mozgó rakéta útjának kiszámítása. Ennek a feladatnak elméleti részét már Newton óta ismerjük. Készségünket a gyakorlati megvalósításra igazolják az eddigi kísérletek, amelyek mindegyikét alapos számítások előzték meg.

2. A technikai feltétel a rakéta megteremtése volt. Ez az eszköz adott lehetőséget kozmikus sebességek eléréséhez. A további tervek azonban újabb és egyre nehezebb technikai megoldásokat követelnek. Még a műszeres rakétafej visszahozásához is tartaléküzemanyag szükség. Ennek mint hasznos tehernek felszállításához a mai üzemanyagokkal óriásrakétákat kell létrehozni. A másik út a hatásosabb üzemanyagok alkalmazása. Mai eszközeink még nem elégségesek arra sem, hogy egyetlen embert szállító holdrakéta leszálljon a Holdra és onnan felszállva épségben érkezzen a Földre. A minimális energiát emésztő klasszikus röppályán haladó holdrakéta útja is 10 napig tart. Minden probléma megsokszorozódik, ha hosszú hónapokkal vagy évekkel mérhető bolygóközi utazást tervezünk. A feladat megoldásának orosz-lán-része technikai jellegű.

3. A megfelelő biológiai feltételek biztosításával járó feladatok is eléggé nagyok. Úgy látszik, hogy az indítással járó gyorsulás nem jár életveszéllyel. Nem tudjuk azonban, milyen hatással lesz az élő szervezetre a hosszú, súlytalan állapot. Védni kell az embert az ultrabolyba és a kozmikus sugárzás veszélyeitől, óvni kell a meteoroktól, biztosítani kell a kellő hőmérsékletet, oxigéndús levegőt. Külön gond a hosszabb úrutazás idejére a táplálkozás és a vízellátás. Ezek a problémák mind a szállítandó toher tonnáiban jelentkeznek.

4. Az előző feltételek maradéktalan biztosítása után még hátra van a kozmikus térség alapos átkutatása, nincsenek-e ma még ismeretlen tényezők, ismeretlen erőterek, amelyek az úrutazás számára akadályt jelenthetnének.

Ha mindezek a feltételek biztosítva lesznek, akkor nyílik meg teljes szélességében a Világegyetem megismerésének új útja.

Korai lenne talán arról elmélkedni, hogy milyen eredménnyel zárul majd az első ilyen út. Minden fantázia szegényes ma még ehhez.

A Világegyetem megismerése új útjának küszöbén meg kell még emlékeznünk valamiről, aminek jelentőségét figyelmetlenség lenne nem észrevenni.

Ez pedig ennek az új útnak rendkívüli pedagógiai hatása. Az emberiség legnemesebb törekvése az, hogy gazdasági és szellemi javai igazságos elosztásban egyetemes kincsekké váljanak. A gazdasági javak igazságos elosztásának érdekében folyó gigantikus harcnak ez a század a tanúja. Vele együtt folyik a törekvés a szellemi javak terén is. Igen sokat tettek ezen a téren a most folyó rakétakísérletek.

A klasszikus mechanika törvényeit Galilei és Newton már évszázadokkal ezelőtt felismerték. A fizikusok és technikusok ezek alapján teremtették meg a modern technikát, de maguk az alapvető igazságok nem váltak közkinccsé. Most azonban a rakétakísérletek eredményeinek megértése reájuk fordította a figyelmet. A mindennapi ember egyre szélesebb tömegei döbbennek rá a tehetetlenség törvényének, az akcióreakció törvényének belső tartalmára. A népszerű könyvek és előadások ezreit ma már a széles tömegek igénylik. Nincs elég előadónk, akik a falusi emberek tudásszomját ki tudnák elégíteni. A rakéták eredményei tették aktuálissá a mechanikát, a fizikát, a csillagászatot és általában a természettudományokat.

Fél évszázada, hogy a relativitás elmélete megszületett. A nyilvánosság előtt nagyon kevés szó esett róla. Most viszont, amikor az egyre nagyobb sebességű rakéták röppennek fel, és a még el sem ért célpontokon túl a csillagok terébe kíváncozunk, nap mint nap és egyre többekben felmerül a probléma: igaz-e, hogy maga az idő is relatív?

Ott tartunk tehát már néhány év után, hogy a természettudományok nagy kérdései iránt természetesen nyilvánul meg az emberek millióiban az érdeklődés, amit semmiféle fáradozással nem érhattünk volna el akkor, amikor a mai valóságok és mai tervezetések még csak álmok és elméletek voltak.

Valóban új útra léptünk tehát a megismerésben, ahol nem csupán az úttörők törnek magukra hagyatva a cél felé, hanem mögöttük jár tudásszomjával és érdeklődésével az egész egyetemes emberiség.

PONORI THEWREWK AURÉL:

## AZ 1961. ÉVI NAPFOGYATKOZÁS

1961. február 15-én megrázóan különös, ritka élményben lehet részük azoknak, akik Bordeaux, Monaco, Firenze, Szófia, Bukarest, Szevasztopol, Rosztov, Sztálingrád, európai Szibéria vonalán élnek. A térképvázlaton feltüntetett sávban három-négy percig teljesen eltakarja a Nap vakító korongját az akkor annál valamivel nagyobbak látszó átmérőjű Hold.

A Föld egy bizonyos földrajzi helyén a teljes napfogyatkozás meglehetősen ritka látvány. Londonban pl. 1140 óta csak 1715-ben volt látható teljes fogyatkozás, azóta sem. Budapestnek is több évszázad óta csak a század végén lesz része ebben a látványban. Közép-Európán 1912 óta nem is húzódott át a teljes napfogyatkozás centralitási vonala. (A centralitási pontokat, vagyis azon pontokat összekötő vonal, ahol a Hold okozta árnyékkúp tengelye a földfelszín éri.) Legközelebb csak 1999-ben lesz esedékes európai teljes napfogyatkozás. Így érthető izgalommal várja az 1961. február 15-it Dél-Európa és a Szovjetunió szakemberein kívül az érdeklődők sokmillió s táborá.

Mint jól tudjuk, napfogyatkozás akkor jön létre, ha a Nap, Hold és Föld egy egyenes mentén helyezkedik el és a Hold által vetett hosszú árnyékkúp a földfelületre esik.

Viszont azt is tanultuk, hogy újhold idején a Hold a Nap és a Föld között helyezkedik el. Miért nincsen hát minden újhold idején napfogyatkozás ?

A Nap látszó évi útja az égen a csillagok között olyan, az éggömbre képzelhető legnagyobb kör mentén történik, mely voltaképp a Föld napkörüli keringési síkjának az éggömbbel való metszete. A Hold pályája nem fekszik a Föld keringésének a síkjában, hanem azzal mintegy  $5^\circ$ -os szöget alkot. A két sík metszésvonalának iránya az égen két pontot, az ún. csomópontot határoz meg. Könnyű belátni, hogy csak olyankor jöhet létre napfogyatkozás, midőn a Hold újhold idején a csomópontok valamelyikében — vagy azok közelében — tartózkodik, különben a három égitest nem eshet egy egyenesbe.

A régiek a Nap látszó évi útjának fent említett égi körét *ekliptikának* nevezték, ami kb. fogyatkozás-körnek fordítható. Ők már észrevették, hogy fogyatkozás csakis olyankor látható, ha a Hold az ekliptika irányába, vagy legalább ennek közelébe kerül.

Minthogy a Hold egy év leforgása alatt kétszer metszi az ekliptikát, évente két lehetőség adódik fogyatkozások létrejöttére. Sőt, minthogy a csomópontok a holdpálya síkjának lassú térbeli mozgása következtében a Hold járása elé sietnek, megeshet, hogy egy-egy évben három olyan csomópont-metszés fordul elő, melyeknél a fogyatkozásokat előidéző okok fennállnak. Így volt ez pl. 1954-ben, midőn a január 5-i, június 30-i és a december 25-i újhold idején is volt napfogyatkozás (ezek közül csak a júniusi volt látható hazánkból). A csomópontmetszések között eltelt idő kb. 177 nap, ezt az időtartamot nevezik a csillagászatban fogyatkozási éveknek.

A napfogyatkozások létrejöttéhez tehát két tényezőnek kell összeesnie: újhold legyen, és olyankor legyen újhold, midőn a Hold pályája metszi az ekliptikát. A Hold fényváltozásának időtartama, a szinodikus holdhónap periodikus jelenség (tartama 29 nap 12 óra 44 perc és 2,8 másodperc), ugyancsak periodikus a Holdnak egy-egy csomóponton való áthaladása közt eltelt időszak, a drákói hónap (tartama 27 nap 5 óra 5 perc 35,8 másodperc). E két különböző hosszúságú periódusnak csaknem teljesen pontos összeesése („legkisebb közös többszöröse”) 223 szinodikus holdhónap, azaz minden 18 év és 10 vagy 11 nap után áll be. Ez egyben azt jelenti, hogy a fogyatkozások sorrendje ezen idő múlva megismétlődik. Ezt az időkört már i. e. sok száz évvel kellett ismerniük az asszír-babiloni csillagászoknak, mert *Thalész* eme ott megismert ciklus alapján jósolta meg előre az i. e., 585 május 28-i napfogyatkozást, bámulatba ejtvén vele görög csillagásztársait.

E nevezetes időkör neve asszír nyelven *šar* volt, s ma is görögösített Szárosz néven ismeretes. Minthogy e ciklus két, nem egészen pontosan összemérhető időkör találkozó pontjai között eltelt idő, a fogyatkozások előre való számításába némi hiba csúszik, ha az kizárólag a Szárosz alapján történik. Szároszonként pl. a napfogyatkozások centralitási vonala fokozatosan csúszik délről észak felé, és 25 Szárosz után az eredetileg a déli sarkvidéken induló teljes napfogyatkozás-sorozat centralitási vonala már nem éri a Földet, mert a Hold árnyékkúpja újhold idején már csak a térbe szalad az északi sarkvidékek felett.

Ebben az évszázadban hazánkból nézve az idejű lesz a második legnagyobb mérvű napfogyatkozás. A fogyatkozásokat általában vagy az elfedett napátmérő 12-ed részeiben (hüvelyk:”), vagy ennek százalékában, esetleg az elfedett napfelület nagyságának százalékában szokás megadni. Az alábbi táblázat a XX. század legjelentősebb fogyatkozásainak nagyságadatait közli Budapestre nézve:

Sorszám	Dátum	Nagyság	Elfedett napátmérő	Elfedett napfelület
1	1936. VI. 19.	9,5 <sup>''</sup>	79	73
2	1954. VI. 30	10,0 <sup>''</sup>	83	79
3	1912. IV. 17	10,0 <sup>''</sup>	83	79
4	1961. II. 15	11,5 <sup>''</sup>	96	95
5	1999. VIII. 11	12,0 <sup>''</sup>	100	100

A 9''-nél nagyobb fogyatkozások már olyan erős fénycsökkenést okoznak, hogy — derült idő esetén — a legvilágosabb napszakokban is a jelenség beálltát előre nem tudók szemében is erősen feltűnők nyomasztó hatásukkal. A reggeli vagy alkonyi órákban a kisebb mértékűek is észrevehetőek. Táblázatunk 1. és 4. fogyatkozása a reggeli órákra esett, ill. esik, míg a többi mind a déli-koradélutáni időekben állt, ill. áll be.

Természetesen a nagyobb mérvű fogyatkozások okozta sötétedés annál feltűnőbb, minél nagyobb előtte a Nap világító és melegítő ereje. A történelem folyamán a teljes fogyatkozások közül az ilyenek okozták a legerősebb lélektani hatást, különösen az ókorban. A Föld egy bizonyos pontján teljes napfogyatkozás rendkívül ritkán lép fel, s így az igen szokatlan jelenség minden esetben mélyen megrendítette a régieket. Ilyenkor derült ég alatt szinte percek alatt alkonyi, majd csaknem éjjeli sötétség borul a napsugárban ragyogó tájra. A levegő a fogyatkozás rövid percei alatt is észrevehetően lehül. Az állatok nyugtalanognak, vagy éjjeli nyugvóhelyük felé indulnak. Az énekes madarak elnémulnak, elülnek a pillangók is. Néhány virág bezárja kelyhét. A kíváncsi vagy megriadt szemek előtt az elsötétült égen feltűnnek a bolygók, és sokszor a Nap közelében is ki lehet venni a fényesebb csillagokat. A Nap körül kirajzolódik a szabad szemmel csakis ilyenkor csodálható sugárzó napkorona.

Az ókor embere, aki nem volt még tisztában az esemény természetével, többnyire halálra rémülve bújt el házában. Még az ablaknyílásokat is letakarta, hogy a természetfeletti hatalmasságok haragjától megvédje magát és családját. Sok helyütt lefedték a kútnyílásokat, hogy a számukra ismeretlen, haljós tünemény sugarai meg ne fertőzzék az ivóvizet.

A teljes napfogyatkozások erős lélektani hatására igen jellemző, hogy még a múlt század végén is akadt valaki Amerikában, aki rémületé-



19. ábra. Az 1961. február 15-i teljes napfogyatkozás centrális görbéje (erősnégyenállal jelölve) és a teljes napfogyatkozás zónája (a kihúzott vonalak közötti sáv) Európában



ben a világ végét vélvén elérkezni, megfojtotta feleségét és gyermekét, hogy a várható szörnyűségekől megkímélje őket.

Hasonló „világvége”-ijedelmet okozott az 1406. VI. 16-i, 1706. V. 12-i, 1724. V. 22-i és az 1842. VII. 8-i teljes napfogyatkozás is.

Az 1961. február 15-i fogyatkozás hazánk területéről nézve nem lesz teljes, ezenfelül a reggeli órákban áll be. Így nem lesz ilyen megrázó, feltűnést keltő jelenség. Arra is kevés reményünk van, hogy a tünemény egész tartama alatt derült ég néz majd le ránk, hiszen februárban a derült napok száma meglehetősen kevés. Kedvezőbb a meteorológiai helyzet Észak-Olaszország számára, bár ott a fogyatkozás ideje még közelebb esik a napkeltéhez, mint nálunk. Legkedvezőbb megfigyelési lehetőséget az Azóvi-tenger vidéke, a Krim-félsziget nyújthat, ahol a fogyatkozás a délelőtti órákban lesz látható.



20. ábra. A napfogyatkozás fontosabb jellemzői Magyarország területén. A szaggatott vonalak a napfogyatkozás legnagyobb fázisának bedlasi idejét tüntetik fel közép-európai időben, míg a teljes vonalak a napfogyatkozás nagyságát jelölik az eljedett napátmérő százalékában

\*

Évszázadunk második legjelentősebb napfogyatkozása évében nem lesz érdektelen pillantást vetnünk a régi napfogyatkozások közül azokra, melyeknek történelmi szerep jutott osztályrészül.

A Föld és a Hold mozgásának, valamint a Nap látszó mozgásának jellemzőit pontosan ismerjük, így pár száz, sőt pár ezer évre előre vagy hátra ki tudjuk számítani, hogy a Föld mely pontjain mikor lesznek vagy voltak láthatók a napfogyatkozások. Minthogy a teljes napfogyatkozások a természet legfeltűnőbb jelenségei közé tartoznak, érthető, hogy számos régi iratban, oklevélben említés esik róluk. Ez a pár, többnyire szűkszavú megjegyzés igen értékes adatokat adhat a történetbúvároknak a fogyatkozásokkal együtt leírt történelmi események időpontjára nézve.

Példának a magyarok honfoglalásának idejét hozhatjuk fel. 1883 előtt még csak annyit tudtak a történészek, hogy a honfoglalás valamikor 888 és 900 között történhetett.

A IX. sz. végén egy bizánci görög krónikás az akkor dúló bolgár háborúval kapcsolatban egy fogyatkozást említ, melyet Bizáncban teljesen láttak. Történelmi adatok alapján biztosnak látszik, hogy a

fogyatkozás beállta után öt évvel jelent meg a Duna medencében a. honfoglaló magyarság.

Az égitestek mozgásjellemzőit tartalmazó táblázatok alapján kiszámolható, hogy akkoriban Bizáncban melyik teljes napfogyatkozást láthatták, éspedig a 891. VIII. 8-it. Így a honfoglalás évszámául a ma már közismert 896 adódott.

De a csillagászati kronológia egy-egy régi fogyatkozás egykorú leírása alapján néha nemcsak egyetlen eseményt, de egész korszakokat tud elhelyezni az időben.

Ismeretes, hogy a régi görögök éveiket az első olimpiád első évétől kiindulva folytatólagosan számlálták. Rengeteg ilyen évadat állt már a történészek rendelkezésére, akik csak azt nem tudták, hogy ezek az időadatok miként ültethetők át a mi időszámításunk éveire, minthogy az 1. olimpiád 1. éve egy általunk nem ismert, i. e. VIII. században levő esztendőre esett.

A kronológia egy szerencsésen megtalált napfogyatkozásleírás alapján sietett a történészek segítségére. Hérodotosz ókori görög történetíró egyik leírása a Kisázsziában levő Halys folyó mentén a lidiaik és médek között kitört háborúról szól. Ennek Hérodotosz szerint az vetett véget, hogy „a nap éjjelre vált, a harcosok félelmükben szétfutottak”, vagyis egy teljes napfogyatkozás rémítette meg a hadakozó feleket. A gondos Hérodotosz meg is írta, hogy ez mikor történt: a 48. olimpiád 4. évében.

A kronológiai számítások szerint a fogyatkozás i. e. 585. V. 28-án állt be és a mondott helyre nézve teljes volt. Ha ez az év volt a 48. olimpiád 4. éve, úgy az első olimpiád első évétől i. e. 776 adódik. Ezzel egy csapásra átszámolható lett minden régi görög évadat a mi évszámlálásunk adataira.

Egy másik példa Asszír-Babilóniából álljon előttünk.

Egy ékiratos táblán mintegy 90 főtisztviselő nevét találták, kik egymás után foglalták el egy egy-egy évre szóló hivatalukat. Némelyiknél fel volt tüntetve az akkori uralkodó király megfelelő uralkodási éve is, de ezek korát a történészek csak pár évtizedes bizonytalansággal tudták megadni. Az egyik főtisztviselő neve mellett viszont ez a megjegyzés állt: „Sziván hónapban napfogyatkozás volt.” Ez az egyetlen megjegyzés tette lehetővé, hogy az asszír történelem egyik fontos korszakát pontosan elhelyezzék a történelemben.

Komoly könyvtártölthetnének meg azok a munkák, melyek a zsidó őstörténettel, a bibliában leírt egyes események időpontjaival foglalkoznak. Ezek közül igen sok vonatkozik az Egyiptomból való kivonulásra (exodus) és a palesztinai honfoglalásra anélkül, hogy bármelyikük is megnyugtató időadatokat tudna mondani. Az exodus

időpontja pl. az egyes kutatók szerint i. e. 1645 és 1137 közötti mintegy fél évezredes időközben mozog.

A múlt század végén *Mahler Ede* magyar kronológus csillagászati-kronológiai úton igyekezett meghatározni a kivonulás idejét. Feltételezése szerint a kilencedik egyiptomi csapás (a sötétség) oka egy teljes napfogyatkozás lehetett. Az általános felfogás ugyan az Egyiptomban csaknem minden évben tavasz időben jelentkező ún. chamszin-szél által felkapott, eget elsötétítő porfelhőben látja a sötétségi csapás magyarázatát, de egyáltalán nem érthető, hogy miért okozott akkora rémületet ez a megszokott jelenség. Ritkább, megrendítőbb tüneményre kell gondolnunk. Mahler talált is i. e. 1335-ben egy olyan napfogyatkozást, mely alkalmasnak látszott a sötétség megmagyarázására. Viszont az általa használt táblázatok — bizonyos lassú (szekuláris) holdmozgásokat elhanyagolva — nem lehettek alkalmasak ilyen távoli fogyatkozások kiszámolására.

Ha az újabb, javított táblázatok segítségével a napfogyatkozások szempontjából végigkutatjuk az exodus valószínű korának évszázadait, hat, Egyiptom területére nézve teljes fogyatkozást találunk. (Mahler fogyatkozása csak részlegesnek bizonyult.) E hat fogyatkozás közül három azért valószínűtlen, mert közvetlenül napkelte után, ill. napnyugta előtt állt be, tehát nagyobb feltűnést vagy rémületet aligha kelthetett. Kettő távol esik a kalászerés (Abib) hónapjától. A biblia szerint pedig az exodus Abib hónapban történt, tehát előtte nem sok idővel állhatott be a „sötétség”. A megmaradt fogyatkozás dátuma i. e. 1399. III. 1. Ez a fogyatkozás mindenben megfelel a követelményeknek, csak épp nem három napig tartott (mint a sötétségről a biblia állítja). A leírásban megnyilvánuló túlzás esetleg úgy is magyarázható, hogy a megrémült emberek három napig elbújtak házaikba, azért nem látták egymást. (Az egyiptomi csillagász-papok — tudunkkal — nem voltak képesek előre kiszámítani a fogyatkozások bekövetkeztét.) A Nílus deltája vidékén, ahol a zsidó nép élt, a fogyatkozás csak mint részleges volt látható.

Az így kapott exodus-időpont helyessége nyilván szintén nem támasztható alá eléggé így önmagában és éppúgy megtámadható, mint a többi rengeteg eddig talált évszám. Szerencsére a bibliában egy másik, ezzel bizonyára összefüggő különös, csodaszerű jelenséget is olvashatunk. Ez a hely Józsuá könyvében áll és a Jeruzsálemtól nem messze fekvő Gibeon (vagy Gabaon) mellett vívott zsidó-amorreus (emóri) csatára vonatkozik. A csata a vándorlás vége után a palesztinai honfoglalás igazi kezdetének tekinthető. A leírás szerint Józsuá — nyilván attól tartva, hogy a csatát aznap nem tudják befejezni — szavával megállította a Napot, és az „megállta az égnek közepén és nem sietett lenyugodni majdnem teljes egy napig”. (Ézt a leírást az egyház gyakran

felhasználta az újkor elején a kopernikuszi tanok ellen.) A zsidó harcosok így eldönthették a csata sorsát és győzedelmeskedtek ellenségeiken.

A leírás szavai mögött nem is nagyon nehéz ráismernünk egy teljes, vagy inkább csaknem teljes napfogyatkozásra, amely a délutáni órákban állt be. Az időérzéküket vesztett hadakozók a fogyatkozás okozta fényesökkenést az alkony közeledtének vélhették, majd miután elmúlt a sötétség, az igazi napnyugtáig kiújult napsütés idejét meghosszabbított napnak, csodának tekintették.

Ha a palesztinai honfoglalás valószínű évszázadaiban beállt napfogyatkozásokat megvizsgáljuk, nyolc olyan fogyatkozást találunk, mely Gibeonban 10''-nél nagyobbnak látszott. Ezek közül csak egyetlen olyan (gyűrűs) napfogyatkozás akad, mely a követelményeknek mindenben eleget tesz. Centralitási zónája csaknem pontosan áthalad Gibeonon, de minthogy a Nap látszó átmérője nagyobb volt, mint a Holdé, a Napból egy vakító fényes gyűrű kilátszott, s így nem volt teljesen sötét. (A fogyatkozás nagysága Gibeonban 11,8'' volt.) A fogyatkozás elmúltával napnyugtáig még jó két órán át sütött a Nap a csata színhelyén.

Ennek a fogyatkozásnak időpontja i. e. 1360. VII. 15.

Az exodus és a honfoglalás közötti időben tartott a vándorlás, a biblia szerint 40 évig. A most kapott évszámok közötti 39 év tehát ennek a feltételnek is eleget tesz, minthogy a biblia gyakran használja a szinte „szent” számnak tekintett 40-et és ha egy-egy eseménysorozat nem is tartott addig, a régi zsidó krónikások erre kerekítették ki. (Pl. Mózes 40 éves volt a biblia szerint, midőn menekülni volt kénytelen Egyiptomból, 40 évig volt számkivetésben és további 40 év múlva halt meg.)

A csillagászati kronológia így a fogyatkozások visszaszámolása segítségével az exodusra és a zsidó honfoglalásra olyan időpontokat tud adni, melyek szinte egymást erősítik, s így az eddigieknél mindenestre megbízhatóbbak, és amelyek egyben az említett bibliai „csodák” természettudományos magyarázatát adják.

A csillagászat az egyedüli tudomány, mely bizonyos eseményekre nézve teljesen otthonosan mozog az időben előre vagy hátra. Számításai révén nemcsak maga a csillagászat, de a történelem is érdekes és értékes adatokkal bővíthet. Erre is gondoljunk a február 15-i napfogyatkozás idején.

BALÁZS BÉLA:

## A VILÁGEGYETEM SZERKEZETE

A Kozmosszal kapcsolatos közvetlen ismereteink térben és időben erősen korlátozottak. Az ember évezredek óta próbálja áttörni e gátakat, igyekszik extrapolálni a környezetében tapasztalt törvényszerűségeket, mind nagyobb és nagyobb térrészekre — határesetben az egész Világegyetemre. E törekvések közben asztronómiai, fizikai és filozófiai tudásának együttes és teljes latbavetésére van szüksége. A történelem folyamán e tudományágak váltakozva kaptak főszerepet, de együttműködésük mindenkor fellelhető.

A jelen cikkben főképp arról lesz szó, mit sikerült megvalósítani az utolsó néhány évtizedben a fenti törekvésekből, de hogy tisztán lássuk a hosszú utat, mely a máig vezetett, röviden áttekintjük a témakör történelmi fejlődését is.

### *Történelmi áttekintés*

A görögök voltak az elsők, akik megkísérelték egységes rendszerbe foglalni azt, amit a világról tudtak. Természetszemléletük hosszú időn keresztül hatott az emberi kultúrára, és alkotásuk ma is mély tiszteletet ébreszt.

A görög tudomány és világszemlélet eredete a történelem előtti idők mélyébe vész. Erőteljes kifejlődésének kezdetét talán *Pythagorasz* iskolájától számíthatjuk (i. e. 570—490), bár nehéz elválasztani az igazságot a nagy tudós alakját környező mitikus meséktől. A korai bolygórendszer elméleteket erősen befolyásolta Pythagorasz azon tana, hogy a gömb és a kör a legtökéletesebb geometriai forma. Valószínűleg Pythagorasz volt az első, akinek volt mersze a Földet a térben — minden anyagi támaszték nélkül — szabadon lebegőnek elképzelni. Ő fedezte fel azt is, hogy az időnként este, időnként hajnalban látható esthajnalesillag nem két, hanem egy égitest. (Pl. *Homérosz* idejében még két különböző esillagnak tartották.) A felfedezés valószínűleg a bolygók körmozgásának elvén alapult.

Az elmélet és megfigyelés szoros egymásrahatásának első példája *Eudokszusz* homocentrikus szférarendszer elmélete, amelyet 30 évvel később tanítványa, *Kalippusz* (Arisztotelész kortársa) módosított, hogy jobban összhangba hozza a megfigyelési tényekkel. Nem sokkal később ezt a rendszert elvetették, és az excentrikus körök elméletével helyettesítették. Ez főként a bolygók nagy fényességingadozásai következményének tudható be.

*Arisztotelész* (i. e. 384—322) az igazi görög tudományos fejlődés kezdetén élt. A legtöbb görög tudóssal együtt ő is azt hitte, hogy a Föld mozdulatlan és a — végesnek képzelt — Univerzum centrumában van. Arisztotelész szerint a térbeli mozgásnak három fajtája létezik: egyenesvonalú mozgás, körmozgás és az előbbi kettő kombinációja. Mivel az Univerzum véges, az egyenes vonalon való mozgás nem folytatódhat minden határon túl. Csak a körmozgásnak nincsen kezdete és vége. Következésképpen az állócsillagoknak és planétáknak körpályán kell mozogniuk. Arisztotelész koncepciója hosszabb időn keresztül hatott az emberi gondolkodásra, mint bármely más kozmológiai elmélet.

Száz évvel később *Eratoszthenész*, *Arisztarchosz* és *Archimédész* jelzik a fejlődést. Eratoszthenész i. e. 200 körül egyszázalékos pontossággal kiszámította a Föld átmérőjét.

*Arisztarchosz* volt az első, aki megmérte a Nap távolságát. Ő a heliocentrikus bolygórendszer elmélet szülőatyja is. *Arisztarchosz*ban már felmerült a gondolat, hogy rendszere feltételezi az állócsillagok óriási távolságát. Nem tudjuk, hogy *Archimédész* — az elméleti fizika megalapítója — elfogadta-e vagy sem a heliocentrikus rendszert.

Ismét egy század múlva *Hipparchos* (i. e. 190—125), akit a csillagászat atyjának is szokás nevezni, a módszerek továbbfejlesztésével, sok fontos adat meghatározásával előkészítette a talajt világgépünk további fejlődéséhez.

Az ókoriak csillagászati tudása *Ptolemaiosz* munkáiban kristályosodott ki (i. sz. 130 „*Almagest*”). *Ptolemaiosz* szerint a Föld az Univerzum középpontja, A bolygók olyan körökön mozognak, melyeknek középpontjai is körpályákat írnak le. A Nap körpályán kering a Föld körül.

Ma már tudjuk, hogy *Ptolemaiosz* és *Kopernikusz* rendszere között a különbség nem pusztán formális. Azt a tényt, hogy a heliocentrikus rendszer *Arisztarchosz* után többé nem került elő a görög tudományban, azzal magyarázhatjuk, hogy kb. i. e. 100-tól kezdve elhagyták a „valódi okok” vizsgálatát. Az asztronómiában pusztán azt a célt tűzték ki maguk elé, hogy használható módon írják le a bolygómozgásokat.

*Ptolemaiosz* az utolsó görög csillagász. Halála után semmit sem adtak a tudományhoz honfitársai, és maga az ókori görög civilizáció is véglegesen elpusztult i. sz. 389-ben, az alekszandriai könyvtár felgyújtásakor.

Azután a középkori sötét tudatlanság kora következett. A görög írókat ugyan újra felfedezték arab fordításokban, de csak nagyon lassan egyengették *Kopernikusz* útját, aki győzelemre vitte azt az elméletet, hogy a Föld helyett a Nap az Univerzum centruma, és a Föld csupán egyike a körülötte keringő bolygóknak. A csillagok napi mozgását a Föld forgásának tulajdonította, az állócsillagok szféráját mozdulatlanak tétélezte fel. Két fontos következménye volt Kopernikusz tanainak. Először is szükségessé vált az Univerzum méreteinek jelentős megnagyobbítása, hiszen az a tény, hogy a csillagok a Föld keringése alatt nem változtatják látszó helyzetüket, azt mutatta, hogy az állócsillagok messze a Naprendszer határain túl fekszenek. Másodszer, ha az állócsillagok szférája mozdulatlan, nem szükséges többé feltenni, hogy az összes csillag egyforma távolságra van tőlünk.

Bár Kopernikusz elméletét csak lassan fogadták el, Arisztotelész tanait az észlelések fokozatosan aláaknázták. Élénjárt ezen a téren *Tycho Brache*. Döntő csapást mért Arisztotelész rendszerére Kepler, amikor kimutatta, hogy a bolygók ellipszis pályákon keringenek, és annak a hiedelemnek, hogy a pályáknak köröknek kell lenni, nincs reális alapja.

