

The cover features a dark green background with a large, bright yellow nebula in the center. Numerous small yellow stars are scattered across the green field. The title is printed in white serif font at the top, and the year '1968' is at the bottom left.

CSILLAGÁSZATI
ÉVKÖNYV

1968

CSILLAGÁSZATI ÉVKÖNYV

AZ 1968. ÉVRE

SZERKESZTETTE

A TUDOMÁNYOS ISMERETTERJESZTŐ TÁRSULAT
CSILLAGÁSZATI ÉS ÚRKUTATÁSI SZAKOSZTÁLYAINAK
ORSZÁGOS VÁLASZTMÁNYA

WT 10-28

ELŐRE

MTA C. 11. § 11. (1)
TÖRÖLVE 11.082 / 1967
Munkácsy Mihály utca

11.082 / 1967

CSILLAGÁSZATI ADATOK AZ 1968. ÉVRE

Az I – XIII. táblázatokat összeállította

a TIT Hajdú- Bihar Megyei Csillagászati Szakosztálya
az MTA Napfizikai Obszervatórium közreműködésével
(Debrecen)

I. JANUÁR

DÁTUM	A HÉT napjai	Év hányadik hete	Év hányadik napja	KÖZÉP-EURÓPAI zónaidőben					A HOLD fény-változásai
				Budapest					
				A NAP			A HOLD		
				kel	delel	nyugszik	kel	nyugszik	
			h m	h m	h m	h m	h m	h m	
1	H	1	1	7 32	11 47	16 02	9 08	17 14	
2	K		2	7 32	11 48	16 03	9 43	18 34	
3	Sz		3	7 32	11 48	16 04	10 09	19 52	
4	Cs		4	7 32	11 49	16 05	10 29	21 06	
5	P		5	7 32	11 49	16 06	10 45	22 15	
6	Sz		6	7 32	11 50	16 08	10 59	23 23	
7	V		7	7 31	11 50	16 09	11 13	—	☾ 15 23
8	H	2	8	7 31	11 50	16 10	11 27	0 30	
9	K		9	7 31	11 51	16 11	11 43	1 36	
10	Sz		10	7 30	11 51	16 12	12 03	2 44	
11	Cs		11	7 30	11 52	16 13	12 28	3 53	
12	P		12	7 29	11 52	16 15	13 00	5 01	
13	Sz		13	7 29	11 52	16 16	13 43	6 16	
14	V		14	7 28	11 53	16 17	14 38	7 04	
15	H	3	15	7 28	11 53	16 19	15 44	7 51	○ 17 12
16	K		16	7 27	11 54	16 20	16 58	8 29	
17	Sz		17	7 26	11 54	16 21	18 16	8 57	
18	Cs		18	7 26	11 54	16 23	19 35	9 19	
19	P		19	7 25	11 55	16 24	20 52	9 39	
20	Sz		20	7 24	11 55	16 26	22 10	9 55	
21	V		21	7 23	11 55	16 27	23 29	10 12	
22	H	4	22	7 22	11 55	16 29	—	10 30	☾ 20 38
23	K		23	7 22	11 56	16 31	0 49	10 50	
24	Sz		24	7 21	11 56	16 32	2 13	11 16	
25	Cs		25	7 20	11 56	16 34	3 37	11 49	
26	P		26	7 19	11 56	16 34	4 56	12 35	
27	Sz		27	7 18	11 57	16 37	6 06	13 36	
28	V		28	7 17	11 57	16 38	7 00	14 49	
29	H	5	29	7 16	11 57	16 39	7 39	16 08	● 17 30
30	K		30	7 15	11 57	16 41	8 09	17 28	
31	Sz		31	7 13	11 57	16 43	8 31	18 44	

Hold: 9-én 14^h-kor földtávolban
25-én 01^h-kor földközéiben

HÓNAP

0 ^b világidőkor						
Julián dátum 2439...	Csillagidő ($\lambda = 0^b$ -nál)	NAP			HOLD	
		RA	D	látszó sugara	RA	D
	h m s	h m	° ' "	' "	h m	° ' "
...856,5	6 38 52,710	18 42	-23 06	16 17	19 34	-26 46
857,5	6 42 49,274	18 46	23 01	16 17	20 35	23 49
858,5	6 46 45,834	18 51	22 56	16 18	21 30	19 36
859,5	6 50 42,391	18 55	22 50	16 18	22 21	14 33
860,5	6 54 38,945	19 00	22 44	16 18	23 08	9 01
861,5	6 58 35,498	19 04	22 38	16 18	23 53	- 3 17
862,5	7 02 32,050	19 08	22 31	16 18	0 36	+ 2 27
863,5	7 06 28,603	19 13	22 24	16 17	1 18	8 00
864,5	7 10 25,157	19 17	22 16	16 17	2 02	13 13
865,5	7 14 21,713	19 21	22 08	16 17	2 47	17 57
866,5	7 18 18,272	19 26	21 59	16 17	3 34	22 02
867,5	7 22 14,832	19 30	21 50	16 17	4 25	25 14
868,5	7 26 11,395	19 34	21 40	16 17	5 18	27 19
869,5	7 30 07,958	19 39	21 30	16 17	6 14	28 06
870,5	7 34 04,522	19 43	21 20	16 17	7 12	27 25
871,5	7 38 01,085	19 47	21 09	16 17	8 08	25 16
872,5	7 41 57,645	19 52	20 58	16 17	9 04	21 44
873,5	7 45 54,203	19 56	20 46	16 17	9 57	17 02
874,5	7 49 50,758	20 00	20 34	16 17	10 48	11 25
875,5	7 53 47,310	20 04	20 22	16 17	11 37	+ 5 13
876,5	7 57 43,861	20 09	20 09	16 17	12 26	- 1 18
877,5	8 01 40,413	20 13	19 56	16 17	13 16	7 48
878,5	8 05 36,967	20 17	19 43	16 17	14 07	13 59
879,5	8 09 33,524	20 21	19 29	16 16	15 02	19 29
880,5	8 13 30,084	20 26	19 15	16 16	16 00	23 55
881,5	8 17 26,648	20 30	19 00	16 16	17 02	26 54
882,5	8 21 23,213	20 34	18 45	16 16	18 05	28 08
883,5	8 25 19,778	20 38	18 30	16 16	19 09	27 31
884,5	8 29 16,341	20 42	18 14	16 16	20 11	25 09
885,5	8 33 12,901	20 46	17 58	16 16	21 08	21 22
886,5	8 37 09,457	20 50	-17 42	16 16	22 01	-16 32

Föld: 4-ón napközöben

I. FEBRUÁR

DÁTUM	A HÉT napja	Év hányadik hete	Év hányadik napja	KÖZÉP-EURÓPAI zónaidőben						A HOLD fény-változásai
				Budapesten					A HOLD	
				A NAP			A HOLD			
				kel	delel	nyugszik	kel	nyugszik		
				h m	h m	h m	h m	h m	h m	
1	Cs	(5)	32	7 12	11 58	16 44	8 49	19 57		
2	P		33	7 11	11 58	16 46	9 03	21 06		
3	Sz		34	7 09	11 58	16 47	9 17	22 14		
4	V		35	7 08	11 58	16 48	9 32	23 21		
5	H	6	36	7 06	11 58	16 50	9 47	—		
6	K		37	7 05	11 58	16 51	10 05	0 29	☾ 13 21	
7	Sz		38	7 04	11 58	16 53	10 27	1 37		
8	Cs		39	7 02	11 58	16 54	10 56	2 46		
9	P		40	7 01	11 58	16 56	11 33	3 53		
10	Sz		41	6 59	11 58	16 58	11 58	4 53		
11	V		42	6 58	11 58	17 00	13 24	5 45		
12	H	7	43	6 56	11 58	17 01	14 37	6 25		
13	K		44	6 55	11 58	17 02	15 55	6 57		
14	Sz		45	6 53	11 58	17 04	17 16	7 23	☉ 07 43	
15	Cs		46	6 51	11 58	17 06	18 30	7 43		
16	P		47	6 50	11 58	17 08	19 56	8 01		
17	Sz		48	6 49	11 58	17 09	21 16	8 18		
18	V		49	6 47	11 58	17 11	22 38	8 35		
19	H	8	50	6 45	11 58	17 12	—	8 54		
20	K		51	6 43	11 58	17 14	0 01	9 18		
21	Sz		52	6 41	11 58	17 15	1 25	9 49	☾ 04 28	
22	Cs		53	6 39	11 58	17 17	2 46	10 30		
23	P		54	6 38	11 58	17 19	3 58	11 25		
24	Sz		55	6 36	11 57	17 20	4 56	12 33		
25	V		56	6 34	11 57	17 21	5 39	13 49		
26	H	9	57	6 32	11 57	17 23	6 10	15 07		
27	K		58	6 30	11 57	17 24	6 34	16 24		
28	Sz		59	6 28	11 57	17 26	6 53	17 38	● 07 56	
29	Cs		60	6 26	11 57	17 27	7 09	18 49		

Hold 6-án 11^h-kor földtávolban
18-án 17^h-kor földközélen

HÓNAP

0 ^b világidőkor						
Julian dátum 2439...	Csillagidő (λ = 0 ^b -nát)	NAP			HOLD	
		RA	D	látszó sugara	RA	D
	h m s	h m	° /	' "	h m	° /
887,5	8 41 06,010	20 55	-17 25	16 16	22 50	-11 04
888,5	8 45 02,461	20 59	17 09	16 15	23 36	- 5 16
889,5	8 48 59,111	21 03	16 51	16 15	0 20	+ 0 36
890,5	8 52 55,661	21 07	16 34	16 15	1 03	6 20
891,5	8 56 52,212	21 11	16 16	16 15	1 46	11 44
892,5	9 00 48,765	21 15	15 58	16 15	2 31	16 41
893,5	9 04 45,321	21 19	15 40	16 15	3 18	20 59
894,5	9 08 41,878	21 23	15 21	16 14	4 07	24 28
895,5	9 12 38,438	21 27	15 02	16 14	4 59	26 55
896,5	9 16 34,999	21 31	14 43	16 14	5 54	28 09
897,5	9 20 31,560	21 35	14 24	16 14	6 51	27 58
898,5	9 24 28,121	21 39	14 04	16 14	7 48	26 17
899,5	9 28 24,680	21 43	13 44	16 14	8 44	23 09
900,5	9 32 21,236	21 47	13 24	16 13	9 39	18 43
901,5	9 36 17,789	21 51	13 04	16 13	10 31	13 12
902,5	9 40 14,339	21 54	12 44	16 13	11 22	6 57
903,5	9 44 10,888	21 58	12 23	16 13	12 12	+ 0 18
904,5	9 48 07,437	22 02	12 02	16 13	13 03	- 6 26
905,5	9 52 03,988	22 06	11 41	16 12	13 54	12 50
906,5	9 56 00,541	22 10	11 20	16 12	14 49	18 35
907,5	9 59 57,099	22 14	10 58	16 12	15 46	23 16
908,5	10 03 53,659	22 18	10 37	16 12	16 47	26 33
909,5	10 07 50,221	22 21	10 15	16 12	17 49	28 11
910,5	10 11 46,783	22 25	9 53	16 11	18 52	28 01
911,5	10 15 43,344	22 29	9 31	16 11	19 52	26 09
912,5	10 19 39,902	22 33	9 09	16 11	20 50	22 47
913,5	10 23 36,457	22 37	8 46	16 11	21 43	18 18
914,5	10 27 33,008	22 40	8 24	16 10	22 33	13 01
915,5	10 31 29,555	22 44	- 8 01	16 10	23 20	- 7 17

I. MÁRCIUS

DÁTUM	A HÉT napjal	Év hányadik hete	Év hányadik napja	KÖZÉP-EURÓPAI zónaidőben					A HOLD fényváltozásai
				Budapest					
				A NAP			A HOLD		
				kel	delel	nyugszik	kel	nyugszik	
			h m	h m	h m	h m	h m	h m	
1	P	(9)	61	6 25	11 57	17 29	7 23	19 58	
2	Sz		62	6 23	11 56	17 31	7 37	21 05	
3	V		63	6 21	11 56	17 32	7 51	22 14	
4	H	10	64	6 19	11 56	17 34	8 08	23 22	
5	K		65	6 17	11 56	17 35	8 28	—	
6	Sz		66	6 15	11 56	17 36	8 54	0 31	
7	Cs		67	6 13	11 55	17 38	9 26	1 38	☾ 10 21
8	P		68	6 11	11 55	17 39	10 10	2 41	
9	Sz		69	6 09	11 55	17 41	11 06	3 36	
10	V		70	6 07	11 55	17 42	12 13	4 21	
11	H	11	71	6 06	11 54	17 44	13 29	4 56	
12	K		72	6 04	11 54	17 45	14 48	5 23	
13	Sz		73	6 02	11 54	17 46	16 10	5 46	
14	Cs		74	6 00	11 54	17 48	17 31	6 05	☉ 19 53
15	P		75	5 58	11 53	17 49	18 54	6 22	
16	Sz		76	5 56	11 53	17 51	20 18	6 40	
17	V		77	5 54	11 53	17 52	21 43	6 58	
18	H	12	78	5 52	11 52	17 54	23 10	7 20	
19	K		79	5 50	11 52	17 55	—	7 49	
20	Sz		80	5 48	11 52	17 56	0 35	8 27	
21	Cs		81	5 46	11 51	17 58	1 52	9 19	☾ 12 08
22	P		82	5 44	11 51	17 59	2 54	10 23	
23	Sz		83	5 42	11 51	18 01	3 41	11 37	
24	V		84	5 39	11 51	18 02	4 15	12 54	
25	H	13	85	5 37	11 50	18 04	4 40	14 10	
26	K		86	5 35	11 50	18 05	4 59	15 25	
27	Sz		87	5 33	11 50	18 07	5 16	16 35	
28	Cs		88	5 31	11 49	18 08	5 30	17 44	● 23 49
29	P		89	5 29	11 49	18 09	5 44	18 52	
30	Sz		90	5 27	11 49	18 11	5 58	20 00	
31	V		91	5 25	11 48	18 12	6 14	21 08	

Hold: 5-én 08^h-kor földtávolban
17-én 03^h-kor földközellen

H Ó N A P

0 ^b világdőkor						
Julián dátum 2439...	Csillagidő ($\lambda = 0^b$ -nál)	NAP			HOLD	
		RA	D	látszó sugara	RA	D
	h m s	h m	° '	' "	h m	° '
...916,5	10 35 26,105	22 48	— 7 39	16 10	0 04	— 1 22
917,5	10 39 22,653	22 52	7 16	16 10	0 48	+ 4 29
918,5	10 43 19,201	22 55	6 53	16 09	1 31	10 05
919,5	10 47 15,751	22 59	6 30	16 09	2 15	15 15
920,5	10 51 12,304	23 03	6 07	16 09	3 01	19 49
921,5	10 55 08,858	23 07	5 43	16 09	3 50	23 36
922,5	10 59 05,415	23 10	5 20	16 08	4 40	26 24
923,5	11 03 01,973	23 14	4 57	16 08	5 34	28 03
924,5	11 06 58,532	23 18	4 33	16 08	6 29	28 23
925,5	11 10 55,091	23 21	4 10	16 08	7 26	27 16
926,5	11 14 51,649	23 25	3 46	16 07	8 22	24 42
927,5	11 18 48,205	23 29	3 23	16 07	9 17	20 45
928,5	11 22 44,757	23 32	2 59	16 07	10 10	15 36
929,5	11 26 41,307	23 36	2 35	16 07	11 02	9 31
930,5	11 30 37,855	23 40	2 12	16 06	11 53	+ 2 49
931,5	11 34 34,402	23 43	1 48	16 06	12 45	— 4 08
932,5	11 38 30,950	23 47	1 24	16 06	13 38	10 56
933,5	11 42 27,502	23 51	1 01	16 06	14 33	17 08
934,5	11 46 24,057	23 54	0 37	16 05	15 31	22 18
935,5	11 50 20,616	23 58	— 0 13	16 05	16 32	26 04
936,5	11 54 17,177	0 02	+ 0 10	16 05	17 35	28 07
937,5	11 58 13,738	0 05	0 34	16 04	18 38	28 21
938,5	12 02 10,298	0 09	0 58	16 04	19 39	26 50
939,5	12 06 06,856	0 13	1 21	16 04	20 36	23 49
940,5	12 10 03,411	0 16	1 45	16 04	21 30	19 37
941,5	12 13 59,962	0 20	2 09	16 03	22 20	14 35
942,5	12 17 56,511	0 23	2 32	16 03	23 06	9 00
943,5	12 21 53,059	0 27	2 56	16 03	23 51	— 3 10
944,5	12 25 49,606	0 31	3 19	16 03	0 34	+ 2 43
945,5	12 29 46,153	0 34	3 42	16 02	1 17	8 25
946,5	12 33 42,703	0 38	+ 4 06	16 02	2 01	+ 13 45

Föld: 20-án 14^h22^m-kor tavasz kezdete (KözEI)

I. ÁPRILIS

DÁTUM	A HÉT napjai	Év hányadik hete	Év hányadik napja	KÖZÉP-EURÓPAI zónaidőben					A HOLD fény-változásai
				Budapest					
				A NAP			A HOLD		
				kel	delel	nyugszik	kel	nyugszik	
			h m	h m	h m	h m	h m	h m	
1	H	14	92	5 23	11 48	18 14	6 32	22 17	
2	K		93	5 21	11 48	18 15	6 55	23 25	
3	Sz		94	5 19	11 48	18 17	7 24	—	
4	Cs		95	5 17	11 47	18 18	8 03	0 30	
5	P		96	5 15	11 47	18 20	8 53	1 28	
6	Sz		97	5 13	11 47	18 21	9 55	2 16	☾ 04 28
7	V		98	5 11	11 46	18 22	11 05	2 54	
8	H	15	99	5 09	11 46	18 24	12 21	3 23	
9	K		100	5 07	11 46	18 25	13 40	3 47	
10	Sz		101	5 05	11 46	18 26	15 01	4 07	
11	Cs		102	5 03	11 45	18 28	16 22	4 25	
12	P		103	5 02	11 45	18 29	17 46	4 42	
13	Sz		104	5 00	11 45	18 31	19 13	5 00	☉ 05 52
14	V		105	4 58	11 45	18 32	20 43	5 21	
15	H	16	106	4 56	11 44	18 33	22 13	5 48	
16	K		107	4 54	11 44	18 35	23 37	6 22	
17	Sz		108	4 52	11 44	18 36	—	7 10	
18	Cs		109	4 50	11 44	18 37	0 47	8 12	
19	P		110	4 49	11 43	18 39	1 40	9 25	☾ 20 35
20	Sz		111	4 47	11 43	18 40	2 18	10 43	
21	V		112	4 45	11 43	18 42	2 46	12 00	
22	H	17	113	4 43	11 43	18 43	3 06	13 15	
23	K		114	4 41	11 42	18 44	3 24	14 26	
24	Sz		115	4 40	11 42	18 46	3 38	15 34	
25	Cs		116	4 38	11 42	18 47	3 52	16 41	
26	P		117	4 36	11 42	18 49	4 05	17 49	
27	Sz		118	4 34	11 42	18 50	4 21	18 57	● 16 22
28	V		119	4 32	11 42	18 51	4 38	20 06	
29	H	18	120	4 31	11 41	18 52	4 50	21 14	
30	K		121	4 29	11 41	18 54	5 26	22 21	

Hold: 2-án 00^h-kor földtávolban
 14-én 08^h-kor földközelen
 29-én 10^h-kor földtávolban