A végső kegyelemdőfést Arisztotelész rendszerének a távcső fel-találása adta meg. *Galilei* felfedezte a napfoltokat és a Nap rotációját, a Jupiter négy fényesebb holdját, a Vénusz fázisait, és ezek a tények meggyőzték őt Kopernikusz rendszerének helyességéről. Galilei azzal, hogy elutasította a pusztán szaktekintélyekre hivatkozó különböző állítások elfogadását, és hangsúlyozta a megfigyelések szükségességét, a modern tudományos módszer megalapítójává vált.

1718-ban *Halley* kimutatta, hogy néhány fényesebb csillag mozog, úgyhogy el kellett vetni az „állócsillag” koncepciót. 1783-ban *Herschel* néhány fényesebb csillag mozgásának tanulmányozása közben rájött arra, hogy a Nap sem mozdulatlan. Így nem lehetett többé a Napot sem a Világegyetem centrumának tekinteni, és a Föld után a Nap is elvesztette kiváltságos helyzetét.

A Világegyetem szerkezetével foglalkozó tudomány azon célkitű-zése, hogy általánosítsa a csillagászati megfigyelések eredményeit, megállapítsa és megmagyarázza a kozmikus tömegek eloszlásának és egymáshatásának törvényeit, Newton klasszikus mechanikájának uralma idején nyírt először reálisabb alapot. Többen megkísérelték, hogy tudományos módszerekkel felvázolják a Világmindenség szerkezeté-nek képét. Ezek a próbálkozások azon a feltevésen alapultak, hogy a végtelen euklidészi térben az anyag csillagok formájában egyenletesen oszlik el és rá a newtoni vonzási erők hatnak. A Világegyetemet azért vették végtelennak, mert úgy gondolták, hogy a newtoni törvényeknek engedelmessé váló véges Univerzumnak egyetlen anyagsomóba kéne

összeesni. Kiderült azonban, hogy ennek a világgépnek belső ellentmondásai vannak. Az első paradoxont *H. Olbers* (1758—1840) német csillagász állította fel, aki kimutatta, hogy a végtelen térben egyenletesen elszórt határtalanul sok csillagnak az égbolt vakító fényességét kellene okoznia, amit pedig a valóságban nem tapasztalhatunk. Olbers szerint tehát az az egyszerű kérdés, hogy „miért van éjjel sötét?”, a newtoni világgép keretei között nem válaszolható meg. Részletesebben analizálva az Olbers-paradoxon jogosságának feltételeit, ezeket a következőkben állapíthatjuk meg:

1. A galaxisok térbeli sűrűsége és fényessége az egész térben állandó.
2. A sűrűség és a fényesség nem függ az időtől.
3. A galaxisok nem mozognak szisztematikusan.
4. A tér euklidészi.
5. Az általunk felismert fizikai törvények mindenütt érvényesek.

A valóságban tehát ezen premisszák valamelyikének hamisnak kell lenni. (A feltételek között tudatosan nem soroltuk fel a fényelnyelő közeg hiányát, mivel ilyen közeg jelenléte — mint *Feszenkov* akadémikus 1937-ben kimutatta — másodlagos sugárzások bekövetkezése folytán semmiképpen sem vezetne a fényesség tartós csökkenéséhez.)

Egy másik nehézségre *K. Neumann* német fizikus (1874) és *G. Seeliger* német csillagász (1895) mutatott rá. A nehézség abban áll, hogy Newton tömegvonzási tételének a végtelen Világegyetemre való alkalmazása oda vezet, hogy minden testre határtalanul nagy vonzóerőknek és feszültségeknek kellene hatniuk. Valóban, ha az anyag átlagos sűrűsége az Univerzumban nulla felett van, akkor a gravitációs térerősség a tér minden pontjában végtelen nagy lesz. Ezzel szemben a valóságban semmi hasonlót sem észlelünk.

Különböző utakon próbálták megkerülni ezt a paradoxont. Egyesek feltették, hogy a gravitációs vonzóerő gyorsabban csökken, mint ahogy Newton törvénye előírja; mások bizonyos negatív tömegek jelenlétét próbálták igazolni, melyek taszító hatásuk folytán megakadályozzák a vonzóerők korlátlan növekedését; ismét mások a Világegyetem szerkezetére tettek különleges kikötéseket.

A felvázolt három lehetőség közül csupán a harmadik nem használ környezetünk fizikájától eltérő feltevéseket. *Charlier* svéd csillagász 1908—1922 között kidolgozott hierarchikus világa ezen lehetőség legismertebb kiaknázása. *Charlier Kant és Lambert* nyomán felteszi, hogy az Univerzum szigorú fokozati elv szerint épül fel, mégpedig a következőképpen:  $N_1$  darab csillag csillagrendszert alkot; nevezzük ezt elsőrendű rendszernek. (Ilyen elsőrendű egyesülés pl. a mi Tejútrendszerünk.)  $N_2$  darab elsőrendű rendszer másodrendű rendszert alkot, majd a harmadrendű rendszer következik, mely  $N_3$  másodrendű rend-



szerből áll. És így tovább „ad infinitum”. Charlier kimutatta, hogy ha teljesül az

$$N_i < \frac{R_i^2}{R_{i-1}^2}$$

feltétel, ahol  $R_i$  és  $R_{i-1}$  a megfelelő rendszerek sugarai, és ha minden rendszeren belül az alkotó egyedek mérete egymástól vett távolságaikhoz képest elhanyagolható, akkor végtelen nagy gravitációs erők nem lépnek fel. (Érdeemes még megemlíteni, hogy az egymást követő rendszerek anyagsűrűsége egyre csökken és határértékben nullához tart.)

Fesztenkov akadémikus fentebb említett dolgozatából következik, hogy ha még a  $K_i R_i > K_{i-1} R_{i-1}$  egyenlőtlenség is fennáll, ahol  $K_i$  a kozmikus anyag elnyelési együtthatója a megfelelő rendszerben, akkor Charlier szkémája a fotometriai paradoxont is feloldja.

Igaz, hogy Charlier vilásképe egyelőre nem mond ellent a megfigyelési tényeknek, azonban belső elvi ellentmondásai vannak. Ennek bizonyítása céljából nézzük meg közelebbről, mit értünk a „materiális rendszer” kifejezés alatt: Rendszernek olyan testhalmazt nevezünk, mely a szoros belső kapcsolatok eredményeképpen környezetével egységes egészként lép kölcsönhatásba. Létezésének előfeltétele, hogy összetartó energiája számottevően meghaladja külső kapcsolatai energiáját, valamint alkatelemei kinetikus energiáját. Az Univerzumban végnélküli hierarchikus láncolatban tehát csak akkor épülhetnek rendszerek egymás fölé, ha mindegyikük kielégíti a fenti feltételeket. A rendszerek növekedésével a belső kapcsolatok energiájának is növekednie kellene, az egész Világegyetemre vonatkoztatva pedig minden határt túl kéne lépnie. Viszont az így fellépő végtelenül nagy erőknek minden testre ki kellene hatniuk, ilyen hatást pedig nem tapasztalunk. Ezért okunk van azt mondani, hogy bizonyos határon túl a Charlier által elképzelt rendszerek már nem stabilisak, idővel elkerülhetetlenül felbomlanak, vagy létre sem jönnek.

Később majd kitérünk e két paradoxon reális feloldási lehetőségeire, most azonban még egy olyan alapvető nehézséggel kell foglalkoznunk, mely jellegénél fogva lényegében szintén kozmológiai paradoxon.

Már Clausius rámutatott arra a „tényre”, hogy a termodinamika második fő tételének a kitorjesztése az egész Világegyetemre a Mindenség „hőhalál”-ához vezet, és mivel mind ez ideig még nem következett be a termodinamikai egyensúly állapota, az Univerzum szükségképpen csak véges idő óta létezhet. Ezt az okfejtést szokás termodinamikai paradoxonnak nevezni.

A termodinamika második fő tételo három különböző, logikailag eléggé független állítást tartalmaz. Ezek: a) létezik entrópia, b) adia-

batikus (termikusan izolált) folyamatoknál az entrópia növekszik, vagy — kivételesen — állandó marad, *c*) az entrópia meghatározott maximális értékhez tart.

Alapos kételyek merülhetnek fel aziránt, hogy egyáltalán értelmese-e a fenti állítások az egész Világmindenség esetében. Egyáltalán nem nyilvánvaló, hogy létezik olyan „valami”, amit a Világegyetem entrópiájának nevezhetünk. Mégkevésbé világos, hogy miért kell az Univerzumot olyan izolált rendszernek tekinteni, melyben az entrópia növekszik. Végül még ha el is fogadjuk, hogy a Mindenség entrópiája létezik és növekszik, semmi sem biztosít minket afelől, hogy ez a növekedés az entrópia maximális értékéhez, a termodinamikai egyensúlyhoz, a „hőhalál”-hoz vezet.

Be lehet bizonyítani, hogy az entrópia-növekedési tételnek az egész Világegyetemre való alkalmazásakor ellentmondásra jutunk a termodinamika első főtételével. Nyilvánvaló, hogy a szóban forgó ellentmondás sem válik éppen a „hőhalál”-elmélet hasznára. Továbbá ismeretes, hogy még a klasszikus elméletek keretein belül is elgondolhatók olyan rendszerek, melyeknek entrópiája nem érhet el maximális értéket. (Azaz mindig létezik egy még valószínűbb állapot.) Még változatosabb példákat készíthetünk a relativitáselmélet felhasználásával (pl. erős gravitációs mező feltételezésével szerkeszthető olyan rendszer, melyben az entrópia állandóan növekszik, de sohasem áll be a termodinamikai egyensúly állapotba).

Történelmi érdekessége kedvéért megemlítjük még *Boltzmann* fluktuációs hipotézisét, mely az első komoly kísérlet volt a termodinamikai paradoxon feloldására. Boltzmann feltevése szerint az Univerzum majdnem mindenütt a termodinamikai egyensúly állapotában van, léteznek azonban ettől eltérő grandiózus méretű fluktuációk. Ilyen a távcsöveinkkel belátható térrész is. Azonban ez a szemléleti mód nem kielégítő. Egyrészt ilyen fluktuáció valószínűsége katasztrofálisan csekély; másrészt minden fluktuációnak — bármilyen nagy legyen is az — idővel bele kéne „simulnia” az egyensúlyi állapotba, más szavakkal a termodinamikai paradoxon ezen az úton csak lokálisan és időlegesen szűnne meg. A valóságban még a jelenlegi óriási távolságokra hatoló műszereinkkel sem észlelünk semmiféle közeledést a termodinamikai egyensúlyhoz. Ez pedig arra enged következtetni, hogy nemigen lehet szó holmi fluktuációról. (Tény azonban, hogy Boltzmann elméletének valami különös „varázsa” van. Ma is akadnak követői. Pl. jelenleg *Terleckij* szovjet professzor fáradozik az elmélet megreformálásán és tökéletesítésén.)

Mindhárom említett paradoxon — a fotometriai, a gravitációs és a termodinamikai — természetére nézve fizikainak tűnik, de eredete sokkal mélyebben van. Gyökerei a kozmológia sajátos ellentmondásos

tárgyából fakadnak. Ez utóbbi kijelentés világosabbá tehető a következő három példa segítségével.

a) Clausius paradoxonának felállításakor felteszi, hogy a Világegyetem zárt rendszer, és ezt azzal indokolja, hogy a Kozmosz mint minden dolgok halmaza nem rendelkezhet semmiféle környezettel, mellyel kölcsönhatásba lehetne. Gondolatmenete csupán első pillanatra látszik helyesnek; szigorúan nézve azonban csak akkor igaz, ha az Univerzum véges. Ellenkező esetben ugyanis áll a következő okoskodás: bontsuk fel a Világmindenséget — mondjuk környezetünktől kiindulva — „egymásba skatulyázott”  $S_i$  tartományokra úgy, hogy minden  $S_i$  néhány nagyságrenddel nagyobb legyen, mint a megfelelő  $S_{i-1}$ . Minden  $S_{i-1}$  rendszer „környező közege” akkor nyilván  $S_i$ . A Világegyetem  $S_\infty$ -nek felel meg. Ha mostmár  $i \rightarrow \infty$ , akkor egyúttal  $i-1 \rightarrow \infty$  és ahhoz a konklúzióhoz jutunk, hogy az Univerzum saját magával van kölcsönhatásban, azaz nem tekinthető zárt rendszernek.

b) Hubble amerikai csillagász egy alkalommal kijelentette, hogy a végtelen világtér „nem lehet más, mint abszolút tér”; mivel rajta kívül semmi sincs, nem mozoghat valami környező rendszerben. Ez a gondolatmenet is csak első pillanatra tűnik megtámadhatatlannak. Például az előbbi felosztás szerinti minden tartomány mozgásban lehet az őt környezőhöz képest, és a végtelenbe való határátmenet oda vezet, hogy  $i \rightarrow \infty$  esetén egyúttal  $i-1 \rightarrow \infty$ , vagyis hogy a „világtér” saját magához képest mozoghat, nem kell tehát mozdulatlannak, abszolútnak tekintenünk.

Clausius és Hubble tévedéseinek közös alapja, hogy „az egész nagyobb, mint bármely valódi része” axiómát a Világegyetemre alkalmazták. Pedig végtelen halmazokra a fenti állítás nem teljesül. Ilyen halmaz már ekvivalens lehet egy valódi részével.

c) Valamely törvény végtelenig való extrapolációjánál nemcsak olyan formában lesekedik ránk veszély, hogy elkerülhetetlen kezdeti pontatlanságaink katasztrofálisan megnövekedhetnek, hanem úgy is, hogy a végesben tökéletesen helytálló tételeink egyszerűen érvényüket veszítik. (Pl. míg véges sorok összege független a tagok sorrendjétől, addig bizonyos típusú végtelen sorok esetében pusztán a tagok cseréjével összegként tetszőleges szám kihozható!) (Riemann tétele.)

Rendkívül nehéz dolga van tehát a kutatóknak, amikor ellentmondásmentes képet akarnak rajzolni a Világegyetemről. Emellett modelljeik nyilván nem lehetnek ellentmondásban a megfigyelési tényekkel és azokkal a természeti törvényekkel, melyeket az Univerzum számunkra elérhető részéből leszűrtünk.

A kidolgozott modellek mind megegyeznek abban, hogy sematikus képet vázolnak. Az egyszerűsítés fő jellemvonása, hogy a valódi anyag-

eloszlást „kisinitják”, más szóval a valójában csillagokból, galaxisokból álló Világegyetemet folytonos közeggel kitöltöttnek tekintik. Ezen idealizált folytonos közeget (kozmológiai szubsztrátum) mindenütt egyforma sűrűségűnek tételezik fel. Sűrűségét úgy nyerik, hogy a reális világ megfelelően nagy tartományában elhelyezkedő tömegét osztják a térrész köbtartalmával. (A homogenitás mellett szól az a tény, hogy a galaktikák térbeli sűrűsége eddigi megfigyeléseink szerint — nagy vonalakban — állandó.)

A kontinuumos közegek mechanikájából megszokott módon ezután beszélni lehet a szubsztrátum „végtelen kicsiny elemének” mozgásáról. Általában a végtelen kicsiny elemnek két követelményt kell teljesítenie. Egyrészt elegendően kisméretűnek kell lennie ahhoz, hogy a benne foglalt részecskék mozgásállapotát azonosnak lehessen tekinteni, másrészt megfelelően sok részecskét kell tartalmaznia. A kozmológiában a galaxisokat vesszük részecskéknek. A minket környező világtérben hozzávetőlegesen köbmegaparszekenként található egy csillagváros. Következésképpen a kozmológiai szubsztrátum végtelen kicsiny elemének két-három nagyságrenddel nagyobb térrészt kell tekinteni.

A kontinuumos közeg mozgását vagy *Lagrange*, vagy *Euler* módszerével szokás leírni. Az első módszernél valamely kiszemelt elem viselkedését kísérjük figyelemmel, a másodiknál rögzített helyen figyeljük a közeg állapotának változását. A kozmológiában ezeknél általában alkalmasabb az ún. együttmozgó koordinátákat használó leírási mód. Az együttmozgó koordinátarendszerben a szubsztrátum sebessége minden pontban zérus. Nem a közeg mozog a koordinátatérben, hanem ez utóbbi deformálódik úgy, hogy hozzá képest a közeg nyugalomban maradhasson. Az együttmozgó leírási mód a szubsztrátum fogalmának bevezetésével együtt jelentősen megkönnyíti a problémák megoldását.

A jelenkori kozmológiai elméletek alkotói két — egymástól lényegesen különböző — úton járnak. Az egyik csoport világgképét környezetünkben tapasztalatok alapján, főként az általános relativitáselmélet talaján állva, az extrapoláció eszközével vezeti le, míg a másik bizonyos alapvető, teoretikus követelményeket, „principiumokat” tekint elsődlegesnek, és ezekre építi rendszerét.

### *Relativisztikus kozmológiák*

Vegyük szemügyre először az első elméletcsoportot és ezen belül térjünk ki részletesebben a relativisztikus kozmológiákra. Ezek *Einstein* gravitációs egyenletének különböző megoldásain alapulnak, és az általános tömegvonzáson kívül minden más fizikai hatást elhanyagolnak. Az általános relativitáselmélet szerint, ha ismerjük a teret kitöltő

anyagot és annak időbeli mozgását, akkor ezzel teljesen meghatároztuk a Világ geometriai tulajdonságait is. Az egyik helyen (pl. a Nap mellett) rendkívül erős, a másik helyen (pl. a csillagok között) gyakorlatilag hiányzó gravitációs mező a tér — szintén helyről helyre változó — görbületét idézi elő. (Azt, hogy görbült, az euklidészitól eltérő tér lehetséges, már a múlt században Bolyai és Lobacsevszkij kimutatták.)

Mivel görbült teret nem tudunk magunk elé képzelni, szemléletesség kedvéért térjünk át két dimenzióra. Akkor a görbület nélküli euklidészi térnek a sík, görbült tereknek pedig a különféleképp meghajlított felületek felelnek meg. Azt mondjuk, hogy egy felület pozitív görbületű, ha érintő síkjának teljesen egyik oldalára esik (pl. gömb), negatív görbületű, ha átmetszi érintő síkját (pl. nyeregfelület). Be lehet bizonyítani, hogy egy pozitív görbületű felületen rajzolt háromszög szögeinek összege nagyobb, mint  $180^\circ$ , a háromszög „kerekdedebb” a síkba rajzoltnál, egy negatív görbületű felületen rajzolt háromszög szögeinek összege kisebb, mint  $180^\circ$ , a háromszög „elnyúltabb” a síkbelinél. Ugyanezt a kerekdedséget, illetve elnyúltságot fejezi ki az a tény is, hogy pozitív görbületű felületen a kör területe kisebb, mint  $r^2 \pi$ , negatív görbületűn pedig nagyobb.

Bár — már mint említettük — a háromdimenziós tér görbületét képtelenek vagyunk szemlélni, ez utóbbi tétel analogonja segítségével elvileg mégis meghatározhatjuk, hogy pozitív vagy negatív görbületű-e környezetünkben a világtér? Föltéve, hogy a galaxisok egyenletes sűrűséggel helyezkednek el az Univerzum valamely — minket tartalmazó — tartományában, ezen tartományon belül valamely térrész térfogatát azzal jellemezhetjük, hogy hány galaxis van bennük. Ha most — Hubble nyomán — vizsgálat tárgyává tesszük egy bizonyos távolságnál közelebb felvő galaxisok számát mint a távolság függvényét, lényegében egy körénk írt gömb térfogatát vizsgáljuk rádiuszának függvényében. Ha a galaxisok száma gyorsabban növekszik, mint a távolság köbe, akkor arra következtethetünk, hogy a tér görbulete negatív, míg a fordított eset a pozitív görbület mellett szól. A kérdés eldöntése azért rendkívül lényeges, mert homogén pozitív görbületű tér véges, míg homogén negatív görbületű végtelen. Sajnos, a csillagászat jelenlegi állása mellett ilyen módon még nem nyerhető egyértelmű eredmény.

Az általános relativitáselmélet alapján álló kozmológiai modellek sorát 1917-ben maga Einstein nyitotta meg. Mivel akkor a vöröseltolódás ténye még ismeretlen volt, feltette, hogy a különböző égi objektumok egymáshoz viszonyított mozgása elhanyagolható. Feltette továbbá, hogy az anyag mindenütt egyformán és egyenletesen oszlik el. Einstein idegenkedett a zéró sűrűségű Világegyetem gondolatától, ezért *Seeliger* nyomán lehetetlennek tartotta, hogy az anyag egy teljes euklidészi teret töltsön ki. Elvetette azt a feltevést is, hogy az

Univerzum csupán sziget a végtelen térben. *Boltzmann* egyik ismert tételét alkalmazva ugyanis bebizonyította, hogy zéró anyagsűrűség, mint határfeltétel, belül is zéró sűrűséget eredményezne. Ezek után *Einstein* arra a konklúzióra jutott, hogy a tér nem lehet euklidészi. A feltételezett egyenletes anyageloszlásból viszont következett, hogy a téridő minden pontjának azonos tulajdonságúnak kell lenni. Az euklidészin kívül csak a hiperbolikus és a szférikus tér ilyen. Sztatikus esetben a pozitív anyagsűrűséggel csak a szférikus tér egyeztethető össze, mely véges térfogatú és a gömb analogonja.

Ahhoz, hogy szférikus modelljéhez eljusson, *Einstein*nek ki kellett egészítenie gravitációs egyenletét egy új taggal, melynek együtthatóját ma kozmológiai konstansnak nevezzük. (Általában  $\Lambda$ -val jelölik:) „Helyi” gravitációs problémákban, mint pl. a hollygók mozgása a Nap körül, ez a tag elhanyagolható. (Negatív  $\Lambda$ -tag a gravitációs teret erősíti, pozitív gyöngíti.) *Einstein* világában a következő összefüggés áll fenn a Világegyetem tömege ( $M$ ) és rádiusza ( $R$ ) között:

$$GM = \pi c^2 R$$

( $G$  a gravitációs állandó,  $c$  a fénysebesség). Ezen összefüggés a sűrűség  $\rho$  bevezetésével így írható:

$$R^2 = c^2 \pi \rho$$

Ebből következik, hogy minden konkrét anyagból alkotott test méretének felső határa van. (A modell keretein belül.) Pl. kb. 320 millió km sugarú vízgömb önálló világegyetemet alkotna. Ezek a következtetések mutatják a legfrappánsabban a geometriainak a fizikaitól való teljes függését.

Más érdekes sajátossága *Einstein* univerzumának, hogy a fény körutazhatna benne. Igen hosszú idő (néhány milliárd év) elmúltával a csillagok fénye kiindulási pontjába érne vissza. *Einstein* modelljében tehát elképzelhető, hogy a megfigyelt csillagok és galaxisok egy része csupán optikai csalódás.

*Einstein* modelljét szokatlan tulajdonságai miatt kezdettől fogva sokan támadták. Végso elvetését egyrészt az expanzió felfedezése, másrészt az az *Eddington* által bebizonyított tény okozta, hogy a szóban forgó modell nem stabilis, a legkisebb zavarok is expandálásra vagy kontrahálásra késztetik. *Eddington* eredménye után nem lehetett *Einstein* univerzumát a fizikai világ „kisimított” modelljének tekinteni. Hiszen az instabilitás következtében egy rendszer, mely csak közelítőleg egyezik az *Einstein*-féle képpel, az idők folyamán mindjobban el fog térni tőle.

Rövidebb *Einstein* dolgozatának megjelenése után *de Sitter* egy alternatív világmodellt publikált, mely szintén az általános relativitás-

elmélet alapján áll. Einsteinével ellentétben de Sitter világában a téridőnek az anyagtól független belső sajátosságai vannak. A modell tulajdonképpen nem is tartalmaz anyagot. Ha galaxisokról egyáltalán beszélni akarunk, azokat csak olyan próbatestekként kezelhetjük, melyek nincsenek befolyással a modellre, mint egészre. Míg Einstein Univerzumában egy próbatest nyugalomban marad, ha nincs kezdeti mozgása, de Sitternél egy hasonló objektum állandóan gyorsulva távozik a megfigyelőtől. (Ezen jelenség miatt de Sitter modelljét sokszor pszeudosztatikusnak nevezik.) De Sitter világában a téridő hiperbolikus. Nem létezik abszolút idő, és minden megfigyelő időhorizontot észlel, melyen az idő folyását megállni látja. (Ez a jelenség természetesen csak látszólagos). Így a modellben a távoli atomok rezgései lassúbbaknak tűnnek, következésképp az extragalaxisok sugárzása vörös felé tolódik el. (A rezgésszám csökkenésének a hullámhossz növekedése felel meg.) Ezen effektust kiegészíti még a Doppler-hatás, melyet a galaxisok távolodó mozgása eredményez.

Nyilvánvaló, hogy de Sitter modellje — éppúgy, mint Einsteiné — nem tekinthető a reális világ leírásának és legfeljebb mint határeset fogható fel. Einstein modelljében az anyag a lehető legnagyobb koncentrációjú, viszont nincs mozgás. De Sitternél van mozgás, de nincs anyag. De Sitter modellje is a módosított gravitációs egyenlet megoldása. Mindkét modell pozitív kozmológiai konstanszt használ: Einsteinnél  $\Lambda = 1/R^2$ , de Sitternél  $\Lambda = 3/R^2$ . Ha  $\Lambda$  zéró, egy harmadik sztatikus világméretet kapunk, mégpedig klasszikus euklidészi térben. Ez a modell is üres, a téridő olyan, mint a speciális relativitáselméletben.

Kimutatták, hogy a felsoroltakon kívül nincs más sztatikus (relativisztikus) modell. Pozitív anyagsűrűségű sztatikus Univerzum a relativitáselmélet keretei között tehát csak úgy képzelhető el, ha a kozmológiai konstans nullától különböző, azaz léteznek olyan — hatalmas léptékekben érvényre jutó — kozmikus erők, melyek a gravitációs mezőt befolyásolják.

1922-ben *Fridman* szovjet matematikus és meteorológus új utat tört a gravitációs egyenletek nem sztatikus megoldásával. Nála a tér görbülete és az anyag sűrűsége idővel változik. Fridman vizsgálatait mindenütt egyforma pozitív görbületű — azaz zárt és véges — terekre korlátozta; a kozmikus konstans részére mind pozitív, mind zéró, mind negatív értéket megengedett. Fridmannál már a pozitív anyagsűrűség eléréséhez nincs okvetlenül szükség el nem tűnő  $\Lambda$ -ra.

Néhány évvel később, 1927-ben *Lemaitre* bolga csillagász Fridman gondolatait tovább fejlesztette és részletesen elemezte az asztronómiai következményeket. Lemaitre elmélete szerint a Világegyetem egykor gigászi ósatomból keletkezett, amely belső labilitása következtében 2 milliárd évvel ezelőtt felrobbant. (Tömegét  $2,14 \cdot 10^{65}$  g-nak vette.)

A Mindenség most olyan, mint egy felfújódó léggömb, sugara állandóan növekszik. A vöröseltolódás oka a tér tágulása, mely a galaxisok egymástól való eltávolodásában fejeződik ki. Ennélfogva az anyagsűrűség állandóan csökken, az Univerzum mindjobban megközelíti de Sitter modelljét és határesetben tömegek nélküli világgá válik.

1929-ben *Hubble* felfedezte, hogy az extragalaxisok fényében távolságtól függő vöröseltolódás tapasztalható, és ezzel lényegesen továbbvitte *Slipher* 1912-ben kapott eredményét, mely szerint a közeli extragalaxisok fénye általában a vörös felé tolódik el. *Hubble* megfigyelését úgy értelmezte, hogy a szóban forgó objektumok távolodnak, mégpedig tőlünk mért távolságukkal növekvő módon.

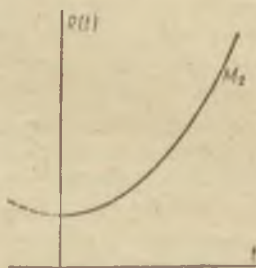
*Hubble* publikációja hatalmas mértékben fellendítette az elméleti kutatásokat. 1931-ben *Heckmann* német csillagász kimutatta, hogy a relativisztikus modellekben nemcsak a kozmológiai konstans, hanem a térgörbület értéke is lehet pozitív, zero vagy negatív. Később főként *de Sitter*, *Einstein*, *Heckmann*, *Lemaitre*, *Robertson* és *Tolman* munkái nyomán a különböző viselkedésű modellek egész sora alakult ki. Közös vonásuk, hogy homogén és izotróp szubsztrátumot tételeznek fel. Nézzük röviden át ezeket.

1. *Elsőfajú expandáló modell.* Itt az Univerzum fejlődésének kezdetén a görbületi sugár ( $R$ ) zérus, a sűrűség ( $\rho$ ) végtelen. Ehhez az állapothoz rendelik az időskála nullpontját. A kezdő stádiumból robbanás-szerűen, végtelen sebességgel indul el az expanzió. A továbbiakban a kiterjedés vég nélkül folytatódik, sebessége azonban állandóan csökken. A görbületi sugár csak  $t = \infty$ -nél lesz végtelen. Ekkor a modell de Sitter „üres” világába megy át. (A  $t = 0$  pont előtt összehúzódási folyamat játszódott le.)

2. *Másodfajú expandáló modell.* Abban különbözik az előzőtől, hogy kiterjedése a görbületi sugár nullától különböző véges értékénél kezdődik. Határállapota szintén a de Sitter modell.



21. ábra. Elsőfajú expandáló modell

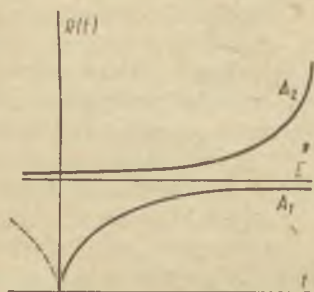


22. ábra. Másodfajú expandáló modell

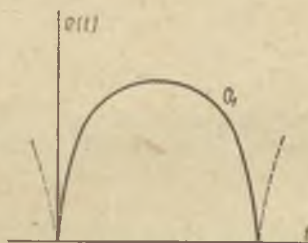


3. *Elsőfajú aszimptotikusan expandáló modell.* Kezdő állapotában  $R = 0$ ,  $\rho = \infty$ , a kiterjedés megindulása után a modell aszimptotikusan közeledik Einstein sztatikus világához.

4. *Másodfajú aszimptotikusan expandáló modell.* A végtelen múltban Einstein sztatikus modelljéből indul ki, és a végtelen jövőben de Sitter Univerzumába megy át. Így mint nem sztatikus átmenet fogható fel Einstein, valamint de Sitter sztatikus világa között.



23. ábra. Aszimptotikus modellek



24. ábra. Elsőfajú oszcilláló modell

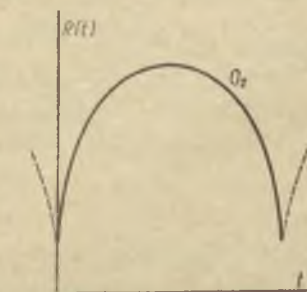
5. *Elsőfajú oszcilláló modell.* Itt a görbületi sugár nullától csak véges értékig növekszik ( $R_{max}$ ), ezután összehúzódás következik be, és az a kiindulási állapot visszaálltáig tart. Ez a folyamat a végtelenségig folytatódik, a modell oszcillál.

6. *Másodfajú oszcilláló modell.* Görbületi sugara nullától különböző véges határok között ingadozik. ( $R_{min} \cong R \cong R_{max}$ ). Vonzó tulajdonsága, hogy benne az anyagsűrűség mindig véges marad. Azonban azok a fizikai feltételek, melyek mellett a másodfajú oszcilláció végbe-mehet, rendkívül szokatlanok. (Kiterjedéskor a nyomásnak növekednie kell, összehúzódáskor csökkennie.)

A különböző relativisztikus modellekről, kozmológiai konstans és görbület szerint rendezve, a mellékelt táblázat ad áttekintést.

Ezek után vegyük szemügyre közelebbről a felsorolt modellek két alapvető paraméterét — a kozmológiai konstans és a térgörbületet.

Már említettük, hogy Einstein eredetileg azért vezette be a kozmológiai tagot, hogy nullától különböző véges sűrűségű zárt sztatikus



25. ábra. Másodfajú oszcilláló modell

	$k = +1$	$k = 0$	$k = -1$
$\lambda > 0$	E, S M <sub>1</sub> , M <sub>2</sub> A <sub>1</sub> , A <sub>2</sub> O <sub>1</sub> , O <sub>2</sub>	M <sub>1</sub>	M <sub>1</sub>
$\lambda = 0$	O <sub>1</sub>	M <sub>1</sub> , E <sub>s</sub>	M <sub>1</sub>
$\lambda < 0$	O <sub>1</sub>	O <sub>1</sub>	O <sub>1</sub>

A jelölések megegyeznek az ábrákon használtakkal. (E<sub>s</sub>: euklidészi sztatikus modell; S: de Sitter modell.)

relativitáselmélet megalkotása idején már felfedezték volna, a kozmológiai tag sohasem született volna meg.”

Bár Einstein bírálata talán kissé túl szigorú, tény, hogy a problémakör jelenlegi fejlődési fokán a kutatók többsége a kozmológiai tagtól eltekint. Így persze jelentősen korlátozódik a lehetséges modellek száma. Mint a táblázatból kitűnik, csak két típus marad meg: a nyílt esetet egy elsőfajú expandáló modell, a zárt esetet egy elsőfajú oszcilláló modell képviseli. (Itt eltekintünk az érdektelen „üres”, sztatikus megoldástól.)

A térgömbület vizsgálatánál tartsuk magunkat mi is a korlátozott esethez. A kozmológiai tag nélküli egyenletekből a sűrűség, a térgömbület és az expanzió mértéke között a következő összefüggés vezethető le:

$$\frac{k}{R^2} = \frac{1}{3} \chi \rho - H^2$$

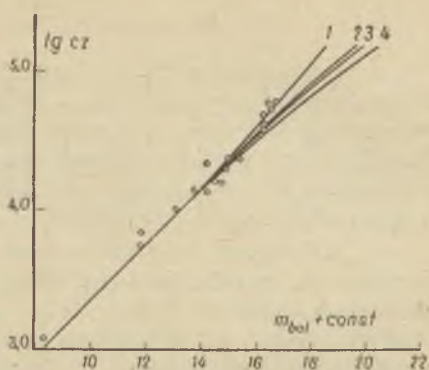
ahol  $R$  a gömbületi sugár,  $\rho$  a sűrűség,  $H$  a Hubble-féle paraméter, mely megadja, hogy megaparszekenként hány km/sec-mal növekszik a távolodási sebesség,  $\chi$  a gravitációs állandó  $\frac{8\pi}{c^2}$ -szerese,  $k$  háromértékű

mennyiség a gömbület előjelét jellemzi,  $k = -1$  esetén a gömbület negatív,  $k = 0$ -nál zérus,  $k = +1$  mellett pozitív. Ha a jobboldal nulla, azaz  $H^2 = \frac{1}{3} \chi \rho$ , akkor a tér euklidészi, különben pedig gömbült.

Nevezetesen, ha a jobboldal pozitív, akkor a tér zárt Riemann-féle, ha negatív, úgy nyílt Bolyai—Lobacsevszkij-féle.

modelljéhez eljusson. A dinamikus modellek megalakításával  $\Lambda$  „árfolyama” erősen csökkent. Nézzük, mit ír maga Einstein: „Történelmileg a kozmológiai konstanst tartalmazó kifejezés azért került bele a téregyenletekbe, hogy elméletileg lehetővé váljon (nullától különböző) véges sűrűségű sztatikus Univerzum létezése. Úgy tűnik, hogy a dinamikus esetben ez  $\Lambda$  bevezetése nélkül is elérhető.” „Ha a Hubble-féle expanziót az általános

Sajnos, megfigyelési adataink még túl durvák ahhoz, hogy a három lehetőség közül a reális metagalaktikus térre fennállót ki tudjuk választani. A Hubble-konstans értéke —20%-os hibával —180 km/sec/Mpc. Felhasználásával (x)-ből a sűrűség kritikus értékére  $\rho = (6,2 \pm 0,3) 10^{-29}$  gramm/köbcentiméter adódik. Ilyen sűrűség mellett tehát a tér euklidészi. Ha a sűrűség kisebb a kritikus értéknél, akkor a tér szintén végtelen, de hiperbolikus. Ha nagyobb, akkor a tér zárt. A sűrűsége vonatkozó jelenlegi megfigyelési eredményeink a kritikus érték körül szórnak. A térgörbület jellegére más módszerekkel is következtethetünk. Egyikük pl. úgy nyerhető, hogy függvénykapcsolatba állítjuk az extragalaxisok látszó magnitúdóját a fényükben észlelt vöröseltolódással. A vöröseltolódást és a látszólagos fényességet alkalmas változókkal kifejezve a 26. ábrához jutunk. Ebből látható, hogy a jelenlegi megfigyelési eredmények nagy valószínűséggel zárt esetre utalnak.



26. ábra. Vöröseltolódás — látszó magnitúdó diagram: 1. Sandage-ék mérési eredménye. 2—3. Relativisztikus modellek. 4. Állandó állapotú modellek (A köröcskék az egyes halmazokra vonatkoznak)

Mivel a modell időbeli viselkedése a görbülettel szorosan összefügg (lásd ismét a táblázatot), jelenleg szintúgy nem lehet határozott véleményt mondani arról, hogy vajon a folytonosan expandáló vagy az oszcilláló megoldás tükrözi-e jobban a valóságot.

Mindkét esetben a kiterjedés kezdete óta eltelt idő nagyságrendileg  $1/H$ , azaz néhány milliárd év. A kezdeti feltételek rendkívül különösek: határtalanul nagy sűrűség, végtelen térgörbület. Az expanzió megindulása robbanás jellegű. Ezenfelül az állandóan expandáló modell életének csak jelentéktelenül kicsiny részében különbözik lényegesen az anyag nélküli, „üres” megoldásoktól. Ezek a körülmények voltak legfőbb okozói annak, hogy többen más utakon kezdték keresni a kozmológiai probléma megoldását, olyan modelleket konstruálva, melyek nem használják fel az általános relativitáselméletet.

A fenti címszó alatt összefoglalható elméletek egyébként erősen különbözhetnek egymástól, de — mint már említettük — megegyeznek abban, hogy általános — az egész Világegyetemre vonatkozó — fizikai-filozófiai alapelvekből indulnak ki; lokális jelenségekből levezetett elméleteket és elveket nem használnak fel, sőt gyakran elvetnek. A jelen cikkben két képviselőjükre térünk ki.

1. *Milne angol asztrofizikus elmélete.* Az általános relativitáselmélet szerint a tér metrikáját a gravitációs mező határozza meg. *Milne* a harmincas években kifejlesztett „kinematikai relativitáselmélete” ezzel ellentétben abból indul ki, hogy a gravitációs törvény az anyag mozgásának geometriájából, a kinematikából vezethető le. *Milne* az általános relativitáselméletet elveti.

*Milne* kozmológiai elméletében az Univerzum alapvető tulajdonsága az expanzió és a homogenitás, ezekből a fizika már levezethető. *Milne* szerint a galaxisok valamikor az euklidészi tér véges, szférikus részében helyezkedtek el, különböző nagyságú és irányú sebességgel rendelkeztek. Térbeli sűrűségük csekély volt, ütközéseik és kölcsönhatásaik lehetősége elhanyagolható. Ebből egyszerű okfejtéssel következik, hogy expanzió lép fel, és eléggé hosszú idő után a leggyorsabb egyedek alkotják a táguló szféra külső rétegét, míg befelé menve a mind lassúbb és lassúbb mozgásúak helyezkednek el. Tehát nem ugyanazon galaxisok sebessége növekszik, hanem a különböző sebességűek különböző térrészeket foglalnak el. A sűrűség a periférián a legnagyobb és az idő csökkenő függvénye.

*Milne* modellje a klasszikus paradoxonokat feloldja. A fotometriai paradoxon a távolsággal növekvő vöröseltolódás miatt, a gravitációs paradoxon pedig azért nem lép fel, mert a szerző fölteszi, hogy a gravitáció csak lokális jelenség és a galaxisok között nincs kölcsönhatás.

Érdekes, hogy *Milne* a térviszonyokat az időfogalom függvényeként vezeti be; nevezetesen a távolságot „radarteknika” segítségével határozza meg. (Ha az  $A$ -ban tartózkodó megfigyelő  $t_1$  időpillanatban fényjelet küld a  $B$  pontba, és az onnan visszatért fényt  $t_2$  időpontban észleli, akkor az  $AB$  távolság — definíció szerint —  $\frac{1}{2}(t_2 - t_1)c$ ,

ahol  $c$  a fénysebesség.)

*Milne* 1936-ban olyan időskálát konstruált ( $\tau$  skála), mely mellett a fenti radarmódszer univerzumát sztatikusnak adja. A  $\tau$ -skála az expandáló modell idejével ( $t$ ) a következő relációban van:

$$\tau = t_0 \lg \left( \frac{t}{t_0} \right) + t_0$$

(Az expanzió megindulása ( $t = 0$ )  $\tau = -\infty$ -nek felel meg. Az időskálák  $t = t_0$ -nál egybeesnek.)

Ha a fény sebességét továbbra is mindenütt állandónak tételezzük fel, akkor a modell geometriája hiperbolikusnak adódik. A Világ kitölti az egész hiperbolikus teret, és végtelen idő óta létezik.

Már említettük, hogy Milne expandáló modelljének dinamikáját bizonyos alaphipotézisekből vezette le. Ez a dinamika azonban csak a  $\tau$  skálára való áttérés után vált Galilei és Newton klasszikus elméletéhez hasonlónvá. Ezért Milne úgy vélte, hogy pl. a Föld forgása vagy az ingák lengése a  $\tau$  skála szerint történik. Azonban a  $\tau$  időhöz tartozó rendszerben — mint fentebb láttuk — a kozmológiai modell sztatisztikus, nincs szisztematikus távolodó mozgás. Így a vöröseltolódásnak más magyarázatát kellett keresni, mint az expandáló modellben. Ez utóbbiban az egységes időt ( $t$  idő) az atomok rezgéseivel adta meg, és a vöröseltolódást — ortodox módon — a Doppler-effektussal magyarázta. De ha a fény rezgése a  $t$  idő szerint történik (atomi időskála), akkor az egymást követő periódusok nem jelölnek ki egyforma időközöket a  $\tau$  skálán (gravitációs időskála). A frekvencia fokozatos növekedése, vagy — ami ugyanaz — a hullámhossz fokozatos csökkenése következik be  $\tau$  időben mérve. Következésképp bármely távoli galaxisból érkező fény vörösebb lesz, mint a laboratóriumi, hiszen mikor elindult, még a természetes hullámhossz nagyobb volt. Milne elmélete szerint tehát laboratóriumainkban is minden spektrumvonal hullámhossza automatikusan csökken. Ez adja tulajdonképpen a  $\tau$  időskálához fűződő megfontolások lényegét, és az atomi, valamint a molekulaórák rohamosan fejlődő technikája reményt nyújt arra, hogy Milne hipotézise közvetlenül ellenőrizhetővé váljék. (Érdemes megjegyezni, hogy míg D. H. Wilkinson 1958-ban kiadott publikációja szerint a Planck-féle konstans évente legfeljebb billiomod részével változhat, Milne elméletéből 10 milliárdomodnyi évi növekedés következne. Ez persze függ a Hubble-konstans elfogadott értékétől is.)

Milne kozmológiai munkásságának másik nagy területe a relativisztikus modellek newtoni analogonjainak kidolgozása volt. Milne (részben McCrea-val közösen) megvizsgálta a Newton-féle fizika törvényeinek alávotett expandáló Univerzum sajátosságait. Felfedezte, hogy a negatív, zéró, illetve pozitív görbületű expandáló relativisztikus modellek ( $\Lambda = 0$ ) a megfigyelések szempontjából ugyanazt szolgáltatják, mint rendre azon newtoni megoldások, melyekben a galaxisok sebessége nagyobb, egyenlő, illetve kisebb, mint a kozmikus gravitációs mezőből való szökési sebesség a megfigyelő közelében. Milne ebből arra következtetett, hogy a nem-euklidészi geometriák nem játszanak olyan nélkülözhetetlen szerepet a Világegyetem szerkezetének megismerésében, mint azt korábban hitték.

Rátérve Milne kinematikai modelljének bírálatára, a következőket mondhatjuk. Az elmélet bizonyos mesterkélttség jellegét viseli magán és retrográd vonásokat tartalmaz (pl. tagadja a jelenleg elfogadott és jól bevált gravitációs elméletet). Feladata megoldását a Világ leegyszerűsített szemléletében keresi és posztulálja a valóság számos tulajdonságát. Érdeme viszont, hogy felhívja a figyelmet különböző időskálák lehetőségére, és ezzel olyan gondolatot emel ki, mely felett előzőleg majdnem teljesen elsiklottak és bizonyos, hogy rendszeresen sohasem tárgyalták.

2. A „folytonos teremtődés” elmélete. Bizonyos szerzők művei jelenleg fokozottan propagálják az anyag folytonos keletkezésének elméletét, melyet *P. Jordan, F. Hoyle, R. Kapp, J. Whitrow, H. Bondi, T. Gold, W. McCrea* és még néhányan mások fejlesztettek ki.

Ez a modell az ún. *Mach*-elven alapszik, mely kimondja, hogy a természet törvényei az Univerzum anyageloszlásának közvetlen következményei. Más szavakkal: a Világegyetem tulajdonságait tartalma határozza meg. A szóban forgó elv arra enged következtetni, hogy a természeti törvények az expanzió következtében lassan változnak. Bondiék, hogy elkerüljék ezt a — szerintük szükségtelen — komplikációt, felteszik, hogy az Univerzum anyageloszlása mindenütt és minden időben ugyanaz. Ez az alapelv, melyet Bondi és Gold *perfekt kozmológiai princípium*nak nevezett el, már régebben is fel-felbukkant. A most ismertetendő elmélet radikálisan új vonása, az „állandó állapot”-úság kombinálása a vöröseltolódás expanziós magyarázatával. A szerzők a következőképp érvelnek: Ha a galaxisok állandóan távolodnak tőlünk, és az Univerzumot változatlanok tételezzük fel, akkor állandóan új galaxisoknak kell keletkezniök, hogy „betömjék” a táguló réseket. Ezzel tehát megtagadják az anyagmegmaradás elvét és azt állítják, hogy anyag és mozgás a „semmiből” keletkezhetik. Ismerve az expanzió mértékét, nem nehéz kiszámítani, hogy a jelenleg megfigyelt anyagsűrűség megőrzésére a teremtődési folyamat intenzitásának  $10^{-43}$  g/cm<sup>3</sup>/sec nagyságrendűnek kell lennie. (Kb. literenként és milliárd évenként 1 hidrogénatom.) Még egyszer ismételjük, hogy itt szigorúan a semmiből való keletkezésről van szó. Nézzük, mit ír maga Bondi: „Világosan meg kell érteni, hogy a szóban forgó teremtődés az anyagnak nem sugárzásból, hanem semmiből való létrejöttét jelenti.” Ráadásul McCrea fejtegetései értelmében az anyagteremtődési folyamatnak nem is lehet semmiféle kauzális magyarázata.

Az állandó állapotú modell figyelemre méltó sajátossága, hogy — minden kiegészítő feltevés nélkül — a kozmikus téridő egyértelmű formájához vezet. Ez azonos de Sitter „üres” világának metrikájával. Különbség csak abban van, hogy a stacionárius modell anyagsűrűsége nem nulla. (Ezen eltérés eredete a folytonos teremtődés folyamatában

rejlík.) Az állandó állapotú modellben a galaxisok tehát már nem vehetők figyelembe pusztá próbatestekként.

Mint már említettük — de Sitter Univerzumában minden megfigyelőnek időhorizontja van, amelyen az idő folyását állni látja. Az állandó állapotú modell térbeli és időbeli viselkedése az előzővel megegyezik, következésképp bármely távolodó galaxison elhelyezett óra járása oly módon lassul, hogy létezik egy meghatározott időpillanat a galaxis életében, amely elteltével sugárzása már nem éri el a megfigyelőt. Ez nem jelenti azt, hogy a csillagváros hirtelen láthatatlanná válik, csupán arról van szó, hogy életének véges szakasza a megfigyelő számára végtelenül megnyúlik. Ha egy galaxis a megfigyelő „látóhatár”-án belül keletkezik, akkor (ideális távcsöveket feltételezve) sohasem fog azon túllépní, bármilyen hosszú ideig is tartson a megfigyelés.

Következésképp azon anyagmennyiségnek, mely egy észlelő elméleti megfigyelési körébe esik, végtelen nagyinak kell lennie. (Ha véges lenne, akkor az új anyag folytonos keletkezése — a látóhatárt soha át nem lépő régi jelenlétében — összeegyeztethetetlen lenne a perfekt kozmológiai princípiummal, hiszen idővel mind több anyagot észlelnénk.) Bármely — valóban elkészített — távcsövön keresztül természetesen csak véges sok galaxis látható. Amint a galaxisok egyre távolabb kerülnek a megfigyelőtől, relatív sebességük aszimptotikusan közeledik a fény sebességéhez és spektrumuk mind erősebben vörösödik. Sugárzásuk intenzitása ennél fogva mind gyengébb lesz, és határesetben nullához közeledik. Így tehát (egy bizonyos észlelőre vonatkoztatva) bármilyen véges magnitúdóhatárt szabjunk is meg, a nála fényesebb galaxisok száma véges, a nála halványabbaké végtelenül nagy lesz.

Az eddig ismertetett képből már következik, hogy az állandó állapotú modell tagadja az egész Világegyetem megismerhetőségét. A fenti modellben mérhetetlenül sok galaxis sohasem kerül az észlelő látóterébe, bármilyen nagy (akár végtelen) hatóerejű megfigyelőeszközökkel rendelkezék is az. Vegyünk csak szemügyre egy  $G$  galaxist, mely az  $O$ -ban tartózkodó megfigyelőtől állandóan távolodik. Mint már említettük,  $G$  történetének van egy kritikus időpontja, mely után fénye már nem jut el  $O$ -ba. De a perfekt kozmológiai princípium következtében ezen időpont nem különbözhet a többitől a  $G$ -n tartózkodó megfigyelők szemében, utána is éppúgy folytatódik  $G$  környezetében az anyag s ezzel új galaxisok keletkezése; ezek fénye azonban már semmiképpen sem érkezhét meg az  $O$ -beli észlelőhöz. Így az állandó állapotú modell minden időben különálló részekre szeparálódik, melyek semmilyen információt sem cserélhetnek egymással.

Az elmélet megalkotói, akik princípiumuk érdekében az anyagmegmaradás fundamentális elvét pusztá közelítésnek minősítették

(kísérleti úton természetesen nem ellenőrizhető a  $10^{-43}$  g/cm<sup>3</sup>/sec-os anyagteremtődés), az ismeretelmélet alapvető tételével a Mindenség megismerhetőségével is ellentétbe jutottak. Pedig maga a „kozmológiai tökéletességi elv”, melyért mindent hajlandók feláldozni, talán semmi más, mint az égi szférák zavartalanságát és tökéletességét hirdető ógörög elv modern változata.

*Néhány megjegyzés a modellek elvi és tapasztalati értékeléséhez.*

Az eddigiek során a felsorolt modelleket már röviden értékeltük. Most rá szeretnénk mutatni a modellek reális tartalma, és (jobbára nyugati) szerzőik idealista csomagolása közti különbségekre.

A szóban forgó tudósok — mint az eddigiekből már világosan kivehető volt — azzal az igénnyel léptek fel, hogy a Mindenség egészének szerkezetét írják le. Modelljeik különböző paramétereit a Világegyetem életkorával, rádiuszával, tömegével stb. azonosították és azután gyakran fideista nézeteik igazolására használták.

A dialektikus materialista világszemlélet szerint márpedig elvileg lehetetlen a teljes Univerzumra érvényes modellt konstruálni. A természettudomány módszereivel lehetetlen még csak a Világegyetem tér- és időbeli végségének vagy végtelenségének eldöntése is. Eközben ugyanis fel kellene tételeznünk, hogy az anyag környezetünkben észlelt tulajdonságai abszolútak. Márpedig az anyag konkrét minőségi állapotainak bármilyen abszolutizálása elvileg megengedhetetlen. A Világegyetem végtelensége, melyet a dialektikus-materialista filozófia bebizonyított, a mozgó anyag abszolút természetének határtalanul sokféle konkrét létformában való megnyilatkozásában áll. A környezetünkből leszűrt tapasztalatok alapján okunk van feltenni, hogy a mozgó anyag minden konkrét formája térben és időben véges és átírhethet az anyag más konkrét létformáiba. Következésképp a természettudományok csak véges dolgokkal kapcsolatban alkalmazhatók, hiszen az anyag konkrét formáival foglalkoznak. A kozmológiában is reverzáltni kell a régebbi célkitűzéseket és a Világmindenség korlátozott (bár tudásunk fejlődésével egyre növekvő) részének törvényszerűségeire kell a figyelmet fordítani. Világosan kell látni azt a tényt, hogy tudományos szempontból értéktelen szócséplés, ha valaki az egész Világ leírásáról beszél.

A dialektikus-materialista anyagszemlélet egyrészt automatikusan feloldja a kozmológiai paradoxonokat (pl. a Világ nem állhat végtelenül sok világító csillagból vagy gravitáló tömegeből — hiszen ez is konkrét anyagformák megengedhetetlen abszolutizálása volna), másrészt lehetőséget nyújt az ismertett univerzum-modellek reális értékelésére.

Világos, hogy a fenti modellek valamely véges környezetünk (talán a Metagalaktika ?) térbeli és időbeli viselkedésének elméletei. A hangzatos



és misztikus „Világegyetem rádiusza”, „Világegyetem kora” kifejezéseket is így kell átértékelnünk. A „Világegyetem rádiusza” úgy tekinthető, mint környezetünk azon részének lineáris mérete, melyben az anyag a laboratóriumainkban észlelt módon viselkedik. A „Világegyetem kora” azt az időt jelentheti, mely eltelt azóta, amióta környezetünk anyaga lényegesen más matériaformákból létrejött.

A fantasztikus és eredeti megfogalmazásában elfogadhatatlan folytonos anyagteremtődési elv is összeegyeztethető a fizika alaptételeivel, ha az előbbi okfejtések fényénél szemléljük. Nyilvánvaló, hogy a hírhedt „kozmológiai tökéletességi elv” — ha egyáltalán tartalmaz valami realitást — nem takarhat egyebet, mint azt a lehetőséget, hogy — szokásos mértékeinkkel mérve — óriási környezetünk homogén módon viselkedik és állapota lassan változik az idővel. Az anyag „semmitől való teremtődés”-e mögött pl. megszokott anyagforrásaink gravitációs hullámokból (gravitonokból) vagy ismeretlen matériaajtákból való keletkezése húzódnak meg. Világos, hogy az anyag átalakulási lehetőségeinek pontosabb ismerete adhatja csak kezünkbe a megoldás kulcsát.

A csillagászati megfigyelések egyelőre nem túlságosan kedveznek az állandó állapotú modellnek. Pl. az elméletből következne, hogy a távoli galaxishalmazok népesebbek, mint a közeleiek. Egyelőre semmi ilyet sem tapasztalunk. Továbbá az elmélet olyan nagy eltérést követel meg a vöröseltolódási törvény linearitásától, mely már a jelenlegi megfigyelési tényekkel is alig egyeztethető össze. (Erről részletesebben a következő befejező részben lesz szó.)

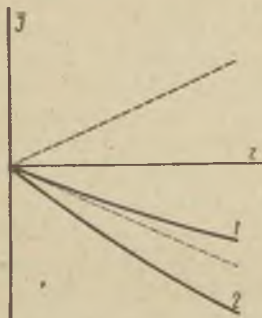
### *Mit hoz a jövő!*

A kozmológiai modellek — mint minden elmélet — legfőbb próbaköve a tapasztalat. Ezért mindenkor nélkülözhetetlen olyan empirikus módszerek kidolgozása, melyek segítségével elképzeléseink ellenőrizhetők. Jelenleg egyik fő probléma a kidolgozott modellek szelekciója. Erre a célra talán a legerősebb eszközünk a vöröseltolódási törvény mind pontosabb gyakorlati meghatározásában rejlik. 1956-ban *Humason*, *Mayall* és *Sandage* 18 galaxishalmazra határozták meg a vöröseltolódás és a látszólagos magnitudo közötti összefüggést. Méréseikből azt a következtetést vonták le, hogy a Hubble-törvény nem lineáris, hanem valószínűleg másodfokú:

$$v = Hr + Jr^2$$

(itt  $v$  a távolodási sebesség,  $r$  a távolság,  $H$  és  $J$  meghatározandó konstansok).  $J$  ismerete lényegében ekvivalens a Hubble-„konstans” időbeli viselkedésének ismeretével. Sandage-ék felmérése szerint a galaxisok

a múltban gyorsabban távolodtak egymástól, mint jelenleg. Ha ez a tendencia az expanzió megindulása óta eltelt időszakban állandó volt, akkor rövidebb ideje tart környezetünk kiterjedése, mint a lineáris esetből következne. Mint Humason, Mayall és Sandage maguk is ismerik,  $J$  értékére vonatkozó eredményük csak provizorikusnak nevezhető, főképpen az igen messze fekvő extragalaxisok távolságmeghatározásának bizonytalansága folytán. Az elkövetkezendő munkák ezért könnyen adataik drasztikus megváltoztatására vezethetnek. (Pl.



27. ábra. Az ábra egy — a galaxisok látszó fényességét jellemző — mennyiséget (1) ábrázol a vörösettelődés (2) függvényében. A szaggatott vonaluk által határolt tartományba esnek azok a (nagy szórást mutató) mérési eredmények, amelyeknek az euklidészi határesetben az 1-es görbére kellene esniük. Az 1-es és 2-es görbék a nyílt modelleknek megfelelő függvényeket fogják közre, míg az 1-es görbe felett a zárt térre jellemző tartomány van

*Baum* újabb meghatározásaiból  $J$  zérusnak adódott.) Sandage-ék eredményét a 27. ábrán két relativisztikus és az állandó állapotú modellel hasonlítjuk össze. Jól látható, hogy ez utóbbi adja a legnagyobb eltérést az empirikus görbétől.

A fejlődést feltételező és állandó állapotú modellek közötti végleges döntés a galaxisok fejlődésén is alapulhat. Pl. ha a csillagászok arra a konklúzióra jutnának, hogy az összes megfigyelt elliptikus galaxis hasonló korú — mondjuk kb. 6 milliárd éves — rendkívül erős érvünk lenne a fejlődést feltételező modellek mellett. Hiszen a kozmológiai tökéletességi elv szerint minden galaxisfajtából a legváltozatosabb életkorúakat kellene észlelnünk. Nagymértékben csökkentené tehát az elméleti kozmológusok bizonytalanságát az individuális galaxisok jellemző vonásainak pontosabb ismerete.

Persze a modellek is tovább fejlődnek.

Míg egyrészt a kozmológiai princípiumban való feltétlen hit, másrészt a nagy matematikai nehézségek miatt az inhomogén és anizotróp megoldásokra régebben kevés figyelmet fordítottak, jelenleg már több ilyen vizsgálat is napvilágot látott. (A. L. Zelmanov, G. G. Omer, A. Raychaudhury dolgozatai.) Sajnos e munkák eredményei nem adnak alapot a homogén és izotróp modellek alapvető nehézségeinek megoldására. Az anizotrópia megnöveli a gravitációs vonzóerőket, és számításba vétele ahelyett, hogy elkerülhetővé tenné a szinguláris állapotokat (pl. határtalanul nagy anyagsűrűség, végtelen térgörbület), még időben közelebb is hozza őket. Az inhomogenitás figyelembevételével nem hoz különösebb változást.

Régóta sejtik, hogy a szingularitások eredete magában az Einstein-féle gravitációs egyenletekben rejlik, és nem a kiegészítő feltevésekben (izotrópia, anizotrópia stb.) leli magyarázatát. A. Komar nemrégén

megjelent dolgozata a gyanút tovább erősíti. Igaz, Komar eredményeit bizonyos — bár egészen általános jellegű — feltevések mellett vezeti le, és ezért értekezéséből nem következik a szingularitás nélküli megoldások abszolút lehetetlen volta, azonban McCrea egyik eredményéből folyik, hogy Komar leglényegesebb megszorítását (nem létezik negatív nyomás) elhagyva sem adható meg szingularitás-mentes megoldás.

Mint minden fizikai teóriának, a relativitáselmélet törvényeinek is van bizonyos elvi korlátjuk. Egy ezeken túlnövő elmélet keretei között problémáink automatikusan megoldódhatnak. Az természetesen lehetséges, hogy valamely új — Einsteinétől különböző — gravitációs egyenlet elegendő lesz majd a nehézségek elhárítására; sokkal valószínűbb azonban, hogy kielégítő megoldást csak olyan elmélet hozhat, mely a mozgó anyag kölcsönhatásainak és átalakulási lehetőségeinek sokkal szélesebb skáláját veszi tekintetbe és leírja a matéria azon állapotát is, melyben a „szingularitás” előtt létezett. Ezen elmélet megalkotásakor ismét a filozófia, fizika és csillagászat közös erőfeszítésére van szükség.

NAGY ISTVÁN GYÖRGY:

## A CSILLAGÁSZAT ÚJABB GYAKORLATI ALKALMAZÁSAI

A csillagászat gyakorlati alkalmazásai az ősidőkbe nyúlnak vissza. Azt is mondhatjuk, hogy a csillagászat tudományának fejlődését igen számottevő mértékben éppen a mindennapi élet gyakorlati követelményei serkentették. Erre számos példa van a csillagászat történetéből; elegendő talán, ha itt a naptárproblémára, az időmérésre, a hajózási helymeghatározásra, a navigációra utalunk.

Az utóbbi évtizedek folyamán a technikának új ágai alakultak ki, s jutottak el a fejlettség igen magas fokára. Kifejlődött a vezeték nélküli híradástechnika: a rádiótechnika, majd ebből a rádiónavigációs és a lokátortechnika. A tengeri hajózás mellett egyre nagyobb jelentőségre tett szert a légiforgalom, majd a pilótavezette gépeken kívül megjelentek a különböző pilótánélküli eszközök is, s velük együtt az irányítástechnika. A kialakított korszerű rakéták megadták a lehetőséget a mesterséges égitestek felröpítésére, az űrkutatás, az űrhajózás első eszközeinek elindítására.