HÓNAP

0 ^b világdékor						
Julián dátum 2439...	Csillagidő ($\lambda = 0^b$ -nál)	NAP			HOLD	
		RA	D	látszó sugara	RA	D
	h m s	h m	° ' "	' "	h m	° ' "
947,5	12 37 39,254	0 42	+ 4 29	16 02	2 47	+ 18 33
948,5	12 41 35,808	0 45	4 52	16 01	3 34	22 36
949,5	12 45 32,364	0 49	5 15	16 01	4 24	25 44
950,5	12 49 28,922	0 53	5 38	16 01	5 17	27 45
951,5	12 53 25,480	0 56	6 01	16 01	6 11	28 30
952,5	12 57 22,039	1 00	6 24	16 00	7 06	27 53
953,5	13 01 18,598	1 04	6 46	16 00	8 01	25 53
954,5	13 05 15,154	1 07	7 09	16 00	8 55	22 31
955,5	13 09 11,708	1 11	7 31	16 00	9 48	17 55
956,5	13 13 08,260	1 15	7 54	15 59	10 40	12 17
957,5	13 17 04,809	1 18	8 16	15 59	11 31	+ 5 51
958,5	13 21 01,356	1 22	8 38	15 59	12 22	- 1 03
959,5	13 24 57,905	1 26	8 59	15 58	13 15	8 04
960,5	13 28 54,456	1 29	9 21	15 58	14 10	14 43
961,5	13 32 51,011	1 33	9 43	15 58	15 09	20 32
962,5	13 36 47,570	1 37	10 04	15 58	16 11	24 59
963,5	13 40 44,132	1 40	10 25	15 57	17 15	27 42
964,5	13 44 40,696	1 44	10 46	15 57	18 21	28 29
965,5	13 48 37,258	1 48	11 07	15 57	19 24	27 23
966,5	13 52 33,818	1 52	11 28	15 57	20 23	24 39
967,5	13 56 30,375	1 55	11 48	15 57	21 18	20 40
968,5	14 00 26,928	1 59	12 09	15 56	22 09	15 48
969,5	14 04 23,479	2 02	12 29	15 56	22 56	10 21
970,5	14 08 20,028	2 07	12 49	15 56	23 40	- 4 36
971,5	14 12 16,577	2 10	13 08	15 55	0 23	+ 1 13
972,5	14 16 13,126	2 14	13 28	15 55	1 06	6 56
973,5	14 20 09,677	2 18	13 47	15 55	1 49	12 21
974,5	14 24 06,229	2 22	14 06	15 55	2 34	17 18
975,5	14 28 02,784	2 25	14 25	15 54	3 21	21 34
976,5	14 31 59,341	2 29	+ 14 44	15 54	4 11	+ 24 57

I. MÁJUS

DÁTUM	A HÉT napjai	Év hányadik hete	Év hányadik napja	KÖZÉP-EURÓPAI zónaidőben						A HOLD fény-változásai
				Budapestben						
				A NAP			A HOLD			
				kel	delel	nyugszik	kel	nyugszik		
				h m	h m	h m	h m	h m	h m	
1	Sz	(18)	122	4 27	11 41	18 56	6 02	23 21		
2	Cs		123	4 26	11 41	18 57	6 47	—		
3	P		124	4 24	11 41	18 59	7 44	0 12		
4	Sz		125	4 23	11 41	19 00	8 50	0 53		
5	V		126	4 21	11 41	19 01	10 03	1 24) 18 55	
6	H	19	127	4 19	11 41	19 03	11 19	1 50		
7	K		128	4 18	11 41	19 03	12 35	2 10		
8	Sz		129	4 16	11 40	19 05	13 54	2 28		
9	Cs		130	4 15	11 40	19 07	15 15	2 45		
10	P		131	4 14	11 40	19 08	16 39	3 02		
11	Sz		132	4 12	11 40	19 09	18 07	3 21		
12	V		133	4 11	11 40	19 11	19 38	3 44	○ 14 05	
13	H	20	134	4 10	11 40	19 12	21 08	4 15		
14	K		135	4 08	11 40	19 13	22 28	4 57		
15	Sz		136	4 07	11 40	19 14	23 31	5 54		
16	Cs		137	4 06	11 40	19 16	—	7 07		
17	P		138	4 05	11 40	19 17	0 16	8 26		
18	Sz		139	4 03	11 40	19 18	0 48	9 46		
19	V		140	4 02	11 40	19 19	1 12	11 03	☾ 06 45	
20	H	21	141	4 01	11 40	19 20	1 31	12 16		
21	K		142	4 00	11 40	19 22	1 46	13 26		
22	Sz		143	3 59	11 40	19 23	2 00	14 33		
23	Cs		144	3 58	11 41	19 24	2 13	15 40		
24	P		145	3 57	11 41	19 25	2 28	16 48		
25	Sz		146	3 56	11 41	19 26	2 44	17 56		
26	V		147	3 55	11 41	19 27	3 04	19 05		
27	H	22	148	3 55	11 41	19 28	3 30	20 12	● 08 30	
28	K		149	3 54	11 41	19 29	4 02	21 15		
29	Sz		150	3 53	11 41	19 30	4 45	22 08		
30	Cs		151	3 52	11 41	19 31	5 38	22 53		
31	P		152	3 52	11 41	19 32	6 41	23 27		

Hold: 12-én 18^h-kor földközélen
26-án 13^h-kor földtávolban

HÓNAP

0 ^b világitőkor						
Julián dátum 2439...	Csillagidő (λ = 0 ^b -nál)	NAP			HOLD	
		RA	D	látszó sugara	RA	D
	h m s	h m	o ' "	' "	h m	o ' "
977,5	14 35 55,900	2 33	+ 15 02	15 54	5 02	+ 27 17
978,5	14 39 52,461	2 37	15 20	15 54	5 56	28 23
979,5	14 43 49,021	2 41	15 38	15 53	6 50	28 09
980,5	14 47 45,582	2 45	15 55	15 53	7 45	26 34
981,5	14 51 42,141	2 48	16 13	15 53	8 38	23 40
982,5	14 55 38,697	2 52	16 30	15 53	9 30	19 34
983,5	14 59 35,252	2 56	16 46	15 52	10 20	14 27
984,5	15 03 31,804	3 00	17 03	15 52	11 10	8 28
985,5	15 07 28,354	3 04	17 19	15 52	12 00	+ 1 54
986,5	15 11 24,904	3 08	17 35	15 52	12 51	- 4 58
987,5	15 15 21,456	3 12	17 51	15 52	13 44	11 46
988,5	15 19 18,011	3 16	18 06	15 51	14 42	18 01
989,5	15 23 14,571	3 20	18 21	15 51	15 43	23 11
990,5	15 27 11,135	3 23	18 35	15 51	16 48	26 45
991,5	15 31 07,701	3 27	18 50	15 51	17 56	28 21
992,5	15 35 04,267	3 31	19 04	15 51	19 02	27 53
993,5	15 39 00,830	3 35	19 18	15 50	20 05	25 34
994,5	15 42 57,391	3 39	19 31	15 50	21 03	21 48
995,5	15 46 53,948	3 43	19 44	15 50	21 56	17 02
996,5	15 50 50,501	3 47	19 57	15 50	22 44	11 38
997,5	15 54 47,053	3 51	20 09	15 50	23 29	5 54
998,5	15 58 43,604	3 55	20 21	15 49	0 13	- 0 05
999,5	16 02 40,155	3 59	20 33	15 49	0 56	+ 5 39
2440000,5	16 06 36,708	4 03	20 44	15 49	1 39	11 07
001,5	16 10 33,262	4 07	20 55	15 49	2 23	16 09
002,5	16 14 29,818	4 11	21 06	15 49	3 09	20 34
003,5	16 18 26,377	4 15	21 16	15 48	3 58	24 10
004,5	16 22 22,938	4 20	21 26	15 48	4 49	26 45
005,5	16 26 19,500	4 24	21 36	15 48	5 43	28 08
006,5	16 30 16,063	4 28	21 45	15 48	6 37	28 13
007,5	16 34 12,025	4 32	+ 21 54	15 48	7 31	+ 26 56

I. JÚNIUS

DÁTUM	A HÉT napjai	Év hányadik hete	Év hányadik napja	KÖZÉP-EURÓPAI zónaidőben					A HOLD fény-változásai
				Budapest					
				A NAP			A HOLD		
				kel	delel	nyugszik	kel	nyugszik	
			h m	h m	h m	h m	h m	h m	
1	Sz	(22)	153	3 51	11 42	19 33	7 52	23 54	
2	V		154	3 50	11 42	19 34	9 06	—	
3	H	23	155	3 50	11 42	19 35	10 20	0 14	
4	K		156	3 49	11 42	19 36	11 35	0 33	☾ 05 47
5	Sz		157	3 49	11 42	19 37	12 52	0 50	
6	Cs		158	3 48	11 42	19 37	14 11	1 06	
7	P		159	3 48	11 43	19 38	15 35	1 23	
8	Sz		160	3 47	11 43	19 39	17 02	1 43	
9	V		161	3 47	11 43	19 40	18 33	2 10	
10	H	24	162	3 47	11 43	19 40	19 59	2 45	○ 21 14
11	K		163	3 46	11 43	19 41	21 12	3 35	
12	Sz		164	3 46	11 44	19 42	22 07	4 41	
13	Cs		165	3 46	11 44	19 42	22 46	6 00	
14	P		166	3 46	11 44	19 43	23 14	7 24	
15	Sz		167	3 46	11 44	19 43	23 34	8 45	
16	V		168	3 46	11 44	19 44	23 51	10 02	
17	H	25	169	3 46	11 45	19 44	—	11 14	☾ 19 14
18	K		170	3 46	11 45	19 44	0 06	12 23	
19	Sz		171	3 46	11 45	19 45	0 20	13 31	
20	Cs		172	3 46	11 45	19 45	0 34	14 38	
21	P		173	3 46	11 45	19 45	0 50	15 46	
22	Sz		174	3 46	11 46	19 45	1 09	16 55	
23	V		175	3 47	11 46	19 45	1 35	18 03	
24	H	26	176	3 47	11 46	19 46	2 03	19 07	
25	K		177	3 47	11 46	19 46	2 42	20 04	● 23 25
26	Sz		178	3 48	11 47	19 46	3 33	20 51	
27	Cs		179	3 48	11 47	19 46	4 34	21 29	
28	P		180	3 49	11 47	19 46	5 43	21 58	
29	Sz		181	3 49	11 47	19 45	6 56	22 20	
30	V		182	3 50	11 47	19 45	8 11	22 39	

Hold: 10-én 04^h-kor földközélen
22-én 20^h-kor földtávolban

HÓNAP

0 ^h világgidőkor						
Julian dátum 2440...	Csillagidő ($\lambda = 0^h$ -nál)	NAP			HOLD	
		RA	D	látszó sugara	RA	D
	h m s	h m	° ′	′ ″	h m	′ °
008,5	16 38 09,187	4 36	+ 22 02	15 48	8 25	+ 24 22
009,5	16 42 05,746	4 40	22 10	15 48	9 16	20 36
010,5	16 46 02,302	4 44	22 18	15 47	10 06	15 49
011,5	16 49 58,857	4 48	22 25	15 47	10 54	10 14
012,5	16 53 55,409	4 52	22 32	15 47	11 43	+ 4 02
013,5	16 57 51,961	4 56	22 38	15 47	12 31	— 2 32
014,5	17 01 48,514	5 00	22 44	15 47	13 22	9 11
015,5	17 05 45,069	5 05	22 50	15 47	14 16	15 31
016,5	17 09 41,629	5 09	22 55	15 47	15 15	21 06
017,5	17 13 38,192	5 13	23 00	15 47	16 18	25 22
018,5	17 17 34,759	5 17	23 05	15 47	17 26	27 50
019,5	17 21 31,327	5 21	23 09	15 46	18 34	28 13
020,5	17 25 27,894	5 25	23 12	15 46	19 40	26 34
021,5	17 29 24,458	5 29	23 16	15 46	20 41	23 12
022,5	17 33 21,017	5 34	23 18	15 46	21 38	18 35
023,5	17 37 17,574	5 38	23 21	15 46	22 29	13 12
024,5	17 41 14,127	5 42	23 23	15 46	23 16	7 24
025,5	17 45 10,680	5 46	23 24	15 46	0 01	— 1 29
026,5	17 49 07,232	5 50	23 26	15 46	0 44	+ 4 20
027,5	17 53 03,785	5 54	23 26	15 46	1 27	9 54
028,5	17 57 00,339	5 59	23 27	15 46	2 11	15 03
029,5	18 00 56,896	6 03	23 27	15 46	2 57	19 36
030,5	18 04 53,455	6 07	23 26	15 46	3 45	23 24
031,5	18 08 50,017	6 11	23 25	15 46	4 36	26 13
032,5	18 12 46,579	6 15	23 24	15 46	5 29	27 54
033,5	18 16 43,143	6 19	23 22	15 45	6 23	28 16
034,5	18 20 39,706	6 24	23 20	15 45	7 18	27 16
035,5	18 24 36,268	6 28	23 18	15 45	8 12	24 56
036,5	18 28 32,828	6 32	23 15	15 45	9 04	21 23
037,5	18 32 29,386	6 36	+ 23 11	15 45	9 54	+ 16 48

Föld: 21-én 09^h13^m-kor nyár kezdete (KözEI)

I. JÚLIUS

DÁTUM	A HÉT napjai	Év hányadik hete	Év hányadik napja	KÖZÉP-EURÓPAI zónaidőben					
				Budapestben					A HOLD fény-változásai
				A NAP			A HOLD		
				kel	delel	nyugszik	kel	nyugszik	
h m		h m	h m	h m	h m	h m			
1	H	27	183	3 51	11 48	19 46	9 25	22 55	
2	K		184	3 51	11 48	19 44	10 39	23 07	
3	Sz		185	3 52	11 48	19 44	11 55	23 27	☾ 13 42
4	Cs		186	3 52	11 48	19 44	13 14	23 45	
5	P		187	3 53	11 48	19 43	14 38	—	
6	Sz	28	188	3 54	11 48	19 43	16 02	0 08	
7	V		189	3 55	11 49	19 43	17 30	0 38	
8	H		190	3 55	11 49	19 42	18 49	1 20	
9	K		191	3 56	11 49	19 42	19 53	2 17	
10	Sz		192	3 57	11 49	19 41	20 39	3 32	☉ 04 18
11	Cs	29	193	3 58	11 49	19 40	21 12	4 55	
12	P		194	3 59	11 49	19 40	21 36	6 19	
13	Sz		195	4 00	11 50	19 39	21 55	7 40	
14	V		196	4 01	11 50	19 38	22 11	8 56	
15	H		197	4 02	11 50	19 38	22 25	10 08	
16	K	30	198	4 03	11 50	19 37	22 40	11 18	
17	Sz		199	4 04	11 50	19 36	22 55	12 26	☾ 10 12
18	Cs		200	4 05	11 50	19 35	23 13	13 35	
19	P		201	4 06	11 50	19 34	23 34	14 43	
20	Sz		202	4 07	11 50	19 33	—	15 52	
21	V	31	203	4 08	11 50	19 32	0 02	16 58	
22	H		204	4 09	11 50	19 31	0 39	17 58	
23	K		205	4 11	11 50	19 30	1 26	18 49	
24	Sz		206	4 12	11 50	19 28	2 23	19 29	
25	Cs		207	4 13	11 50	19 27	3 31	20 01	● 12 50
26	P	31	208	4 14	11 50	19 26	4 44	20 25	
27	Sz		209	4 15	11 50	19 25	6 00	20 45	
28	V		210	4 17	11 50	19 24	7 15	21 02	
29	H		211	4 18	11 50	19 22	8 30	21 18	
30	K		212	4 19	11 50	19 21	9 46	21 34	
31	Sz		213	4 20	11 50	19 20	11 03	21 51	

Hold: 8-án 10^b.kor földközélen
20-án 10^b.kor földtávolban

H Ó N A P

0 ^h világidőkor						
Julián dátum 2440...	Csillagidő ($\lambda = 0^h$ -nál)	NAP			HOLD	
		RA	D	látszó sugara	RA	D
	h m s	h m	° ′	′ ″	h m	° ′
038,5	18 36 25,941	6 40	+ 23 08	15 45	10 43	+ 11 24
039,5	18 40 22,494	6 44	23 03	15 45	11 30	+ 5 25
040,5	18 44 19,046	6 48	22 59	15 45	12 18	- 0 57
041,5	18 48 15,598	6 52	22 54	15 45	13 06	7 25
042,5	18 52 12,152	6 57	22 48	15 45	13 58	13 41
043,5	18 56 08,710	7 01	22 43	15 45	14 53	19 21
044,5	19 00 05,272	7 05	22 37	15 45	15 53	24 00
045,5	19 04 01,837	7 09	22 30	15 45	16 57	27 07
046,5	19 07 58,404	7 13	22 23	15 45	18 04	28 19
047,5	19 11 54,971	7 17	22 16	15 45	19 12	27 28
048,5	19 15 51,536	7 21	22 08	15 45	20 16	24 43
049,5	19 19 48,097	7 25	22 00	15 46	21 15	20 27
050,5	19 23 44,654	7 29	21 52	15 46	22 09	15 11
051,5	19 27 41,208	7 33	21 43	15 46	22 59	9 21
052,5	19 31 37,760	7 37	21 33	15 46	23 45	- 3 17
053,5	19 35 34,311	7 41	21 24	15 46	0 30	+ 2 43
054,5	19 39 30,863	7 46	21 14	15 46	1 14	8 28
055,5	19 43 27,417	7 50	21 04	15 46	1 58	13 49
056,5	19 47 23,972	7 54	20 53	15 46	2 43	18 34
057,5	19 51 20,529	7 58	20 42	15 46	3 31	22 35
058,5	19 55 17,089	8 02	20 31	15 46	4 21	25 41
059,5	19 59 13,650	8 06	20 19	15 46	5 14	27 40
060,5	20 03 10,213	8 10	20 07	15 46	6 08	28 22
061,5	20 07 06,775	8 14	19 55	15 46	7 03	27 42
062,5	20 11 03,336	8 17	19 42	15 46	7 58	25 40
063,5	20 14 59,896	8 21	19 29	15 46	8 51	22 20
064,5	20 18 56,452	8 25	19 15	15 46	9 42	17 54
065,5	20 22 53,007	8 29	19 02	15 47	10 31	12 35
066,5	20 26 49,568	8 33	18 48	15 47	11 19	6 37
067,5	20 30 46,109	8 37	18 33	15 47	12 06	+ 0 17
068,5	20 34 42,650	8 41	+ 18 19	15 47	12 55	- 6 10