A csillagászat új kutatási eszközközhöz jutott. Megszületett a rádiócsillagászat, mely technikai eszközeit tekintve a rádiótechnika, de még inkább a lokátortechnika gyermeke. A lokátortechnika újszerű eszközt adott a csillagászat kezébe a meteorok kutatására. A mesterséges égitestek szinte beláthatatlan távlatokat nyitottak meg a csillagászat fejlődése előtt. A csillagászat és a technika újabban kibontakozott ágai közötti kapcsolat azonban kétoldalú: a csillagászat újabb gyakorlati alkalmazásai jelentek meg, elsősorban az irányítástechnika és a híradástechnika területén.

Mindenekelőtt a navigáció és az irányítástechnika újabb csillagászati eszközeiről kell szólnunk. Ezek különös fontosságra tettek szert az irányított lövedékek technikájában, de emellett a jövő űrhajózásában is nagy szerep vár rájuk.

A messzehordó rakéták és a pilótánélküli repülőgépek pontos célbevezetésének feladata az irányítástechnikával szemben igen nehéz követelményeket támaszt. Nagyobb távolságokon nem alkalmazhatók a táv-irányítás módszerei, ezért ezeket az eszközöket az úgynevezett program-

vagy menetrendvezérlés módszerével irányítják. A programirányított rakétában vagy pilótánélküli repülőgépen egy olyan vezérlőszerkezet van, mely az előre pontosan meghatározott menetrend szerint megszabott sorrendben, az adott időpontban és helyen az irányításhoz szükséges elektromos jeleket szolgáltatja. A programot valamilyen formában fel kell jegyezni, tárolni kell, hogy a szerkezet innen megkaphassa az utasításokat, amint az irányításra sor kerül. Ezt a célt a rendszer emlékező- vagy memóriaegysége szolgálja. Általában az adatokat elektronikus számítógépek technikájában használt módszerekkel, pl. mágneses szalagon vagy dobon rögzítik.

A programirányítás másik egysége a navigációs vagy helymeghatározó készülék, mely megállapítja a rakéta vagy a pilótánélküli repülőgép pillanatnyi helyzetét. A memóriaegység, valamint a navigációs egység adatait elektromos jelek formájában egy számítógépbe táplálják be. Ez összehasonlítja a kapott adatokat s ezek alapján a szükséghez képest kialakítja azokat a helyesbítő jeleket, amelyek a közbeiktatott szervoberendezés útján gondoskodnak a szükséges irányítási műveletek elvégzéséről.

Navigációs célokra itt igen elterjedtek a csillagászati módszerek. Az ilyen módszerrel irányított rakétákon vagy más eszközökön két szextánszt helyeznek el, mindegyik egy-egy erősfényű csillagra van irányítva. A pörgettyűs stabilizálású műszersíkon elhelyezett szextánsokat fotosokszorozóval vezérelt szervoberendezés tartja a beirányított csillagon. Az elindítás előtt a pályaadatokat a rendszer emlékezőegységébe beprogramozzák. Más szavakkal ez azt jelenti, hogy a szóban forgó pályaszakaszra nézve program formájában adott, hogy az egyes pontokban a szextánsoknak a stabilizált sikkal milyen szöget kell bezárniuk. A számítógép az esetleges eltéréshez képest az irányítási parancsokat kidolgozza.

Hosszabb úton olyan módszer is alkalmazható, hogy a pálya egy későbbi szakaszán a programegységtől kapott utasításra a navigációs rendszer más csillagok figyelésére vált át. Meg kell jegyeznünk, hogy nagyobb magasságon a berendezés nappal is megbízhatóan használható.

Az ismertetett módszert újabban az úgynevezett tehetetlenségi navigációval együttesen használják. Az ilyen rendszereket csillagászati tehetetlenségi (asztroinerciális) navigációnak nevezik. A szokásos tehetetlenségi navigáció rendszer három, egymásra merőleges tengely irányában elhelyezett gyorsulásmérő segítségével folyamatosan méri a rakéta vagy pilótánélküli repülőgép gyorsulásait, s ezekből egyszeres, illetve kétszeres integrálás által kapja a sebességet és a megtett utat, amelyet azután a memóriában tárolt programmal egyeztetnek. Itt nem térhetünk ki a különben meglehetősen bonyolult rendszer részleteire. A csillagászati navigációval olyan módon egyesítik, hogy a csillagkövető

távcsövek itt a rendszer számára egy térben gyakorlatilag változatlan vonatkozási irányt adnak meg. Egyébként a távcsöveket az előbb ismertetett módon önműködő szervoberendezés tartja az irányzásul szolgáló csillagokon.

Az eddigiekben olyan navigációs eszközökkel foglalkoztunk, melyek — bár felhasználásuk teljesen újszerű — végeredményben a csillagászat klasszikus módszerével: optikai megfigyeléssel működnek. A csillagok optikai megfigyelése, hacsak nem nagy magasságban szálló rakétákról vagy repülőgépekről van szó, navigációs célokra csupán jó látási viszonyok között használható. Ez a fogyatékossága a tengeri hajózásban helymeghatározásra használt egyébként igen nagy pontosságú szextánsoknak is.

A rádiócsillagászat eredményei lehetővé tették egy új navigációs eszköz: a rádiószextáns kialakítását.

Mint tudjuk, az égitestek rádiófrekvenciás sugárzásokat is kibocsátanak; a rádiócsillagászat tárgyköre éppen ezeknek a sugárzásoknak a vizsgálata. A rádiófrekvenciás sugárforrásokat négy csoportba oszthatjuk: vannak olyan sugárzások, melyek eredete a Tejútrendszeren belül van, a sugárzások másik csoportja az extragalaxisokból származik, egy harmadik csoportot jelent a Nap rádiófrekvencia-sugárzása, végül ilyen sugárforrások közé tartoznak a Hold és a bolygók is. Az első két csoportba tartozó sugárforrásokat rádiócsillagoknak is nevezik, bár itt nem egyes csillagokról van szó; az ilyen kozmikus sugárforrások átmérője több tucatnyi parsec is lehet.

Van több olyan galaktikus és extragalaktikus sugárforrás, amelyhez képest a Nap, úgyszintén a Naprendszer égitestei gyengén sugároznak. Ha a Földön mért kozmikus rádiósugárzás egységéül  $10^{-22} \text{ W/m}^2 \text{ Hz}^{-1}$ -t veszünk, akkor a Nap stacionárius rádiósugárzása 3 m-es hullámhosszon 1,9 egység. A Cassiopeia csillagképben levő rádiósugárforrás intenzitása ugyanezen a hullámhosszon 1,7 egység, jölehet a Földtől kerekén  $6 \cdot 10^3$  csillagászati egységnyi távolságban van. Meg kell említenünk, hogy a Naprendszeren belül is előfordulnak nagyobb intenzitású rádiósugárzások. A Jupiter időnként 5 egységnyi intenzitású sugárzásokat bocsát ki.

A rádiószextáns használata szempontjából a Földhöz való viszonylagos közelségük folytán elsősorban a Nap és a Hold rádiósugárzása jön tekintetbe. A Nap rádiósugárzásának több összetevője van: van egy stacionárius alapsugárzás, s ezenkívül fellépnek különböző zajviharok és eruptív sugárzások. Utóbbiak az erősebb naptevékenységgel kapcsolatosak. A Nap stacionárius rádiósugárzását tulajdonképpen a látható fénynek a hosszabb rádióhullámú tartomány felé való folytatásának tekinthetjük. A Hold állandóan kibocsát gyenge rádiósugárzást, melynek két összetevője van. Az egyik a Nap rádiósugárzásának a

visszaverődése, a másik sugárzás forrása maga a Hold. Ez utóbbi sugárzás mutatható ki könnyebben. A Hold rádiósugárzása a fázisoknak megfelelően változtatja intenzitását. A legnagyobb intenzitás a telihold után 3,7 nappal mutatkozik.

Legkorábban a Nap rádiósugárzását felhasználó rádiószextánst alakították ki. Ez lehetővé teszi, hogy az időjárástól függetlenül lehessen a Nap látszólagos helyzetét megállapítani, s ilyenformán a jármű helymeghatározását elvégezni. Ezek a készülékek ma már kiforrott típusoknak tekinthetők és egyre nagyobb számban alkalmazzák őket a tengeri hajókon, a tengeralattjárókon, a repülőgépeken.

Működését tekintve, a rádiószextánst kisméretű rádiótávessőnek vagy még inkább passzív működésű célkövető rádiólokátornak tekinthetjük. A készülék önműködő berendezése gondoskodik arról, hogy szervomotorjai az antennát állandóan a Nap mint rádiósugárforrás felé fordítsák. Ezáltal a készülék a Nap mozgását az égbolton állandóan követi. A napkövető rendszer porgettyús stabilizálású műszersíkon van elhelyezve. Ennek helyzete független a hajó vagy a repülőgép mozgása közben fellépő ingadozásoktól.

A jármű helymeghatározása is automatikusan történik. A Napot követő antennának a stabilizált síkhoz viszonyított helyzetét magassági szög és oldalszög szerinti koordinátákra felbontva egy számítógép jegyzi fel. Ugyanide táplálják a jármű helymeghatározására szolgáló más eszközök adatait is, s mindezek alapján a számítógép kidolgozza a jármű tartózkodási helyének földrajzi koordinátáit.

Említettük a Nap rádiósugárzásának eruptív jellegű és zajtermesztető összetevőit. Előfordulhatnak, hogy ezek a rádiószextáns észlelte stacionárius sugárzásból származó hasznos jelek vételét megzavarják és a berendezés használatát lehetetlenné teszik. Gondoskodni kell tehát arról, hogy a készülék hasznos jel/zaj viszonya mindig kielégítő legyen.



28. ábra. Rádiószextáns hajón felszerelve

Évegből a beérkező hasznos jeleket modulálják. Ez a rádiószextáns antennájának az úgynevezett nutációs szerkezet segítségével történő szabályos mozgatása révén történik. Ezáltal az antenna mintegy le-tapogatja a Napot. Ahogyan távolodik eközben az antenna tengelye a napkorong középpontjától, úgy gyengül a jel intenzitása, majd a közeledés folyamán ismét erősödni fog. Ezen a módon szabályosan váltakozó intenzitású lesz a hasznos jel, amely a zajhättértől megfelelő kapcsolás segítségével elválasztható, hiszen az antenna mozgatásának a frekvenciája pontosan ismert.

Vannak olyan esetek, amikor le kell mondani a Nap rádiósugárzásának felhasználásával végzett helymeghatározásról. Így például télen, arktikus vidékeken a napkövető rádiószextáns nem alkalmazható. A tengeralattjárók többnyire csak éjjel jönnek fel a felszínre a helymeghatározást elvégezni; ekkor sem lehet a Nap segítségével navigálni.

Ezért legújabbán kísérleteznek olyan rádiószextánsokkal is, amelyek a Holdat vagy a rádiócsillagokat követik. A Hold rádiósugárzásának navigációs célokra történő felhasználása a változó és viszonylag kis intenzitás miatt nehéz, azonban egyes közlések szerint sikerült már megbízhatóan működő ilyen rádiószextánst elkészíteni.

A rádiócsillagok sugárzásának felhasználását az a körülmény nehezíti meg, hogy rövid hullámhosszon az intenzitás kicsiny. Azokon a nagyobb hullámhosszakon, ahol már kielégítő hasznos jelet lehetne a rádiószextánssal észlelni, szükséges volna a nagyobb felbontóképesség céljából az antennaméretnek megnövelése. Ebben az esetben a berendezés repülőgépeken nem volna elhelyezhető.

Az újabb, csekély zajú erősítők, elsősorban az úgynevezett *maserek* továbbfejlesztésével valószínűleg elérhető lesz a kisebb intenzitású sugárforrások felhasználása is. Az északi éggömbön a Cassiopeia, a Cygnus, a Taurus és a Virgo csillagképekben levő sugárforrások jönnek főként tekintetbe.

A rádiószextáns nemcsak a természetes égitestek rádiófrekvenciás sugárzása alapján navigálhat. Felhasználhatók a mesterséges holdak által kibocsátott rádiójelek is a helymeghatározás céljaira. Ezt a lehetőséget már jóval az első szputnyikok elindítása előtt felvetették, azonban erre a célra a mesterséges holdak csak akkor felelnek meg, ha pályájuk hosszabb időre előre meghatározható.

A problémát érdekes módon akarják megoldani az Egyesült Államokban. „Transit” elnevezéssel 4 db mesterséges hold útbaindítását vették tervbe. Ezek mintegy 650 kilométer távolságban keringenek a Föld körül. Az elképzelések szerint földi állomások naponként bemérnék a mesterséges hold pályáját. A pályaadatokat kódjelek formájában közölnék az adott mesterséges holddal, melyen egy magnetofonhoz hasonló emlékezőegység rögzítené a pályaelemek adatait. Ezeket a



mesterséges hold ugyancsak kódolt jelek alakjában folyamatosan továbbítaná.

A navigáló jármű ezeket a jeleket észlelné készülékén. A jelek szolgáltatva információból a mesterséges hold aznapra érvényes pályadatai ismertek, a jármű a hozzá legközelebb levő mesterséges holdtól való távolságát a jelfrekvencia Doppler-eltolódásának méréséből határozhatná meg.

Az első ilyen mesterséges hold elindítása 1959 szeptemberében kudarcot vallott. A másodikat 1960. április 13-án, a harmadikat pedig június 22-én eredményesen felröpítették. Remélik, hogy 1962-re sikerülni fog valamennyi „Transit” holdat üzembehelyezni.

Nézzük meg ezek után a csillagászati jelenségek felhasználását a híradástechnika területén. Itt először a szoláris eredetű rádiózavarok előrejelzéséről kell szólnunk. Ennek a nagy távolságú rádióösszeköttetések fenntartása szempontjából nagy a jelentősége.

A szoláris eredetű rádiózavarok általában bizonyos időbeli eltolódással követik a napfoltok megjelenését, esetleg a Napon lejátszódó más jelenségeket. Az ilyenfajta események idejekorán történő megfigyeléséből és jelzéséből következtetni lehet arra, hogy a rádióösszeköttetésben csakúgy, mint a rádiólokátorokkal végzett megfigyelésekben zavarok várhatók.

Katonai szempontból különösen fontos a zavarprognózis. Ilyenkor várható az ellenséges repülőgépek berepülése, hiszen különösen a távolsági rádiólokátorok működése megbénul. Mivel e zavarok forrása a Nap, ezért háborúban olyan légitámadásra kell felkészülni, melyben a támadó eszközök a Nap irányából érkehetnek. Ez lényegében ugyanannak a taktikának felel meg, mint amikor légiharcban a Nap felől támadtak a vadászgépek ellenfelükre, akit a napfény kápráztatott.

A csillagászati jelenségek egy másik híradástechnikai alkalmazása, hogy nagytávolságú hírközlő vonalak létrehozására újabban felhasználják a meteorok megjelenését. Mint ismeretes, zavarmentesség szempontjából igen kedvezők hírközlésre az ultrarövidhullámok. Nagy távolságokon nehézséget okoz azonban, hogy ezek a hullámok terjedésükben nem követik a Föld görbületét. Újabban felismerték, hogy lehetséges olyan nagytávolságú ultrarövidhullámú rádióösszeköttetés létesítése, melyben a hullámok a légkörbe belépő meteorok után húzódnó ionizált nyomról verődnek vissza, s ilyen módon jutnak el a vevőkészülékbe.

Az ionizált réteg a meteor mögött mintegy 25 kilométer hosszúságban is elhúzódhat. Bár csak rövid ideig marad fenn, tekintetbe véve a légkörben megjelenő meteorok nagy számát, naponként összesen mintegy 70 pernyi időtartamra lehetne a meteornyomokat felhasználni.

Általában a mondott célra a 100—120 kilométer magasságban levő meteorok vehetők figyelembe.

Az eddigi kísérletekben azt a módszert alkalmazzák, hogy a közvetítendő jeleket a szokásos géptávíróhoz hasonló berendezéssel felveszik, s mágneses szalagon vagy más formában tárolják. Amint egy rádiólokátor segítségével a kívánt irányban észlelik a meteor, jobbanmondva az ionizált nyom megjelenését, az adóberendezés önműködően bekapcsolódik, s a tárolt jeleket igen nagy sebességgel továbbítja. Az egyik ilyen kísérletben az adás percnként 4800 szavas sebességgel történt; ez kereken 80-szorosa a géptávíró szokásos sebességének. Közlések szerint legcélszerűbb percnként 2400 szavas sebességgel dolgozni. A vevőállomáson hasonlóképpen nagy sebességgel rögzítik a beérkező jeleket, melyeket azután normális sebességgel játszanak vissza. A legnagyobb távolság, melyre ilyen módon sikerült összeköttetést létrehozni és fenntartani, 1900 kilométer volt.

RÓKA GEDEON:

## VÉGES VAGY VÉGTÉLEN-E A VILÁGMINDENSÉG ?

A csillagászat olyan tudomány, ahol az ember a végtelenséggel találkozik. Már a csillagos ég puszta szemlélete is felkelti az emberben a természet határtalanságának, végtelenségének érzését. Még inkább ilyen érzése lesz majd a bolygóközi űrhajó utasainak. Körülöttük csillagokkal teleszórt mélyfekete éggömb, melyen a Föld is csak fényes csillagnak látszana.

Akik azonban behatóbban megismerkednek a csillagászati kutatásokkal, némi kiábrándulással látják, hogy közelebbről nézve a csillagász munkája éppenséggel nem valami romantikus és fenséges foglalkozás. A csillagászati aprómunka nagy gonddal, fáradsággal és türelemmel végrehajtott mérések és számítások sorozata. Bár a csillagász nagy számokkal dolgozik, számunkra szinte elképzelhetetlen nagy távolságokról és időtartamokról beszél, az úgynevezett „csillagászati számok” azért mindig végesek. Nem is lehetne ez másképp, hiszen a végtelen távolság olyan önmagának ellentmondó fogalom, akár a fából vaskarika. Elvben ugyanis bármilyen nagy távolságot meg lehet mérni, tehát a távolság csak véges lehet. Bármennyire is fejlődik majd a műszertechnika, sohasem fogunk végtelen távoli égitesteket észlelni. A csillagász tehát a távcső mellett még sohasem találkozott a végtelenséggel és nem várhatjuk ezt tőle ezután sem.

Más azonban az egyes csillagászok kutató munkája és más a csillagászat tudományának teljessége. A csillagászatnak nemcsak az a feladata, hogy konkrét mérési adatokat szerezzen az égitestekről, hanem éppen úgy az is, hogy a részletcredményeket világképpé összesítse, mely kifejezi, hogy milyen a világ, amelyben élünk. Ha tanulmányozzuk a különböző korok világképeit, azt tapasztaljuk, hogy minden világképnek lényeges vonása volt a Világmindenség végessége vagy végtelensége. A csillagászat eredményeinek értelmezése, egységes világképpé összegezése tehát valóban olvezet a Világmindenség végtelenségének problémájához. Tanúságot tehet erről a csillagászat története.

Az ókori nagy materialista filozófusok, Anaximandrosz, Démokritosz, Hérakleitosz, Epikurosz, Lucretius sejtéseiben már szárnyra kél a

világ végtelenségének gondolata. A világkép részletei azonban akkor még homályban maradtak. Az antik materialisták logikai megfontolások alapján jutottak arra a következtetésre, hogy a Világmindenség bármilyen feltételezett határát elvben mindig túl lehetne lépni. Lucretius ennek szemléltetésére feltette a kérdést, mi történne akkor, ha valaki a világ feltételezett határán állna és el akarná hajítani a dárdáját. Ha nem tudná elhajítani, ez azt jelentené, hogy van *valami* a világ állítólagos határán túl, ami akadályozza a dárdá mozgását, tehát a feltételezett határnál nem ért véget a világ. De ugyanezt jelentené a sikeres dárdahajítás is, mert azt bizonyítaná, hogy a vélt határon túl is lehetnek testek.

A csillagászati észlelésekhez kapcsolódó első ókori tudományos világkép azonban még nem épülhetett a materialista fiolozófusok logikájára. Ptolemaiosz geocentrikus világképe végesnek ábrázolta a Világegyetemet, melynek az akkori naiv elgondolások szerinti határa jóval közelebb esett a Földhöz, mint ahol ma űrrakétáink száguldoznak. A középkori skolasztikus világnézetnek is alaptételei közé tartozott a Világmindenség véges voltának tana, ami nemcsak a középkori eszmevilágra, hanem általában a vallásos világnézetre jellemző.

A középkori hűbéri társadalom bukása idején Kopernikusz heliocentrikus elmélete indította el a harcot az egyház befolyása alól felszabadult új tudományért. Kopernikusz elmélete gyökeres szakítást jelentett a középkori eszmékkal, maga Kopernikusz azonban még nem jutott el a világ végtelenségének gondolatáig. Kopernikusz a középkori primitív elképzelésekkel szemben ugyan roppant nagynak, de mégis végesnek gondolta a világot. Szerinte a Föld–Nap távolság észrevehetően kicsiny az „állócsillagok szférájának” távolságához képest, de ebben az óriási távolságban határa van a világnak. A világ egy hatalmas gömb.

Kopernikusz követői s elméletének továbbfejlesztői azonban már a végtelenbe tolják az anyagi világ határait. Giordano Bruno „A világok sokaságáról” című művében bátran hirdeti a Világegyetem végtelenségét: „Az ég egyetlen, mérhetetlen tér, mindent felölelő mélység, végtelen éteróceán, amelyben mozog és helyét változtatja az egész létező élet, a számtalan napok és földek sokasága, melyek közül egyeseket érzékileg megfigyelhetünk, a többiekre következtethetünk. Ily módon a Világegyetem a végtelen étertérségből és a benne mozgó számtalan testből áll.”

Galilei a „Dialogó”-ban arra utal, hogy senki sem bizonyította be a világ végtességét.

Kepler, akit az utókor a bolygómozgások törvényeinek felismeréséért „az ég törvényhozója” címmel tisztelt meg, ezen a téren kevésbé

volt előremutató. Kepler ugyanis valóságosnak gondolta az állócsillagok szféráját, melynek távolságát 60 millió földszugárra becsülte és úgy gondolta, hogy itt van a világ határa.

A kopernikuszi korszak erőfeszítései Newton munkásságában olvadtak össze egységes világképpé. A Newton által felfedezett általános tömegvonzás törvénye kiterjeszhető volt a Naprendszer határain túli világra is és Newton volt az első, aki nem pusztán filozófiai meg-gondolások, hanem a csillagászati észlelések és a természeti törvények alapján kísérelte meg képet alkotni a Világegyetemről. Newton világ-modellje a végtelen térben korlátlan mennyiségű anyagot tartalmaz: a csillagok száma végtelen és a csillagok a végtelen térben nagyjából egyenletesen vannak elosztva. A csillagok sűrűsége a végtelen világterben állandó.

Egyik levélben Newton a következőket írta: „Ha az egész tér, amelyben az anyag eloszlik, véges volna, akkor a tér külső részén elhelyezett anyag a vonzás értelmében arra törekednék, hogy a belső részeket helyezkedjen el, a tér középpontja felé esnék s ott egyetlen nagy gömb alakú tömeget alkotna. De ha az anyag végtelen térben volna elhelyezve, sohasem egyesülhetne egyetlen tömegben; egy része egyesülne, hogy egy tömeget, más része pedig, hogy más tömeget alkosson. Így ebben a végtelen térben végtelen nagyszámú tömegek volnának, amelyeket nagy távolságok választanának el egymástól.”

Newton tehát úgy látta, hogy a világ végtelenségének tagadása, a véges világ feltételezése abszurd ellentmondáshoz vezet.

A klasszikus fizika alapjává vált newtoni törvények a XIX. század közepéig magyarázatot adtak csaknem minden akkor ismert fizikai és csillagászati jelenségre. A csillagászok többsége is elfogadta Newton világképét. C. Flammarion francia csillagász és író, a népszerűsítő csillagászati irodalom atyja, kiváló stílusművészettel megírt, magyarul is megjelent „Népszerű csillagászat” című munkájában költői lendülettel fejezte ki Newton nagyszabású gondolatát: „Repülünk, csak repülünk...! Még ezor év, még tízezer, sőt százezer év pihenés nélkül, lassúdás nélkül, minden másodperc alatt 300 000 km-nyi utat hagyva hátra... s haladhatunk folyton egyenes irányban. Mondjuk, hogy egymillió évig repülünk így... Elérhetünk-e már a látható világ vég-határához? Sötét végtelenségek vesznek körül, melyeken át kell haladnunk. De a sötétség fenekén új csillagok fénylenek. Repülünk feljűk, érzűk el õket. Újabb évmillió, új fénypompája a csillagoknak; új mindenség, új földek, új emberek... És hát soha nem érkezűnk a véghatárhoz? A látókör és égbolt soha be nem záródik? Sehöl ég, mely elzárna bennűnköt? mindenűtt tér, mindenűtt hely? Hol vagyűnk most? mily utat hagyűnk hátra? Ott vagyűnk... a végtelenség elő-csarnokában. (Kiemelés F.-tól.) Még csak egy lépést sem haladtűnk,

mindig ugyanazon a ponton vagyunk! Mindenütt középpont van, véghatár nincsen sehol.”

Megkapó kép, mely szinte szuggerálja a maga igazságát. A képzelet szárnyalása iránt kevésbé fogékony, szigorú tudományos vizsgálat azonban később kimutatta, hogy bizonyos nehézségek merülnek fel, ha azt képzeljük, hogy az „új fénypompája a csillagoknak” a végtelenségig tárulna elénk. Egyszerű geometriai és matematikai megfontolások segítségével be lehet bizonyítani, hogy ha a végtelen térben egyenletesen volnának elszórva a csillagok, akkor nappali világossággal ragyogna az éjszakai égbolt teljes felülete. Az a mindennapos tapasztalat tehát, hogy éjjel sötét van, ellentmondásban van a végtelen térben végtelen sok csillag feltételezésével. Hasonló ellentmondásra bukkantak akkor is, ha számításba vették a végtelen sok csillag vonzó hatását és összehasonlították a vonzásnak ténylegesen tapasztalható megnyilvánulásával.

Az egykor rendíthetetlennek vélt newtoni koncepciót más oldalról is túlhaladta a tudomány fejlődése. Egyrészt éppen a newtoni égimechanika alapján végzett behatóbb vizsgálatok mutatták ki, hogy véges számú égitest esetén sem kellene az égitesteknek szükségképpen egy gömb alakú tömeggé összetömörülniök. Az égitestek egymáshoz viszonyított sebességétől függően (ha a sebességek elegendő nagyok) egy ilyen rendszer éppen úgy szét is szóródhatna. A tömegvonzás törvénye alapján tehát nem lehet bebizonyítani a Világegyetem végtelenségét. Másrészt Newton világképéhez szervesen hozzátartozott az abszolút időről és abszolút térről vallott felfogása. Newton szerint az „abszolút, igazi matematikai idő” minden külső körülménytől függetlenül, egyenletesen múlik. Ugyanígy, az abszolút tér is közömbös bármilyen külső körülmény iránt és mindig egyforma és mozdulatlan marad. A newtoni abszolút tér és abszolút idő tehát független az anyagtól. Newton a végtelen Világmindenséget úgy képzelte, hogy a végtelen tér mintegy színhelye a végtelen sok égitest mozgásának. A modern fizika azonban tovább fejlesztette a térre és időre vonatkozó tudásunkat. Ma már tudjuk, hogy a tér és idő sem egymástól, sem az anyagtól nem függetlenek. Anyagtól független tér és idő csupán absztrakció, a valóságban ilyen nincs. A fizika ezzel megerősítette a materialista filozófiának azt a már korábban is vallott felfogását, hogy tér és az idő az anyag létformái. Oly módon sem lehetne tehát elképzelni a Világmindenséget, hogy valahol véget ér az anyagi világ és ezen túl a végtelenségig üres tér következik. Ez ellen mind a fizika, mind a filozófia vétót emel.

Bonyolította világgépünk fejlődését, hogy a kozmogóniai kutatások a Világmindenség végtelenségének egy másik fontos oldalát, az időbeni végtelenséget is új tartalommal töltötték meg. Bár az első kozmogóniai elméletek leginkább csak a Naprendszer keletkezésére próbáltak vala-

melyes magyarázatot adni, ezek nyomán mégis nyilvánvalóvá vált, hogy a Világmindenségnek soha el nem kezdődött és soha véget nem érő története van. És megint repülhetett a képzelet, nemcsak a fényévek milliói, hanem az esztendőök milliárdjain át is. Mik lehetnek ennek az örökös történetnek eseményei? Csillagok, bolygók keletkezése és pusztulása öröktől örökké? Ez inkább valamiféle körforgásra, mint fejlődésre emlékeztet. Úgy látszott tehát, hogy a csillagokkal egyenletesen kitöltött végtelen Világmindenség elképzelése nem oldja meg a világ sem térbeli, sem időbeni végtelenségének problémáját.

Felmerült azonban egy másik lehetőség is. A Világmindenség felépítését úgy is elképzelhetjük, hogy egyre növekvő rendszerek egymás fölé épülő sorozatából áll. Először csak elméleti síkon jöttek erre rá, de a mai csillagászat már ismer ilyen egymás fölé épülő rendszereket. Ma már tudjuk, hogy szó sincs arról, hogy a csillagok egyenletesen töltեն ki az egész Világegyetemet. A körülöttünk levő csillagok egy zárt rendszert alkotnak, a Tejútrendszert, melyhez sok milliárd, de mindenesetre véges számú csillag tartozik. A legújabban mutatták ki, hogy a Tejútrendszer hozzá hasonló mintegy 20 000 nagy csillagrendszerrel egy még nagyobb, magasabbfokú rendszert alkot. De ismerünk még emellett milliós számra nagy csillagrendszereket, amelyek egy része bizonyára más rendszerekbe tömörül és lehet, hogy együttesen egy még magasabbrendű rendszer tagjai. Eddig összhangban vagyunk a csillagászat eredményeivel, de gondolatban folytathatjuk az egymás fölé épülő rendszereket a végtelenségig. Bizonyos feltételek teljesülése esetén az ilyen Világmindenségben nem volna világitóvá az éjszakai égbolt és véges értéke volna a tér egy meghatározott helyén a vonzóerőnek is. Más kérdés azonban, hogy tényleg a végtelenségig ilyen-e a világ? A csillagászat ezt nem tudja bizonyítani és a logikus gondolkodás szempontjából sem teljesen megnyugtató.

Kant, aki egyike volt az egymás fölé halmozott rendszerekről szóló elméletek elindítóinak, később a józan ész nevében tiltakozott ellene. A „Gyakorlati ész kritikájá”-ban így ír: „Ha a szubjektum gondolatban ama hely fölé emelkedik, amelyet elfoglal az érzéki világban, s a kapcsolatot a végtelen naggyá tágtja ki, csillagokat csillagok fölé, világokat világok fölé, rendszereket rendszerek fölé halmozva, hozzá még periodikus mozgásoknak, e mozgások kezdetének és tartamának határtalan időibe —, a képzelet elfárad, amikor ily mérhetetlen távolságba szárnyal, ahol a legtávolabbi világnál még mindig van egy távolabbi, az olyan messzire visszavitt múlt mögött még mindig van egy messzibb, az oly messzire előrevitt jövő előtt még mindig van egy másik; a gondolat elfárad a mérhetetlennek e képzelet előtt; mint ahogy az álom is, hogy valaki hosszú úton mindig tovább és végeláthatatlanul egyre tovább megy, eséssel vagy szédüléssel végződik.”