Föld: 2-án naptávolban

I. AUGUSZTUS

DÁTUM	A HÉT napjai	Év hányadik hete	Év hányadik napja	KÜZÉP-EURÓPAI zónaidőben					
				Budapest					A HOLD fény- váltózási
				A NAP			A HOLD		
				kel	delel	nyugszik	kel	nyugszik	
				h m	h m	h m	h m	h m	
1	Cs	(31)	214	4 21	11 50	19 18	12 24	22 11	☾ 19 35
2	P		215	4 22	11 50	19 17	13 47	22 38	
3	Sz		216	4 23	11 50	19 15	15 11	23 14	
4	V	32	217	4 25	11 50	19 14	16 32	—	☉ 12 33
5	H		218	4 26	11 50	19 12	17 40	0 03	
6	K		219	4 27	11 50	19 11	18 32	1 08	
7	Sz		220	4 28	11 50	19 09	19 10	2 27	
8	Cs		221	4 30	11 50	19 08	19 37	3 51	
9	P	222	4 31	11 50	19 06	19 58	5 14	☉ 12 33	
10	Sz	223	4 32	11 49	19 05	20 15	6 33		
11	V	33	224	4 34	11 49	19 03	20 30		7 48
12	H		225	4 35	11 49	19 01	20 44	9 00	
13	K		226	4 37	11 49	19 00	21 00	10 10	
14	Sz		227	4 38	11 49	18 58	21 16	11 20	
15	Cs		228	4 39	11 49	18 56	21 36	12 29	
16	P	229	4 41	11 48	18 55	22 01	13 39	☾ 03 14	
17	Sz	230	4 42	11 48	18 53	22 34	14 46		
18	V	34	231	4 43	11 48	18 51	23 16	15 49	☉ 05 7
19	H		232	4 45	11 48	18 49	—	16 43	
20	K		233	4 46	11 48	18 48	0 11	17 27	
21	Sz		234	4 47	11 47	18 46	1 15	18 02	
22	Cs	235	4 49	11 47	18 44	2 27	18 29	☉ 05 7	
23	P	236	4 50	11 47	18 42	3 43	18 50		
24	Sz	237	4 51	11 47	18 40	4 59	19 08		
25	V	238	4 53	11 46	18 38	6 17	19 24		
26	H	35	239	4 54	11 46	18 36	7 33		19 40
27	K		240	4 55	11 46	18 35	8 52		19 57
28	Sz		241	4 57	11 45	18 33	10 12		20 16
29	Cs		242	4 58	11 45	18 31	11 35	20 40	
30	P		243	4 59	11 45	18 29	13 00	21 12	
31	Sz	244	5 01	11 45	18 27	14 21	21 56	☾ 03 35	

Hold: 5-én 04^h-kor földközélen
 17-én 04^h-kor földtávolban
 31-én 03^h-kor földközélen

HÓNAP

0 ^b világidőkor						
Julián dátum 2440...	Csillagidő ($\lambda = 0^b$ -nál)	NAP			HOLD	
		RA	D	látszó sugara	RA	D
	h m s	h m	° '	' "	h m	° '
...069,5	20 38 39,211	8 45	+ 18 04	15 47	13 45	-12 26
070,5	20 42 35,766	8 49	17 49	15 47	14 38	18 10
071,5	20 46 32,325	8 53	17 33	15 47	15 35	22 59
072,5	20 50 28,887	8 57	17 17	15 47	16 36	26 29
073,5	20 54 25,451	9 00	17 01	15 48	17 41	28 16
074,5	20 58 22,016	9 04	16 45	15 48	18 47	28 06
075,5	21 02 18,579	9 08	16 28	15 48	19 51	26 01
076,5	21 06 15,140	9 12	16 12	15 48	20 51	22 18
077,5	21 10 11,696	9 16	15 54	15 48	21 47	17 20
078,5	21 14 08,249	9 19	15 37	15 48	22 39	11 36
079,5	21 18 04,800	9 23	15 19	15 48	23 27	- 5 29
080,5	21 22 01,349	9 27	15 02	15 49	0 13	+ 0 41
081,5	21 25 57,898	9 31	14 43	15 49	0 58	6 40
082,5	21 29 54,449	9 35	14 25	15 49	1 42	12 16
083,5	21 33 51,002	9 38	14 07	15 49	2 28	17 18
084,5	21 37 47,556	9 42	13 48	15 49	3 15	21 36
085,5	21 41 44,113	9 46	13 29	15 49	4 05	25 01
086,5	21 45 40,672	9 50	13 10	15 50	4 57	27 21
087,5	21 49 37,232	9 53	12 50	15 50	5 50	28 27
088,5	21 53 33,792	9 57	12 30	15 50	6 45	28 12
089,5	21 57 30,352	10 01	12 11	15 50	7 40	26 34
090,5	22 01 26,910	10 04	11 51	15 50	8 34	23 35
091,5	22 05 23,465	10 08	11 30	15 51	9 26	19 24
092,5	22 09 20,018	10 12	11 10	15 51	10 17	14 13
093,5	22 13 16,568	10 15	10 49	15 51	11 06	8 16
094,5	22 17 13,117	10 19	10 28	15 51	11 54	+ 1 51
095,5	22 21 09,665	10 23	10 08	15 51	12 43	- 4 44
096,5	22 25 06,214	10 26	9 48	15 52	13 33	11 11
097,5	22 29 02,766	10 30	9 25	15 52	14 25	17 07
098,5	22 32 59,322	10 34	9 04	15 52	15 21	22 11
099,5	22 36 55,881	10 37	+ 8 42	15 52	16 21	-25 59

I. SZEPTEMBER

DÁTUM	A HÉT napjai	Év hányadik hete	Év hányadik napja	KÖZÉP-EURÓPAI zónaidőben					A HOLD fényváltózásl
				Budapestben					
				A NAP			A HOLD		
				kel	delel	nyugszik	kel	nyugszik	
			h m	h m	h m	h m	h m	h m	
1	V	(35)	245	5 02	11 44	18 25	15 32	22 55	
2	H	36	246	5 03	11 44	18 23	16 28	—	
3	K		247	5 04	11 44	18 21	17 09	0 08	
4	Sz		248	5 06	11 43	18 19	17 38	1 28	
5	Cs		249	5 07	11 43	18 17	18 01	2 51	
6	P		250	5 08	11 43	18 15	18 20	4 11	○ 23 08
7	Sz		251	5 10	11 42	18 13	18 35	5 27	
8	V		252	5 11	11 42	18 11	18 50	6 40	
9	H	37	253	5 12	11 42	18 09	19 04	7 52	
10	K		254	5 14	11 41	18 07	19 20	9 02	
11	Sz		255	5 15	11 41	18 05	19 39	10 12	
12	Cs		256	5 16	11 41	18 03	20 01	11 23	
13	P		257	5 18	11 40	18 01	20 30	12 31	
14	Sz		258	5 19	11 40	17 59	21 09	13 37	☾ 21 32
15	V		259	5 21	11 40	17 57	21 58	14 34	
16	H	38	260	5 22	11 39	17 54	22 57	15 23	
17	K		261	5 23	11 39	17 52	—	16 01	
18	Sz		262	5 25	11 38	17 50	0 07	16 30	
19	Cs		263	5 26	11 38	17 48	1 21	16 53	
20	P		264	5 27	11 38	17 46	2 37	17 13	
21	Sz		265	5 29	11 37	17 44	3 55	17 30	
22	V		266	5 30	11 37	17 42	5 13	17 46	● 12 09
23	H	39	267	5 32	11 37	17 40	6 32	18 02	
24	K		268	5 33	11 36	17 38	7 54	18 21	
25	Sz		269	5 34	11 36	17 36	9 19	18 44	
26	Cs		270	5 36	11 36	17 34	10 45	19 13	
27	P		271	5 37	11 35	17 32	12 10	19 55	
28	Sz		272	5 38	11 35	17 30	13 25	20 48	
29	V		273	5 40	11 35	17 28	14 26	21 56	☽ 06 07
30	H	40	274	5 41	11 34	17 26	15 11	23 14	

Hold: 13-án 23^h-kor földtávolban
25-én 21^h-kor földközlelben

H Ó N A P

0 ^h világidőkor						
Julian dátum 2440...	Csillagidő (λ = 0 ^h -nál)	NAP			HOLD	
		RA	D	látszó sugara	RA	D
	h m s	h m	° ′	′ ″	h m	° ′
...100,5	22 40 52,442	10 41	+ 8 21	15 53	17 24	-28 09
101,5	22 44 49,005	10 45	7 59	15 53	18 29	28 29
102,5	22 48 45,566	10 48	7 37	15 53	19 32	26 57
103,5	22 52 42,125	10 52	7 15	15 53	20 32	23 45
104,5	22 56 38,681	10 55	+ 6 53	15 53	21 28	19 12
105,5	23 00 35,233	10 59	6 30	15 54	22 21	13 45
106,5	23 04 31,782	11 03	6 08	15 54	23 10	7 45
107,5	23 08 28,330	11 06	5 45	15 54	23 56	- 1 32
108,5	23 12 24,877	11 10	5 23	15 54	0 41	+ 4 36
109,5	23 16 21,426	11 13	5 00	15 55	1 26	10 26
110,5	23 20 17,976	11 17	4 37	15 55	2 12	15 46
111,5	23 24 14,528	11 21	4 15	15 55	2 59	20 22
112,5	23 28 11,083	11 24	3 52	15 55	3 48	24 07
113,5	23 32 07,639	11 28	3 29	15 56	4 39	26 50
114,5	23 36 04,197	11 31	3 06	15 56	5 32	28 21
115,5	23 40 00,756	11 35	2 42	15 56	6 26	28 34
116,5	23 43 57,314	11 39	2 19	15 56	7 21	27 24
117,5	23 47 53,871	11 42	1 56	15 57	8 15	24 54
118,5	23 51 50,427	11 46	1 33	15 57	9 07	21 08
119,5	23 55 46,979	11 49	1 10	15 57	9 58	16 17
120,5	23 59 43,529	11 53	0 46	15 57	10 48	10 32
121,5	0 03 40,077	11 56	+ 0 23	15 58	11 37	+ 4 09
122,5	0 07 36,624	12 00	- 0 01	15 58	12 26	- 2 34
123,5	0 11 33,172	12 04	0 24	15 58	13 17	9 17
124,5	0 15 29,722	12 07	0 47	15 59	14 10	15 35
125,5	0 19 26,276	12 11	1 11	15 59	15 07	21 04
126,5	0 23 22,834	12 14	1 34	15 59	16 07	25 18
127,5	0 27 19,394	12 18	1 57	15 59	17 10	27 54
128,5	0 31 15,956	12 22	2 21	16 00	18 14	28 39
129,5	0 35 12,518	12 25	-2 44	16 00	19 17	-27 32

Föld: 23-án 0^h26^m-kor ősz kezdete (KözEI)

I. OKTÓBER

DÁTUM	A HÉT napjal	Év hányadik hete	Év hányadik napja	KÖZÉP-EURÓPAI zónaidőben					A HOLD fény-változásal
				Budapest					
				A NAP			A HOLD		
				kel	delel	nyugszik	kel	nyugszik	
			h m	h m	h m	h m	hm	h m	
1	K	(40)	275	5 42	11 34	17 24	15 43	—	
2	Sz		276	5 44	11 34	17 22	16 07	0 35	
3	Cs		277	5 45	11 33	17 20	16 26	1 54	
4	P		278	5 46	11 33	17 18	16 42	3 11	
5	Sz		279	5 48	11 33	17 16	16 56	4 24	
6	V		280	5 49	11 32	17 14	17 10	5 35	○ 12 47
7	H	41	281	5 50	11 32	17 12	17 25	6 46	
8	K		282	5 52	11 32	17 10	17 43	7 56	
9	Sz		283	5 53	11 32	17 08	18 04	9 07	
10	Cs		284	5 55	11 31	17 06	18 30	10 17	
11	P		285	5 56	11 31	17 04	19 05	11 24	
12	Sz		286	5 57	11 31	17 02	19 48	12 25	
13	V		287	5 59	11 30	17 00	20 44	13 16	
14	H	42	288	6 00	11 30	16 58	21 48	13 58	☾ 16 06
15	K		289	6 02	11 30	16 56	22 59	14 30	
16	Sz		290	6 03	11 30	16 55	—	14 55	
17	Cs		291	6 05	11 30	16 53	0 13	15 16	
18	P		292	6 06	11 29	16 51	1 29	15 34	
19	Sz		293	6 08	11 29	16 49	2 46	15 50	
20	V		294	6 09	11 29	16 47	4 04	16 06	
21	H	43	295	6 11	11 29	16 46	5 26	16 24	● 22 45
22	K		296	6 12	11 29	16 44	6 51	16 44	
23	Sz		297	6 14	11 28	16 42	8 20	17 12	
24	Cs		298	6 15	11 28	16 40	9 49	17 49	
25	P		299	6 17	11 28	16 39	11 11	18 40	
26	Sz		300	6 18	11 28	16 37	12 20	19 46	
27	V		301	6 20	11 28	16 35	13 10	21 03	
28	H	44	302	6 21	11 28	16 34	13 46	22 24	☽ 13 40
29	K		303	6 23	11 28	16 33	14 13	23 44	
30	Sz		304	6 24	11 28	16 31	14 32	—	
31	Cs		305	6 26	11 28	16 29	14 49	1 00	

Hold: 11-én 18^b-kor földtávolban
23-án 16^b-kor földközéiben

HÓNAP

0 ^h világidőkor						
Julián dátum 2440...	Csillagidő (λ = 0 ^h -nál)	NAP			HOLD	
		RA	D	látszó sugara	RA	D
	h m s	h m	° ′	′ ″	h m	° ′
130,5	0 39 09,077	12 29	— 3 07	16 00	20 18	—24 44
131,5	0 43 05,633	12 33	3 31	16 01	21 14	20 34
132,5	0 47 02,185	12 36	3 54	16 01	22 06	15 25
133,5	0 50 58,735	12 40	4 17	16 01	22 55	9 38
134,5	0 54 55,283	12 43	4 40	16 01	23 41	— 3 32
135,5	0 58 51,830	12 47	5 03	16 02	0 26	+ 2 36
136,5	1 02 48,378	12 51	5 26	16 02	1 11	8 32
137,5	1 06 44,927	12 54	5 49	16 02	1 56	14 03
138,5	1 10 41,479	12 58	6 12	16 02	2 43	18 57
139,5	1 14 38,033	13 02	6 35	16 03	3 31	23 01
140,5	1 18 34,589	13 05	6 58	16 03	4 22	26 06
141,5	1 22 31,147	13 09	7 20	16 03	5 14	28 01
142,5	1 26 27,706	13 13	7 43	16 04	6 08	28 39
143,5	1 30 24,265	13 16	8 05	16 04	7 02	27 58
144,5	1 34 20,823	13 20	8 27	16 04	7 55	25 57
145,5	1 38 17,380	13 24	8 49	16 04	8 48	22 42
146,5	1 42 13,934	13 28	9 12	16 05	9 38	18 19
147,5	1 46 10,486	13 31	9 34	16 05	10 28	12 58
148,5	1 50 07,036	13 35	9 55	16 05	11 16	6 53
149,5	1 54 03,584	13 39	10 17	16 05	12 05	+ 0 16
150,5	1 58 00,132	13 43	10 39	16 06	12 56	— 6 32
151,5	2 01 56,683	13 46	11 00	16 06	13 49	13 10
152,5	2 05 53,237	13 50	11 21	16 06	14 45	19 09
153,5	2 09 49,795	13 54	11 42	16 06	15 46	24 01
154,5	2 13 46,357	13 58	12 03	16 07	16 50	27 16
155,5	2 17 42,921	14 02	12 23	16 07	17 57	28 36
156,5	2 21 39,484	14 06	12 44	16 07	19 02	27 56
157,5	2 25 36,046	14 09	13 04	16 08	20 04	25 28
158,5	2 29 32,605	14 13	13 24	16 08	21 02	21 33
159,5	2 33 29,160	14 17	13 44	16 08	21 55	16 37
160,5	2 37 25,712	14 21	—14 04	16 08	22 44	—11 00

I. NOVEMBER

DÁTUM	A HÉT napjai	Év hányadik hete	Év hányadik napja	KÖZÉP-EURÓPAI zónaidőben					A HOLD főnv- váltásai
				Budapestben					
				A NAP			A HOLD		
				kel	delel	nyugszik	kel	nyugszik	
			h m	h m	h m	h m	h m	h m	
1	P	(44)	306	6 27	11 28	16 27	15 04	2 13	
2	Sz		307	6 29	11 28	16 26	15 18	3 24	
3	V		308	6 30	11 28	16 24	15 32	4 33	
4	H	45	309	6 32	11 28	16 23	15 49	5 42	
5	K		310	6 33	11 28	16 21	16 08	6 53	○ 05 25
6	Sz		311	6 35	11 28	16 20	16 32	8 03	
7	Cs		312	6 36	11 28	16 18	17 03	9 11	
8	P		313	6 38	11 28	16 17	17 44	10 15	
9	Sz		314	6 39	11 28	16 15	18 35	11 10	
10	V		315	6 41	11 28	16 14	19 36	11 55	
11	H	46	316	6 42	11 28	16 12	20 43	12 30	
12	K		317	6 44	11 28	16 11	21 55	12 57	
13	Sz		318	6 45	11 28	16 10	23 08	13 19	☾ 09 54
14	Cs		319	6 47	11 28	16 09	—	13 37	
15	P		320	6 48	11 28	16 08	0 22	13 53	
16	Sz		321	6 50	11 29	16 07	1 37	14 09	
17	V		322	6 51	11 29	16 06	2 55	14 25	
18	H	47	323	6 52	11 29	16 05	4 18	14 44	
19	K		324	6 54	11 29	16 04	5 44	15 08	
20	Sz		325	6 55	11 29	16 03	7 15	15 40	● 09 02
21	Cs		326	6 57	11 30	16 02	8 44	16 26	
22	P		327	6 58	11 30	16 01	10 02	17 27	
23	Sz		328	7 00	11 30	16 00	11 02	18 44	
24	V		329	7 01	11 31	15 59	11 46	20 07	
25	H	48	330	7 02	11 31	15 59	12 15	21 34	
26	K		331	7 04	11 31	15 58	12 38	22 49	
27	Sz		332	7 05	11 31	15 57	12 56	—	☽ 0 31
28	Cs		333	7 07	11 32	15 57	13 11	0 04	
29	P		334	7 08	11 32	15 56	13 25	1 25	
30	Sz		335	7 09	11 32	15 56	13 40	2 25	

Hold: 8-án 10^h-kor földtávolban
21-én 01^h-kor földközélen

H Ó N A P

0 ^b világidőkor						
Julián dátum 2440...	Csillagidő (λ = 0 ^b -nál)	NAP			HOLD	
		RA	D	látszó sugara	RA	D
	h m s	h m	° ′	′ ″	h m	° ′
... 161,5	2 41 22,262	14 25	-14 23	16 09	23 30	- 5 03
162,5	2 45 18,811	14 29	14 42	16 09	0 15	+ 1 00
163,5	2 49 15,361	14 33	15 01	16 09	0 59	6 56
164,5	2 53 11,911	14 37	15 20	16 09	1 43	12 31
165,5	2 57 08,465	14 41	15 38	16 10	2 29	17 34
166,5	3 01 05,020	14 45	15 56	16 10	3 17	21 52
167,5	3 05 01,578	14 49	16 14	16 10	4 07	25 15
168,5	3 08 58,138	14 53	16 32	16 10	4 59	27 30
169,5	3 12 54,699	14 57	16 49	16 11	5 52	28 30
170,5	3 16 51,260	15 01	17 06	16 11	6 46	28 12
171,5	3 20 47,820	15 05	17 23	16 11	7 39	26 35
172,5	3 24 44,380	15 09	17 39	16 11	8 31	23 45
173,5	3 28 40,937	15 13	17 56	16 11	9 21	19 49
174,5	3 32 37,492	15 17	18 11	16 12	10 09	14 56
175,5	3 36 34,045	15 21	18 27	16 12	10 57	9 16
176,5	3 40 30,596	15 25	18 42	16 12	11 44	+ 3 01
177,5	3 44 27,147	15 29	18 57	16 12	12 33	- 3 35
178,5	3 48 23,698	15 34	19 12	16 12	13 24	10 14
179,5	3 52 20,253	15 38	19 26	16 13	14 19	16 32
180,5	3 56 16,812	15 42	19 40	16 13	15 18	21 59
181,5	4 00 13,375	15 46	19 53	16 13	16 23	26 02
182,5	4 04 09,942	15 50	20 06	16 13	17 30	28 13
183,5	4 08 06,509	15 54	20 19	16 13	18 39	28 15
184,5	4 12 03,075	15 59	20 31	16 14	19 44	26 17
185,5	4 15 59,638	16 03	20 43	16 14	20 45	22 38
186,5	4 19 56,197	16 07	20 55	16 14	21 41	17 48
187,5	4 23 52,752	16 11	21 06	16 14	22 32	12 15
188,5	4 27 49,305	16 16	21 17	16 14	23 19	6 18
189,5	4 31 45,857	16 20	21 27	16 15	0 04	- 0 15
190,5	4 35 42,409	16 24	-21 37	16 15	0 48	+ 5 40

I. DECEMBER

DÁTUM	A HÉT napjai	Év hányadik hete	Év hányadik napja	KÖZÉP-EURÓPAI zónaidőben						A HOLD fény-változásai
				Budapest						
				A NAP			A HOLD			
				kel	delel	nyugszik	kel	nyugszik		
h m	h m	h m	h m	h m	h m					
1	V	(48)	336	7 11	11 33	15 55	13 55	3 33		
2	H	49	337	7 12	11 33	15 55	14 14	4 43		
3	K		338	7 13	11 34	15 54	14 36	5 52		
4	Sz		339	7 14	11 34	15 54	15 04	7 01		
5	Cs		340	7 15	11 34	15 54	15 42	8 07	○ 0 08	
6	P		341	7 16	11 35	15 53	16 30	9 04		
7	Sz		342	7 17	11 35	15 53	17 28	9 53		
8	V		343	7 18	11 36	15 53	18 34	10 30		
9	H	50	344	7 19	11 36	15 53	19 43	11 00		
10	K		345	7 20	11 36	15 53	20 55	11 23		
11	Sz		346	7 21	11 37	15 53	22 07	11 42		
12	Cs		347	7 22	11 37	15 53	23 19	11 58		
13	P		348	7 23	11 38	15 53	—	12 13	☾ 01 50	
14	Sz		349	7 24	11 38	15 53	0 33	12 29		
15	V		350	7 25	11 39	15 53	1 49	12 46		
16	H	51	351	7 26	11 39	15 53	3 11	13 06		
17	K		352	7 26	11 40	15 53	4 38	13 33		
18	Sz		353	7 27	11 40	15 54	6 05	14 11		
19	Cs		354	7 28	11 41	15 54	7 32	15 04	● 19 19	
20	P		355	7 28	11 41	15 55	8 44	16 15		
21	Sz		356	7 29	11 42	15 55	9 36	17 39		
22	V		357	7 29	11 42	15 55	10 14	19 06		
23	H	52	358	7 30	11 43	15 56	10 40	20 30		
24	K		359	7 30	11 43	15 57	11 00	21 48		
25	Sz		360	7 31	11 44	15 57	11 16	23 03		
26	Cs		361	7 31	11 44	15 58	11 32	—	☽ 15 15	
27	P		362	7 31	11 45	15 59	11 46	0 14		
28	Sz		363	7 32	11 45	16 00	12 01	1 24		
29	V		364	7 32	11 46	16 00	12 19	2 33		
30	H	53	365	7 32	11 46	16 01	12 40	3 43		
31	K		366	7 32	11 46	16 02	13 06	4 52		

Hold: 5-én 16^h-kor földtávolban
19-én 13^h-kor földközélen

H Ó N A P

0 ^h világdőkor						
Julián dátum 2440...	Csillagidő (λ = 0 ^h -nál)	NAP			HOLD	
		RA	D	látszó sugara	RA	D
	h m s	h m	° ′	′ ″	h m	° ′
191,5	4 39 38,962	16 29	-21 47	16 15	1 32	+ 11 17
192,5	4 43 35,517	16 33	21 56	16 15	2 17	16 24
193,5	4 47 32,074	16 37	22 05	16 15	3 04	20 51
194,5	4 51 28,634	16 42	22 13	16 15	3 54	24 26
195,5	4 55 25,195	16 46	22 21	16 15	4 45	26 58
196,5	4 59 21,758	16 50	22 29	16 16	5 38	28 16
197,5	5 03 18,321	16 55	22 36	16 16	6 32	28 16
198,5	5 07 14,884	16 59	22 42	16 16	7 25	26 58
199,5	5 11 11,446	17 03	22 49	16 16	8 17	24 25
200,5	5 15 08,006	17 08	22 54	16 16	9 07	20 46
201,5	5 19 04,563	17 12	22 59	16 16	9 55	16 12
202,5	5 23 01,119	17 17	23 04	16 16	10 42	10 52
203,5	5 26 57,672	17 21	23 09	16 16	11 28	+ 4 58
204,5	5 30 54,225	17 25	23 12	16 17	12 14	- 1 18
205,5	5 34 50,778	17 30	23 16	16 17	13 03	7 44
206,5	5 38 47,333	17 34	23 19	16 17	13 54	14 00
207,5	5 42 43,891	17 39	23 21	16 17	14 50	19 43
208,5	5 46 40,454	17 43	23 23	16 17	15 52	24 22
209,5	5 50 37,021	17 48	23 25	16 17	16 58	27 25
210,5	5 54 33,589	17 52	23 26	16 17	18 07	28 25
211,5	5 58 30,158	17 56	23 27	16 17	19 16	27 15
212,5	6 02 26,724	18 01	23 27	16 17	20 21	24 07
213,5	6 06 23,286	18 05	23 26	16 17	21 20	19 30
214,5	6 10 19,844	18 10	23 26	16 17	22 15	13 57
215,5	6 14 16,399	18 14	23 24	16 17	23 04	7 53
216,5	0 18 12,952	18 19	23 23	16 17	23 51	- 1 42
217,5	6 22 09,504	18 23	23 20	16 17	0 36	+ 4 22
218,5	6 26 06,058	18 28	23 18	16 17	1 21	10 07
219,5	6 30 02,613	18 32	23 15	16 17	2 06	15 23
220,5	6 33 59,170	18 36	23 11	16 18	2 52	19 59
221,5	6 37 55,730	18 41	-23 07	16 18	3 41	+ 23 45

Föld: 21-én 20^h00^m-kor tél kezdete (KözEI)

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

Dátum	P	B _s	L _s	Dátum	P	B _s	L _s
I. 1	+2,5	-3,0	195,5	VII. 4	-1,3	+3,3	273,8
6	+0,0	3,6	129,6	9	+1,0	3,8	207,6
11	-2,4	4,1	63,8	14	3,2	4,3	141,5
16	4,8	4,6	358,0	19	5,4	4,8	75,3
21	7,1	5,1	292,1	24	7,6	5,2	9,1
26	9,3	5,5	226,3	29	9,7	5,6	303,0
31	11,4	5,9	160,5	VIII. 3	11,7	6,0	236,9
II. 5	13,5	6,3	94,6	8	13,6	6,3	170,8
10	15,4	6,6	28,8	13	15,4	6,6	104,7
15	17,2	6,8	323,0	18	17,1	6,8	38,6
20	18,8	7,0	257,1	23	18,6	7,0	332,5
25	20,3	7,1	191,3	28	20,1	7,1	266,4
III. 1	21,6	7,2	125,4	IX. 2	21,4	7,2	200,4
6	22,8	7,3	59,5	7	22,6	7,3	134,3
11	23,8	7,2	353,7	12	23,6	7,2	68,3
16	24,7	7,1	287,8	17	24,5	7,2	2,3
21	25,4	7,0	221,8	22	25,2	7,0	296,3
26	25,9	6,8	155,9	27	25,7	6,9	230,3
31	26,2	6,6	90,0	X. 2	26,1	6,6	164,3
IV. 5	26,3	6,3	24,0	7	26,3	6,4	98,4
10	26,3	5,9	318,0	12	26,3	6,1	32,4
15	26,1	5,6	252,0	17	26,2	5,7	326,5
20	25,7	5,2	185,9	22	25,8	5,3	260,5
25	25,1	4,7	119,9	27	25,3	4,8	194,6
30	24,4	4,2	53,8	XI. 1	24,5	4,3	128,6
V. 5	23,4	3,7	347,7	6	23,6	3,8	62,7
10	22,3	3,2	281,6	11	22,5	3,3	356,8
15	21,0	2,6	215,5	16	21,2	2,7	290,9
20	19,5	2,0	149,4	21	19,6	2,1	225,0
25	17,9	1,4	83,2	26	17,9	1,4	159,1
30	16,2	0,8	17,1	XII. 1	16,1	0,8	93,2
VI. 4	14,3	-0,2	310,9	6	14,1	+0,2	27,3
9	12,3	+0,4	244,7	11	12,0	-0,5	321,4
14	10,2	1,0	178,5	16	9,7	1,1	255,5
19	8,1	1,6	112,3	21	7,4	1,7	189,6
24	5,8	2,1	46,2	26	5,0	2,4	123,8
29	-3,6	+2,7	340,0	31	+2,6	-3,0	57,9

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

III. A Holdkorong sugara 0^h világidőkor

	' "		' "		' "		' "
I. 1	16 06	IV. 3	14 45	VII. 2	15 39	X. 3	15 38
4	15 27	6	15 04	5	16 12	6	15 14
7	14 55	9	15 44	8	16 32	9	14 53
10	14 46	12	16 26	11	16 17	12	14 45
13	15 00	15	16 38	14	15 37	15	14 59
16	15 25	18	16 10	17	15 00	18	15 36
19	15 49	21	15 32	20	14 45	21	16 17
22	16 04	24	15 03	23	14 52	24	16 32
25	16 11	27	14 46	26	15 13	27	16 12
28	16 01	30	14 42	29	15 38	30	15 39
31	15 34	V. 3	14 54	VIII. 1	16 01	XI. 2	15 11
II. 3	15 03	6	15 26	4	16 17	5	14 52
6	14 47	9	16 12	7	16 13	8	14 43
9	14 56	12	16 43	10	15 45	11	14 50
12	15 25	15	16 30	13	15 10	14	15 20
15	15 57	18	15 48	16	14 48	17	16 05
18	16 12	21	15 08	19	14 51	20	16 40
21	16 08	24	14 47	22	15 14	23	16 32
24	15 53	27	14 42	25	15 43	26	15 53
27	15 31	30	14 51	28	16 03	29	15 14
III. 1	15 06	VI. 2	15 14	31	16 09	XII. 2	14 51
4	14 48	5	15 52	IX. 3	16 04	5	14 42
7	14 50	8	16 31	6	15 44	8	14 46
10	15 16	11	16 39	9	15 15	11	15 06
13	15 57	14	16 07	12	14 52	14	15 44
16	16 24	17	15 22	15	14 48	17	16 28
19	16 20	20	14 51	18	15 09	20	16 44
22	15 55	23	14 43	21	15 45	23	16 15
25	15 27	26	14 51	24	16 13	26	15 28
28	15 04	29	15 11	27	16 16	29	14 55
31	14 48			30	16 01		

IV. Az öt fényes bolygó geocentrikus távolsága és fényessége

Dátum	Merkur		Vénusz		Mars		Jupiter		Szaturnusz	
	r	m	r	m	r	m	r	m	r	m
I. 1	1,43	-0,8	1,07	-3,6	1,92	+1,3	4,76	-1,9	9,43	+1,1
	16	1,30	-0,9	1,17	-3,6	1,99	+1,3	4,58	-2,0	9,67
II. 1	0,94	-0,1	1,27	-3,5	2,07	+1,4	4,45	-2,0	9,91	+1,1
	16	0,64	+2,4	1,35	-3,4	2,14	+1,4	4,40	-2,1	10,10
III. 1	0,75	+0,9	1,42	-3,4	2,21	+1,5	4,41	-2,1	10,24	+1,0
	16	0,97	+0,4	1,50	-3,3	2,28	+1,5	4,49	-2,0	10,34
IV. 1	1,18	-0,1	1,57	-3,3	2,35	+1,6	4,64	-1,9	10,39	
	16	1,32	-1,0	1,62	-3,3	2,41		4,82	-1,9	10,38
V. 1	1,28	-1,5	1,67	-3,3	2,46		5,04	-1,8	10,31	
	16	1,00	-0,1	1,70	-3,4	2,51		5,28	-1,7	10,19
VI. 1	0,69	+1,3	1,73	-3,4	2,55		5,53	-1,6	10,01	+0,9
	16	0,55	+3,0	1,74	-3,5	2,58		5,76	-1,5	9,81
VII. 1	0,66	+1,7	1,73	-3,5	2,60		5,96	-1,4	9,58	+0,8
	16	0,95	0,0	1,72	-3,4	2,60		6,13	-1,3	9,33
VIII. 1	1,29	-1,4	1,68	-3,4	2,59		6,28	-1,3	9,07	+0,7
	16	1,35	-1,0	1,64	-3,3	2,57		6,37	-1,2	8,84
IX. 1	1,23	-0,1	1,58	-3,3	2,53		6,42	-1,2	8,62	+0,5
	16	1,05	+0,3	1,52	-3,3	2,48		6,42	-1,2	8,47
X. 1	0,80	+0,7	1,45	-3,4	2,42	+2,0	6,38	-1,2	8,37	+0,4
	16	0,67	+3,0	1,37	-3,4	2,34	+2,0	6,28	-1,3	8,34
XI. 1	1,00	-0,3	1,28	-3,4	2,24	+1,9	6,14	-1,3	8,38	+0,4
	16	1,31	-0,7	1,19	-3,5	2,13	+1,8	5,96	-1,4	8,49
XII. 1	1,44	-0,8	1,09	-3,6	2,01	+1,8	5,75	-1,5	8,05	+0,6
	16	1,43	-0,7	0,99	-3,7	1,87	+1,6	5,52	-1,6	8,86

r: csillagászati egységekben; m: magnitúdókban

V. Bolygókorongok megvilágításának adatai

Dátum	MERKUR		VÉNUSZ		MARS	
	K	I	K	I	K	I
	%	°	%	°	%	°
I. 5	99	10	74	62	94	29
15	93	28	77	58	94	27
25	77	58	80	54	95	26
II. 4	36	106	82	50	96	24
14	2	165	85	46	96	22
24	15	134	87	43	97	21
III. 5	40	101	89	39	97	19
15	58	81	91	36	98	17
25	71	66	92	32	98	16
IV. 4	82	51	94	29		
14	92	32	95	25		
24	100	4	97	22		
V. 4	90	37	98	18		
14	63	75	99	14		
24	37	105	99	11		
VI. 3	17	132	100	7		
13	3	161	100	3		
23	2	162	100	1		
VII. 3	17	132	100	5		
13	41	100	99	9		
23	73	63	99	13		
VIII. 2	97	21	98	17		
12	98	14	97	21		
22	91	35	96	25		
IX. 1	82	51	94	28		
11	72	64	92	32		
21	58	81	91	36		
X. 1	36	106	89	39	97	19
11	7	150	87	43	97	21
21	10	144	84	47	96	22
31	56	83	82	50	96	24
XI. 10	85	45	80	54	95	26
20	96	23	77	58	94	28
30	99	9	74	61	94	29
XII. 10	100	4	71	65	93	31
20	98	17	67	70	92	32
30	92	34	64	74	92	34

K: a bolygó korongjának a Nap által megvilágított hányada.

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

VI. A Mars és Jupiter centrál-meridiánjának

DÁTUM		MARS	JUPITER		
		°	°	°	
Január	1	152,6	I. 171,3	II. 51,1	
	5	112,8	83,4	292,5	
	9	73,0	355,4	174,1	
	13	33,2	267,5	55,6	
	17	353,4	179,6	297,2	
	21	313,5	91,7	178,8	
	25	273,7	3,9	60,5	
	29	233,8	276,0	302,1	
	Február	2	193,9	188,2	183,8
6		154,0	100,4	65,4	
10		114,1	12,6	307,1	
14		74,2	284,7	188,7	
18		34,4	196,9	70,3	
22		354,5	109,0	311,9	
26		314,7	21,1	193,5	
Március		1	274,9	293,2	75,1
	5	235,1	205,2	316,6	
	9	195,4	117,2	198,1	
	13	155,7	29,1	79,5	
	17	116,1	301,0	320,8	
	21	76,5	212,8	202,1	
	25	336,9	124,6	83,4	
	29	357,4	36,3	324,6	
	• Április	2	317,9	308,0	205,7
6			219,5	86,8	
10			131,1	327,8	
14			42,5	208,7	
18			313,9	89,6	
22			225,2	330,4	
26			136,5	211,2	
30			47,7	91,9	
Május		4		318,9	332,5
		8		230,0	213,1
	12		141,1	93,6	
	16		62,1	334,2	
	20		323,1	214,6	
	24		234,0	95,0	
	28		144,9	335,4	
Június	1		55,8	215,8	
	5		326,6	96,1	
	9		237,4	336,3	
	13		148,2	216,6	
	17		58,9	96,8	
	21		329,6	337,0	
	25		240,4	217,2	
	29		151,0	97,4	

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

planetografikus hosszúsága 0^h világidőkor

DÁTUM		MARS	JUPITER	
		°	°	°
Július	3		I. 61,7	II. 337,6
	7		332,4	217,7
	11		243,0	97,9
	15		153,7	338,0
	19		64,3	218,1
	23		335,0	98,2
	27		245,6	338,3
Augusztus	31		156,2	218,5
	4		66,9	98,6
	8		337,5	338,7
	12		248,2	218,8
	16		158,8	99,0
	20		69,5	339,1
	24		340,2	219,3
Szeptember	28		250,9	99,4
	1		161,6	339,6
	5		72,3	219,8
	9		343,0	100,0
	13		253,7	340,2
	17		164,5	220,5
	21		75,3	100,8
Október	25		346,1	341,0
	29		256,9	221,3
	3	323,2	167,8	101,7
	7	284,1	78,6	342,0
	11	245,0	349,5	222,4
	15	205,9	260,5	102,8
	19	166,8	171,4	343,2
November	23	127,7	82,4	223,7
	27	88,6	353,4	104,2
	31	49,5	264,4	344,7
	4	10,5	175,5	225,3
	8	331,4	86,6	105,8
	12	292,4	357,8	346,5
	16	253,3	269,0	227,1
December	20	214,3	180,2	107,8
	24	175,4	91,4	348,6
	28	136,4	2,7	229,3
	2	97,5	274,1	110,1
	6	58,6	185,4	351,0
	10	19,7	96,9	231,9
	14	340,9	8,3	112,8
December	18	302,1	279,8	353,8
	22	263,3	191,4	234,8
	26	224,6	103,0	115,9
	30	185,0	14,6	357,0

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

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

Nap	Január		Február	
	A holdak a bolygó		A holdak a bolygó	
	nyugati oldalán	keleti oldalán	nyugati oldalán	keleti oldalán
	22 ^h		19 ^h	
1	3. .2	4. .1	-32. 1.	4.
2	3. .14.	2.	.2	.3 .1 4.
3	4. .3 2.	1.	.1	.24. .3
4	4. .2 .1			1. 3.
5	4.	.2 .3	4. .2 .1	3.
6	.4	.1 2. 3.	4. 3.	1. .2
7	.4 2. 1.	3.	4. .3	.1 2.
8	.4 3. .2	.1	4. .3 2. 1.	
9	3. .4 .1	.2	.4 .2	.3 .1
10	.3	.4 1.	.4 1.	.2 .3
11	.2 .1	.4	.42.	1. 3.
12		1. .2 .3 .4	2. .1 .4	3.
13		2. 3. .4	3.	.21. .4
14	2. 1.	3. .4.	3.	2. .4
15	.23.	.1 4.	.3 2. 1.	.4
16	3. 1.	.2 4.	.2	.1 .4
17	.3	2. .14.	1.	.2 .3 4.
18	.2 .1	4.		2. .1 3. 4.
19	4.	.21. .3	2. .1	3. 4.
20	4. .1	2. .3	3.	1. 4.
21	4. 2. 1.	3.	3. 4. .1	2.
22	4. .2 3.	.1	4. .3 2.	
23	.4 3. 1.	.2	4. .2	.1
24	.4 .3	2. .1	4. 1.	.2 .3
25	.42. .1 .3		.4	2. 1. 3.
26	.4	1. .3	.4 2. .1	3.
27	.1	.4 2. .3	.4 3.	1.
28	2.	1. 3. .4	3. .4 .1	2.
29	.2	.1 .4	.3 2.	
30	3. 1.	.2 .4		
31	.3	2. .1 4.		