Kantnak ezek a sorai nem csupán az egymás fölé épülő rendszerek sorozatát, hanem általában a végtelenség elképzelését minősítik összeegyeztethetetlennek a józan ésszel. Ugyanezt „az ész számára megoldhatatlan ellentmondást” fejezte ki antinómiáiban is, melyek szerint az ész segítségével éppen úgy be lehet bizonyítani a világ időbeli és térbeli végtelenségét, mint az ellenkezőjét. Kant antinómiái Hegel híralata szerint nem tesznek eleget a formális logika követelményeinek. Mind a tézisek, melyekben Kant a világ végtelenségét bizonyítja, mind az antitézisek, amelyekben az ellenkezőjét állítja, már kiindulópontjukban magukban foglalják a tételt, melyet bizonyítani kellene. Ettől eltekintve azonban Kantnak az a véleménye, hogy a végtelenség fogalmát nem tudjuk ésszel megragadni, sokak meggyőződésévé vált. Ma is gyakran találkozunk azzal a felfogással, hogy eleve reménytelen is minden ilyen kísérlet. A csillagászok beszélnek a Világmindenség végtelenségéről, elképzelni azonban nem tudják, még kevésbé lehet ebben a kérdésben a tények alapján állást foglalni.

A végtelenség bizonyos értelmezésével szemben jogos is ez az aggodalom. Ha visszagondolunk arra, hogyan is értelmeztük az előbbiekben a Világmindenség végtelenségét, látjuk, hogy a különböző elképzeléseknek van egy közös vonása. Mindegyiknél *azonos* jelenségek korlátlan ismétlődése útján akartunk eljutni a végtelenhez. Ezt tették a régiek is, akik a végtelenségig akarták hajigálni dárdájukat a világban és azok is, akik egyminőségű anyagi objektumok (csillagok) végtelen számáról beszéltek, vagy a végtelenségig építették egymás fölé a világrendszereket. Ilyen módon csakugyan nem lehet közelebb férkőzni a végtelenség fogalmához, miként az  $1+1+1+1+1$  számsort is hiába folytatnánk akármeddig, mindig csak egy óriási számot kapnánk, de végtelent sohasem.

Mindez nem jelenti, hogy a végtelenség reálisan nem létezik, csak tudományos elemzésre szorul, hogy mit jelent ez a fogalom. Hegel hívta fel először a figyelmet ennek szükségességére. Hegel „A logika tudománya” című műve első részében így gúnyolta ki azokat a csillagászokat, akik csupán mérhetetlen terekben és mérhetetlen sok csillagban látják a Világegyetem végtelenségét: „Voltak csillagászok, akik azért voltak büszkék tudományuk fenségességére, mert a csillagok oly mérhetetlen sokaságával, olyan mérhetetlen terekkel és idővel van dolga, amelyekben már magukban is roppant távolságok és időszakok szolgálnak egységekül, s ezek, ha még olyan sokszor is vesszük őket, ismét jelentéktelenségekké rövidülnek. Az üres bámulat, amelynek időközben átengedik magukat, az ízetlen remények, hogy még csak abban az életben majd egyik csillagról a másikra utaznak, s a mérhetetlenségig efféle új ismeretekre tesznek szert, szerintük egyik fő mozzanata volt tudományuk jelességének — holott ez a tudomány nem az ilyen kvanti-



tatív végtelenség miatt csodálatra méltó, hanem ellenkezőleg ama mértékarányok és törvények miatt, amelyeket az ész megismer ezekben a tárgyokban s amelyek az ésszerű végtelent alkotják amaz ésszerűtlen végtelenséggel szemben.”

Hegel tehát megkülönböztette az ésszerűtlen és ésszerű végtelen fogalmát, vagy más elnevezéssel a helytelen, a „rossz” és az igazi végtelen fogalmát. Igen mélyértelmű igazság rejlik Hegelnek abban a megállapításában, hogy a világ végtelensége nem lehet csupán kvantitatív, vagyis mennyiségi végtelenség, mely azonos jelenségek korlátlan ismétlődéseként jön létre, hanem a végtelenség a minőségi sokféleségben is megnyilvánul. A mértékarányok a hegeli terminológiában ugyanis a mennyiségi változásoknak minőségibe átcsapásának „csomóvonalait” jelentik. Nagy jelentőségű Hegelnek az a felismerése, hogy a végest és végtelent nem lehet egymástól metafizikusan elszakítani. A végtelenség nem valahol a végtelen térségeken túl található, hanem megnyilvánul a véges dolgok lényeges összefüggéseiben, a természet törvényeiben. Amikor azonban Hegel közelebbről próbálta meghatározni az igazi végtelent, idealista felfogása akadályokat állított elébe. Nem is lehetett másképpen, hiszen Hegel feltételezte az időnkívüli létezés lehetőségét, a természetet az abszolút eszme „másletének” tekintette, tagadta az anyagi világ abszolút létezését. Ilyen alapon természetes, hogy nem lehetett a valóságos világra vonatkozó helyes következtetéseket levonni.

Hegel olyan módon próbálta megközelíteni az igazi végtelent, hogy a véges és végtelen összeolvadásának fogta fel és az igazi végtelen példáját többek között a körvonalban látta. Sokak előtt frappáns és tetszetős megoldásnak tűnt ez, valamilyen ésszel felfogható elképzelésnek. A körvonalon a végtelenségig lehet mozogni anélkül, hogy elfáradna a képzelet, mert nem kell egyre messzebb és messzebb hajszolni a végtelen térségeken. Ezt a szellemes ötletet azonban Hegel arra már nem tudta felhasználni, hogy megoldja vele a tér és idő végtelenségét. Hegel ugyanis a teret és időt tiszta mennyiségeknek tekintette, vagyis úgy képzelte, hogy minden irányban korlátlanul növelhető anélkül, hogy jellegük megváltozna. Végül mégis csak arra a következtetésre jutott, hogy nem lehet olyan határt kijelölni a térben, amelyen túl ne lehetnének égitestek, mert hiszen a világ nincsen deszkafallal körülveve. Visszakanyarodott tehát ahhoz a „rossz” végtelenhez, amelyet kiűnyolt.

Ennek ellenére a kör, mint a végtelenség szimbóluma, ma is foglalkoztatja a gondolkodó embereket és ennek analógiájára vélik elképzelni a világ végtelenségét is. Úgy gondoljuk, hogy ha csakugyan elkezdenénk dárdánkat egyre messzebb és messzebb hajigálni a világban, egyszercsak visszaérnénk oda, ahonnan elindultunk. És ugyanígy talán az idő folyama

is önmagába torkollik. Minden kezdet és vég csalóka látszat, csak annak folyománya, hogy a végtelenség nagy körének csupán egy kis darabját tudjuk áttekinteni és ez nekünk egyenesnek tűnik. Emlegetni szokták, hogy képzeljünk egy gömbfelületen élő kétméretű lényeket, akik számára a tér harmadik mérete nem létezik. Ezek, mint a földgömbön mászkáló légy, akármeddig haladhatnak a világukban anélkül, hogy valamilyen határhoz érnének. Gondoljuk el ugyanezt három dimenzióban — mondják —, és ezzel érthetővé válik a mi világunk határtalansága.

Első pillanatra nagyvonalú és merész elgondolásnak látszik, de ha a mélyére hatolunk, helytelennek bizonyul. A kör se nem jelenti, se nem szimbolizálja a végtelenséget. A kör véges hosszúságú vonal, határa van a síkban. A gömb is véges felület, határa van a térben. Egyébként a körvonal és gömbfelület matematikai absztrakció, a valóságban csak körlapok által határolt és gömb alakú testek vannak. Éppen így nincsenek és nem is lehetnek két dimenziójú lények vagy dolgok sem. De a valóságos világban negyedik dimenzió sincsen, amin keresztül a háromdimenziós világ a gömbfelület mintájára volna elképzelhető. A végtelenségnek olyanfajta „érthetővé” tétele, hogy örökös mozgás egy körvonal mentén, akár átvitt értelemben is, burkoltan éppen azt a helytelenül értelmezett végtelenséget fejezi ki, aminek ellenpéldája akar lenni, mert lényegében ez sem más, mint azonos jelenség korlátlan ismétlése.

Azt látjuk tehát, hogy a végtelenség problémája ősidők óta foglalkoztatta a gondolkodókat és a legkiválóbb elmék próbálták megközelíteni. Az ő erőfeszítéseik készítették elő, hogy a modern materialista filozófia, a dialektikus materializmus új módon találja meg ennek a sokat vitatott kérdésnek a megoldását. Ez a megoldás annál is inkább fontosabb, mert a végtelenség fogalmával nemcsak a csillagászatban találkozunk. A matematikusok kiszámítják végtelen sorok pontos összegét, végtelen kis és végtelen nagy mennyiségekkel számolnak. Az atomfizika és az atomokat felépítő részecskék fizikája kifejlődésével a tudomány behatolt a mikrokozmoszba és a fizikusok tanúsága szerint ez a világ is éppen oly kimeríthetetlen, mint a nagy Világmindenség. De nem közömbös ez a kérdés a modern ember világképe szempontjából sem. Felületes megítéléssel közömbösnek látszik, hogy mondjuk 100 milliárd fényévnire határa van-e a világnak vagy nincs. Akár van, akár nincs, tavasszal éppen úgy virágba borulnak a fák, építhetjük a bolygókra induló űrhajókat, munkálkodhatunk az emberiség boldogabb jövője érdekében. Mégsem mindegy, hogy van-e határa az anyagi világnak. Aminak határa van, azt valami más határolja. A véges világ feltételezése magába foglalja valamilyen természetfeletti világ létezését. Ez pedig nem közömbös az ember és a természet viszonya, a világ

megismerhetősége szempontjából. Tudományos világnézet összeegyeztethetetlen a határolt világ feltételezésével.

A tudományok eredményeit és az emberek gyakorlati tevékenységének tapasztalatait általánosító materialista filozófia alapvető tétele, hogy nincs semmi az anyagon kívül, a jelenségeknek egyetlen abszolút alapjuk van: az anyag, melynek átalakulási formái kimeríthetetlenek. Ebből már következik, hogy az anyagi világnak nem lehet határa, mert ha ilyen határ lenne, az azt jelentené, hogy azon túl valamilyen másféle körbe, nem anyagi jelenségek körébe juthatnánk. Ilyen másik, nem anyagi világ nincsen, de kimeríthetetlenül változatos az anyagi világ. Az anyag számtalan megjelenési formát ölthet és ezen felül még ezek a formák szüntelenül változnak, egymásba alakulnak. A dialektikus materializmus szerint éppen ezért a világ végtelensége nem kvantitatív, mennyiségi végtelenséget jelent, hanem ezen túlmenőleg és főként minőségi sokféleséget, vagyis kvalitatív, minőségi végtelenséget. Nem arról van szó, hogy valamilyen egy minőségű, egyféle állapotú anyag terjed a végtelenig. Az anyag minden konkrét megjelenési formája véges, azon túl pedig valamilyen más minőségű anyag következik. Az anyag különféle formáinak kimeríthetetlen változása és kölcsönhatása végtelen. Ezen az alapon válik világossá, hogy miért nem lehet „elképzelní” a végtelenséget, hogy miért ütközünk abszurdumokba, logikai ellentmondásokba, ha egy minőségű anyagokkal, pl. csillagokkal vagy csillagrendszerrel akarjuk betölteni az egész végtelen világot. A reálisan létező végtelenség, az örökké változó, fejlődő anyagi világ nem lehet meghatározott minőségű.

Igaza volt Hegelnek abban, hogy a véges és végtelen olyan ellentétek, amelyek csak egymással összefüggésben léteznek. Ennek a gondolatnak továbbfejlesztése ezt úgy fejezi ki, hogy a végtelen megjelenési formája a véges. A végtelen csak a véges által, a végesen keresztül létezik. A kimeríthetetlen, végtelen anyagnak minden konkrét megjelenési formája véges. Minden, ami konkrétan létezik, csak véges lehet.

A véges és végtelennel ez az összefüggése hasonló az egyes és az általános összefüggéshez. *Egyes* pl. az alma, a körte, a cseresznye, az *általános* pedig a gyümölcs. Mind az egyes, mind az általános objektív létezik, de csak egymással elválaszthatatlan összefüggésben. Az általános csak az egyesben, az egyes által létezik. Senki sem látott még „gyümölcsöt”, csak almát, körtét stb. Elképzelní vagy lefesteni sem lehet a *gyümölcsöt*. Ennek ellenére „a gyümölcs” nem csupán az emberi tudatban létező elvont fogalom, hanem reálisan létezik, mint az összes különféle gyümölcsök objektív közössége. Az egyes almáknak és körtéknek pedig éppen az a lényegük, hogy gyümölcsök. Különböző alakú, színű, ízű gyümölcsök. Az egyes sem választható el tehát az általánostól.

Az általánoshoz hasonlóan létezik reálisan a végtelenség is, mint a

világban meglevő véges dolgok, jelenségek és folyamatok összessége. Véges és végtelen éppen úgy áthatják egymást, mint az egyes és az általános. A végtelent áthatja a véges, mert a végtelen csupa véges dologból áll. De a végest is áthatja a végtelen, mert úgy tükröződik benne, mint a tenger a vízcseppben. A véges is kimeríthetetlen, mert mindennek, egy elektronnak vagy egy fotonnak is végtelen tulajdonsága van.

Nem ellentmondás-e vajon, hogy a végtelen Világegyetem véges dolgok összessége? De igen, ellentmondás, csakhogy nem abszurd ellentmondás, hanem valóságosan, objektíve létező ellentmondás. Éppen ezért nem lehet ezt az ellentmondást tetszőlegesen, akárhogyan kifejezni. Nem lehet ráfogni, hogy a végtelen világ véges nagyságok összessége, vagy egy minőségű anyagi tárgyak végtelen száma. Találón jegyezte meg Sz. I. Vavilov akadémikus, hogy aligha képzelhető el a világ egyforma objektumok óriási raktárának. A reális végtelenség és a véges ellentmondását csak akkor foghatjuk fel helyesen, ha figyelembe vesszük az anyagnak azt az abszolút képességét, hogy szüntelenül változtatja állapotait és megjelenési formáit. A reális végtelenség fogalmához a kimeríthetetlen minőségű sokféleség, a szakadatlan változás, fejlődés is szervesen hozzátartozik. A reális végtelenség és véges ellentmondásának tehát a jellege sem marad mindig ugyanaz, hanem ez az ellentmondás a végtelen térben és végtelen időben vég nélkül tartó *folyamat*.

A tér és idő végtelenségének sem elegendő azonban csak a mennyiségi oldalát figyelembe vennünk. A tér végtelensége nem azt jelenti, hogy ugyanolyan szerkezetű tér terjed a végtelenig. A tér a mozgó anyag egyik létformája. S ahogy a mozgó anyag végtelen sok megjelenési formát ölthet, az ezekhez tartozó térszerkezetek is végtelenül változatosak lehetnek. Az idő végtelenségéből sem következik, hogy egytípusú események törnek elő a múlt feneketlen kútjából és kergetik egymást örökkön örökké. Nem arról van szó, hogy a Világnfűndenségben mindenütt valami egységes abszolút idő folyik és ebből már eddig is végtelen sok lefolyt. Ezt már a modern fizika eredményei is megcáfolják, hiszen tudjuk, hogy egymáshoz képest nagy sebességgel mozgó vagy belső törvényszerűségeik tekintetében minőségileg különböző rendszereknek nem lehet egyforma saját idejük. Az idő is az anyag létformája. A teremthetetlen és megsemmisíthetetlen anyagnak végtelen létezése volt és lesz, de az anyag konkrét megjelenési formáiban más és más időbeli ritmus érvényesülhet. A tér és az idő, mint az anyag fő létformái, szoros összefüggésben vannak egymással is. A fizikusok egységes tér-időről beszélnek. S az anyag megjelenési formáinak szüntelen változásával átalakulnak, változnak maguk a hozzájuk tartozó tér-idő szerkezetek is.

A Világmindenség végtelensége tehát elsősorban az anyag megjelenési formáinak és a hozzájuk tartozó tér és idő szerkezeteknek kimeríthetetlen minőségi sokféleségét jelenti, ami reálisan az anyag konkrétan létező véges és mulandó formáinak örökös változásában, átalakulásában, fejlődésében nyilvánul meg. Más szavakkal ez annyit jelent, hogy a világ végtelenségét nem szabad úgy értelmeznünk, hogy egyfajta minőségű dolgok, jelenségek, jelenség-csoportok terjednek ki a végtelenségig. Ez már csak azért is lehetetlen, mert a dolgok mennyiségi növekedése egy bizonyos határon túl okvetlenül minőségi változással jár. A világ mindensége nem egyszerűen kvantitatív (mennyiségi), hanem főként kvalitatív (minőségi) végtelenség.

Érthető ezért, hogy a csillagász a távcső mellett csak véges és mulandó dolgokat fedezhet fel. Hiszen minden, ami konkrétan létezik, ami vizsgálat tárgya lehet, szükségszerűen ilyen. Bármeekkora, számunkra elképzelhetetlen, óriási térrészeket is von be kutatási területére, semmi sem jogosítja fel, hogy annak mintájára gondolja el az egész világot, vagy hogy „egyforma minőségű objektumok óriási raktárának” vélje a Világegyetemet. Az ilyenféle elképzeléseket már többször túlhaladta a tudomány fejlődése. Középkori elődeink még úgy gondolták, hogy a hegyek, völgyek, síkságok és tengerek folytatódnak a „világ végéig”. A világ végén azután kidughatja az ember fejét az ég kárpitján és megláthatja a túlvilágot. Kiderült azonban, hogy a Föld nem az egész világ, hanem csak egy kis gömb a világban, és a Földön túl is az ehhez a világhoz tartozó csillagvilág következik. Jelentős fejlődést jelentett a középkorhoz képest, amikor már a körülöttünk levő csillagok határát tolták a végtelenbe. De rájöttek, hogy ez a csillagvilág is véget ér a Tejútrendszer határánál és azon túl a tejútrendszerek, az extragalaxisok világa következik. A mai tudomány az extragalaxisok világát kutatja. Az óriási méretek, a térnek és időnek szinte elképesztő távlatai nemegyszer abba a vakmerő álomba ringatják, hogy most már végre az egész Világegyetemet átfogjuk, megkonstruálhatjuk az egész világ modelljét, megismerhetjük az egész Világmindenség történetének elejét és végét. Nem a csillagászat bámulatra méltó eredményeit kibővítjük, ha rádöbbenünk, hogy az extragalaxisokból álló „nagy Világmindenség” sem több, mint *egyik* véges és mulandó formája a kimeríthetetlen anyagi világnak. Egyes kozmológiai elméletek szerint a csillagrendszerek világa valóban véges és a hozzá tartozó tér is zárt. Lehet, hogy a jövő kutatásai be is bizonyítják az ilyen elméletek igazságát. Ha azonban valaki ebből az *anyagi világ* határoltságára következtet, ugyanazt teszi, mint jámbor középkori ősrünk, aki ki akarta dugni a fejét a túlvilágra. A lényegon mit sem változtat, ha a laposnak vélt Föld széle helyett sok milliárd fényév távolságban próbálja végrehajtani ugyanazt a mutatványt.

Nem is lehet másként, minthogy az extragalaxisok is véget érnek valahol, de ezen túl ismét az anyagi világnak más felépítésű része következik, más tér-idő szerkezettel. Mondhatná valaki, hogy ez már filozófia és nem természettudomány. Természettudományos módszerekkel, megfigyeléssel, méréssel valóban nem lehet bebizonyítani a világ végtelenségét. De ez nem jelenti azt, hogy egyáltalában nem lehet bizonyítani. A materialista filozófia az összes tudományok eredményeinek általánosítása révén, tudományos módszerrel jut erre a következtetésre és éppen ezért ezt a filozófiát nem nélkülözhetik az egyes szak tudományok, így a csillagászat sem. A csillagász mindig csak véges dolgokat észlel, de ha helyesen akarja értelmezni megfigyelési eredményeit, akkor nem szakíthatja ki ezeket az örökké fejlődő végtelen Világmindenséggel való összefüggésükből, mert különben az értelmezés eltorzul, hamis lesz. Nem világkép lesz belőle, hanem csak torzképe a világnak.

A Világmindenség végtelenségének dialektikus materialista szemlélete kétségkívül sokkal bonyolultabb és sokrétűbb, de a „józan ész” számára is sokkal érthetőbb, mint a régebbi metafizikus felfogás, mely figyelmen kívül hagyta a minőségi sokféleséget, a fejlődést és csupán egy bizonyos adott véges korlátlan ismétlésével akarta elérni a végtelent. De éppen a minőségi sokféleség és a szakadatlan változás utalhat arra a kérdésre, hogy nincs-e ez ellentétben a világ megismerhetőségével. Hogyan ismerhetjük meg a végtelent? Csak a véges lehet megismerésünk tárgya. Ez igaz. De éppen ennyire igaz Engels megállapítása is, hogy alapjában véve csak a végtelent ismerhetjük meg, mert minden igazi megismerés az egyedi dolgot gondolatban egyediségéből az általánosba emeli. Az általánosság formája pedig egyben a végtelenség formája is. A természetben az általánosság formája a törvény, hiszen a természeti törvények éppen azt fejezik ki, ami általános, tartós és ismétlődő. A természet törvényei azt fejezik ki, hogy bizonyos jelenségek bizonyos feltételek között mindenütt és mindig végbemennek. Erre utalt Hegel is, amikor a kvantitatív, rossz végtelennel szembeállította a természet törvényeit.

A csillagászatnak is minden eredménye azt mutatja, hogy a megismerés valójában az egyesnek az általánosba emelése. A csillagászat ábécéje ott kezdődik, hogy a Föld bolygó. A véges Földet ismertük meg, de egyrészt csakis ezáltal ismertük meg, mert semmit sem tudunk a Földről, amíg azt hittük, hogy egyedülálló különlegesség a világban. Másrészt ezzel a megismeréssel a Földet az egyesből felemeltük az általánosba. *Bolygót* ismertünk meg benne, vagyis olyan égitestet, amelyen mindenhol és mindig létrejön, ahol erre megvannak a szükséges feltételek. Tehát már a csillagászat ábécéjénél ráeszmélhetünk a végtelenre.

A világ megismerhetősége különben sem jelenti azt, hogy az emberi megismerés valaha is kimerítheti az örökké fejlődő végtelen Világegyetemet. A világ megismerhetősége azt jelenti, hogy a világról szerzett ismereteink nem elképzelések, hanem az anyagi világ valóságos tulajdonságait és törvényeit tükrözik. Fokról fokra egyre mélyebben ismerjük meg az örök és végtelen Világegyetem egy-egy újabb részét, oldalát, területét. Így kell értenünk azt is, hogy a mesterséges égitestekkel, az űrhajózással megkezdődik a „világűr” meghódításának korszaka. Nem azt jelenti ez, hogy majd minden bolygót meglátogatunk. De meghódítjuk a világűrt közvetlen vizsgálataink számára és ez jelentős lépés lesz a végtelen Világmindenség megismerése felé vezető úton.

BARTA GYÖRGY:

## A FÖLD FORGÁSÁNAK ÉS ALAKJÁNAK VÁLTOZÁSAI

A csillagászat tudományának fejlődése az emberi gondolkodás és szemlélet kialakulására óriási hatással volt. Ez nem véletlen, hanem annak a következménye, hogy a csillagászat szabja ki Földünk valódi helyét és ezen keresztül az ember helyét is a természetben. Ezért igen alkalmas általános jellegű problémák felvetésére és azok megoldására. A XVI—XVII. században, a csillagászat újkori nagy fellendülése idején, még a tudományok nem voltak annyira differenciálódva, mint ma, és ezért a geofizika problémái a csillagászat keretében kerültek vizsgálat alá.

Manapság az egyes tudományágak önálló sodnak. Kialakul sajátos problémakörük, munkamódszerük és elméleti alapjuk. A természet jelenségeit mindegyik a saját területén és saját módszereivel igyekszik magyarázni. Ennek a differenciálódásnak nagy előnye, hogy lehetővé teszi az egészen erősen specializált szaktudás kialakulását és ezzel a kutatás mélységét megnöveli. Hátránya azonban, hogy éppen az erős specializálódás következtében lassan leszokunk arról, hogy figyelemmel kísérjük az egyes tudományágak közötti határterületeket. Pedig legtöbbször éppen ezek a határterületek a legérdekesebbek és itt lehet felvetni a legmesszebb vezető kérdéseket.

A csillagászat és a geofizika mai szemléletünk szerint egymással rokon, de elég laza kapcsolatban álló tudomány. Az egyik az égitestekkel, a másik pedig a Föld fizikai jelenségeivel foglalkozik. A legkézenfekvőbb kapcsolat tehát ott található, hogy a Föld is az égitestek egy bizonyos csoportjának a tagja és belső szerkezete nyilvánvalóan rokonvonalakat mutat a többi hasonló bolygóval. Ezért az egyik tudomány megállapításait alkalmazni lehet a másik területén és viszont.

A két tudománynak azonban van egy másik érintkezési felülete is és ezt általában nem szokták eléggé hangsúlyozni. Ez a terület a két tudomány mérési eredményeinek a kölcsönhatása. Mi ugyanis méréseinket mindig — legalábbis eddig — a Földön végezzük és a földi állapotok ezeket a méréseket befolyásolják. Így csillagászati megfigyelésekből



földi folyamatokra és ismert földi folyamatokról csillagászati jelenségekre következtethetünk. Ez a kölcsönös befolyásolás az utolsó évszázadban bekövetkezett mérési pontosságnövekedés miatt észlelhetővé vált és már most is szert tett bizonyos fontosságra, jelentősége azonban a továbbiakban valószínűleg még növekedni fog.

A csillagászat fejlődésében nagyon érdekes egyes fogalmak és elméletek kialakulásainak megfigyelése és nyomonkövetése a kezdettől a mai formáig. Egy-egy alapvető fogalom kialakulása és a hozzá csatlakozó újabb járulékos fogalmaknak az áradata mintegy elragadja az egyént és különös módon a tudomány fejlődése mintegy elszakadni látszik az építését végző egyedektől és önálló életet kezd élni.

A tudománynak tehát megvannak a saját fejlődéstörvényei. Vizsgáljuk meg ezzel kapcsolatban a csillagászat és később a geofizika egyik legfontosabb központi problémáját, a Földre vonatkozó elképzelésünk és tudásunk fejlődését. Eltekintünk itt természetesen a kultúrtörténeti vonatkozásokban igen fontos, érdekes és a különböző kultúrkörökre annyira jellemző szubjektív elképzelések ismertetésétől és csak a tudományos objektivitásra igényt tartó elgondolások fejlődését vizsgáljuk egészen röviden.

Földünk gömb alakja már a görög tudósok előtt is ismeretes volt. Tudomásunk szerint *Eratoszthenész* volt az első, aki a méreteit is meghatározta — az általa alkalmazott primitív eszközök ellenére — elég pontosan. A kérdés nagy horderejét nem ismerték fel, és így történhetett, hogy ez a felfedezés feledésbe merült. Nyilvánvaló azonban, hogy az elgondolás hamu alatti parázként lappangott, mert Kolumbus is ismerte, sőt annyira hitt benne, hogy gyakorlati következményeit is levonva nagyszabású vállalkozást mert ráépíteni. Persze a kolumbusi utazás már hatalmas alátámasztást adott az elgondolásnak, teljes bizonyítást azonban csak a *Magellan*-féle utazás nyújtott.

Az elmélet által elősegített gyakorlat ismét visszaadta az energiát az elméletnek és megindult a tudománytörténelem egyik legérdekesebb és legfontosabb szellemi forradalma. A Föld gömb alakjának a felismerése maga még nem volt döntő ellentétben a geocentrikus szemlélettel, de a gömb alak következményeinek vizsgálata óriási hatású gondolatfolyamatot indított meg. *Kopernikus*, *Kepler* és *Galilei* számára a koordinátarendszer középpontjának áthelyezése a Napha nem volt sokkal több egy egyszerű egyszerűsítésnél. A transzformáció a szükségszerűség igényével akkor lépett fel, amikor a logikai alapot a *Newton* által felismert gravitációs törvény megadta.

A probléma tehát először koordinátatranszformációban jelentkezett és oldódott meg. A koordinátarendszer választásának fontossága természetesen továbbra is fennmaradt, csak időlegesen háttérbe szorult

A mérések ugyanis nem voltak elegendő pontosak ahhoz, hogy az eltéréseket a newtoni törvénytől kimutassák. Az alkalmazott koordináta-rendszerek további — és az előbbinél sokkal tudatosabb — mélyreható vizsgálata vezetett századunkban a relativitáselmélet kifejlesztésére.

Látható tehát, hogy az alkalmazott koordináta-rendszerek fontosságának minden tudós előtt világosnak kell lenni, és mégis igen sokszor használunk vizsgálatainkban helytelen koordináta-rendszert. Mi ugyanis a gravitációs tér által befolyásolt szemléletünk rabságában élünk. Ez nem volna baj, ha közben érzékelnénk ennek a térnek gömbi szerkezetét. A földgömbhöz viszonyított kicsinységünk miatt azonban a gyakorlati életben nem vesszük tekintetbe a nivófelület görbültségét és síknak tekintjük még ott is, ahol a probléma természete megköveteli a gömbi szerkezet tekintetbevételét és alkalmazását.

Egész Földünket globálisan érintő kérdésekben legtöbbször az egyenlítői koordináta-rendszert kell alkalmaznunk. Ez egy olyan rendszer, amelynek egyik síkja az Egyenlítő, a másik kettő pedig egymásra és az Egyenlítő síkjára merőleges. A három sík metszéspontja a Föld középpontjában van. Megállapodásszerűen ma általában az egyik, az Egyenlítőre merőleges koordinátasíknak azt a síkot választjuk, amely a London melletti greenwichi csillagvizsgáló főműszernek tengelyén megy keresztül.

Természetesen nemcsak a koordináta-rendszer alkalmas választása a fontos, hanem a kutatásra alkalmazott lépték méretarányának helyes megválasztása is döntő lehet. Egyes kérdésekben ugyanis a koordináta-rendszer tengelyei állandóaknak tekinthetők, másokban azonban nem. Nem beszélhetünk pl. a Föld forgássebességének ingadozás-vizsgálatáról, ha vizsgálatainkban a nap hosszát, mondjuk, csak tizedmásodperc pontossággal mérjük. Igen sok esetben a mérések pontatlansága miatt koordináta-rendszereinknek bizonyos matematikai elvontságot vagyunk hajlandók tulajdonítani. Sohasem szabad azonban koordináta-rendszereinknek teljesen matematikai jelleget tulajdonítani, mert ilyen szemlélettel esetleg elszakadhatunk a fizikai problémáktól. Ha azonban tudatára ébredünk annak, hogy mi a méréseinket mindig a gravitációs térhez és a Föld forgástengelyéhez igazított műszerekkel végezzük, akkor az elvont egyenesekkel és síkokkal dolgozó matematikai alapokról átlépünk a fizikai mérések területére és munkánkban mind nagyobb szerepet játszik az anyag.