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

Dátum	h m		Hold	Jelenség	Dátum	h m		Hold	Jelenség
I 1	22 33	k	2	f	II 2	22 07	k	2	f
	23 38	k	4	a		3	1 46	v	2
2	3 25	v	2	m	4	19 11	v	2	a
	4 17	v	4	a		19 29	v	4	e
3	21 30	v	2	e	19 56	v	2	e	
4	23 35	v	3	m	23 24	k	1	a	
5	0 01	k	1	f	23 47	k	1	e	
	21 23	k	1	a	5	20 33	k	1	f
	22 20	k	1	e		21 58	k	3	a
	23 39	v	1	a		23 12	v	1	m
	v	1	e	23 26		k	3	e	
6	0 36	v	1	e	6	1 34	v	3	a
	21 04	k	2	e		2 56	v	3	e
10	21 29	v	4	m	10	0 41	k	2	f
	22 07	v	2	a		4 00	v	2	m
	23 52	v	2	e	11	19 22	k	2	e
	12	23 16	k	1		a	21 47	v	2
13		0 06	k	1		e	22 12	v	2
	17	21 51	k	2	a	12	20 29	k	4
23 24		k	2	e	22 27		k	1	f
18	0 42	v	2	a	13	19 47	k	1	a
	22 12	v	4	a		19 56	k	1	e
19	0 00	k	3	f		22 04	v	1	a
	0 39	k	4	e		22 13	v	1	e
	3 48	k	1	f	14	19 22	v	1	m
	4 51	v	4	e		16	19 48	v	3
21 14	v	2	m	18	21 32	k	2	a	
20	22 17	k	1		f	21 37	k	2	e
	21	1 16	v	1	m	19	0 23	v	2
21 55		v	1	a	0 27		v	2	e
22 35		v	1	e	20	0 21	k	1	f
25	0 26	k	2	a		2 40	v	1	m
	1 42	k	2	e		19 22	v	2	f
26	23 31	v	2	m		21 40	k	1	e
27	2 28	k	4	f		21 40	k	1	a
					23 56	v	1	e	
28	0 10	k	1	f	21	18 49	k	1	m
	3 01	v	1	m		21 08	v	1	f
	21 31	k	1	a	23	19 34	k	3	m
	22 03	k	1	e		27	21 56	v	2
23 48	v	1	a	29	19 05		v	4	f
29	0 19	v	1		e	20 06	v	1	e
	21 28	v	1		m	20 20	v	1	a
	21 36	v	3	a					
23 38	v	3	e						

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

Nap	Március		Április	
	A holdak a bolygó			
	nyugati oldalán	keleti oldalán	nyugati oldalán	keleti oldalán
	20 ^h		20 ^h	
1	.2 .3	.1 .4	.4 2.1.	3.
2	1.	.2 .3 .4	.2	3.1
3		2.1 .3 .4	3. 1.	.2 .4
4	2. 1.	3. 4.	3.	2.1. .4
5	3. 2.	1. 4.	.32. .1	.4
6	3. .1	.2 4.		.31. 4.
7	.3 2.	4.		2. .3 4.
8	.2 .3	.1	2. 1.	3. 4.
9	4. 1.	.2.3	.2	3. 1 4.
10	4.	.12. .3	3. 1.	4. .2
11	4. 2. .1	3.	3. 4.	2. .1
12	4. .23.	1.	4. .32. .1	
13	.4 3. .1	.2	4. .2	1.
14	.4 .3 2.	1.	4. .1	.2 .3
15	.4.2.3		.4 1.2.	3.
16	.41.	.2 .3	.4 .2	.1 3.
17		.1.42. .3	.4 1.3.	.2
18	2. .1	3. .4	3. .4	1.2.
19	.2	1. .4	.32. .1	.4
20	3. .1	.2 .4	.2.3	1. .4
21	.3	1. 4.	.1	.3.2 .4
22	.2.3.1	4.		.3 .4
23	1.	.2.34.	.2	.1 3. 4.
24		.1.4.2. .3	1.3.	.2 4.
25	2.1. 4.	3.	3.	.12. 4.
26	4. .2	1.	.3 2. .1	4.
27	4. 3. .1	.2	.2.3	1.
28	4. .3	2.1.	4. .1	.2.3
29	.4 2. .3 .1		4.	.3
30	.4	.3	4. 2.	3.
31	.4	.1 2. .3		

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

Dátum	h m		Hold	Jelenség	Dátum	h m		Hold	Jelenség	
III 1	22 50	k	3	m	IV 2	22 18	v	4	m	
5	21 00	k	2	m	3	2 04	k	3	e	
6	0 30	v	2	f	3	2 36	k	4	f	
	22 17	k	1	m						
7	0 57	v	1	f	5	0 36	k	2	e	
	19 34	k	1	e		2 32	k	2	a	
	19 57	k	1	e		23 49	k	1	m	
	21 50	v	1	e	6	21 05	k	1	e	
	22 14	v	1	a		22 03	k	1	a	
8	19 26	v	1	f	23 20	v	3	f		
	19 39	k	4	e	23 21	v	1	e		
	23 31	k	4	a	7	0 04	v	2	f	
9	0 00	v	4	e		21 34	v	1	f	
	12	19 20	v	3	e	13	21 43	k	2	m
		21 24	v	3	a		22 54	k	1	e
		23 15	k	2	m		23 00	v	3	m
14	20 23	v	2	e	23 47		k	3	f	
	21 18	k	1	e	23 57		k	1	a	
	21 31	v	2	a	14	1 10	v	1	e	
	21 51	k	1	a		20 06	k	1	m	
23 35	v	1	e	23 29	v	1	f			
15	21 21	v	1	f	15	20 42	v	1	a	
						21 19	v	2	a	
19	19 10	k	3	e	19	20 40	k	4	f	
	21 50	k	3	a	20	1 02	v	4	f	
	22 42	v	3	e	23 06	k	3	m		
21	19 52	k	2	e	21	21 57	k	1	m	
	21 17	k	2	a	22	20 21	k	1	a	
	22 42	v	2	e		21 07	k	2	a	
	23 04	k	1	e		21 28	v	1	e	
	23 45	k	1	a		21 35	v	2	e	
22	23 16	v	1	f		22 36	v	1	a	
					23 56	v	2	a		
					24	21 15	v	3	a	
27	22 44	v	4	e						
23	19 47	v	1	e	28	23 48	k	1	m	
25	20 30	v	1	a	29	21 04	k	1	e	
	21 54	v	4	a		21 15	k	2	e	
26	22 35	k	3	e		22 15	k	1	a	
28	22 13	k	2	e	23 20	v	1	e		
	23 54	k	2	a	23 44	k	2	a		
29	0 51	k	1	e	30	0 06	v	2	e	
30	19 17	k	1	e		21 49	v	1	f	
	19 20	v	3	f						
	20 08	k	1	a						
	21 30	v	2	f						

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

Nap	Május			Június		
	A holdak a bolygó			A holdak a bolygó		
	nyugati oldalán	keleti oldalán		nyugati oldalán	keleti oldalán	
	21 ^h			21 ^h		
1	4.	1. 3.	. 2	4. 3 2.	. 1	
2	. 4 3.		. 1 2.	4. 1.	. 2	
3	. 4 3 2. 1.			4.	1. 2. 3	
4	. 4 . 23	. 1	. 1	. 4 2. . 1		3.
5	. 1 . 4	. 3 . 2		. 4 . . 2	1. 3.	
6		12. . 4 . 3		. 4 3. . 1	. 2	
7	2. . 1	3. . 4		3. . 4	2.	
8	1.		. 4	. 3 2.	. 4 . 1	
9	3.	. 1 2. . 4		1. . 3	. 4	
10	3. 1. 2.		4.		1. . 32. . 4	
11	. 2 . 3	1. 4.		. 12.	. 3 . 4	
12	. 1	. 3 . 2 . 4.		. 2	1. 3. . 4	
13		1. 2 . 4. . 3		. 1	. 2 4.	
14	2. 4. . 1	3.		3.	2. 4.	
15	4.	3.		. 3 2.	4.	
16	4. 3.	. 1 2.		. 31.	4.	
17	4. . 3 1. 2.			4.	1. 3 2.	
18	4. . 2 . 3	. 1		4. . 12.	. 3	
19	. 4 . 1	. 3 . 2		4. . 2	1. 3.	
20	. 4	1. 2. . 3		4. . 1	3. . 2	
21	. 42. . 1	3.		. 4 3.	1. 2.	
22	. 2	3.		. 4 . 3 2.		
23	3.	. 4 . 2		. 4 . 31 . 2		
24	3. 1. 2.	. 4		. 4	. 13 2.	
25	. 3 . 2	. 1 . 4		1. 2.	. 4 . 3	
26	1.	. 2 . 4		. 2	1. 3 . 4	
27		1. 2. . 3 4.		. 1	3. . 2 . 4	
28	2. . 1	3. 4.		3.	1. 2. . 4	
29	. 2	1. 3 . 4.		3. 2. . 1	. 4	
30	3.	4. . 2		. 3 . 2	1. 4.	
31	3. 4. 1.	2.				

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

Dátum	h m		Hold	Jelenség	Dátum	h m		Hold	Jelenség
V. 1	21 05 21 44	v k	2 3	f a	VI. 2	20 41 22 41	v k	2 3	f m
2	1 13	v	3	a	6	21 07 22 23	v k	3 1	a m
6	1 41 22 56 23 49	k k k	1 1 2	m e e	7	20 46 21 51 23 02	k v v	1 1 1	a e a
7	0 10 1 12 23 44	k v v	1 1 1	a e f	13	21 40	k	3	a
8	23 39	v	2	f	14	21 32 22 41	k k	1 1	e a
9	0 11	v	3	e	15	22 18	v	1	f
14	22 05 23 34	k k	1 4	m a	16	20 46	k	2	m
15	21 34 22 49	v v	1 1	e a	18	20 54	v	2	a
16	0 33	k	3	e	20	21 06	k	3	e
17	21 07	v	2	a	22	20 49	k	1	m
19	23 14	v	3	f	23	21 20	v	1	a
22	0 00 21 13 22 28 23 29 23 30	k k k v k	1 1 1 1 2	m e a e m	25	21 23	v	2	e
23	22 03	v	1	f	30	20 59	k	1	a
24	21 11 23 44	v v	2 2	e a	<i>k</i> vagy <i>v</i> betű azt mutatja, hogy a szomszédos oszlop időadata a jelenség kezdetére, ill. végére vonatkozik-e. A többi betű: <i>f</i> = fogyatkozás (a Jupiter-hold fogyatkozásban van, tehát a Jupiter árnyék-kúpjába került), <i>m</i> = a hold a Jupiter korongja mögött (Földünkről nem látszik), <i>e</i> = a hold a Jupiter korongja előtt (a Hold látszólagosan a bolygó korongján van), <i>a</i> = a hold „fekete” árnyéka vetődik a Jupiter korongjára (a Jupiteren teljes napfogyatkozás van).				
26	22 10 23 44	v k	3 3	m f					
29	23 09	k	1	e					
31	21 01 21 07 21 40	k v v	2 1 4	e a u					

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

Nap	November			December								
	A holdak a bolygó											
	nyugati oldalán		keleti oldalán		nyugati oldalán		keleti oldalán					
	4h											
1	4.	2.	.1	.3			.1	4.	.3			
2	4.	.21.			.3		1.	4.	2.	3.		
3	.4		.1	.2	3.		4.2.			.1		
4	.4	.1	3.2.				4.	3.	.1.2			
5	.4	3.2.	1.				4.	.3		1.	.2	
6	3.	.4	.1				4.	.3	.1		2.	
7		.3	.4	2.			.4	2.		1.	.3	
8		2.	.3	.1.4			.4			.1	.3	
9		.21.		.3	.4		.4	1.		.23.		
10			.1.2	3.	.4		2.	.4		3.	.1	
11		1.	3.	2.	.4		3.	.21.		.4		
12		2.	3.		4.		.3			1.	.2	.4
13	3.	.12		4.			.3	.1		2.	.4	
14		.3	1.	.24.				2.		1.	.3	.4
15			4.								.3	4.
16		.2	4	1.	.3			1.		.2	3.	4.
17		4.		.1.2	3.					3.	.1	4.
18	4.	1.	2.	3.			3.	.21.		4.		
19	4.	2.	3.	1.			3.			.21.		
20	.4	3.	.12					4.	3	1	2.	
21	.4	.3	1.	.2			4.	2.		1.	.3	
22		.4	2.				4.	.2			.3	
23		2.	.41.	.3			4.	1.		.23.		
24			.4	.12	3.		.4			2.	.13.	
25		1.	2.	3.	.4		.4	2.3.1.				
26		2.	3.	1.	.4		3.	.4		.2	.1	
27	3.	.1.2			.4		.3	.1	.4	2.		
28	.3		1.	.2	4.		2.	.3		1.	.4	
29		.3.1	2.	4.			.2.1			.3	.4	
30		2.	.3	4.			1.			.2	.3	.4
31										2.	3.	.4

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

Dátum	h m		Hold	Jelenség	Dátum	h m		Hold	Jelenség
XI. 4	5 16	k	3	a	XII.1	2 29	v	1	m
6	4 32	k	1	f		5 07	v	2	m
7	4 00	v	1	a	2	2 19	v	4	a
	4 54	v	1	e	3	1 51	k	3	e
13	5 35	k	2	f		4 53	v	3	e
14	3 39	k	1	a	7	3 48	k	1	a
	4 37	k	1	e		4 59	k	1	e
15	3 00	v	2	a	8	2 40	k	2	f
	3 13	k	3	m		4 24	v	1	m
	4 06	v	1	m	10	2 12	v	2	e
	4 55	v	2	e		4 17	v	3	a
21	5 33	k	1	a		6 00	k	3	e
22	2 46	k	1	f	14	5 42	k	1	a
	2 51	k	2	a	15	2 53	k	1	f
	3 09	k	3	f		5 16	k	2	f
	4 56	k	2	e	16	1 23	k	1	e
	5 32	v	2	a		2 25	v	1	a
23	2 16	v	1	a		3 36	v	1	e
	3 19	v	1	e	17	2 10	k	2	e
24	2 17	k	4	m		2 26	v	2	a
	2 25	v	2	m		4 48	v	2	e
	3 51	v	4	m		5 05	k	3	a
29	4 39	k	1	f	21	3 01	v	3	m
	5 24	k	2	a	22	4 46	k	1	f
30	3 02	k	1	e	23	2 04	k	1	a
	4 09	v	1	a		3 17	k	1	e
	5 16	v	1	e		4 18	v	1	a
						5 29	v	1	e
					24	2 19	k	2	a
						2 41	v	1	m
						4 45	k	2	e
						4 59	v	2	a
					26	2 22	v	2	m
					27	3 29	k	4	f
						5 45	v	4	f
					28	2 07	v	3	f
						4 01	k	3	m
					30	3 57	k	1	a
						5 11	k	1	e
					31	1 07	k	1	f
						4 34	v	1	m
						4 51	k	2	a

VIII. A szabad szemmel látható bolygók koordinátái

Dátum	MERKÜR			VÉNUSZ			MARS		
	RA	D	látszó sugara	RA	D	látszó sugara	RA	D	látszó sugara
	h m	° ' "	"	h m	° ' "	"	h m	° ' "	"
I. 1 6 11 16 21 26 31	18 50	-24 49	2 33	15 49	-17 43	7 87	21 45	-14 46	2 44
	19 26	24 04	2 38	16 13	19 02	7 63	22 00	13 24	2 41
	20 01	22 41	2 45	16 38	20 09	7 41	22 15	11 59	2 38
	20 36	20 39	2 58	17 04	21 04	7 21	22 29	10 31	2 35
	21 10	18 00	2 76	17 30	21 44	7 02	22 44	9 01	2 32
	21 39	14 56	3 04	17 56	22 09	6 84	22 58	7 29	2 29
	22 03	11 48	3 46	18 23	22 18	6 68	23 13	5 56	2 27
II. 5 10 15 20 25	22 14	9 19	4 03	18 49	22 10	6 52	23 27	4 21	2 24
	22 09	8 19	4 68	19 15	21 47	6 38	23 41	2 46	2 21
	21 51	9 10	5 14	19 42	21 07	6 25	23 55	- 1 11	2 19
	21 30	11 05	5 18	20 08	20 11	6 13	0 09	+ 0 23	2 16
	21 17	12 58	4 88	20 33	19 01	6 01	0 23	1 58	2 14
III. 1 6 11 16 21 26 31	21 17	14 10	4 46	20 59	17 37	5 90	0 37	3 31	2 12
	21 26	14 35	4 06	21 23	16 01	5 80	0 51	5 03	2 09
	21 42	14 16	3 72	21 48	14 13	5 71	1 04	6 33	2 07
	22 03	13 16	3 44	22 12	12 15	5 62	1 18	8 02	2 05
	22 27	11 39	3 20	22 36	10 09	5 54	1 32	9 28	2 03
	22 53	9 28	3 01	22 59	7 56	5 46	1 46	10 51	2 01
	23 21	6 46	2 86	23 22	5 38	5 39	2 00	12 12	1 99
IV. 5 10 15 20 25 30	23 51	- 3 35	2 73	23 45	3 16	5 32	2 14	13 30	1 98
	0 23	+ 0 03	2 62	0 07	- 0 51	5 26	2 28	14 44	1 96
	0 56	4 05	2 55	0 30	+ 1 35	5 20	2 43	15 54	1 94
	1 32	8 23	2 51	0 53	4 00	5 15	2 57	17 01	1 93
	2 11	12 48	2 52	1 15	6 24	5 10	3 11	18 03	1 91
	2 52	17 01	2 58	1 38	8 44	5 06	3 26	19 01	1 90
V. 5 10 15 20 25 30	3 34	20 35	2 73	2 02	11 00	5 02	3 40	19 55	1 89
	4 14	23 14	2 96	2 25	13 09	4 98	3 55	20 44	1 88
	4 50	24 49	3 28	2 49	15 10	4 95	4 10	21 28	1 87
	5 20	25 28	3 67	3 13	17 02	4 92	4 25	22 06	1 85
	5 44	25 21	4 13	3 38	18 44	4 90	4 39	22 40	1 85
	6 00	24 40	4 64	4 03	20 13	4 88	4 54	23 09	1 84
VI. 4 9 14 19 24 29	6 08	23 33	5 17	4 29	21 28	4 87	5 09	23 32	1 83
	6 08	22 13	5 65	4 55	22 28	4 85	5 24	23 50	1 82
	5 60	20 49	5 97	5 22	23 13	4 85	5 39	24 02	1 82
	5 48	19 36	6 02	5 49	23 40	4 84	5 53	24 09	1 81
	5 38	18 51	5 78	6 15	23 51	4 85	6 08	24 11	1 81
	5 32	+ 18 42	5 32	6 42	+ 23 43	4 85	6 23	+ 24 08	1 80