Koordináta-rendszerünk szorosan a Föld gravitációs tere és forgástengelye által megszabott irányítású. Persze ezek a fogalmak nagyon állandóak és a felületes szemlélő könnyen hajlandó matematikai elvontságot tulajdonítani nekik. Pedig a Föld anyagával való kapcsolatuk

révén ezek a koordinátatengelyek bonyolult mozgásokat végeznek. Pontosabb vizsgálatokkal ugyanis megállapították, hogy a gravitációs tér iránya és nagysága, a Föld forgássebessége és forgástengelyének iránya nem állandó, hanem időben változik.

A gravitációs tér irány- és nagyságváltozását két csoportra oszthatjuk: a rövid és hosszú periódusú változásokra. A rövid periódusú változások oka a körülöttünk keringő közeli égitestek közvetlen gravitációs hatása. Ilyen tekintetben a mai mérési pontosságok esetén csak a Nap és a Hold hatása jöhet számításba, az első nagy tömegénél, a második a közelségénél fogva. A bolygók hatását távolságuk és kicsinyiségük miatt elhanyagolhatónak vehetjük.

A hosszú periódusú gravitációs térváltozásról közvetlen mérési tapasztalatunk még nincs, mert a kimutatására abszolút gravitációs méréseink még nem elég pontosak. A változások jellegére azonban kerülő úton következtethetünk. A nyugvó tenger felszíne ugyanis a gravitációs erő irányára mindig merőleges, vagyis a nyugvó folyadékfelszín a gravitációs tér nivófelülete. A hosszú sorozatú, ugyanazon a helyen végzett tengerszint megfigyelésekből kiderül, hogy a tengerszint magassága nem állandó, hanem lassú, jellegzetes változást mutat. Ennek a változásnak az okát részben abban találhatjuk, hogy a megfigyelő állomás helyén a földkéreg lassan emelkedik vagy süllyed, tehát a tengerszint változás helyi jellegű, geológiai folyamat következménye. Ha azonban az egymástól nagy távolságra fekvő tengerszint magasságmérő állomások adatrendszereit egymással összehasonlítjuk, akkor azt találjuk, hogy bennük valami általános jelleg is kifejezésre jut. Így pl. Angliában és Ausztráliában levő állomások tengerszint változása azonos jellegű menetet mutat, a köztük levő indiai és afrikai állomások pedig ellenkezőt (29. ábra). Ez arra mutat, hogy a tengerszint változás jelenségében a helyi kéregmozgások mellett egy, az egész Földet jellemző globális változás is felismerhető. Vagyis gravitációs térünk iránya és valószínűleg a nagysága is valamilyen, a Föld belsejében végbemenő folyamat következtében megváltozik.

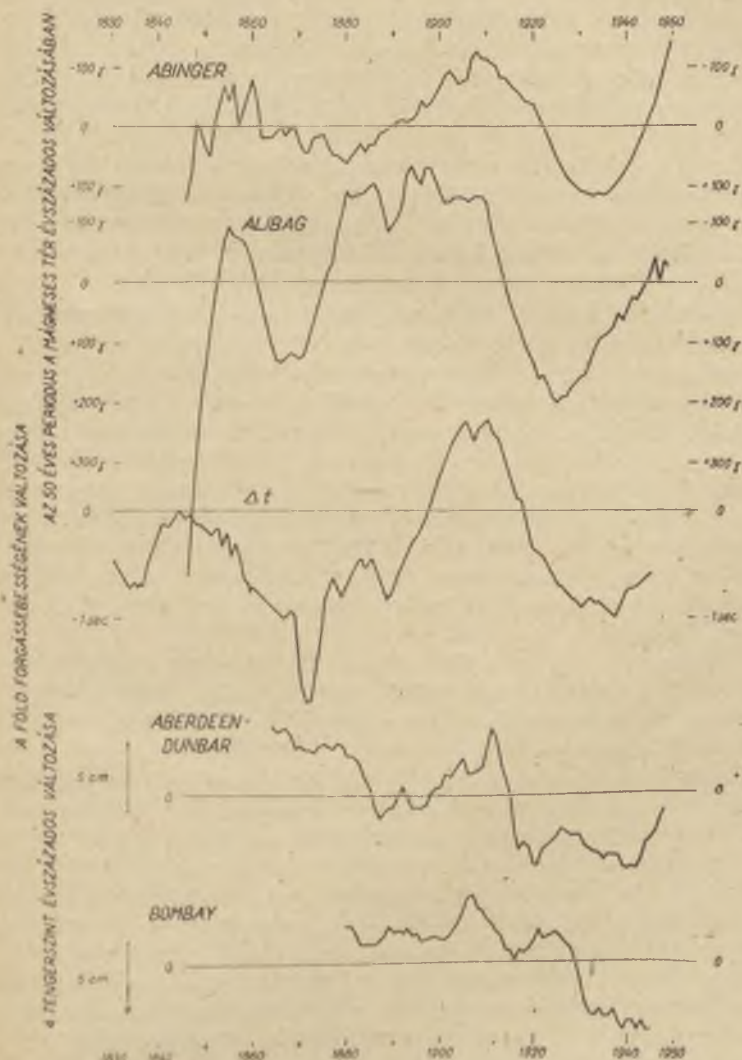
Az általában nagyon állandónak tekinthető tengerszint magassághoz hasonlóan a Föld tengelyének az iránya is megváltozik. Ennek a földtengely ingadozásnak állandó megfigyelésével a 40. szélességi fokon, egymástól kb. egyenlő távolságra telepített hat obszervatórium foglalkozik. Ez a már igen régen működő szolgálat a földtengely irányát nagy pontossággal méri és irányváltozásait rendszeresen meghatározza. Sajnos a módszer, amelyet alkalmaznak, nem mutatja ki a forgástengely önmagával párhuzamos eltolódását. Az általuk észlelt változás kicsi, de nagy pontosságú mérések esetén fontos lehet. Különösen fontos ezeknek a méréseknek az eredménye a Föld belső szerkezetének tulajdonságaival foglalkozó elméletek szempontjából.

Az eddigiekből láttuk, hogy az irányjellegű koordinátamennyiségek változnak és egyáltalában nem tekinthetők matematikai stabilitásúaknak. Ezt a tulajdonságot a pontosabb vizsgálatok a Föld forgássebességéről is kiderítették. Különböző csillagászati periódusok ismétlődésének vizsgálatából megállapítható, hogy a Föld forgássebességének van egy lassú változása. Ez a változás több komponensből tevődik össze. A legfontosabb ezekből a forgássebességnek egy lassú, évszázados csökkenése, amelyet eleinte a tenger árapály fékező hatásának tulajdonítottak. Pontosabb vizsgálatok szerint azonban, ha az árapály jelenségében minden folyamatot tekintetbe veszünk, ilyen fékeződés nincs.



21. ábra. A tengerszint ingadozása a Föld különböző pontjain (angliai, tuniszi, indiai és ausztráliai mareográf állomások ötös ölelkező középképzéssel simított adatai)

Újabb elgondolások szerint a Föld forgássebességének ez a lassú, egyenletes csökkenése a Föld tehetetlenségi nyomatékának lassú növekedésével, vagyis a Föld tágulásával magyarázható.



30. ábra. A földmágneses tér évszázados változásának, a Föld forgássebességének és tengerszintjének ingadozása az utolsó évszázad megfigyelései alapján

A Föld forgássebességében ezen a csökkenésen kívül egyéb változásokat is megfigyelhetünk. Észlelhető benne ugyanis egy lassú, több évszázados periódusú és egy rövidebb, mintegy 50 év periódusú lüktetés. Ez a rövidebb periódus igen fontos, mert vizsgálatára az utolsó évtizedek nagy pontosságú adatait is felhasználhatjuk. A lüktetés mérete elég kicsi, mert a Föld 1910 körül közel 1 másodpercet késett, 1935 körül pedig ugyancsak 1 másodpercet sietett az átlagos járásához viszonyítva. Ha azonban megvizsgáljuk az ilyen méretű késésnek és sietésnek energetikus alapjait, akkor azt találjuk, hogy 1910-től 1935-ig a tengerszint 63 cm-es süllyedése okozott volna ekkora változást. Ilyen méretű tengerszint változást sehol sem észlelünk és tizedrésnyi változás is kivételesnek tekinthető. Más, ehben a tekintetben számbajöhető nagyméretű tömegmozgásokat a Föld felszínén nem észlelünk, fel kell tehát tételeznünk, hogy a Föld forgássebességének ingadozását a Föld magjában végbemenő tömegmozgások okozhatják.

Az előzőkből látható, hogy pontosabb vizsgálatok esetén koordinárendszerünk eleinte annyira állandónak hitt tengelyei mozognak és ezeknek a mozgásoknak hatalmas energetikai hátterük van. Nyilvánvaló, hogy a jelenségek vizsgálatával Földünk belsejének néhány sajátosságát meg lehet közelíteni. Érdekes ezzel kapcsolatban megemlíteni, hogy a tengerszint ingadozásban, a sarkmagasság ingadozásban és a forgássebesség ingadozásban jelentkező nagyméretű tömegmozgásra utaló 50 éves periódus a földmágneses tér évszázados változásában is megtalálható. Ez annyit jelent, hogy a Föld mágneses terének évszázados változása nemcsak különösen stabilis elektromos áramrendszerek változásának következménye, hanem határozott tömegelmozdulásokkal is kapcsolatos.

A földmágnesség és a Föld anyagi felépítésének kapcsolatára az utóbbi időben újabb bizonyítékot sikerült találni. Régen ismeretes ugyanis, hogy a Föld mágneses tere excentrikus felépítésű, és a Föld mágneses középpontja nem esik egybe a földgömb geometriai középpontjával. Nem lenne ez a jelenség érdekes, ha csak a kimutathatóság határára levő néhány km-es eltolódásról lenne szó. A mérések azonban arra mutatnak, hogy ez az excentricitás meglepően nagy, mintegy 350 km a Marshall-szigetek irányában. Sok nagyságrenddel meghaladja tehát a mágneses mérések pontosságát. Az eltolódást az utolsó évszázad összes mágneses felvételeiből kimutathatjuk és ezekből a mágneses középpontnak egy határozott nyugati irányú mozgását is megállapíthatjuk. Ha az előzők szerint a Föld mágneses terének változását tömegelmozdulással azonosítjuk, akkor nyilvánvalóan a mágneses tér ezen nagyméretű excentricitása bizonyos tömegdeformációkra és tömegexcentricitásra vezethető vissza.

Érdekes ezzel kapcsolatban megállapítani, hogy a Föld egyenlítői

metszete a geodéziai mérések szerint nem kör, hanem ellipszis, vagyis a Föld alakja nem forgási ellipszoid, hanem háromtengelyű ellipszoid. Az Egyenlítő deformáltsága nem nagy, az egyenlítői ellipszis nagy- és kistengelyének különbsége 200—300 méter. Nagyon fontos azonban az a tény, hogy ennek az ellipszisnek a nagytengelye éppen a mágneses tér excentricitásának irányába mutat, tehát a mágneses deformáció tömegdeformációként is jelentkezik. Ha feltételezzük, hogy a Föld belső magja a külső maghőj anyagában 350 km-nyire excentrikusan helyezkedik el, akkor az egyenlítői ellipszist irány és nagyság szerint jól leíró gravitációs nívófelületet kapunk.

Ha a mágneses középpont és a Föld belső magjának fent leírt szoros kapcsolata valóban fennáll, annak igen fontos további következményei is vannak. A mágneses középpont, mint már említettük, nyugat felé vándorol és ha ez az elmozdulás a földmag elmozdulásával egyértelmű, akkor az egyenlítői ellipszis nagytengelye is egy nyugati irányú mozgást kell végezzen, vagyis a Föld alakjának is van évszázados változása. A tömegvándorlással kapcsolatban a nívófelületen természetesen a gravitációs tér is változni fog, vagyis a gravitációs térnek is van évszázados változása. Mindkét változás befolyásolja koordinátarendszerünk tengelyeit, tehát a csillagászat területén a mérések eredményeire befolyással van.

Érdekes megfigyelni a gondolatmenetben a csillagászati mérések eredményeinek hatását a geofizikai elképzelésekre és érdekes volna a geofizikai elgondolást alkalmazni a csillagászat területére. Ugyanis, ha a Föld excentrikus tömegfelépítésű, akkor ennek az excentricitásnak a Hold mozgásában esetleg perturbáció formájában jelentkeznie kell. A koordinátarendszer tengelyeinek változása pedig a csillagok pozíciójának évszázados változását okozhatja.

Láttuk, hogy a Föld tágulásának a feltételezése csillagászati méréseink időkoordinátájának változását megmagyarázza. Ha a Föld magja degenerált anyagának átalakulását nem degenerálttá azzal magyarázzuk, hogy a gravitációs állandó csökken, akkor további igen fontos kapcsolatokra bukkanunk a két tudomány között. Felmerül ugyanis az a kérdés, hogy a gravitációs állandó a Világegyetem egész általunk eddig tanulmányozott részében csökkenő tendenciájú-e, vagy pedig a jelenség csak a Naprendszerre, vagy esetleg a Tejútrendszerre terjed-e ki. Az első esetben a jelenség kapcsolatban lehet a Világegyetem ismert része úgynevezett tágulásának jelenségével, a második esetben pedig a fehér törpék problémája vetődik fel. Ismeretesek ugyanis olyan csillagok, amelyek anyagának a sűrűsége a miáltalunk ismert anyagokénál sok nagyságrenddel nagyobb. Feltehető, hogy ezekben a csillagokban a gravitációs állandó még igen nagy és az anyag az óriási nyomás következtében magasfokú degeneráltságban van.

Ha pedig az ilyen anyagrendszereknek sajátos gravitációs állandójuk van, akkor ez az állandó nemcsak a megfigyelése idejétől, hanem helyétől is függ. A gravitációs állandó problémája annál is inkább fontos, mert befolyásolhatja a bolygórendszerek kialakulására vonatkozó eddigi elgondolásainkat.

A két tudomány területén megoldatlan probléma és kutatásra váró összefüggés bőven van. Különösen termékenynek lehet tekinteni a határterületek vizsgálatát, mert itt viszonylag kis műszerfelszereléssel, inkább a gyűjtött anyag helyes csoportosításával és kiértékelésével lehet eredményt elérni.



J A A N E I N A S T O ( T A R T U ) :

## MESTERSÉGES HOLDAK MEGFIGYELÉSE A SZOVJETUNIÓBAN

### *I. Megfigyelési módszerek*

I. A vizuális megfigyelések célja a mesterséges holdak (továbbiakban holdak. — *Ford.*) pályaelemeinek folyamatos meghatározása. Ezen elemek ismeretében a jövőbeli átvonulásokat előre jósolhatjuk (vagyis szputnyik-efemerisek határozhatók meg) és a hold rádiója segítségével a kapott információkat a hold helyzetének megállapítására használhatjuk. A megkívánt pontosság 0,05 és 0,5. Nagyon fontos emellett a gyors feldolgozás és a mérési eredmények távirati szétküldése.

A Szovjetunióban a vizuális megfigyelések végrehajtására egyetemeken, pedagógiai főiskoláknál, csillagdáknál összesen 66 szputnyik-követő állomást létesítettek.

A vizuális megfigyelésekre szolgáló állomások legfontosabb felszerelése a következő:

1. AT-1 távcsövek (a 7—8 magnitúdó fényerejű csillagok megfigyelésére alkalmas). 2. Nagy, binokuláris tábori látcső. 3. Binokuláris távcső (magnitúdóhatár kb. 9<sup>m</sup>). 4. Rádiókészülék PRV. 5. Nyomtató kronográf.

A hold pozícióját a következő módszerekkel lehet meghatározni:

1. Az AT-1 távcső látómezejének hálózatát előzetesen vagy utólag kapcsolatban hozva a csillagokkal.

2. Közvetlenül a csillagokhoz viszonyítva.

3. Azimutális koordinátarendszerben, teodolit segítségével.

A gyakorlati munka azt mutatja, hogy a megfigyelésekben különféle hibák mutatkoznak. Azért, hogy ezeket a hibákat később felfedezhessék és kijavíthassák, az összes megfigyeléseket gondosan jegyzőkönyvezik és megőrzik.

Az időpillanatot stopperórával vagy nyomtató kronográfal rögzítik.



31. ábra. Az AT-1 távcső

10 cm-es lencsenyílásuk és 25 cm-es gyújtótávolságuk van, a képmező  $32^\circ \times 52^\circ$  nagyságú: fényérzékeny fotóanyaggal mozgó objektumok  $3^m,5$ -ig fotografálhatók,  $1^\circ$ -os másodpercenkénti szögsebesség mellett. Több állomás és csillagda másféle légikamerát és asztrógráfot használ. A gyenge optika miatt ilyen készülékkel csak fényes szputnyikok fényképezhetők.

Asztrometriai célokra a rövid megvilágítási idők vagy rövid szünet hosszabb expozíciók között kívánatos. Ezért a felvételnél —...— vagy ——— megvilágítást alkalmaznak. (A hosszabb megvilágítás a kezdéskor és a végén megkönnyíti a nyom megtalálását.) A szabványos holdkövető kamerával  $0'1$ — $0'5$  és  $0^s$ — $005$  és  $0^s,010$  pontosságot lehet elérni.

A felvételeket a szokott módon kimérik és feldolgozzák. Ilyen fényképek asztrometriai kimérésére különleges módszereket dolgoztak ki.

A fotometriai megfigyelések főleg a szputnyik orientációjának és rotációs sebességének meghatározására szolgálnak. A holdak pontos

A fotografikus megfigyelések célja pontos adatokat szerezni a szputnyikpályáról. A pályaelemek változásának segítségével meghatározhatjuk a Föld ellipszoid lapultságát és a felső légrétegek sűrűségét. Helyi eltérések az elméleti pályától mutatják, hogy ott a Föld belsejében helyi sűrűsödések fordulnak elő.

A Szovjetunióban 24 állomáson végeznek fotografikus megfigyeléseket. A legtöbb ilyen állomás csillagdak mellett működik és olyan egyetemeken, ahol csillagászok kiképzése folyik.

Az állomásokat különleges fotografikus készülékkel és nyomtató kronográf-fal szerelték fel. A fotokamerákat légi fényképező kamerákból alakították át:

fotometriai vizsgálata megadja a szükséges adatokat albedójuk (fény-visszaverőképességük) meghatározására.

Fotometriai megfigyeléseket sok, elsősorban a vizuális megfigyeléseket is végző állomás folytat. Majdnem minden eddigi meghatározás a Pickering-féle vizuális becslés alapján történt. A szputnyik fényességét olyan meghatározott csillagok fényével hasonlítják össze, amelyeket a hold pályája közelében már előzőleg kiválasztottak. Az elérhető pontosság kb.  $0^m,5$ .

Néhány fotografikus állomáson kísérleteztek a hold fényének fotografiai úton való meghatározásával is. A feldolgozás azonban bonyolult, azonkívül nehéz a szisztematikus hibákat elkerülni.

## *II. A megfigyelési módszerek tökéletesítése*

A szputnyik-megfigyelések ma még korántsem mondhatók tökéletesnek, mert egyszerűségük ellenére időtrabló, sok munkaerőt megkívánó módszerek, az elérhető pontosság pedig csekély. Ezért több állomáson és számos intézetben erősen dolgoznak a megfigyelési módszerek javításán és tökéletesítésén.

### *A vizuális megfigyelések tökéletesítése*

A vizuális megfigyelések legfőbb hibája a nagy munkaerőszükséglet és a csekély pontosság. Ezen hiány megszüntethető a körosztás leolvasásait és az időpontot automatikusan jegyző teodolittal. Ilyen teodolitokat Tartuban és Rigában szerkesztettek.

Rigában a teodolitokra különleges tárcsákat szereltek, amelyek minden egész foknál elektromos impulzust adnak. Ezeket az impulzusokat két nyomtató kronográf jegyzi.

Tartuban az optikai teodolit leolvasásait fotografálják, a fotografálás pillanatát kronográffal rögzítik. Ehhez „Leningrád” típusú fotokamerát használnak, melyben rugószerkezet továbbítja a filmet. A mechanizmus egy felhúzásával 20 felvétel készíthető egymás után.

Mindkét teodolit pontosságát a vizuális beállítás pontossága szabja meg, mely mozgó tárgynál nem nagyobb  $0^\circ,1$  és  $0^s,1$ -nél. A megfigyelésekhez és feldolgozásukhoz csak egy személy szükséges. A feldolgozás kevés időt kíván, egy átmenet feldolgozásához kb. 30–60 perc szükséges.

Az olyan teodolit, melynek fotografikus regisztrálása van, az elektromosan regisztráló teodolittal szemben azzal az előnnyel bír, hogy eredményt ad a pálya kulminációs magasságának megmérésénél, azonkívül a megfigyelési eredményeknél időbeli interpolációra szükség nincs.

## *A fotografikus észlelés tökéletesítése*

A fotografikus megfigyelések legfőbb hátránya, hogy az elérhető magnitúdó nem nagy. Valamely mozgó testnél ezt a magnitúdót a

$$C = \frac{D^2}{F}$$

mennyiség határozza meg, ahol  $D$  az objektív átmérőjét,  $F$  a gyűjtőtávolságot adja meg. A szabványos típusú holdkövető kameráknál ez az érték  $C = 4$ .

A fényerőt a kamera nagyságával növelni nagyon költséges. Például a Baker-Nunn kameráknál ( $D = F = 50$  cm) az érték  $C = 50$ , ami csupán  $2^m,7$ -val növeli a határmagnitúdót.

Sokkal jobb eredményt ad a szputnyiknak a fotoemulzió futó képe sebességének csökkentése. A sebességet századrésziére csökkentve a határmagnitúdó  $5^m$ -val nő. A szputnyikkép mozgásának lassítására többféle módszert ajánlanak.

Leningrádi és kazáni csillagászok a közönséges asztrográfoknál mozgatható lemezeket használnak. A mozgási sebesség és irány szabályozható. Mivel az asztrográf látómezeje viszonylag kicsiny, ez a módszer csak nagyon pontos efemerisek esetén használható. Az elérhető asztrometriai pontosság nagy.

Pulkovóban *Panajotov* szerkesztett egy kamerát mozgatható tekerescsillaggal. A mozgási sebesség és irány ugyancsak szabályozható. A kamerának rövid gyűjtőtávolsága és nagy látómezeje van, azonkívül hosszú megvilágítást (fél óra, vagy még több) tesz lehetővé. Ezért ez a kamera igen értékes pontatlan efemeridájú vagy akár teljesen elvesztett holdak felkutatására. Asztrometriai pontossága nem a legjobb.

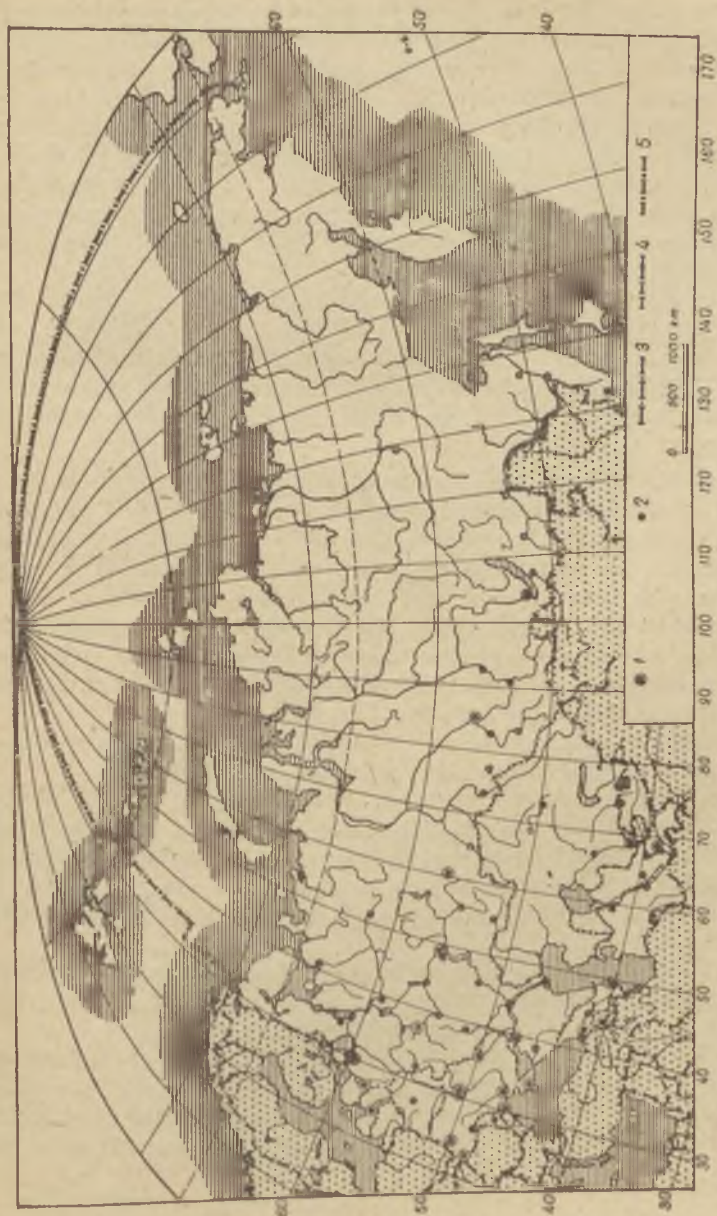
A háttér csillagait mindkét esetben mozdulatlan lemezre fényképezik vagy mozdulatlan, vagy a csillagokra vezetett távcsővel.

Rigában rezgőlemezű kamerát készítettek. A rezgések oly módon történnek, hogy egy darabig a csillagok képe mozdulatlanul áll, majd a lemez ismét a szputnyik sebességének megfelelően elmozdul. Rezgésszám és irány szabályozható. A hold nyoma a lemezen pontok vagy rövid vonalak sorozata. A sztrometriai pontossága aránylag jó.

A szputnyik-megfigyeléseknek, mint általában az asztrometriai megfigyeléseknek, gyenge pontja az időmeghatározás. Ez idő szerint az időszolgálat tökéletesítésére folynak az előkészületek.

## *A fotometriai megfigyelések tökéletesítése*

A fotometriai megfigyelések legfőbb hibája a csekély pontosság. Vizuális megfigyeléseknél a pontosságot  $0^m,5$  fölé emelni gyakorlatilag lehetetlen. A pontosságot egyszerű, vizuális fotométerrel növelni lehet.



32. ábra. Az optikai szpudnyikkövelő átlomások a Szovjetunióban

Ilyen fotométert Rigában, Tartuban és más állomásokon szerkesztettek, de nehéz a szisztematikus hibákat elkerülni. A fotografikus fényességméréseknél is találunk szisztematikus hibákat. A legnagyobb pontosságot fotoelektromos méréssel érhetjük el. Ilyen méréseket azonban csak akkor végezhetünk, ha a távcső automatikusan követi a holdat. Egy automatikus holdkövető távcső asztrometriai célokra is jól megfelel.

Önműködő holdkövető távcső szerkesztését nagyon megnehezíti, hogy a szputnyik látszólagos mozgásának formulái elég bonyolultak. A hold gyenge és változó fényessége miatt fotoelektromos vezetőberendezést is nehéz használni.

Önműködő holdkövető távcsövek szerkesztésével jelenleg Kiebben és Tartuban foglalkoznak.

A hold-átmenetek fotoelektromos úton történő regisztrálására több kísérlet történt (Moszkvában és a Krímben). Ezen kísérletek azonban, különféle technikai nehézségek miatt, ez ideig csupán próbálkozás jellegűek.

A szputnyikmegfigyelő-állomások dolgozói főleg egyetemi hallgatók, kivéve az olyan állomásoknál, amelyek csillagdak mellett működnek. A rendszeres munka az állomásokon az egyetemistáktól nagyon sok időt követel. Le kell mondaniok az éjszakai nyugalomról és számos szórakozásról. Kérdés, hogy erre szükség van-e egyáltalán.

Majdnem minden állomáson azt tapasztalták, hogy az állomások gyakorlati munkája nagyban emeli a csillagászat iránti érdeklődést. Az ilyen hallgatók gyakorlati érzéke is sokkal nagyobb, mint az olyanoké, akik az állomásokon nem dolgoznak.

Pedagógiai szempontból a hallgatók bekapcsolására a megfigyelő munkába a következő rendszer bizonyult legjobbnak.

Az elsőéves matematika-fizika szakos hallgatók közül kiválasztanak 20—40 személyt a tehetségesek és csillagászat iránt érdeklődők közül. Ezek elméleti előadásokat hallgatnak és gyakorlati megfigyeléseket végeznek. A kiképzés befejezésével a vizuális megfigyelések legnagyobb terhet viselik mindaddig, amíg újabb hallgatók le nem váltják őket.

A 2. évfolyam hallgatóit, akik ezt kívánják, különleges szputnyikmegfigyelésekre (teodolit, fotografikus észlelés stb.) képezik ki. Részt vesznek a fiatalabb hallgatók kiképzésében is.

A 3. évfolyamon a hallgatók szorosabb szakterületet választanak maguknak. Akik csillagásznak készülnek, részt vesznek a szokásos csillagászati észlelésekben és emellett a mesterséges holdak megfigyelését is végzik. Tehetségesebb hallgatók a tudományos munkában is részt vesznek.



33. ábra. Azon optikai szpünyikkörül állomások eloszlása a földgömbön, melyek a Szovjetunióval közlik eredményeiket

R. J. DAVIS, F. L. WHIPPLE és G. A. WHITNEY:

## CSILLAGÁSZATI TÁVCSŐ A VILÁGÚRBEN\*

Az égitestek fizikai tulajdonságait és kémiai összetételét vizsgáló asztrofizikusok manapság leginkább a három vakhoz hasonlíthatók, akik különféleképpen írják le az elefántot: mint kötelet, fatörzset vagy kígyót, aszerint, hogy az állatnak a farkát, lábát vagy törzsét tapintották meg.

A Nap például felszínéről és az azt körülvevő naplégrégről sokféle „rejtjelezett” üzenetet bocsát ki, elektromágneses sugárzás alakjában. Mi a Földön színeképi vizsgálatainkat csupán azokra a kibocsátott sugárzásokra korlátozhatjuk, amelyeket a Föld atmoszférája átenged.

Elméleti kutatások és a légkörkutató rakétákkal nyerhető gyér adatok mutatják, hogy az ultraibolyában 3000 Å alatt a számunkra elérhetetlen spektráltartomány rejti a megoldást sok olyan alapvető problémára, ami az atomfizikust, asztrofizikust, geofizikust stb. érdekli.

Mint hogy a leggyakoribb elemek — H, He, C, N, O — legjelentősebb színeképvonalai a távoli ultraibolya tartományban vannak, pontos adatokra van szükségünk a színekép ezen részéről, ha megbízhatóan akarunk tájékozódni a kémiai összetételről. Még fontosabb, hogy a csillag sugárzási egyensúlyban van ebben a tartományban, mely hasonlatunkban az elefánt testét képviseli.