és látszó sugara 0^h világidőkor

Dátum	JUPITER			SZATURNUSZ			URÁNUSZ		
	RA	D	látszó sugara	RA	D	látszó sugara	RA	D	látszó sugara
	h m	° ′	″	h m	° ′	″	h m	° ′	″
I. 1	10 32	+ 10 26	19 32	0 26	+ 0 11	7 91	11 58	+ 1 01	1 90
6	10 31	10 31	19 58	0 27	0 18	7 84	11 58	1 01	1 90
11	10 30	10 38	19 83	0 28	0 25	7 77	11 58	1 02	1 91
16	10 29	10 47	20 06	0 29	0 33	7 71	11 58	1 03	1 92
21	10 27	10 57	20 27	0 30	0 42	7 65	11 58	1 04	1 93
26	10 25	11 09	20 46	0 32	0 52	7 59	11 58	1 07	1 94
31	10 23	11 22	20 62	0 33	1 03	7 53	11 57	1 09	1 94
II. 5	10 21	11 35	20 75	0 35	1 14	7 48	11 57	1 13	1 95
10	10 19	11 49	20 84	0 36	1 26	7 44	11 56	1 16	1 96
15	10 16	12 04	20 90	0 38	1 38	7 39	11 56	1 20	1 96
20	10 14	12 18	20 92	0 40	1 51	7 35	11 55	1 25	1 97
25	10 11	12 32	20 91	0 42	2 05	7 31	11 54	1 29	1 97
III. 1	10 09	12 46	20 85	0 44	2 18	7 28	11 54	1 34	1 98
6	10 06	13 00	20 76	0 46	2 32	7 25	11 53	1 39	1 98
11	10 04	13 12	20 64	0 49	2 47	7 23	11 52	1 44	1 98
16	10 02	13 23	20 49	0 51	3 01	7 21	11 51	1 49	1 98
21	10 00	13 33	20 31	0 53	3 16	7 20	11 50	1 54	1 98
26	9 58	13 42	20 10	0 55	3 30	7 19	11 50	2 00	1 98
31	9 57	13 49	19 87	0 58	3 45	7 18	11 49	2 05	1 98
IV. 5	9 56	13 55	19 63	1 00	3 59	7 18	11 48	2 09	1 98
10	9 55	13 59	19 37	1 02	4 14	7 18	11 47	2 14	1 97
15	9 54	14 01	19 10	1 05	4 28	7 19	11 47	2 18	1 97
20	9 54	14 02	18 83	1 07	4 42	7 20	11 46	2 22	1 96
25	9 54	14 01	18 55	1 09	4 56	7 21	11 45	2 26	1 96
30	9 54	13 58	18 28	1 12	5 09	7 23	11 45	2 29	1 95
V. 5	9 55	13 55	18 00	1 14	5 23	7 25	11 44	2 32	1 95
10	9 56	13 49	17 73	1 16	5 35	7 28	11 44	2 35	1 94
15	9 57	13 42	17 46	1 18	5 47	7 31	11 44	2 37	1 93
20	9 58	13 34	17 20	1 20	5 59	7 35	11 43	2 38	1 92
25	10 00	13 24	16 95	1 22	6 10	7 39	11 43	2 39	1 91
30	10 02	13 13	16 71	1 24	6 21	7 43	11 43	2 39	1 91
VI. 4	10 04	13 01	16 48	1 26	6 31	7 48	11 43	2 39	1 90
9	10 06	12 48	16 26	1 28	6 40	7 53	11 43	2 39	1 89
14	10 09	12 33	16 05	1 29	6 49	7 58	11 43	2 37	1 88
19	10 12	12 17	15 85	1 31	6 57	7 64	11 44	2 36	1 87
24	10 15	12 01	15 67	1 32	7 04	7 70	11 44	2 33	1 86
29	10 18	+ 11 43	15 49	1 33	+ 7 10	7 76	11 44	+ 2 31	1 86

VIII. A szabad szemmel látható bolygók koordinátái

Dátum	MERKUR				VÉNUSZ				MARS			
	RA	D	látszó sugara	RA	D	látszó sugara	RA	D	látszó sugara			
	h m	° ′	″	h m	° ′	″	h m	° ′	″			
VII. 4	5 34	+ 19 10	4 75	7 09	+ 23 18	4 86	6 37	+ 24 00	1 80			
	5 45	20 05	4 19	7 36	22 36	4 88	6 52	23 46	1 80			
	14	6 04	21 11	3 68	8 02	21 38	4 89	7 06	23 28	1 80		
	19	6 33	22 07	3 25	8 28	20 23	4 92	7 21	23 05	1 80		
	24	7 09	22 29	2 92	8 53	18 54	4 94	7 35	22 38	1 80		
	29	7 50	21 56	2 69	9 18	17 12	4 97	7 49	22 06	1 80		
VIII. 3	8 34	20 17	2 54	9 42	15 19	5 01	8 02	21 31	1 80			
	8	9 16	17 41	2 48	10 06	13 14	5 05	8 16	20 51	1 81		
	13	9 56	14 26	2 46	10 30	11 01	5 09	8 29	20 08	1 81		
	18	10 32	10 50	2 49	10 53	8 41	5 14	8 43	19 21	1 82		
	23	11 04	7 04	2 54	11 16	6 15	5 20	8 56	18 31	1 83		
	28	11 34	+ 3 18	2 62	11 38	- 3 45	5 26	9 09	17 38	1 84		
IX. 2	12 01	- 0 22	2 73	12 01	+ 1 12	5 32	9 21	16 42	1 85			
	7	12 27	3 51	2 86	12 23	- 1 23	5 39	9 34	15 43	1 86		
	12	12 50	7 05	3 03	12 45	3 57	5 46	9 46	14 43	1 87		
	17	13 11	10 00	3 24	13 08	6 29	5 54	9 59	13 40	1 89		
	22	13 29	12 27	3 50	13 30	8 59	5 63	10 11	12 35	1 90		
	27	13 43	14 18	3 83	13 53	11 23	5 72	10 23	11 29	1 92		
X. 2	13 51	15 15	4 24	14 17	13 41	5 82	10 35	10 21	1 94			
	7	13 49	14 51	4 68	14 40	15 51	5 93	10 46	9 12	1 96		
	12	13 35	12 41	5 00	15 05	17 52	6 04	10 58	8 01	1 98		
	17	13 15	9 05	4 95	15 29	19 41	6 16	11 10	6 50	2 01		
	22	13 01	5 53	4 47	15 54	21 18	6 29	11 21	5 39	2 03		
	27	13 02	4 49	3 85	16 20	22 41	6 42	11 32	4 27	2 06		
XI. 1	13 18	5 52	3 33	16 46	23 47	6 57	11 44	3 15	2 09			
	6	13 41	8 14	2 96	17 12	24 38	6 73	11 55	2 02	2 13		
	11	14 09	11 08	2 71	17 39	25 10	6 89	12 06	+ 0 50	2 16		
	16	14 39	14 07	2 54	18 06	25 24	7 07	12 17	- 0 22	2 20		
	21	15 10	16 56	2 43	18 33	25 20	7 27	12 28	1 33	2 24		
	26	15 41	19 28	2 36	18 59	24 57	7 47	12 39	2 44	2 29		
XII. 1	16 14	21 37	2 32	19 25	24 16	7 70	12 50	3 53	2 33			
	6	16 47	23 19	2 30	19 51	23 19	7 94	13 01	5 02	2 38		
	11	17 21	24 32	2 31	20 16	22 05	8 20	13 12	6 09	2 44		
	16	17 56	25 12	2 34	20 41	20 36	8 48	13 23	7 15	2 50		
	21	18 31	25 18	2 40	21 04	18 54	8 79	13 34	8 19	2 56		
	26	19 06	24 46	2 49	21 27	17 00	9 12	13 45	9 22	2 63		
31	19 41	- 23 36	2 62	21 50	- 14 56	9 49	13 56	- 10 23	2 70			

és látszó sugara 0^h világidőkor

Dátum	JUPITER			SZATURNUSZ			URÁNUSZ		
	RA	D	látszó sugara	RA	D	látszó sugara	RA	D	látszó sugara
	h m	° ' "	"	h m	° ' "	"	h m	° ' "	"
VII. 4	10 21	+11 25	15 33	1 35	+7 15	7 82	11 45	+2 27	1 85
9	10 24	11 05	15 18	1 36	7 20	7 89	11 45	2 24	1 84
14	10 28	10 45	15 04	1 37	7 24	7 96	11 46	2 20	1 83
19	10 31	10 25	14 91	1 37	7 26	8 03	11 47	2 15	1 82
24	10 35	10 03	14 80	1 38	7 28	8 10	11 47	2 10	1 82
29	10 38	9 41	14 70	1 38	7 29	8 18	11 48	2 05	1 81
VIII. 3	10 42	9 18	14 60	1 38	7 29	8 25	11 49	1 59	1 81
8	10 46	8 55	14 53	1 39	7 28	8 32	11 50	1 53	1 80
13	10 50	8 31	14 46	1 38	7 26	8 39	11 51	1 46	1 80
18	10 54	8 07	14 40	1 38	7 23	8 47	11 52	1 40	1 79
23	10 58	7 43	14 36	1 38	7 20	8 53	11 53	1 33	1 79
28	11 02	7 18	14 32	1 37	7 15	8 60	11 54	1 26	1 78
IX. 2	11 06	6 53	14 30	1 37	7 10	8 66	11 55	1 19	1 78
7	11 10	6 28	14 29	1 36	7 04	8 72	11 56	1 11	1 78
12	11 14	6 03	14 30	1 35	6 57	8 77	11 57	1 04	1 78
17	11 18	5 38	14 31	1 34	6 50	8 82	11 58	0 56	1 78
22	11 22	5 13	14 34	1 32	6 42	8 86	12 00	0 49	1 78
27	11 26	4 48	14 37	1 31	6 33	8 89	12 01	0 41	1 78
X. 2	11 30	4 23	14 42	1 30	6 25	8 91	12 02	0 34	1 78
7	11 34	3 59	14 48	1 28	6 16	8 93	12 03	0 26	1 78
12	11 37	3 35	14 56	1 27	6 07	8 94	12 04	0 19	1 78
17	11 41	3 11	14 64	1 25	5 58	8 94	12 05	0 12	1 78
22	11 45	2 48	14 74	1 24	5 50	8 94	12 06	+0 05	1 79
27	11 49	2 25	14 85	1 22	5 41	8 92	12 07	-0 02	1 79
XI. 1	11 52	2 03	14 98	1 21	5 33	8 90	12 08	0 08	1 80
6	11 55	1 42	15 11	1 20	5 26	8 87	12 09	0 14	1 80
11	11 59	1 21	15 26	1 18	5 19	8 83	12 10	0 20	1 81
16	12 02	1 02	15 42	1 17	5 13	8 78	12 11	0 26	1 81
21	12 05	0 43	15 59	1 16	5 07	8 73	12 12	0 31	1 82
26	12 08	0 26	15 78	1 15	5 03	8 68	12 13	0 35	1 83
XII. 1	12 10	+ 0 10	15 98	1 14	4 59	8 62	12 13	0 40	1 83
6	12 13	- 0 05	16 19	1 14	4 57	8 55	12 14	0 43	1 84
11	12 15	0 18	16 41	1 13	4 55	8 48	12 14	0 46	1 85
16	12 17	0 31	16 65	1 13	4 55	8 41	12 15	0 49	1 86
21	12 19	0 41	16 89	1 13	4 56	8 34	12 15	0 51	1 87
26	12 21	0 50	17 14	1 13	4 57	8 27	12 16	0 53	1 88
31	12 22	- 0 57	17 40	1 13	+5 00	8 19	12 16	-0 54	1 89

IX. Bolygók heliocentrikus ekliptikai

Dátum	MERKUR		VÉNUSZ		FÖLD	
	l	b	l	b	l	b
	o	o	o	o	o	0,001 ^o - ban
I. 5	297,4	-6,6	181,8	+3,3	103,5	-2
15	332,4	-6,8	198,0	+2,9	113,7	-2
25	18,4	-3,5	214,0	+2,3	123,8	-2
II. 4	77,8	+3,5	230,1	+1,5	134,0	-1
14	137,5	+7,0	246,0	+0,6	144,1	-1
24	183,2	+5,0	261,9	-0,3	154,2	-1
III. 5	217,5	+1,3	277,7	-1,2	164,2	0
15	246,3	-2,2	293,5	-2,1	174,2	0
25	273,9	-5,1	309,3	-2,7	184,2	0
IV. 4	303,9	-6,8	325,2	-3,2	194,0	+1
14	340,6	-6,5	341,0	-3,4	203,9	+1
24	29,5	-2,2	356,9	-3,3	213,6	+2
V. 4	90,7	+4,8	12,8	-3,0	223,3	+2
14	148,0	+6,9	28,8	-2,5	233,0	+2
24	190,9	+4,2	44,8	-1,8	242,6	+2
VI. 3	223,6	+0,5	60,8	-0,9	252,2	+2
13	251,9	-2,9	76,9	+0,0	261,8	+2
23	279,7	-5,5	93,0	+1,0	271,3	+2
VII. 3	310,7	-7,0	109,2	+1,9	280,9	+2
13	349,4	-6,0	125,5	+2,6	290,4	+2
23	41,2	-0,8	141,7	+3,1	299,9	+2
VIII. 2	103,3	+5,8	158,0	+3,4	309,5	+2
12	157,9	+6,6	174,2	+3,4	319,1	+1
22	198,1	+3,5	190,4	+3,1	328,7	+1
IX. 1	229,6	-0,2	206,5	+2,6	338,4	+1
11	257,5	-3,5	222,5	+1,9	348,1	0
21	285,6	-5,9	238,5	+1,0	357,8	0
X. 1	317,7	-7,0	254,4	+0,1	77,6	-1
11	358,7	-5,3	270,3	-0,8	17,5	-1
21	53,4	+0,7	286,1	-1,7	27,4	-1
31	115,5	+6,5	301,9	-2,4	37,4	-2
XI. 10	167,1	+6,1	317,7	-3,0	47,4	-2
20	205,0	+2,8	333,5	-3,3	57,5	-2
30	235,4	-0,9	349,4	-3,4	67,6	-2
XII. 10	263,1	-4,0	5,3	-3,2	77,7	-2
20	291,7	-6,3	21,3	-2,8	87,9	-2
30	325,1	-7,0	37,2	-2,1	98,1	-2

koordinátái 0^h világidőkor

Dátum	MARS		JUPITER		SZATURNUSZ	
	l	b	l	b	l	b
	o	o	o	o	o	o
I. 5	355,1	-1,5	147,0	+1,0	12,0	-2,4
15	1,4	-1,4	147,8	1,0	12,3	2,4
25	7,6	-1,2	148,6	1,0	12,7	2,4
II. 4	13,7	-1,1	149,3	1,0	13,0	2,5
14	19,8	-0,9	150,1	1,0	13,4	2,5
24	25,8	-0,7	150,9	1,0	13,7	2,5
III. 5	31,7	-0,6	151,7	1,0	14,0	2,5
15	37,6	-0,4	152,4	1,0	14,4	2,5
25	43,3	-0,2	153,2	1,0	14,7	2,5
IV. 4	48,9	0,0	154,0	1,1	15,1	2,5
14	54,5	+0,2	154,8	1,1	15,4	2,5
24	59,9	+0,3	155,5	1,1	15,8	2,5
V. 4	65,3	+0,5	156,3	1,1	16,1	2,5
14	70,5	+0,7	157,1	1,1	16,5	2,5
24	75,7	+0,8	157,9	1,1	16,8	2,5
VI. 3	80,8	+1,0	158,6	1,1	17,1	2,5
13	85,8	+1,1	159,4	1,1	17,5	2,5
23	90,7	+1,2	160,2	1,1	17,8	2,5
VII. 3	95,6	+1,3	160,9	1,1	18,2	2,5
13	100,4	+1,4	161,7	1,2	18,5	2,5
23	105,1	+1,5	162,5	1,2	18,9	2,5
VIII. 2	109,7	+1,6	163,2	1,2	19,2	2,5
12	114,4	+1,7	164,0	1,2	19,6	2,5
22	118,9	+1,7	164,8	1,2	19,9	2,5
IX. 1	123,4	+1,8	165,5	1,2	20,3	2,5
11	127,9	+1,8	166,3	1,2	20,6	2,5
21	132,4	+1,8	167,0	1,2	21,0	2,5
X. 1	136,8	+1,8	167,8	1,2	21,3	2,5
11	141,2	+1,8	168,6	1,2	21,7	2,5
21	145,6	+1,8	169,3	1,2	22,0	2,5
31	150,0	+1,8	170,1	1,2	22,4	2,5
XI. 10	154,3	+1,8	170,9	1,2	22,7	2,5
20	158,7	+1,7	171,6	1,2	23,1	2,5
30	163,1	+1,7	172,4	1,2	23,4	2,5
XII. 10	167,4	+1,6	173,1	1,3	23,8	2,5
20	171,8	+1,6	173,9	1,3	24,1	2,5
30	176,3	+1,5	174,7	+1,3	24,5	-2,5

X. A főnyesebb csillagok

Csillag	Ra 1970			Évi vált.		D 1970		Évi vált.		m	Sp	π o'
	h	m	s			o'	"					
Andromeda												
β	01 08,0		+3,4	+35 28	+19,1	2,0	MO	III			043	
α	00 06,8		+3,1	+28 55	+19,9	2,1	B9p				024	
γ A	02 02,1		+3,7	+42 11	+17,2	2,1	K3	II			005	
δ A	00 37,7		+3,2	+30 42	+19,7	3,3	K3	III			024	
Aquarius												
β	21 30,0		+3,2	-05 43	+15,9	2,9	G0	Ib			000	
α	22 04,2		+3,1	-00 28	+17,5	3,0	G2	Ib			003	
δ	22 53,1		+3,2	-15 59	+19,2	3,3	A3	V			039	
Aquila												
α	19 49,3		+2,9	+08 47	+ 9,5	0,8	A7	IV, V			198	
γ	19 44,8		+2,9	+10 32	+ 8,8	2,7	K3	II			006	
ζ A	19 04,0		+2,8	+13 49	+ 5,4	3,0	A0	Vnn			036	
θ	20 09,8		+3,1	-00 54	+10,7	3,3	B9,5	III			008	
δ	19 24,0		+3,0	+03 03	+ 7,2	3,4	F0	IV			062	
λ	19 04,7		+3,2	-04 56	+ 5,4	3,4	B9	Vn			025	
Ara												
β	17 22,8		+5,0	-55 30	-3,3	2,9	K3	Ib			026	
α	17 29,5		+4,6	-49 52	-2,8	3,0	B2,5	V			(008)	
ζ	16 56,1		+8,3	-55 56	-5,7	3,2	(gK5)				036	
γ A	17 22,9		+5,0	-56 21	-3,8	3,3	B1	V			(005)	
Aries												
α	02 05,5		+3,4	+23 19	+17,0	2,0	K2	III			043	
β	01 53,0		+3,3	+20 40	+17,6	2,7	A5	V			063	
Auriga												
α	05 14,5		+4,4	+45 58	+3,6	0,1	G8+F	III			073	
β	05 57,3		+4,4	+44 57	+0,3	1,9	A2	V			037	
ι	04 55,0		+3,9	+33 07	+5,6	2,6	K3	II			015	
θ AB	05 57,7		+4,1	+37 13	+0,5	2,7	B9,5pv				018	
η	05 04,4		+4,2	+41 12	+4,8	3,2	B3	V			013	
ε	04 59,8		+4,3	+43 47	+5,3	3,0v	F0	Iap			004	
Bootes												
α	14 14,3		+2,7	+19 20	-18,7	0,1	K2	IIIp			090	
ε AB	14 43,7		+2,6	+27 12	-15,3	2,4	K1+A	III			013	
η	13 53,3		+2,9	+18 33	-18,0	2,7	G0	IV			102	
γ	14 30,9		+2,4	+38 27	-15,7	3,1	A7	III			016	
β	15 00,8		+2,3	+40 30	-14,2	3,5	O8	III			022	
δ A	15 14,3		+2,4	+33 26	-13,4	3,5	G8	III			028	
Canes Venatici												
α	12 54,6		+2,8	+38 29	-10,4	2,9	B0,5pv				023	

katalógusa ($m > 3,55$)