Az a tény, hogy az ultraibolya tartomány értékes adatokat adhat az asztrofizikának, nem mai felismerés, de csupán korunkban vált reális reménnyé annak elérése. Például a csillagközi anyag a forró csillagok elektromágneses és korpuszkuláris sugárzása által kerül gerjesztett állapotba, de földi állomásokról ennek a folyamatnak a kiterjedését és hatékonyságát csupán becsülni lehet. Közlelbi példa a Nap koronája, melynek spektruma túlnyomóan az ultraibolya tartományba esik. *S. Chapman* új nézetei szerint a napkorona az egész Naprendszerre kiterjed, beburkolja és fűti a Föld felső légrétegét.

\* Az *Astronautical Sciences Review* 1959/jan.—márc. számában megjelent cikk fordítása.



Az ultraibolya sugárzástartomány laboratóriumainkban való tanulmányozása révén várható felfedezések jelentősége határtalan. Legnagyobb lehetőséget erre jelenleg a világűrbe telepített távcső nyújtja.

### Az „űr-teleszkóp”

Milyen fajtájú készüléket használjunk a 3000 Å-ön aluli sugárzástartomány kutatására? Jó kezdetnek ígérkezik egy szokványos optikai rendszer: 20 cm átmérőjű, 60 cm gyújtótávolságú tükröstávcsővel. Az optikai tengely nem metszi a tükröt, így a primer fókuszban televíziós vevőcsövet lehet elhelyezni anélkül, hogy az ultraibolya sugarak behatolását megakadályoznánk. A tükröző felület elgőzölögtetett alumínium film, vékony magnéziumfluorid réteggel bevonva azért, hogy megnöveljük a visszaverőképességet az ultraibolyában. A szűrők kvare, korund és kalciumfluorid lemezek, melyek a képeső elé helyezhetők, hogy korlátozzák a színképtartomány sávját. A képeső maga lithiumfluorid bevonatú, ez a színképsávot eleve az 1050—3000 Å közötti régióra korlátozza. Az optikai rácsok nagy lehetőséget adnak a spektrum felbontásához.

A mesterséges hold műszerezésének legfőbb problémája a megfelelő képeső kiválasztása, ha egyszer a televízió használata mellett döntöttünk a visszakapható filmmel szemben. A képeső meghatározza a feloldóképességet, az érzékenységet, a színképtartományt, a stabilitási követelményeket és a mesterséges hold energiaszükségletét. Ez az egész rendszer legkényesebb pontja. Egy vidikon típusú csőnek előnye, hogy nagy a feloldóképessége, kevés energiát kíván és aránylag kicsi. Az ortikon típusú cső jól kiválasztott színképtartományt ad, nagyon érzékeny és nagy a látómezeje. Végeredményben a színképtartomány és az érzékenység a döntő tényező. Nincs szükség a 3000 Å-nél nagyobb hullámhosszú sugárzás érzékelésére, de képesnek kell lennünk olyan csillagok megfigyelésére is, melyek csupán  $10^{-13}$  wattnyi energiát sugároznak a fényérzékeny felületre. Úgy véljük, ortikon típusú csövek teljesíthetik ezeket a követelményeket; a vidikon nagyobb fejlesztésre szorulna.

A telemetrálási problémák lényegében megoldottnak tekinthetők, mivel a követelmények hasonlóak a mesterséges holdaknál és űrrakétáknál fellépőkkel. Kell egy primér csatornának lenni a televíziós közvetítés számára és több szekunder csatornának, amelyek a mesterséges hold egyéb működéséről szolgáltatnak adatokat. A kép földi állomásokra közvetítéséhez szükséges energia arányos a közvetítendő hullámsávval, azaz pedig fordítva arányos az egy kép letapogatásához szükséges idővel. Így, ameddig az adókészülék teljesítmőképessége változatlan, a teljeségi térkép közvetítéséhez szükséges energia független a letapogatási

időtől. Hogy elkerüljük az energiapazarlást a stabilizációban és az állandó áramfogyasztású rendszerben, a legrövidebb letapogatási időt választjuk, amely még megadja a kívánt érzékenységet. A közvetítés hatásfokában hirtelen csökkenés áll be, amint kicsiny csövekről — amelyek fűtőkörben billentyűzöttek lehetnek — nagy csövekre térünk át, melyeknek több másodpercre van szükségük a felhevüléshez. Ez végeredményben meghatározza a legrövidebb letapogatási időt, amely még megengedhető. Ez 1. másodperc, mely kb. 250 kilociklus/sec sáv szélességet igényel, akár az ortikon, akár a vidikon cső végső feloldóképességét használjuk. A kisugárzott energiának pedig legalább 0,5 wattnak kell lennie. Minthogy a Földről ellenőrizhetjük a mesterséges holdak legfőbb funkcióit, a szükségesnek megfelelően növelhetjük az expozíciós időt és csökkenthetjük a sáv szélességet.

Második nagy probléma a mesterséges hold stabilizálása. A kép elmosódásának megakadályozására az optikai tengelyt óránként csak kevesebb mint 20 fokkal szabad elmozdítani, még akkor is, ha a maximális expozíciós idő 1 másodperc. Nyilvánvalóan nem lehet olyan egyszerű irányítást használni, amely a mesterséges hold keringésétől függ, mert akkor a hold elfordulása kétóránként  $360^\circ$  körül lesz. Komplikáló faktorként az „árapály effektus” is jelentkezik, ami a mesterséges hold főtethetlenségi tengelyét a Föld középpontja felé fordítja el.

A stabilizáció problémáját ezért három lépésben közelíthetjük meg. *Először* a visszamaradó forgatónyomatékokt kell megszüntetni önműködően ellenőrzött gázrakétákkal, elsősorban inerciális módszerrel, majd napkereső berendezéssel. A teleszkóp ekkor  $90^\circ$ -kal fordul el a Naptól és a forgás teljesen, a bukfencezés részben megszűnik. *Másrészt* az űrteleszkópot jól kiegyensúlyozva kell konstruálni, az árapály-keltő erők hatásának minimumra redukálásával.

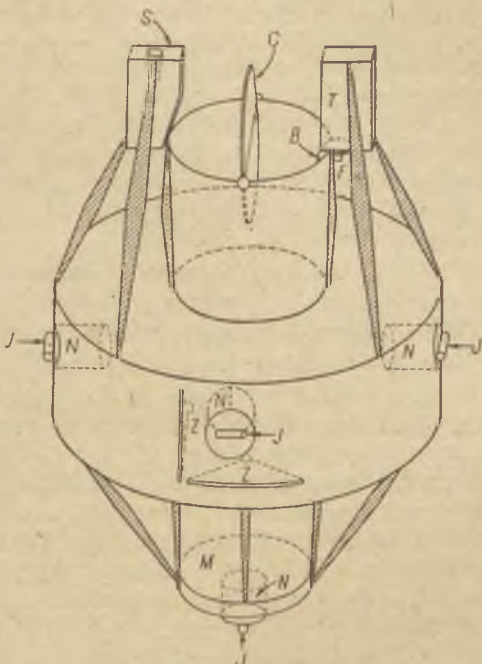
*Harmadsorban*, a rendszer tartalmazzon három sorozat kicsiny lendkereket; akkor a megmaradó forgatónyomaték átvihető ezekre a lendkerekekre, hogy nyugodt televíziós képet közvetíthessen a földi állomásra és hogy a teleszkópot az ég egyik pontjáról a másikkra lehessen irányítani.

Az űr-teleszkóp tervezésének fő problémáit ezzel megbeszéltük. A fennmaradó problémákat könnyebben olintézhetőnek gondolnánk. Sajnos, ezek a „kis” problémák gyakran nehezebbek, mint a „fő” feladatok; nem tehetjük fel például, hogy a mechanikus készülékek a súlytalan térben s teljes vákuumban jól működjenek és tudjuk, hogy az elektronikus készülékek csupán bizonyos meghatározott hőmérsékleti határokon belül működnek. Ezeknek a problémáknak egy részét az elmúlt két év alatt felbocsútott mesterséges holdaknál már jórészt megoldották.

A mi űr-teleszkópunk, hasonlatosan az 1958-as Explorerekhez,

folytatni fogja az adatok közlését mindaddig, amíg az energiaforrás elegendő energiával látja el az elektronikusk és elektromos felszerelést. Ezeknek a készülékeknek feladata és terjedelme nem engedi meg, hogy ellátásukban csupán a napenergiára támaszkodjunk. A mesterséges hold energiaszükségletének előreláthatóan több mint a felét a telepekből nyeri. A mesterséges holdtól várható adatok mennyisége főleg a holdban elhelyezett battériák súlyától függ. Ha ezek nem elégségesek az egész égbolt leképezéséhez, újabb mesterséges holdakat kell felbocsátanunk.

A műszerezést ki kell egészíteni bizonyos segédberendezésekkel. A hold önműködően záródó burkolattal rendelkezessen a fény kizárására, ha a távcső optikai tengelye megközelíti a Napot, valamint akkor is, ha a műszerek használaton kívül vannak. El kell látni antennákkal, vezérlő és ellenőrző berendezésekkel, távmérési elektronikával és különféle szerkezeti elemekkel. Az űrteleszkóp körülbelül a 34. ábrán vázoltaknak megfelelően fog megépülni.



34. ábra. Az űrteleszkóp optikai elemeinek leegyszerűsített vázlatla

Az  $M$  tükörről visszavert ultraibolya sugárzás keresztülhalad az  $F$  szűrőtárcsa egyik szűrőjén és a  $T$  televíziós kamera képcsövének érzékeny felületén fókuszálódik. A képek és egyéb információk így továbbíthatók a Földre. Ha a Nap  $20^\circ$ -ra megközelíti az optikai tengelyt, az  $S$  napelzáró automatikusan becsukja a  $C$  fedőt, kizárva a fényt a műszerből. A teleszkóp beállításakor az  $N$  motor a kis lendkerekeket forgatja. A forgatónyomaték kezdeti kiküszöbölésére a  $J$  rakéták gázt lövellnek ki mindaddig, amíg  $Z$  napkereső nem jelzi, hogy az optikai tengely derékszögben áll a napirányra. Az összes energiaforrás kikapcsolódik és a fedő becsukódik mindaddig, amíg a vezénylő-vevőkészülék a legcsekélyebb jelet nem kapja valamelyik földi állomásról.

A mesterséges holdat olyan egyszerűnek vettük, amennyire az egyáltalán lehetséges volt anélkül, hogy az asztrofizikai teljesítőképességet csökkentettük volna. Ezen egyszerűség eléréséhez azonban nagyon is komplex földi állomásokra van szükség.

A földi állomás szerves része az űr-teleszkóp rendszernek. Ezen állomások száma, elhelyezése szorosan kapcsolódik a mesterséges holdak számára kiválasztott legmegfelelőbb pályához. A felvevő antennarendszer érzékenysége meghatározza, milyen energiával kell a holdnak megadott pályájáról sugározni. Az antenna határfoka a hold követésében függ az antenna méreteitől, típusától és az ellenőrző rendszer bonyolultságától, míg a követés pontossága az antenna méretétől, típusától és a használt frekvenciától függ. A követés sebessége függ a mesterséges hold pályájától.

Az űr-teleszkóp ellenőrző állomás rendszerében elsősorban az ellenőrző helyiség, a számoló és analízáló központ érdekes, ez a központ segíti az állomáskezelőt az űr-teleszkóp ellenőrzésekor az adatok gyűjtésében és az adatok önműködő redukálásában is használni fogják.

Az ellenőrző helyiségbe beérkező telemetrált információk televíziós ernyőkön, oszcilloszkópon és mérőműszereken jelennek meg úgy, hogy a kezelő ellenőrizheti, hogyan működik az űrteleszkóp másfélezer kilométer magasságban. Neki nem szükséges a hold „szokványos” funkcióit figyelni, tehát a keresést, a követést, a durva stabilizálást, a teleszkóp beállításával egyik irányból a másikba, hanem csupán a készülékeket kell úgy beállítania, hogy olyan állandó, világos képet adjon, mely részben fedi a megelőző képet. A földi állomásról leadott jelzések ellenőrzik az űr-teleszkóp irányítását, a szűrőtárcsák beállítását és a tükörburkolat, valamint a televíziós kamera és az adó működési módját. A kezelő a földi állomáson adatokat kap, amelyek magukban foglalják a napérzékelő és napkereső információit, az űrtávcső számos mozgó alkatrészének helyzetét s a televíziós jelet. A földi állomáson magnetofon jegyzi fel az összes adatokat az ellenőrző szervezet működéséről és a kapott információkról a későbbi automatikus analízisra alkalmas formában. A televíziós képeket rendszeresen fotografálják, hogy ugyancsak bizonyos feldolgozások számára, állandó adatrögzítést kapjunk, könnyen tárolható formában. Mivel a képfelvevő csövet a Földről ellenőrzik, a kezelő a szinkronizációt maga végezheti, nem szükséges az automatikus szinkron-rendszerre támaszkodnia.

Ha biztosak lennénk abban, hogy az űr-teleszkóp iránya rögzítve marad akkor is, amikor nincs földi állomás kontrollja alatt, akkor egyetlen ellenőrző állomás is elégséges lenne a megfigyeléshez. Valahányszor a mesterséges hold elvonul az állomás felett, folytathatnánk

az észlelést, ahol abbahagytuk anélkül, hogy energiát pazarolnánk — csak a program tovább tart. Mégis szükség lehet a távcső beállításához kb. 10 percre minden egyes megfigyelési periódusban, sőt még többre is az első beállításnál. Tegyük fel, hogy a teleszkóp adása vehető lesz a zenittől számított  $80^\circ$ -on belül, akkor egy a Föld felett 800 km-re keringő mesterséges hold átvonulásonként csupán kb. 10 percig ellenőrizhető még a legkedvezőbb körülmények között is. Ezt az időtartamot reálisan csak úgy lehet megnövelni, ha a holdat magasabb pályára állítjuk, vagy a földi állomások számát növeljük (egymástól 4000 km-re) olyképpen, hogy követni tudjuk a holdat anélkül, hogy az ellenőrzésben hézag támadna. Még egy 1600 km magasságban vonuló hold esetén sem tanácsos csupán egyetlen állomást telepíteni, mert egy második állomás lényegesen kisebb költséggel létesíthető, mint amennyibe egy újabb hold felbocsátása kerül, viszont a szükséges felbocsátások számát harmadrészre csökkenti.

Két földi állomás telepítését tervezzük, egyiket az USA nyugati, másikat a keleti partjai közelében. Kell hogy e helyeknek tiszta horizontja legyen és a rádiófrekvenciás zavarok jelentéktelenek legyenek.

Egy földi állomás a  $40^\circ$  északi szélességen a 800 km magasan haladó űr-teleszkópot a  $20^\circ$  szélességig tudja követni. Egy ilyen holdnak az ég déli pólusa még  $7^\circ$ -kal van a horizontja felett. A mi ellenőrző állomásaink előreláthatóan a  $35^\circ$  északi szélességen lesznek.

Kihasz- náható leg- nagyobb zenit- távolság	Pályamagasság a föld felett (mérőföld)	200	500	1000
	Az állomások legnagyobb megengedett szeparációja mérföldekben .....	2700	3800	5000
	Legnagyobb használható magassága az ég déli pólusának a horizont felett	$—1^\circ$	$20^\circ$	$37^\circ$
$90^\circ$	Két állomás — az USA területén — maximális megfigyelési periódusa percekben .....	$—14$	30	43
	Átlagos megfigyelési idő' percekben, naponként, két állomással az USA-ban	52	120	160
	Az egész égboltozat négy színben történő feltérképezéséhez szükséges napok száma .....	2086	315	209
	A négyszínű tórkép készítéséhez szükséges tolopek súlya fontokban .....	504	170	142

Kihasználható legnagyobb zenittávolság	Pályamagasság a föld felett (mérőföld)	200	500	1000
80°	Az állomások legnagyobb megengedett szeparációja mérőföldekben .....	1500	3000	4000
	Legnagyobb használható magassága az ég déli pólusának a horizont felett .	—8°	11°	28°
	Két állomás — az USA területén — maximális megfigyelési periódusa percekben .....	10	21	32
	Átlagos megfigyelési idő percekben, naponként, két állomással az USA-ban	40	85	130
	Az egész égboltozat négy színben történő feltérképezéséhez szükséges napok száma .....	∞	557	240
	A négyszínű térkép készítéséhez szükséges telepek súlya fontokban .....	∞	208	154
70°	Az állomások legnagyobb megengedett szeparációja mérőföldekben .....	0	1850	2800
	Legnagyobb használható magassága az ég déli pólusának a horizont felett .	—12°	6°	21°
	Két állomás — az USA területén — maximális megfigyelési periódusa percekben .....	3	13	26
	Átlagos megfigyelési idő percekben, naponként, két állomással az USA-ban	12	54	88
	Az egész égboltozat négy színben történő feltérképezéséhez szükséges napok száma .....	∞	2086	557
	A négyszínű térkép készítéséhez szükséges telepek súlya fontokban .....	∞	504	208

A táblázat jelzi, hogy a holdteleszkóp működésének hatékonysága miként van meghatározva a hold pályájával és a földi állomások elhelyezése útján. Feltételezi, hogy mindkét állomás a 35° N közelében

van és mindegyik az amerikai szárazföld belsejébe esik. Nyilvánvalóan a táblázatba foglalt „legnagyobb megengedett szeparáció” a földi állomások között nem mindig valósítható meg ilyen körülmények között.

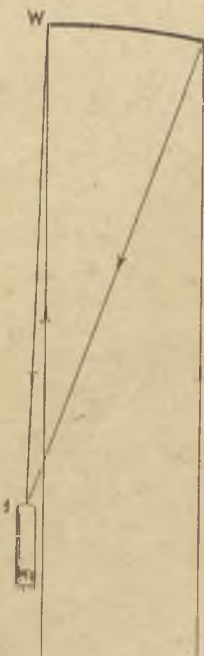
### *Asztrofizikai kutatások*

Legközelebbi lépés egy 68 kg súlyú telepekkel felszerelt, átlag 1600 km magasságban, amennyire lehet kör alakú pályán keringő mesterséges hold telepítése, melynek pályája kb.  $40^\circ$ -kal hajlik az Egyenlítőhöz. A mesterséges hold teljes súlya valamivel kevesebb lesz, mint 140 kg. Ha az egész égboltról négyszínű képet akarunk kapni, kb. 7 hónapig kell a holdat megfigyelni. Előnyösnek tartjuk 2—3 könnyű hold használatát. 2—3 év múlva egy ilyen mesterséges hold megadhatná az égbolt első teljes ultraibolya térképét. Mi következik azután?

Logikai sorrendben a 10 és 1000 Å közötti sugárzás tanulmányozása. Az 500 és 1000 Å közötti sáv a legegyszerűbb, a tükröző felületet alumínium-bevonat helyett elgőzöltetett platínából készítjük és az ablakokat, szűrőket kiküszöböljük a rendszerből. Előnyös lesz az is, ha minden az 1050 Å-nál hosszabb hullámhosszra vonatkozó érzékenységet kiküszöbölünk. Az 500 Å-nál rövidebb hullámhosszak számára érintőleges visszaverődést kell használnunk, hogy képet kapjunk, és űr-távcsövünk már nem hasonlít többé egy konvencionális eszközhöz.

A legtöbb csillag kisugárzása gyorsan gyengül a hullámhossz rövidülésével ebben a színtartományban, amint az intersztelláris anyag átlátszósága is. Ezért értelmetlen volna jóval 1000 Å alatt dolgozni, kivéve a Nap esetét. Kezdeti eredményeink mindenesetre betekintést engednek majd ebbe a világba.

További lehetőséget kínál az ultraibolya sugárzás kutatásához egyes kiválasztott objektumok vizsgálata nagyobb színekpi felbontással. Első felméréseink eredménye felbecsülhetetlen lesz ilyen objektumok kiválasztásához. Egy rész-spektrofotométer készíthető, mely fotografikus spektrogramokkal térhetne vissza a Földre és melynek expozícióit amellet televíziósmódszerrel ellenőrizni lehetne.



35. ábra. Egyszerűsített vázlat, mely fejlettebb modellnél mutatja be az ultraibolya sugaraknak a részletes spektrálanalízis számára összegyűjtött, valamely csillagról érkező fény útját

Végül lehetséges még más színképi tartományokba is ellátogatni. A szokványos fotografikus és vizuális tartományban az atmoszféra zavaró hatása csak elmossa a képet és nem akadályozza egészében magát a sugárzást. Az infravörös-spektrum nagy részét a vízgőz és széndioxid szelektív abszorpciója zárja ki. Az ezzel kapcsolatos problémák legnagyobb része azonban magassági ballonokkal jobban megoldható, mint űr-teleszkóppal.



## AZ 1959. ÁPRILIS 11-i PROTUBERANCIA

Érdekes protuberancia felvételeket közölt a Zeitschrift für Astrophysik; ezek a felvételek az ausztriai Sattendorfban működő Kanzelhöhe Napfizikai Observatóriumban készültek 1959. április 11-én, részint koronográffal, részint egy 200 cm gyújtótávolságú refraktorról, valamennyi esetben Lyot-szűrővel.

A Nap felületén már korábban is (február 9., március 7., április 4.) heves kitöréseket figyeltek meg. A 36a. kép az április 4-i kitörésről készült. Április 11-én a protuberancia csaknem teljesen a napkorong szélére került. Méreteire jellemző a 36b. kép, amelyen a kitörés maximális állapota látható.

Érdekes végignézni a következő képeket, amelyek a protuberancia kifejlődéséről adnak tájékoztatást:

37a.  $7^h28^m$ . A kitörés csaknem teljes egészében a napkorong szélére került.

37b.  $8^h43^m$ . A kép némileg módosult. A középső rész mintegy feloldódott és az egész protuberancia háromszög alakú lett.

37c.  $9^h01^m$ . A háromszög két szára most körülbelül egyformának látszik, méretre is, fényességre is. Az alap hossza mintegy 100 000 kilométer.

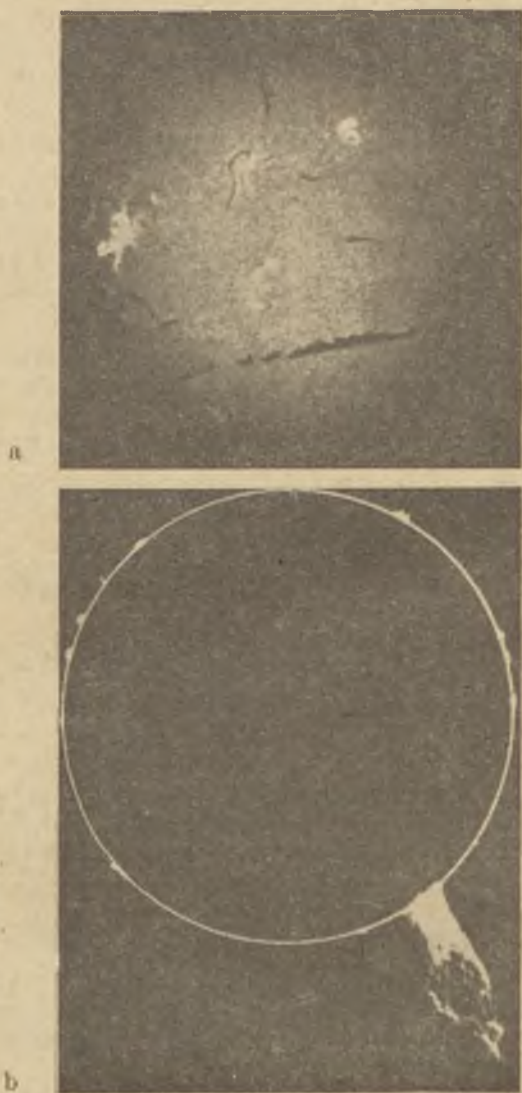
37d.  $9^h10^m$ . A háromszög megnyúlt, de még mindig összefüggő, bár az alkalmazott szűrő miatt csak az egyik ága látszik kellő fényességgel a képen. A következő felvételek már koronográffal készültek.

38a.  $9^h14^m$ . Ezen a képen már jobban kivehetők a finomabb részletek is.

38b.  $9^h18^m$ . A kitörés méreteiben tovább növekszik. Körülbelül  $9^h25^m$ -kor a keleti része elszakadt a Naptól. Az 38b. kép  $9^h29^m$ -kor készült. Jól látható a protuberancia felső részének összezsomózódása. A kitörés magassága ekkor mintegy 300 000 km. Körülbelül  $9^h40^m$ -kor a pompás jelenség lényegében végéhez érkezett.

38c.  $9^h42^m30$ . A messze kilövellt anyag hamarosan láthatatlan lett, az alsóbb részek pedig visszahúzódtak a Napra.

38d. 9<sup>h</sup>55<sup>m</sup>. A hatalmas protuberanciának csak jelentéktelen kis nyoma maradt vissza.

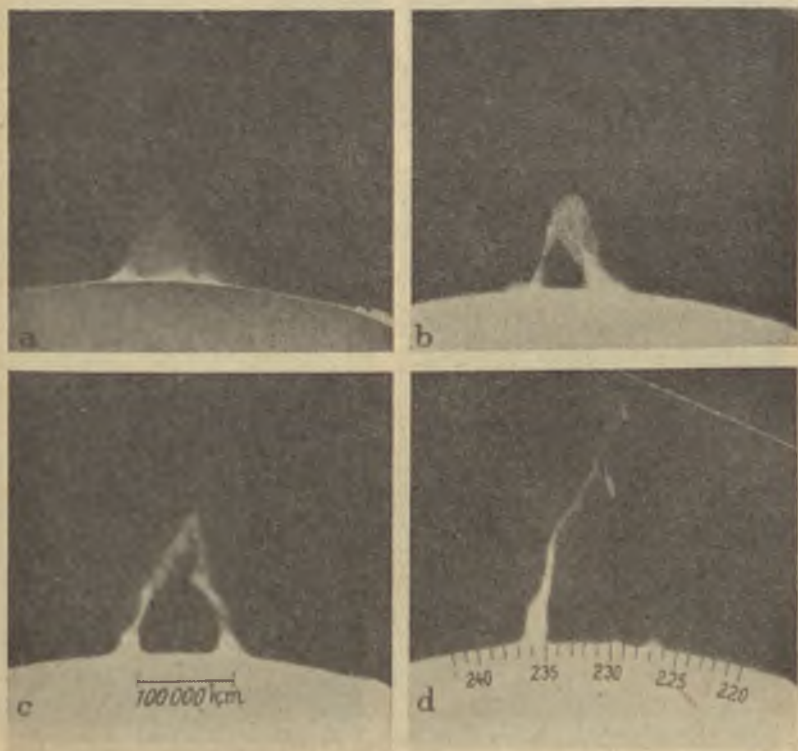


36. ábra.

A felvételek kiértékelésekor a kitörés sebessége két helyen is ugrásszerű emelkedést mutatott. 88 000 km magasságban a sebesség 16 km/sec volt és ez 121 000 km-ig alig változott. Itt volt az első ugrás: 143 km/sec-ra növekedett a sebesség. Mintegy 280 000 km magasságban a protuberancia csúcsának sebessége ismét ugrásszerűen megnövekedett: 400 km/sec-ra.

Érdekesség még, hogy a kitörés minden kétséget kizáróan emelkedés közben forgó mozgást is végzett.

S. O.



37. ábra.



a



b



c



d

## ÚJABB EREDMÉNYEK A MARS-KUTATÁSBAN

Naprendszerünk bolygói között kétségtelenül a Mars áll az érdeklődés homlokterében. Ez érthető, hiszen egyrészt a Mars a legrészletesebben tanulmányozható bolygó, másrészt sok szempontból hasonló a Földhöz, sőt éppen az utóbbi évek vizsgálatai szerint feltehetőleg a földihez hasonló növényi élet otthona. A Mars tanulmányozása azonban nagyszámú problémát állít a kutatók elé. E kérdésekről már több helyen részletesen beszámoltunk (pl. az 1956. évre szóló Csillagászati Évkönyvben, valamint a Csillagok világa I. évf. 1. és 2. számában). ezért itt csak néhány érdekesebb eredmény ismertetésére szorítkozunk.

Ismeretes, hogy a Mars egyike az ún. *Föld-típusú* bolygóknak. Adatait az alábbi táblázat mutatja:

	Föld	Mars
Közepes naptávolság ...	149,5 mill km.	227,8 mill km = 1,524
Keringési idő .....	365 nap (1 év)	687 nap = 1,881 év
Egyenlítői átmérő .....	12 757 km	6800 km = 0,533
Tömeg .....	1	0,107
Közepes sűrűség .....	5,52 gr/cm <sup>3</sup>	3,85 gr/cm <sup>3</sup> = 0,715
Szökési sebesség .....	11,2 km/sec	5,0 km/sec = 0,446
Tengelyforgás ideje ....	23 <sup>h</sup> 56 <sup>m</sup> <sub>1</sub>	24 <sup>h</sup> 37 <sup>m</sup> <sub>4</sub>
Tengelyhajlás .....	23°27'	25°10' ± ± 12'

A táblázat első rovata a Föld, a második a Mars adatait tartalmazza. A harmadik rovat a Mars egyes adatait mutatja, a Földét egyéskének vévo.

Mivel a Mars több mint másfélszeres Nap—Föld távolságban kering, felszíni hőmérséklete kisebb a Földénél. A bolygó különböző mérésekből és számításokból adódó közepes hőmérsékletét mutatja a következő táblázat. Megjegyzendő, hogy a fekete testre és az albedóból nyert értékek osupán számítások eredményei. A  $T_M$  érték egy nem

forgó test szubszoláris pontjára, a  $T_a$  egy gyorsan rotáló gömb átlagos hőmérsékletére vonatkozik.\*

		Föld (C°)	Mars (C°)
Fekete test .....	$T_M$	+121	+ 45
	$T_s$	+ 54	— 50
Albedóból számítva .....	$T_M$	+ 76	+ 37
	$T_s$	— 27	— 56
Radiométerrel mért .....	$T_m$	+ 77	+ 27
	$T_s$	+ 15	— 43
	$T_{min}$	— 73	—113
3,15 cm-es hullámhosszon mért rádió- frekvenciás sugárzás .....	...		— 55 ± 50

Mint a táblázatból kitűnik, a ténylegesen mért hőfok +27 és —113 C° között mozog. (A  $T_{min}$  a mért legalacsonyabb hőfokot jelenti.) Hasonló eredményre vezettek a rádiócsillagászati megfigyelések is, melyek szerint a legmagasabb hőfok —5, a legalacsonyabb —105 C°. Ezek az adatok azonban a Mars talajának hőmérsékletét jelentik, a bolygó légkörének hőfoka természetesen alacsonyabb.

Ismeretes, hogy a Marson igen kevés a víz, összefüggő vízfelület egyáltalában nem borítja a bolygót. A Mars vízkészlete részben pára és felhőzet, részben a sarki hósapkák, részben pedig talajvíz alakjában ismerhető fel. A *Dollfuss* francia csillagász léggömbbel nagy magasságból végzett polarizációs mérései alapján úgy látszik, hogy a Mars légkörének páratartalma a földi légkör páratartalmának 0,1—5,0%-a között változik. A bolygó felszínét nagyjából vöröses színű, valószínűleg limonit tartalmú homoksziták és kisebb százalékban kékeszürke, illetőleg kékesvörös árnyalatú talajfajták alkotják. Magasabb hegyek a Marson nincsenek.

A Mars kutatásával kapcsolatban az elmúlt évek során három fontosabb probléma merült fel. Ezek: 1. A Mars belső szerkezetének kérdése; 2. A Mars légköri viszonyai és 3. A marsbeli élet lehetősége. A két utóbbi vizsgálatára elsősorban az 1956-os és 1958-as marsközelség idején kerülhetett sor.

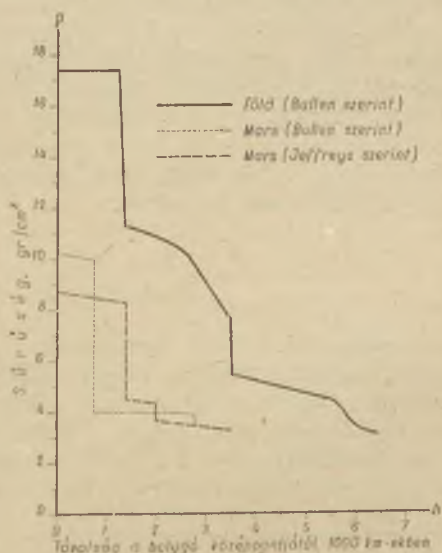
\* Albedó alatt a merőlegesen beeső és visszavert diffúz sugárzás hányadosát értjük. Szubszoláris pont a bolygónak az a pontja, ahol a Nap éppen zenitben van.

## 1. A Mars belső szerkezete

Közvetlen mérések hiányában a bolygók belső szerkezetéről csak igen bizonytalan ismeretekkel rendelkezünk. E téren csupán földi analógiákra és elméleti megfontolásokra támaszkodhatunk. Mindenesetre biztosra vehető, hogy a bolygók belsejében a sűrűség növekszik és legnagyobb értékét a centrumban veszi fel. E téren némi tájékoztatást nyújt az ún. *relatív tehetetlenségi nyomatók* ismerete ( $I/R^2M$ ), ahol  $I$  a tehetetlenségi nyomaték,  $R$  a rádiusz és  $M$  a tömeg cgs egységekben. A relatív tehetetlenségi nyomaték 0 és 0,4 között változó nevezetlen szám, melynek értéke annál kisebb, mennél erősebb a sűrűség-növekedés a bolygó középpontja felé. A 0-ás érték annyit jelentene, hogy minden anyag a bolygó központjában van sűrítve, míg a 0,4 a sűrűség homogén eloszlását mutatná; e szélső esetek a gyakorlatban nem fordulnak elő.

A Mars tehetetlenségi nyomatéka 0,369, míg a Földé 0,334. Ez annyit jelent, hogy a sűrűség a Mars központja felé haladva növekszik, de nem olyan mértékben, mint a Földnél. A Föld központjában a sűrűség különböző számítások szerint 18—20 gr/cm<sup>3</sup>, a Marsnál csak fele annyi: 8—10 gr/cm<sup>3</sup> körüli értéket mutathat. Ez érthető, ha meggondoljuk, hogy a kisebb tömegű és ezért kisebb gravitációjú Mars belsejében a nyomás is alacsonyabb, mint a Föld centrumában.

A 39. ábra grafikonjai mutatják a sűrűség növekedését a Mars, illetve a Föld felszínétől a központ felé haladva. A központtól 1800 km és 3300 km távolságra a sűrűség ugrásszerűen változik. E pontokban ui. a nagy nyomás következtében — dr. *Egyed László* feltevése szerint — az anyag szerkezetében változás következik be. A Föld 3600 km átmérőjű *belső magjának* sűrűségét *K. E. Bullen* számításai alapján



39. ábra. A sűrűség változása a Föld (kihúzott vonal) és a Mars (pontozott és szaggatott vonal) felszíne és centruma között. A vízszintes tengelyen a bolygócentrumtól mért távolság található (1000 km-ekben) (Bullen és Jeffreys szerint)

mintegy 18 gr/cm<sup>3</sup>-re, az ezt burkoló *külső mag* sűrűségét 9—11 gr/cm<sup>3</sup>-re becsülhetjük. A belső magot alkotó atomok már *degenerált\** állapotban vannak.

Feltételezve, hogy a Mars belső szerkezete hasonlít a Földéhez, megkísérélhetjük, hogy hasonló övezetekre osszuk be a bolygó belsejét. Mivel azonban a relatív tehetetlenségi nyomaték értéke csupán arról ad tájékoztatást, hogy a sűrűség kisebb vagy nagyobb mértékben növekszik-e, az így felállított bolygómodell többé-kevésbé önkényes lesz. A 41. ábrán két ilyen modell is látható, mely a sűrűségnövekedést mutatja a Mars centruma felé, *K. E. Bullen* és *H. Jeffreys* feltevése alapján. Amint látható, a *Jeffreys*-modellnél a Mars belső magja akkora, mint a Földé, csak kisebb sűrűségű, míg a külső mag aránylag vékony övezetet alkot (szaggatott vonal.) A valósághoz közelebb állónak látszik *Bullen* modellje. Ennél a belső mag kb. fele a Földének — mintegy 1500 km átmérőjű —, a külső mag ezzel szemben tetemes vastagságú zónát alkot. A sűrűségértékek azonban mindkét modellnél jóval a földi adatok alatt maradnak.

## 2. A Mars légköre

Amíg a Mars belső szerkezetére vonatkozó ismereteink egyelőre igen hézagosak, addig a bolygó légkörét ma már eléggé kielégítően ismerjük. Régóta ismeretes, hogy a Mars légköre jóval ritkább a Földénél. Újabb számítások szerint a Mars talaján a *légnyomás 85 millibar* lehet (a földfelszínen kb. 1033). *Goody* kísérletet tett a marslégkör modelljének kiszámítására. Itt figyelembe kell venni a Föld és a Mars

	Föld	Mars
Kétatomos nitrogén (N <sub>2</sub> ) .....	78,08%	93,8%
Kétatomos oxigén (O <sub>2</sub> ) .....	20,94%	0,1%-nál kevesebb
Argon (A) .....	0,94%	4,0% ?
Széndioxid (CO <sub>2</sub> ) .....	0,03%	2,2%
Vízgőz .....	változó	nagyon kevés

\* A degenerált anyag atomjai a nagy nyomás következtében elektronbójuk egy részét elvesztik. Az atommagok ezért igen közel kerülnek egymáshoz, ami az anyag sűrűségének növekedésével jár.



légkörének eltérő kémiai összetételét, továbbá azt is, hogy a Marson kisebb a gravitáció. Igen érdekes ilyen szempontból a két bolygó atmoszféráját alkotó gázok arányát megvizsgálni.

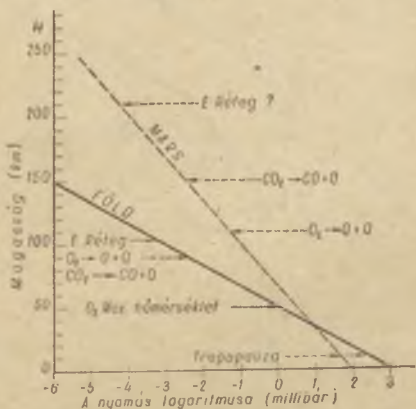
Az 1956-os oppozíció alkalmával *H. H. Kiess* a Mars szinképében határozottan kimutatta a nitrogéndioxid elnyelési sávját is. Ezzel szemben az oxigén jelenlétét nem sikerült határozottan bizonyítani.

A 40. ábra *Goody* grafikonját mutatja, melyben a Mars és a Föld légkörét hasonlítja össze. Kitűnik, hogy kb. 60 km magassáig a Föld légköre sűrűbb, innen kezdve azonban a Mars atmoszférájának sűrűsége nagyobb, mivel ennek a bolygónak a légköri sűrűségcsökkenése kisebb, mint a Földön. *Goody* feltételezi továbbá, hogy 120 km magasságban a Mars-atmoszféra esetleges kétatomos oxigénmolekulái egyes oxigénatomokká disszociálnak, 150 km-en pedig a széndioxid ( $\text{CO}_2$ ) szénmonoxidra és oxigénre bomlik.

Az esetleges marsbeli ionoszféra legalsó stabil *E* rétegét — a kisebb sűrűségcsökkenés miatt — a kutatók 220 km magasra becsülik, szemben a földi *E* réteg 110 km magasságával.

A Mars légkörének általános mozgása nagy vonalakban megegyezik a földi légkörzessel. Nyilvánvaló azonban, hogy ez a légkörzés sokkal egyenletesebb, mivel a Mars felszínét nem szakítják meg óceánok. A Mars légkörének mozgásairól némileg tájékoztat bennünket a bolygón észlelt felhők mozgásiránya. Ezeknek megfigyelése alapján *E. Schoenberg* elkészítette a Mars vázlatos légnyomás- és széltérképét. *D. B. McLaughlin* még a passzátszeleket is felismerni véli a Mars légkörzésében.

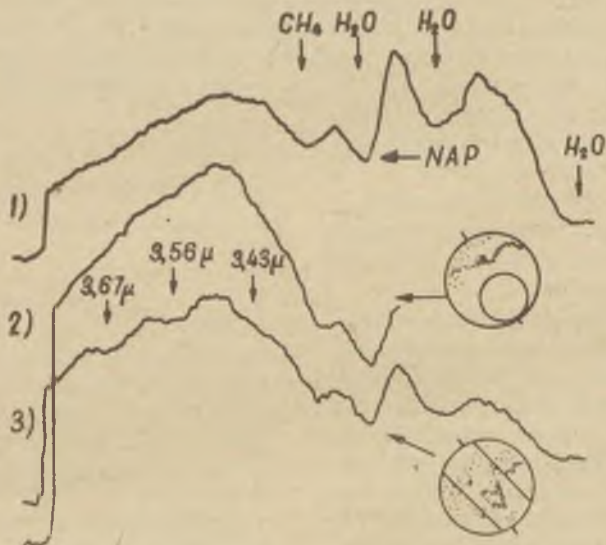
Nagyon valószínűnek látszik, hogy a naptevékenység változása hatással van a Mars „időjárására”. Ezt igazolják *Antoniadi*, *Sájn* és *e sorok írójának* diagramjai, melyben a Mars hósapkáit és a naptevékenység változását hasonlították össze. Figyelemre méltó az 1958-as oppozíció idején Budapesten, Bécsben és Zágrábban végzett megfigyeléssorozat, mely szerint nagyobb napkitöréseket követő 40—50. órában a Mars légkörének átlátszósága esökken. Mindez arra mutat, hogy a naptevékenység éppen úgy befolyásolja a Mars atmoszféráját, mint a Földét.



40. ábra. A Föld és a Mars légkörének sűrűségváltozása a magassággal. Vízszintes tengelyen a millibarokban mért légnyomás logaritmusai találhatók. A földi légkör  $\text{O}_2$  Max. töménysége jelölése részén foglalt helyet az ózonréteg (*Goody* után)

### 3. Az élet lehetősége a Marson

Az utóbbi évek egyik legtöbbet vitatott kérdése volt a Mars-beli élet problémája. *G. A. Tyihov*, a nemrég elhunyt kiváló szovjet csillagász 15 évvel ezelőtt felvetette a Marson előforduló, földihez hasonló növényi élet lehetőségét és spektroszkopikus megfigyelések alapján ezt igazolni is vélte. E feltevésnek azonban számos ellenzője akadt (pl. *Fesztenkov*). A kérdés eldöntésére nagyszámú megfigyelést végeztek az 1956-os és 1958-as marsközelség idején.



41. ábra. A Nap (1), a Mars homoksivatagjának (2) és a Syrtis Maior nevű sötét folt (3) színekének összehasonlítása. A görbék a színek 3 mikron körüli részének fényességelosztását mutatják. A 3. görbén jól látható a növényekre jellemző elnyelési sávok nyoma, ezeken a helyeken a színek intenzitása csökken (*Sinton* után)

Döntőnek látszik *A. Dollfuss* polarizációs mérősorozata. Léggömbbel közel 7 km magasra emelkedve megvizsgálta a vörös színű sivatagok és a sötét foltok polározottságát és úgy találta, hogy az utóbbiakról visszaverődő fény határozottan úgy viselkedik, mintha limonitos homokra szórt gombákat vizsgálna.

Még érdekesebb *W. Sinton* színeképfelvétele. *Sinton* 1958-ban a Palomar hegyi 5 m-es távcsővel a Mars több pontjáról színeképet készített. Összehasonlítva a Holdról visszaverődő napszíneképet az „Amazonis” nevű Mars-beli homoksivatag és a „Syrtis Maior” elnevezésű sötétebb folt színeképeivel, az utóbbiban három olyan elnyelési sávot talált, mely

határozottan földihez hasonló növényzetre utal. A 3,56 és 3,43 mikron hullámhosszúságú elnyelési sáv igen jellemző minden földi növényre, a 3,67 mikronnál levőt eddig csak egy növénynél sikerült megtalálni. Ugyanezek a sávok a homoksivatagoknál nem jelentek meg. *Sinton* ebből azt a következtetést vonta le, hogy a Mars sötét foltjait földi vegetációhoz hasonló növényzet borítja (41. ábra).

A probléma ezzel még nem tekinthető lezártnak. Az elkövetkező évek vizsgálatai — így pl. az 1960—61-es marsközelség idején végzett kutatások is — valószínűleg újabb eredményeket hoznak. Végleges megoldást azonban csak a Marsra küldött űrhajóktól várhatunk.

Összeállította : ifj. Bartha Lajos

ALMÁR IVÁN:

## KÖNYV- ÉS LAPSZEMLE

Rovatunk az 1959. május 1 és 1960. május 1 között megjelent csillagászati, illetve asztronautikai tárgyú könyveket és cikkeket ismerteti. Csak az *Évkönyvhöz* hasonló színvonalú folyiratokra hivatkozunk.

### *Csillagászati könyvek*

Lothar Hitzinger: *A holdbeli ember nyomában* (Móra Ferenc Kiadó, 1960). Noha címe inkább fantasztikus regényt ígér, a könyv a csillagászati alapismeretek, helyenként szinte tankönyvszerű összefoglalása 10—14 éves gyermekek számára. Nyugodtan mondhatjuk, hogy hasonló, az ifjúság kezébe adható csillagászati könyv már évtizedek óta hiányzott a könyvesboltokból, s a régiak — A kis csillagász, Az ember és a csillagok — részben elfogytak, részben elavultak már. A könyv stílusára a mérséklet jellemző, nem sziporkázik új ötletekkel, de általában frázismentes, megbízható és tárgyilagos az ismeretek közlésénél. A szerző nem titkolja el, amit még nem tudunk bizonyosan (ez érdem), viszont hajlamos arra, hogy egy-egy nagy kutatási témát vagy eszmeáramlatot egyetlen, nem mindig szerencsésen megválasztott névvel képviseljen (például a holdrakétáknál Hlebcevic — méghozzá Hlebzevicnek írva!). Az űrhajózás fő eredményeinek és problémáinak említés nélkül hagyását kissé fájlaljuk, mivel a gyerekek éppen ezekkel kapcsolatban teszik fel a legtöbb csillagászati kérdést. Az ügyes illusztrációk és a szép kötés nagyban emeli a könyv értékét.

### *Csillagászati cikkek*

*Természettudományi Közöny*

Redőcs József: *A naptárreform kérdése.* (1959 május.)

Gausser Károly: *Csillagtársulások.* (1959 június.) Ambarcumjan egy, az újabb eredményeket is tárgyaló angol nyelvű tanulmányának rövidített fordítása.

Balázs Béla : *Az elemek gyakorisága és keletkezésük a Világegyetemben.* (1959 augusztus.) A cikk két részre oszlik : egyrészt ismerteti az égitestek kémiai összetételére vonatkozó spektroszkópiai vizsgálatok eredményét, másrészt azokat az elméleti úton meghatározott folyamatokat, melyek az elemek keletkezésében szerepet játszhatnak.

Almár Iván : *Ismeretterjesztés és csillagászat az NDK-ban.* (1959 augusztus.)

Horváth Kálmán : *Csillagászati helymeghatározás az Antarktiszon.* (1959 szeptember.) A földrajzi hosszúság és szélesség meghatározásának módszerei a különlegesen nehéz viszonyok között.

*A tér és idő végtelenségének problémája a modern kozmológiában.* (1959 október.) Részlet V. J. Szvigyerszkij Tér és Idő című könyvéből.)

Bartha Lajos : *A hazai holdkutatók néhány eredménye.* (1959 október.)

Bartha Lajos : *Új meteorit: a „Luhy”.* (1959 november.)

Jaán Einasto : *Csillagászat Észtországbán.* (1960 február.)

Bartha Lajos : *A Szaturnusz és gyűrűje.* (1960 március.)

Sz. O. : *A W csillagok rejtélye* (1960 március.)

— *Nagykiterjedésű villamos kisülések a csillagok felületén.* (1960 április.) A The Engineer cikke bizonyos vörös változócsillagok, egyes rádióforrások és a napkitörések jellegének újszerű magyarázatát kísérli meg nagy elektromos kisülések feltételezése útján.

### *Fizikai Szemle*

Bartha Lajos—Hédekvári Péter : *A Hold fizikai vizsgálatának néhány eredménye.* (1959 április.)

Szimán Oszkár : *A napállandó mérése vízkaloriméterrel.* (1959 május.)

Horváth Árpád : *Háromszázötven éves a távcső.* (1959 július.) A tanulmány tárgya a távcső felfedezésének és fejlődésének története. Ismerteti a különféle csillagászati távcsövek alapelveit is.

Egyed László : *A gravitációs mérések fejlődése.* (1959. október.) A szerző előadása a VI. Magyar Fizikus Vándorgyűlésen, mely többek között merész planetáris kozmogóniai elméletének rövid kifejtését is tartalmazza.

### *Technika*

Almár Iván : *A planetárium.* (1960 január.) A modern Zeiss nagyplanetárium vetítőberendezésének és tartozékainak működése. A részletes ismertetés után a szerző planetárium felállítását javasolja Budapesten is.

## Népszerű Technika

Gausser Károly: *Forradalmi felfedezés a csillagászatban: napjainkban is születnek világok.* (1959 május.)

Gausser Károly: *Közelebb a csillagokhoz.* (1959 augusztus.)

Gausser Károly: *Mi újság a rádiócsillagászatban?* (1959 szeptember.)

Gausser Károly: *Újabb nehézségek az Univerzum felméréseben.* (1959 október.)

Gausser Károly: *Újabb bizonyíték a világűr tágulása mellett.* (1959 december.)

*Elektronikus távcsövek.* (1959 december.)

— *A Föld a Nap légkörében.* (1960 január.)

Gausser Károly: *A jégkorszakok titkai nyomában.* (1960 február.)

Gausser Károly: *Mit tudunk a Tejútrendszer szerkezetéről?* (1960 március.)

## Műszaki Élet

*A világűr szennyezése.* (1959 május 14.)

Sinka József: *A holdvulkánosság megfigyelése.* (1959 július 9.)

*Léggömb csillagászat.* (1959 augusztus 6.)

*Újszovjet elmélet a Hold felületéről.* (1959 október 29.)

## Asztronautikai könyvek

Zentai Béla: *A mesterséges bolygók fényénél.* (Gondolat 1959.)  
A szerző fontos célt tűzött maga elé: tényekkel, főként a nyugati sajtóból vett idézetekkel válaszolni korunk egyik legfontosabb politikai kérdésére, arra, hogy miért maradt le az Egyesült Államok a Szovjetunió mögött a technikai fejlődésben, különösen a döntő láncszem, a rakétatechnika területén. Könyvének első, főként a lemaradás gazdasági, társadalmi és politikai rugóit kutató része igényesen megírt és minden szölamyszerűségtől mentes, helyenként izgalmasan érdekes olvasmány, mely nagy segítséget nyújthat az űrhajózási témák TIT előadóinak. A második rész, mely Nagy Ernő közreműködésével készült, hitelesen foglalja össze az űrhajózás eddigi eredményeit a 3. lonyikig bezárólag — főként a műszaki kérdések szempontjából. Ezek a fejezetek, noha nem adnak egységes áttekintést az egész témaköréről, jól használhatók forrásmunkaként is. Zentai Béla könyve a magyar nyelvű asztronautikai irodalom igazi nyeresége.

*Első felvételek a Hold túlsó oldaláról.* (Akadémiai Kiadó 1960.)  
A Szovjetunió Tudományos Akadémiájának ez a kiadványa szöveg-hű fordításban, szép kiállításban jelent meg magyar nyelven. Az

egy-  
egy fejezetek az önműködő bolygóközi laboratórium szerkezetét és pályáját, valamint a Hold túlsó oldaláról készített fényképeket ismer-  
tetik.

## *A s z t r o n a u t i k a i c i k k e k*

### *Természettudományi Közlöny*

Galla Emil: *Erők, gyorsulások élettani hatása az űrhajóban.* (1959 július.) A gyorsulások hatását vizsgáló állat- és emberkísérletekről számol be ez a poszthumusz cikk.

Sinka József: *Ember alkotta eszköz a Holdon.* (1959 szeptember.) A 2. lunyi feladatáról és a becsapódás körülményeiről szól.

Sinka József: *A Föld-Hold szputnyik.* (1959 október.)

Sinka József: *A sebességtől függő idő. (Az űrhajózás időparadoxona.)* (1959 november.) Az idő tudományos fogalmának tisztázása után a cikk az ikerparadoxont egy numerikus példa segítségével mutatja be.

Sinka József: *Föld ... Hold ... Föld.* (1959 december.) A Pravda 1959. október 27-i számában megjelent cikk kivonata a 3. lunyi újtjáról és a készített holdfelvételekről.

*Az újabb szovjet rakétakísérletek.* (1960 február.) A cikk az indítási helyre vonatkozó feltevéseket, a szuperrakéták célját, valószínű pályáját és további lehetőségeit ismerteti.

Szádeczky Kardoss László: *A természettudományok és a jogtudomány együttműködése a világtér kutatásában.* (1960 február.) A szerző a légtérre és a világtérre (világűrre) vonatkozó jogi megállapításokkal és az asztronautikai kísérletek kapcsán felmerülő problémákkal (meddig terjed felfelé egy ország, birtokba vehetők-e az égitestek stb.) foglalkozik.

### *Magyar Tudomány*

Detre László: *Az emberiség első követe a Holdon.* (1959 október.) A 2. lunyi Holdra érésének jelentőségéről.

### *Fizikai Szemle*

Abonyi Iván: *Mesterséges holdak és az általános relativitáselmélet.* (1959 szeptember.) Összefoglalja az általános relativitáselméletnek a gravitációra vonatkozó kijelentéseit, majd ismerteti azokat az elgondolásokat, melyek a kijelentéseknek a mesterséges égitestek segítségével történő bizonyítására irányulnak. Részletesen tárgyalja a relativisztikus effektusokat a mesterséges holdak mozgásában.

Almár Iván : *Új problémák és eredmények az asztronautika területén.* (1959 október.) A cikk tárgyát képezi a Holdra becsapódó rakéta több indítási problémája (égi mechanikai szempontból), valamint az asztronautika első két évének valamennyi fontos eredménye a kozmikus sugárzásra és a van Allen zónákra vonatkozók kivételével.

Sinka József : *A kozmikus sugárzás kutatása mesterséges égitestekkel.* (1960 október.) Elsősorban a primer kozmikus sugárzás eredete szempontjából fontos eredmények (energiaspektrum, intenzitásingadozás) ismertetése, rövid utalással a sugárzási övezetekben tapasztaltakra.

Flórián Endre : *A van Allen öv.* (1960 január.) Terjedelmes cikk az utolsó évtized legnagyobb geofizikai felfedezésének előzményeiről, a ballon, rakéta és mesterséges hold mérések eredményeiről, a zónák szerkezetéről és eredetéről.

Sinka József : *Az eddigi mesterséges égitestek áttekintése.* (1960 február.) Az 1959. november 26-a előtt útnak indított mesterséges holdak és űrrakéták részletes táblázata a jelenleg előttünk álló, főleg technikai jellegű feladatok áttekintésével és eredeti felvételekkel kiegészítve.

## Technika

Nagy Ernő : *A holdrakéta, az ember űrrepülése és ami ezután következik...* (1959 október.) Az eddigi űrrakétakísérletek főbb adatainak, a rakéta konstrukciós és irányítástechnikai problémáinak, valamint az asztronautika pillanatnyi perspektíváinak szakszerű ismertetése.

Nagy Ernő : *A szovjet tudomány új diadala: az első bolygóközi állomás.* (1959 október.) Az október 4-i kísérlet bejelentése.

Greguss Pál : *A fényképezés a tudomány szolgálatában.* (1959 november.) A Hold túlsó oldaláról készült felvételek fototechnikai szempontból.

Nagy Ernő : *Az űrhajózás technikája.* (1960 január.) A részletes tanulmányban érintett fontosabb témák : a rakétahajtás alapelvei, az atomrakéták reaktora, a rakéták technológiája, a híradástechnikai szputnyikok, a plazma jelentősége az asztronautikában stb.

Nagy Ernő : *A világűr kulcsa.* (1960 február.) A januári szovjet rakétakísérletek kapcsán a szerző először a ballisztikus rakétával elérhető sebesség- és távolságadatokat ismerteti, majd feltevések alapján elemzi az új szuperrakéta teljesítőképességét és lehetőségeit az asztronautika területén.

Nagy Ernő : *K. E. Ciolkovszkij.* (1960 március.) A modern rakéta-technika egyik legjelentősebb úttörőjének élete és munkássága.



## Rádiótechnika

Flórián Endre: *A mesterséges égitestekkel végzett kísérletek néhány érdekes eredménye.* (1959 szeptember.) Elsősorban a rádiójelek vétele útján a légkör sűrűségéről és elektronsűrűségéről, valamint a van Allen övekről szerzett eredményeket ismerteti a szerző.

## Búvár

Sinka József: *Az emberi zsenialitás már a földi élet útját készíti elő a Holdba.* (1960 január.) Az űrhajózás élettani problémáiról.

## Népszerű technika

F. E.: *A Föld sugárkörtönetében.* (1959 június.)

Szücs József: *Rakéták, léggömbök, repülőgépek az időjárás előrejelzése szolgálatába.* (1959 július.)

Üzenet a Holdba. (1959 október.)

Mesterséges holdak a Föld légköréről. (1959 október.)

Utazás a Hold körül. (1959 november.)

Úton a távolsági televízióvetél felé. (1959 november.)

A három lunyik a Holdról. (1959 december.)

Vitorlázás a fotonok szárnyán. (1960 március.)

## Műszaki Élet

*A mesterséges holdak és a relativitás.* (1959. július 23.)

*Az amerikaiak az első szovjet mesterséges bolygó irányításának technikájáról.* (1959. október 1.)

*Hogyan jut el a rakéta a Holdba?* (1959. október 1.)

Nagy Ernő: *A harmadik szovjet holdrakéta és a Hold ostroma.* (1959. október 15.)

*A mesterséges égitestek két évének krónikája.* (1959. október 15.) Táblázatokkal.

Nagy Ernő: *Elektronika és űrhajózás.* (1959. október 29.)

*Ami a lunyik jelentésekből kimaradt.* (1959. november 12.)

Nagy Ernő: *A mesterséges égitestek felbocsátásának és követésének technikai problémái.* (1959. november 26.)

Almár Iván: *A lunyik és a csillagászok problémái.* (1959. november 26.)

Szejtli József: *Táplálkozás a világűrben.* (1959. december 24.)

Nagy Ernő: *Óriás rakéták.* (1960. január 21.)

*Meteorológiai szputnyikok.* (1960. január 21.)

Nagy Ernő: *Folyékony hidrogén az új rakétahajtóanyag?* (1960. február 18.)



## TARTALOM

### *Táblázatok, grafikonok:*

A Nap és Hold kelte és fontosabb adatai.....	4
A szabad szemmel látható bolygók koordinátái és látszólagos sugara 0 <sup>h</sup> világidőkor .....	28
Az öt fényes bolygó távolsága a Földtől (d) és fényessége (m) (csillagászati egységekben, illetve magnitúdókban).....	32
A Jupiter-holdak helyzetei .....	33
A Jupiter-holdak jelenségei.....	37
A Nap forgási tengelyének helyzete és a napkorong középpontjának heliografikus koordinátái .....	42
A Magyarországon látható fényesebb csillagok.....	43
A Sarkcsillag zenittávolsága és azimutja Budapesten.....	46
A 20 legfényesebb csillag.....	47
A Naprendszer holdjai .....	48
Az 5 parsecnél közelebbi csillagok.....	49
A Föld alakjára és méretére jellemző adatok.....	51
Fogyatkozások 1961-ben .....	52
Az 1961-ben visszatérő üstökösök.....	53
A csillagok fényességkülönbsége .....	53
A puszta szemmel látható bolygók kelésének és nyugvásának grafikonja .....	54
A négy legfényesebb kisbolygó látszó útja az égen .....	55
Az Uránusz és Neptunusz látszólagos mozgása.....	60
Az 1959-ben fellőtt mesterséges holdak.....	61
Az 1959-ben fellőtt mesterséges kisbolygók.....	62
A csillagos ég 1961-ben.....	63

### *Beszámolók:*

<i>Detre László:</i> A Magyar Tudományos Akadémia Csillagvizsgáló Inté- zetének működése (1959. július 1—1960. június 30.) .....	76
<i>Róka Gedeon:</i> A TIT Csillagászati és Űrhajózási Szakosztályainak 1959/1960. évi működése.....	81
<i>Kulin György:</i> A Tudományos Ismeretterjesztő Társulat Uránia Bemutató Csillagvizsgálójának működéséről.....	87
15 Csillagászati évkönyv 1961	225

*Cikkek:*

<i>Detre László:</i> Az 1959. év csillagászati eseményei.....	98
<i>D. J. Martinov:</i> A Föld mesterséges holdjai és a kozmikus térség meghódítása .....	105
<i>Kulin György:</i> A Világegyetem megismerésének új útjain.....	122
<i>Ponori Theurewk Aurél:</i> Az 1961. évi napfogyatkozás.....	131
<i>Balázs Béla:</i> A Világegyetem szerkezete.....	139
<i>Nagy István György:</i> A csillagászat újabb gyakorlati alkalmazásai	162
<i>Róka Gedeon:</i> Véges vagy végtelen-e a Világmindenség ?.....	169
<i>Barta György:</i> A Föld forgásának és alakjának változásai .....	182
<i>Jaan Einasto (Tartu):</i> Mesterséges holdak megfigyelése a Szovjet-unióban .....	191
<i>R. J. Davis, F. L. Whipple és G. A. Whitney:</i> Csillagászati távcső a világűrben .....	198
Az 1959. április 11-i protuberancia .....	207
Újabb eredmények a Mars-kutatásban.....	211
<i>Almár Iván:</i> Könyv- és lapszemle.....	218

Kiadja a Gondolat, a TIT kiadója  
Felelős kiadó a Gondolat Kiadó igazgatója  
Felelős szerkesztő: Róka Gedon  
Műszaki vezető: Lőblin Imre  
Műszaki szerkesztő: Földi Miklós  
A borítót tervezte: Kondor Árpád  
Megjelent 1700 példányban  
Terjedelem 14<sup>1</sup>/<sub>4</sub> (A/5) ív

Ez a könyv az MSZ 5901-59 és 5902-55 Á szabványok szerint készült  
11.610 — Egyetemi Nyomda, Budapest — F. v.: Janka Gyula igazgató