Csillag	RA 1970			Évi vált.		D 1970		Évi vált.		m	Sp	π " "
	h	m	s		"	"	"	"				
Canis Maior												
α A	06 43,8		+2,6	-16 41		-5,0	-1,4	A1	V			375
ε A	06 57,4		+2,4	-28 56		-4,9	1,5	B2	II			(005)
δ	07 07,2		+2,4	-26 21		-5,8	1,9	F8	Ia			(002)
β	06 21,4		+2,6	-17 56		-1,8	2,0	B1	II—III			014
η	07 22,9		+2,4	-29 14		-7,1	2,5	B5	Ia			(001)
σ^2	07 01,8		+2,5	-23 47		-5,3	3,0	B3	Ia			(001)
ζ	06 19,2		+2,3	-30 03		-1,6	3,0	B2,5	V			(008)
Canis Minor												
α A	07 37,7		+3,1	+05 18		-9,3	0,4	F5	IV—V			288
β	07 25,7		+3,3	+08 21		-7,3	2,9	B7	V			020
Capricornus												
δ	21 45,4		+3,3	-16 16		+16,4	2,9v	A6m				065
β A	20 19,3		+3,4	-14 53		+11,4	3,1	gK0+B				005
Carina												
α	06 23,3		+1,3	-52 41		-2,0	-0,7	F0	Ib—II			018
β	09 12,9		+0,7	-69 36		-14,8	1,7	A0	III			038
ε	08 21,9		+1,2	-59 24		-11,6	2,0	(K0+B)				(010)
ι	09 16,3		+1,6	-59 08		-15,1	2,3	F0	Ib			(004)
θ	10 41,9		+2,1	-64 14		-18,9	2,7	B0	Vp			(005)
γ AB	09 46,4		+1,5	-64 56		-16,6	3,0	A7	II			020
ω	10 13,0		+1,4	-69 53		-17,9	3,3	B8,5	IV			(011)
a	09 10,2		+1,6	-58 50		-14,7	3,3	B3	IV			(006)
p	10 31,0		+2,1	-61 32		-18,5	3,3v	B5	IV ^{pe}			(008)
q	10 16,1		+2,0	-61 11		-17,9	3,4v	K5	Ib			018
x	07 56,0		+1,5	-52 54		-9,7	3,5	(B3)				(008)
l	09 44,4		+1,6	-62 23		-16,6	4,1	(eG0)				019
Cassiopeia												
γ A	00 54,9		+3,6	+60 33		+19,5	2,1v	B0	IV ^{pe}			034
α	00 38,8		+3,4	+56 22		+19,7	2,2	K0	II—III			009
β	00 07,6		+3,2	+58 59		+19,9	2,3	F2	IV			072
δ	01 23,8		+3,9	+60 05		+18,7	2,7	A5	V			029
ε	01 52,2		+4,3	+63 31		+17,7	3,3	B3	IV ^p			007
η A	00 47,3		+3,6	+57 39		+19,2	3,5	G0	V			182
Centaurus												
π	14 37,6		+4,1	-60 43		-14,8	0,0	G2	V			751
β AB	14 01,7		+4,2	-60 13		-17,3	0,6	B1	II			016
α B	14 37,6		+4,1	-60 43		-14,8	1,4	(dK1)				751
θ	14 04,9		+3,5	-36 14		-17,7	2,0	K0	III—IV			059
γ AB	12 39,9		+3,3	-48 48		-19,8	2,2	A0	IV			006
ε	13 38,0		+3,8	-53 19		-18,3	2,3	B1	IV			(006)
η	14 33,6		+3,8	-42 01		-15,8	2,4v	B1,5	Vne			(008)
δ	12 03,8		+3,1	-50 33		-20,0	2,6v	B2	Vc			(009)
ζ	13 53,7		+3,7	-47 09		-17,7	2,6	B2	IV			(006)
ι	13 18,9		+3,4	-38 33		-19,0	2,8	A2	V			046
μ	13 47,8		+3,6	-42 20		-17,9	3,1v	B2	Vpne			(007)
x	14 57,1		+3,9	-41 59		-14,4	3,2	B2	V			(007)
λ	11 34,4		+2,8	-62 51		-19,9	3,2	B9	III			(007)
ν	13 47,7		+3,6	-41 32		-18,1	3,4	B2	IV			(004)

X. A fényesebb csillagok

Csillag	RA 1970		Évi vált.		D 1970		Évi vált.		m	Sp		π 0 ₁
	h	m	s	"	"	"	"					
Cepheus												
α	21	17,9	+1,4	+62 28	+15,3	2,4	A7	IV, V			063	
β	21	28,3	+0,8	+70 25	+15,8	3,2v	B2	III			005	
γ	23	38,1	+2,5	+77 27	+20,1	3,2	K1	IV			064	
ζ	22	09,8	+2,1	+58 03	+17,8	3,3	K1	Ib			019	
η	20	44,7	+1,2	+61 43	+14,0	3,4	K0	IV			071	
δ	22	28,1	+2,2	+58 16	+18,4	4,0v	F5—02	Ib			005	
Cetus												
β	00	42,1	+3,0	—18 09	+19,8	2,0	K1	III			057	
αA	02	17,8	+3,0	—03 07	+16,5	2,0v	(gM6e)				013	
α	03	00,7	+3,1	+03 58	+14,1	2,5	M2	III			003	
γAB	02	41,7	+3,1	+03 07	+15,3	3,5	A2	V			048	
η	01	07,1	+3,0	—10 20	+19,1	3,5	K3	III			032	
τ	01	42,7	+2,8	—16 06	+18,9	3,5	G8	Vp			275	
Circinus												
αAB	14	40,1	+4,9	—64 50	—15,6	3,2	F0	Vp			049	
Columba												
αA	05	38,6	+2,2	—34 05	+1,9	2,6	B8	Ve			(023)	
β	05	49,9	+2,1	—35 47	+1,3	3,1	(gK1)				023	
Corona Borealis												
α	15	33,4	+2,5	+26 49	—12,1	2,2v	A0	V			043	
Corvus												
γ	12	14,3	+3,1	—17 22	—20,0	2,6	B8	III			(007)	
β	12	32,8	+3,2	—23 14	—19,0	2,7	G5	III			027	
δA	12	28,3	+3,1	—16 21	—20,0	3,0	B9,5	Vn			018	
ϵ	12	08,6	+3,1	—22 27	—20,0	3,0	K3	III			(023)	
Crux												
β	12	46,0	+3,5	—59 32	—19,7	1,3	B0	III			(007)	
αA	12	24,9	+3,3	—62 56	—19,9	1,4	B1	IV			(009)	
γ	12	29,5	+3,3	—56 57	—20,1	1,7	M3	II			(015)	
αB	12	24,9	+3,3	—62 56	—19,9	1,9	(B3)				(009)	
δ	12	13,5	+3,2	—58 35	—20,0	2,8v	B2	IV			(006)	
Cygnus												
α	20	40,4	+2,0	+45 10	+12,9	1,3	A2	Ia			(002)	
γ	20	21,1	+2,2	+40 09	+11,6	2,2	F8	Ib			(004)	
ϵ	20	45,0	+2,4	+33 51	+13,5	2,5	K0	III			044	
δAB	19	44,0	+1,9	+45 04	+ 8,7	2,9	B9,5	III			021	
βA	19	29,5	+2,4	+27 54	+ 7,6	3,1	K3+B	II			004	
ζ	21	11,7	+2,6	+30 06	+14,8	3,3	G8	II			021	
Dorado												
α	04	33,3	+1,3	—55 06	+7,4	3,3	A0	IIIp			011	

katalógusa (m > 3,55)

Csillag	RA 1970 Évi vált.			D 1970 Évi vált.		m	Sp	π °/s
	h	m	s	°	'			
Draco								
γ	17 55,9		+1,4	+51 29	-0,4	2,2	K5 III	017
η A	16 23,6		+0,8	+61 34	-8,2	2,7	G8 III	043
β A	17 29,7		+1,4	+52 20	-2,6	2,8	G2 II	009
δ	19 12,5		0,0	+67 37	+6,3	3,1	G9 III	028
ζ	17 06,7		+0,2	+65 45	-4,4	3,2	B6 III	017
ϵ	15 24,3		+1,3	+59 04	-12,6	3,3	K2 III	032
Eridanus								
α	01 36,6		+2,2	-57 23	+18,3	0,5	B5 IV	023
β	05 06,4		+3,0	-05 07	+4,6	2,8	A3 III	042
θ AB	02 57,1		+2,3	-40 25	+14,4	2,9	A3 V	028
γ	03 56,6		+2,8	-13 36	+10,2	3,0	M0 III	003
Gemini								
β	07 43,5		+3,7	+28 06	-8,7	1,2	K0 III	093
γ	06 36,0		+3,5	+16 26	-3,1	1,9	A0 IV	031
α A	07 32,7		+3,8	+31 57	-7,9	2,0	A1 V	072
μ	06 21,1		+3,6	+22 32	-1,9	2,9v	M3 III	021
α B	07 32,7		+3,8	+31 57	-7,9	3,0	A5m	072
ϵ	06 42,1		+3,7	+25 10	-3,6	3,0	G8 Ib	009
η A	06 13,1		+3,6	+22 31	-0,8	3,3v	M3 III	013
ξ	06 43,6		+3,4	+12 56	-3,9	3,4	F5 IV	051
Grus								
α	22 06,3		+3,8	-47 07	+17,5	1,8	B5 V	051
β	22 40,9		+3,6	-47 02	+18,8	2,2v	M3 II	003
γ	21 52,1		+3,6	-37 30	+17,0	3,0	B8 III	008
Hercules								
β	16 28,9		+2,6	+21 33	-7,8	2,8	G8 III	017
ζ AB	16 40,2		+2,3	+31 39	-6,7	2,8	G0 IV	110
α AB	17 13,3		+2,7	+14 25	-4,3	3,1v	M5 II	(008)
δ	17 13,8		+2,5	+24 52	-4,2	3,1	A3 IV	034
π	17 14,0		+2,1	+36 50	-4,0	3,1	K3 II	020
μ A	17 45,3		+2,3	+27 45	-2,1	3,4	G5 IV	108
η	16 41,9		+2,1	+38 59	-6,8	3,5	G7 III—IV	053
Hydra								
α	09 26,1		+2,9	-08 32	-15,6	2,0	K4 III	017
γ	13 17,3		+3,3	-23 01	-19,0	3,0	G8 III	021
ν	10 48,1		+3,0	-16 02	-18,9	3,1	K3 III	022
ζ	08 53,8		+3,2	+06 04	-13,7	3,1	K0 II—III	029
π	14 04,7		+3,4	-26 32	-17,3	3,3	K2 III	039
ϵ ABC	08 45,2		+3,2	+06 32	-13,0	3,4	G0 comp.	010
Hydrus								
α	01 57,8		+1,9	-01 43	+17,5	2,8	F0 V	(104)
β	00 24,2		+3,1	-77 25	+20,3	2,8	G1 IV	153
γ	03 47,7		-0,9	-74 20	+11,0	3,3	M2 II—III	(011)

X. A fényesebb csillagok

Csillag	RA 1970 Évi vált.			D 1970 Évi vált.		m	Sp	π ''
	h	m	s	o'	''			
Indus								
α	20	35,5	+4,2	-47 23	+12,6	3,1	K0 III	039
Leo								
α A	10	06,8	+3,2	+12 07	-17,6	1,4	B7 V	039
γ AB	10	18,3	+3,3	+20 00	-18,1	2,0	K0 IIIp	019
β	11	47,5	+3,1	+14 44	-20,1	2,1	A3 V	076
δ	11	12,5	+3,2	+20 41	-19,7	2,6	A4 V	040
θ	09	44,1	+3,4	+23 54	-16,6	3,0	G0 II	002
ϵ	11	12,7	+3,1	+15 36	-19,7	3,3	A2 V	040
ζ	10	15,1	+3,3	+23 34	-18,0	3,5	F0 III	009
Lepus								
α	05	31,4	+2,6	-17 51	+2,5	2,6	F0 Ib	002
β A	05	27,0	+2,6	-20 47	+2,8	2,8	G5 III	014
ϵ	05	04,2	+2,5	-22 25	+4,8	3,2	K5 III	006
μ	05	11,6	+2,7	-16 14	+4,2	3,3	B9 IIIp	018
Libra								
β	15	15,4	+3,2	-09 16	-13,2	2,6	B8 V	(023)
α A	14	49,2	+3,3	-15 52	-14,9	2,8	A3m	049
σ	15	02,3	+3,5	-25 10	-14,1	3,3	M4 III	056
Lupus								
α	14	40,0	+4,0	-47 16	-15,4	2,3	B1 V	(008)
β	14	56,6	+3,9	-43 01	-14,5	2,7	B2 IV	(006)
γ AB	15	33,1	+4,0	-41 04	-12,3	2,8	B2 Vn	(006)
δ	15	19,4	+3,9	-40 32	-13,0	3,2	B2 IV	(005)
ζ A	15	10,1	+4,3	-51 59	-13,6	3,4	K0 III	036
η AB	15	58,1	+4,0	-38 19	-10,6	3,5	B2 V	(006)
Lynx								
α	09	19,3	+3,7	+34 32	-15,3	3,2	M0 III	021
Lyra								
γ	18	57,8	+2,2	+32 39	+5,0	3,3	B9 III	011
α	18	35,9	+2,0	+38 45	+3,4	0,0	A0 V	123
β A	18	49,0	+2,2	+33 20	+4,2	3,4v	Bpe	(003)
Musca								
α	12	35,4	+3,6	-68 58	-19,8	2,7v	B3 IV	(008)
β AB	12	44,4	+3,6	-67 57	-19,8	3,1	B3 V	(007)

katalógusa ($m > 3,55$)

Csillag	RA 1970 Évl vált.			D 1970 Évl vált.		m	Sp	π o ₇
	h	m	s	o'	''			
Ophiuchus								
α	17 33,5		+2,8	+12 35	- 2,6	2,1	A5 III	056
η AB	17 08,7		+3,4	-15 41	- 4,7	2,5	A2,5 V	047
ζ	16 35,5		+3,3	-10 30	- 7,2	2,6	09,5 V	(006)
δ	16 12,8		+3,1	-03 36	- 9,2	2,7	M1 III	029
β	17 42,0		+3,0	+04 35	- 1,5	2,8	K2 III	023
ϵ	16 16,7		+3,2	-04 38	- 8,7	3,2	G9 III	036
κ	16 56,3		+2,8	+09 26	- 5,6	3,2	K2 III	026
ν	17 57,4		+3,3	-03 47	- 0,4	3,3	G9 III	015
θ	17 20,2		+3,7	-24 58	- 3,5	3,3	B2 IV	(005)
Orion								
β A	05 13,1		+2,9	-08 14	+ 4,1	0,1v	B8 Ia	(004)
α	05 53,5		+3,2	+07 24	+ 0,6	0,4v	M2 Iab	005
γ	03 23,5		+3,2	+06 19	+ 3,2	1,6	B2 III	004
ϵ	05 34,7		+3,0	-01 13	+ 2,3	1,7	B0 Ia	(002)
ζ AB	05 39,2		+3,0	-01 57	+ 2,1	1,8	09,5 Ib	022
χ	05 46,3		+2,8	-09 41	+ 1,2	2,1	B0,5 Ia	009
δ A	05 30,5		+3,1	-00 19	+ 2,6	2,2v	09,5 II	004
ι AB	05 34,0		+2,9	-05 56	+ 2,3	2,8	09 III	021
π^2	04 48,2		+3,3	+06 55	+ 6,2	3,2	F6 V	125
η AB	05 23,0		+3,0	-02 25	+ 3,5	3,3v	B0,5 V	004
λ AB	05 33,5		+3,3	+09 55	+ 2,6	3,4	08	006
Pavo								
α	20 23,3		+4,7	-56 50	+11,6	2,0	B3 IV	(011)
β	20 42,3		+5,4	-66 19	+13,0	3,5	A5 III	026
Pegasus								
ϵ A	21 42,7		+2,9	+09 45	+16,5	2,3	K2 Ib	(004)
α	23 03,3		+3,0	+15 02	+19,4	2,5	B9,5 III	030
β	23 02,3		+2,9	+27 55	+19,5	2,5v	M2 II—III	015
γ	00 11,7		+3,1	+15 01	+20,0	2,8v	B2 IV	(006)
η	22 41,6		+2,8	+30 04	+18,8	3,0	G8+F II	(009)
ζ	22 40,0		+3,0	+10 41	+18,8	3,4	B8 V	(016)
Perseus								
α	03 22,2		+4,3	+49 45	+12,8	1,8	F5 Ib	029
β	03 06,0		+3,9	+40 50	+13,8	2,1v	B8 V	031
ζ A	03 52,1		+3,8	+31 48	+10,6	2,8	B1 Ib	007
γ	03 02,6		+4,3	+53 23	+14,1	2,9	08+A3 III	011
ϵ A	03 55,8		+4,0	+39 55	+10,4	2,9	B0,5 V	(005)
δ	03 40,8		+4,3	+47 42	+11,5	3,0	B5 III	007
ϵ	03 03,1		+3,8	+38 43	+13,9	3,5v	M4 II—III	008
Phoenix								
π	00 24,8		+3,0	-42 28	+19,5	2,4	K0 III	035
β AB	01 04,7		+2,7	-46 53	+19,3	3,3	G8 III	017
γ	01 27,1		+2,6	-43 28	+18,4	3,4	K5 Ib	(003)

X. A fényesebb csillagok

Csillag	RA 1970		Évi vált.	D 1970		Évi vált.	m	Sp		π o"
	h	m	s	o'	"					
Pictor										
α	06	48,1	+0,6	-61	54	- 3,9	3,3	A5	V	(057)
Piscis Austrinus										
α	22	56,0	+3,3	-29	47	+19,1	1,2	A3	V	144
Puppis										
ζ	08	02,5	+2,1	-39	55	-10,2	2,2	05f		(002)
ε	08	06,3	+2,6	-24	13	-10,4	2,8v	F6	IIp	031
π	07	16,1	+2,1	-37	03	- 6,5	2,8	(gK4)		023
τ	06	49,2	+1,5	-50	35	- 4,3	3,0	K0	III	(026)
ν	06	36,8	+1,8	-43	10	- 3,2	3,2	B7	III	(005)
σA	07	28,3	+1,9	-43	14	- 7,3	3,3	(gK5)		013
ξ	07	48,0	+2,5	-24	48	- 9,1	3,3	G3	Ib	(003)
L ₂	07	12,6	+1,8	-44	36	- 5,8		(gM5e)		016
Reticulum										
αA	04	14,0	+0,8	-62	33	+ 9,0	3,3	O6	II	008
Sagittarius										
ε	18	22,2	+4,0	-34	24	+ 1,8	1,8	B9	IV	015
σ	18	53,4	+3,7	-26	20	+ 4,5	2,1	B2	V	(011)
λAB	19	00,7	+3,8	-29	55	+ 4,9	2,6	A2	IV	020
δ	18	19,1	+3,8	-29	50	+ 1,6	2,7	K2	III	039
λ	18	28,1	+3,7	-25	27	+ 2,0	2,8	K2	III	046
πABC	19	08,0	+3,6	-21	04	+ 5,8	2,9	F2	II—III	016
γ	18	03,9	+3,9	-30	26	+ 0,1	3,0	K0	III	018
ηA	18	15,6	+4,1	-36	47	+ 1,1	3,2	M3	II	038
φ	18	43,8	+3,7	-27	02	+ 3,8	3,2	B8	III	(006)
τ	19	05,1	+3,7	-27	43	+ 5,3	3,3	(gK1)		038
ξ ²	18	55,9	+3,6	-21	08	+ 4,8	3,5	(gK1)		006
Scorpius										
αA	16	27,6	+3,7	-26	22	- 7,9	0,9v	M1+B	Ib	019
λ	17	31,6	+4,1	-37	05	- 2,6	1,6	B1	V	(011)
θ	17	35,2	+4,3	-42	59	- 2,2	1,9	F0	Ib	020
δ	15	58,6	+3,5	-22	32	-10,2	2,3	B0	V	(006)
ε	16	48,2	+3,9	-34	15	- 6,5	2,3	K2	III—IV	049
κ	17	40,4	+4,2	-39	01	- 1,8	2,4	B2	IV	(007)
βAB	16	03,7	+3,5	-19	43	- 9,8	2,7	B0,5	V	004
ν	17	28,7	+4,1	-37	16	- 2,8	2,7	B2	IV	(006)
σA	16	19,4	-1,7	-25	31	- 8,3	2,9v	B1	III	(006)
π	15	57,0	+3,6	-26	02	-10,3	2,9	B1	V	005
τ	16	34,0	+3,7	-28	09	- 7,4	2,9	B0	V	(004)
ι ¹	17	45,5	+4,2	-40	06	- 1,3	3,0	F2	Ia	013
μ ¹	16	49,8	+4,1	-38	00	- 6,1	3,0v	B1,5	V	(006)
Ω	17	47,7	+4,1	-37	02	- 1,1	3,2	(gK1)		032
η	17	10,0	+4,3	-43	12	- 4,7	3,3	F2	III	063
Serpens										
α	15	42,8	+3,0	+06	31	-11,3	2,7	K2	III	046
η	18	19,7	+3,1	-02	54	+ 1,0	3,2	K0	III—IV	054

katalógusa ($m > 3,55$)

Csillag	RA 1970		Évi vált.	D 1970		Évi vált.	m	Sp	π "p"
	h	m		s	o'				
Taurus									
α A	04	34,2	+3,4	+16 27	+ 7,2	0,9v	K5	III	048
β	05	24,4	+3,8	+28 35	+ 3,0	1,7	B7	III	018
η	03	45,7	+3,6	+24 01	+11,1	2,9	B7	III	005
ζ	05	35,9	+3,6	+21 08	+ 2,1	3,1	B2	IIIp	(003)
θ^2	04	26,9	+3,4	+15 48	+ 8,2	3,4	A7	III	025
ϵ	04	26,9	+3,5	+19 07	+ 7,9	3,5	K0	III	018
Triangulum									
β	02	07,8	+3,6	+34 51	+17,0	3,0	A5	III	012
α	01	51,4	+3,4	+29 26	+17,5	3,5	F6	IV	050
Triangulum Australe									
α	16	45,5	+6,4	-68 59	- 6,5	1,9	K2	III	024
β	15	52,5	+5,3	-63 20	-11,0	2,9	F2	V	078
γ	15	16,1	+5,6	-68 34	-13,2	2,9	A0	Vp	005
Tucana									
α	22	16,4	+4,1	-60 24	+18,0	2,9	K3	III-IV	019
Ursa Maior									
α AB	11	01,9	+3,7	+61 55	-19,5	1,8	K0	III	031
ϵ	12	52,7	+2,6	+56 07	-19,5	1,8	A0pv		008
η	13	46,4	+2,4	+49 28	-18,0	1,9	B3	V	004
ζ A	13	22,7	+2,4	+55 05	-18,8	2,3	A2	V	037
β	11	00,0	+3,6	+56 33	-19,3	2,4	A1	V	042
γ	11	52,2	+3,2	+53 52	-20,0	2,4	A0	V	020
ν	11	08,0	+3,4	+44 39	-19,5	3,0	K1	III	(025)
ζ A	08	57,2	+4,1	+48 09	-14,2	3,1	A7	V	066
μ	10	20,5	+3,6	+41 39	-18,1	3,1	M0	III	031
μ A	09	30,8	+4,0	+51 49	-16,5	3,2	F6	IV	052
δ	12	13,9	+3,0	+57 12	-20,0	3,3	A3	V	052
σ	08	27,8	+5,0	+60 49	-12,1	3,4	G5	III	004
λ	10	15,3	+3,6	+43 04	-18,0	3,5	A2	IV	(022)
Ursa Minor									
α A	02	02,5	+43,2	+89 08	+17,6	2,0v	F8	Ib	003
β	14	50,8	- 0,2	+74 16	-14,7	2,0	K4	III	031
γ	15	20,8	- 0,1	+71 56	-12,8	3,1	A3	II-III	(012)
Vela									
γ A	08	08,6	+1,8	-47 16	-10,6	1,9	WC7		(006)
δ AB	08	43,9	+1,7	-54 36	-13,1	2,0	A0	V	043
λ	09	06,9	+2,2	-43 19	-14,6	2,2	K5	Ib	015
κ	09	21,2	+1,9	-54 53	-15,4	2,5	B2	IV	007
μ AB	10	45,5	+2,6	-49 16	-19,0	2,7	G5	III	(030)
N	09	30,3	+1,8	-56 54	-15,9	3,2	(gK5)		015
Virgo									
α	13	23,6	+3,2	-11 00	-18,8	0,9v	B1	V	021
γ AB	12	40,1	+3,0	-01 17	-19,8	2,8	F0	V	101
ϵ	13	00,7	+3,0	+11 08	-19,3	2,9	G9	II-III	036
ζ	13	33,2	+3,1	-00 27	-18,4	3,4	A3	Vn	035

XI. A Messier-féle

	NGC	RA 1950 h m	D 1950 ° '	Átmérő ívmpercben	m	Távolság ezer fényévben	Csillagkép
<i>I. Diffúz ködök</i>							
M42	1976	05 32,9	-05 25	66 × 60		1,3	Ori ¹⁾
M43	1982	05 33,1	-05 18	20 × 15			Ori
M78	2068	05 44,2	+00 02	8 × 6			Ori
M20	6514	17 58,9	-23 02	29 × 27		2,2	Sgr ²⁾
M8	6523	18 01,6	-24 20	60 × 35		2,5	Sgr ²⁾
M16	6611	18 16,2	-13 48	35 × 37		4,6	Ser
M17	6618	18 18,0	-16 12	46 × 28		3,3	Sgr ⁴⁾
<i>II. Nyílt halmazok</i>							
M103	581	01 29,9	+60 27	5	7,4	3,7	Cas
M34	1039	02 38,8	+42 34	18	5,5	1,4	Per
M45		03 43,9	+23 58	100	1,4	0,4	Tau ⁵⁾
M38	1912	05 25,3	+35 48	20	7,4	3,6	Aur
M36	1960	05 32,0	+34 07	12	6,3	3,8	Aur
M37	2099	05 49,0	+32 33	20	6,2	4,7	Aur
M35	2168	06 05,7	+24 20	40	5,3	2,6	Gem
M41	2287	06 44,9	-20 42	30	5,0	2,5	CMa
M50	2323	07 00,5	-08 16	16	6,9	2,6	Mon
M46	2437	07 39,6	-14 42	24	9,2	5,9	Pup
M93	2447	07 42,4	-23 45	25	6,0	3,6	Pup
M47?	2422	07 34,3	-14 42	25	4,5	3,7	Pup
M48	2548	08 11,2	-05 38	30	5,3	3,1	Hya
M44	2632	08 37,5	+19 52	95	3,7	0,5	Cnc ⁶⁾
M67	2682	08 48,3	+12 00	15	6,1	2,7	Cnc
M6	6405	17 36,8	-32 11	25	5,3	1,8	Sco
M7	6475	17 50,7	-34 48	60	3,2	1,2	Sco
M23	6494	17 54,0	-19 01	25	6,9	4,5	Sgr
M21	6531	18 01,8	-22 30	10	6,5	2,9	Sgr
M24	6603	18 15,5	-18 27	4	4,6	16,3	Sgr
M16	6611	18 16,0	-13 48	25	6,4	5,4	Ser
M18	6613	18 17,0	-17 09	12	7,5	6,2	Sgr
M17	6618	18 17,9	-16 12	22	7,5	3,2	Sgr
M25	4725*	18 28,8	-19 17	40	6,5	1,8	Sgr
M26	6694	18 42,5	-09 27	9	9,3	12,8	Set
M11	6705	18 48,4	-06 20	10	6,3	5,6	Set
M29	6913	20 22,2	+38 21	12	7,1	3,1	Cyg
M39	7092	21 30,4	+48 13	30	5,2	0,8	Cyg
M52	7654	23 22,0	+61 20	12	7,3	3,8	Cas

1) Orion köd; 2) Trifid köd; 3) Lagúna köd; 4) Omega köd; 5) Pleiadok; 6) Praesepe * IC katalógus.

katalógus objektumai

	NGC	RA 1950 h m	D 1950 °	Átmérő ívpércben	m	Távolság ezer fényévben	Csillagkép
<i>III. Planetáris ködök</i>							
M76	650	01 38,8	+ 51 19	2,6 × 1,4	12,2	8,2	Per
M1	1952	05 31,5	+ 21 59	6 × 4	8,4	0,9	Tau ¹⁾
M97	3587	11 12,0	+ 55 18	3,7 × 3,3	12,0	7,5	UMa ²⁾
M57	6720	18 51,7	+ 32 58	1,2 × 1,0	9,3	2,1	Lyr ³⁾
M27	6853	19 57,4	+ 22 35	8 × 4	7,6	1,0	Vul ⁴⁾
<i>IV. Gömbhalmazok</i>							
M79	1904	05 22,2	- 24 34	3,2	8,4	43	Lep
M68	4590	12 36,8	- 26 29	2,9	8,2	37	Hya
M53	5024	13 10,5	+ 18 26	3,3	7,8	65	Com
M3	5272	13 39,9	+ 28 38	9,8	6,4	45	CVn
M5	5904	15 16,0	+ 02 16	12,6	5,9	27	Ser
M80	6093	16 14,1	- 22 52	3,3	7,3	36	Sco
M4	6121	16 20,6	- 26 24	14,0	5,9	7	Sco
M107	6171	16 29,7	- 12 57	2,2	9,2	10	Oph
M13	6205	16 39,9	+ 36 33	10,0	5,7	22	Her
M12	6218	16 44,6	- 01 52	9,3	6,7	19	Oph
M10	6254	16 54,5	- 04 02	8,2	6,6	16	Oph
M62	6266	16 58,1	- 30 03	4,3	6,6	22	Oph
M19	6273	16 59,5	- 26 11	4,3	6,9	22	Oph
M9	6333	17 16,2	- 18 28	2,4	7,8	26	Oph
M92	6341	17 15,6	+ 43 12	8,3	6,5	36	Her
M14	6402	17 35,0	- 03 13	3,0	7,6	23	Oph
M28	6626	18 21,5	- 24 54	4,7	6,9	15	Sgr
M69	6637	18 28,1	- 32 23	2,8	7,7	23	Sgr
M22	6656	18 33,3	- 23 58	17,3	5,1	10	Sgr
M70	6681	18 40,0	- 32 21	2,5	8,2	65	Sgr
M54	6715	18 52,0	- 30 32	2,1	7,7	49	Sgr
M56	6779	19 14,9	+ 30 05	1,8	8,2	45	Vir
M55	6809	19 36,9	- 31 03	10,0	6,3	19	Sgr
M71	6838	19 51,5	- 18 39	6,1	8,3	18	Sge
M75	6864	20 03,2	- 22 04	1,9	8,6	78	Sgr
M72	6981	20 50,7	- 12 44	2,0	9,4	59	Aqr
M15	7078	21 27,6	+ 11 56	7,4	6,4	49	Peg
M2	7089	21 30,9	- 01 03	8,2	6,5	52	Aqr
M30	7099	21 37,5	- 23 25	5,7	7,6	41	Cap

¹⁾ Rák köd; ²⁾ Bagoly köd; ³⁾ Gyűrűs köd; ⁴⁾ Súlyzó köd.

XI. A Messier-féle

	NGC	RA 1950 h m	D 1950 ° ' "	Átmérő íypercben	m	Távolság millió fényévben	Csillagkép
<i>V. Galaxisok</i>							
M32	221	00 40,0	+ 40 36	3,4 × 2,8	8,7	2,2	And
M31	224	00 40,0	+ 41 00	160 × 35	4,8	2,2	And
M33	598	01 31,1	+ 30 24	65 × 35	6,7	2,3	Tri
M74	628	01 34,0	+ 15 32	11 × 9	10,2	22,5	Psc
M77	1068	02 40,1	—00 14	6 × 5	8,9		Cet
M81	3031	09 51,5	+ 69 18	21 × 10	7,9	6,5	UMa
M82	3034	09 51,9	+ 69 56	9 × 4	8,3	6,5	UMa
M95	3351	10 41,3	+ 11 58	6 × 4	10,4	21,5	Leo
M96	3368	10 44,2	+ 12 05	5 × 4	9,1	21,5	Leo
M105	3379	10 45,2	+ 12 51	2,2 × 2,0	9,2	21,5	Leo
M108	3556	11 08,7	+ 55 57	8 × 2	10,7	23,5	UMa
M65	3623	11 16,3	+ 13 23	8 × 1,5	9,3	19,8	Leo
M66	3627	11 17,6	+ 13 17	8 × 2,5	8,4	19,8	Leo
M109	3992	11 55,0	+ 53 39	6 × 3,5	10,8	37,2	UMa
M98	4192	12 11,3	+ 15 11	8 × 2	10,7	37,2	Com
M99	4254	12 16,3	+ 14 42	5 × 4	10,1	37,2	Com
M106	4258	12 16,5	+ 47 35	20 × 7	8,6	14,3	CVn
M61	4303	12 19,4	+ 04 45	6 × 4	10,1	37,2	Vir
M100	4321	12 20,4	+ 16 06	5 × 4,5	10,6	37,2	Com
M84	4374	12 22,6	+ 13 10	1,6 × 1,4	9,3	37,2	Vir
M85	4382	12 22,8	+ 18 28	2,1 × 1,7	9,3	37,2	Com
M86	4406	12 23,7	+ 13 13	2,1 × 1,4	9,7	37,2	Vir
M49	4472	12 27,3	+ 08 16	2,8 × 1,8	8,6	37,2	Vir
M87	4486	12 28,3	+ 12 40	2 × 1,8	9,2	37,2	Vir
M88	4501	12 29,5	+ 14 42	5,5 × 2,4	10,2	37,2	Com
M89	4552	12 33,1	+ 12 50	1,3 × 1,3	9,5	37,2	Vir
M91	4572	12 34,3	+ 14 28	2,6 × 2,2	10,9	37,2	Com
M90	4569	12 34,3	+ 13 26	7,5 × 2,2	10,0	37,2	Vir
M58	4579	12 35,1	+ 12 05	4,4 × 3,5	9,2	37,2	Vir
M104	4594	12 37,3	—11 21	6 × 2,5	8,7	37,2	Vir
M59	4621	12 39,5	+ 11 55	2,7 × 1,6	9,6	37,2	Vir
M60	4649	12 41,1	+ 11 49	2 × 1,8	8,9	37,2	Vir
M94	4736	12 48,6	+ 41 23	8 × 5,5	7,9	14,3	CVn
M64	4826	12 54,3	+ 21 57	8 × 3,5	8,8	11,8	Com
M63	5055	13 13,5	+ 42 17	10 × 5	9,5	14,3	CVn
M51	5194	13 27,8	+ 47 27	10 × 5,5	8,1	14,3	CVn
M83	5236	13 34,3	—29 37	10 × 8	10,1	8,2	Hya
M101	5457	14 01,4	+ 54 35	22 × 22	9,6	14,3	UMa
M102	5866	15 05,1	+ 55 57	2,8 × 1	10,8	32,5	Dra

katalógus objektumai

Messier-sorszám szerint rendezve

M	Tip.	RA 1950	M	Tip.	RA 1950	M	Tip.	RA 1950	M	Tip.	RA 1950
1	P	05 ^h 31 ^m	31	X	00 ^h 40 ^m	61	X	12 ^h 19 ^m	91	X	12 ^h 34 ^m
2	G	21 31	32	X	00 40	62	G	16 58	92	G	17 16
3	G	13 40	33	X	01 31	63	X	13 14	93	Ny	07 42
4	G	16 21	34	Ny	02 39	64	X	12 54	94	X	12 49
5	G	15 16	35	Ny	06 06	65	X	11 16	95	X	10 41
6	Ny	17 37	36	Ny	05 32	66	X	11 18	96	X	10 44
7	Ny	17 51	37	Ny	05 49	67	Ny	08 48	97	P	11 12
8	D	18 02	38	Ny	05 25	68	G	12 37	98	X	12 11
9	G	17 16	39	Ny	21 30	69	G	18 28	99	X	12 16
10	G	16 55	40	?		70	G	18 40	100	X	12 20
11	Ny	18 48	41	Ny	06 45	71	G	19 52	101	X	14 01
12	G	16 45	42	D	05 33	72	G	20 51	102	X	15 05
13	G	16 40	43	D	05 33	73	?		103	Ny	01 30
14	G	17 35	44	Ny	08 37	74	X	01 34	104	X	12 37
15	G	21 27	45	Ny	03 44	75	G	20 03	105	X	10 45
16	Ny	18 16	46	Ny	07 40	76	P	01 39	106	X	12 16
17	D	18 18	47	Ny	07 34	77	X	02 40	107	G	16 30
18	Ny	18 17	48	Ny	08 11	78	D	05 44	108	X	11 09
19	G	17 00	49	X	12 27	79	G	05 22	109	X	11 55
20	D	17 59	50	Ny	07 01	80	G	16 14			
21	Ny	18 02	51	X	13 28	81	X	09 51			
22	G	18 33	52	Ny	23 22	82	X	09 52			
23	Ny	17 55	53	G	13 11	83	X	13 34			
24	Ny	18 15	54	G	18 52	84	X	12 23			
25	Ny	18 29	55	G	19 37	85	X	12 23			
26	Ny	18 43	56	G	19 15	86	X	12 24			
27	P	19 57	57	P	18 52	87	X	12 28			
28	G	18 22	58	X	12 35	88	X	12 29			
29	Ny	20 22	59	X	12 39	89	X	12 33			
30	G	21 38	60	X	12 41	90	X	12 34			

A fenti táblázat a Messier-számmal megadott objektum felkeresésére szolgál típus és RA alapján:

- D = I. Diffúz ködök
- Ny = II. Nyílt halmazok
- P = III. Planetáris ködök
- G = IV. Gömbhalmazok
- X = V. Galaxisok

XII. A Holdra vonatkozó adatok

Paral- laxis horiz. ekv.	Látszó sugár	TÁVOLSÁG		Paral- laxis horiz. ekv.	Látszó sugár	TÁVOLSÁG	
		Föld sugarában	10 km-ben			Föld sugarában	10 km-ben
" "	" "			" "	" "		
52 0	14 10	66,113	42 169	57 0	15 32	60,314	38 470
10	14 13	65,902	42 034	10	15 35	60,138	38 358
20	14 16	65,692	41 900	20	15 37	59 963	38 246
30	14 18	65,483	41 767	30	15 40	59,790	38 135
40	14 21	65,276	41 635	40	15 43	59,617	38 025
50	14 24	65,070	41 504	50	15 45	59,445	37 916
53 0	14 26	64,866	41 373	58 0	15 48	59,274	37 807
10	14 29	64,662	41 243	10	15 51	59,105	37 699
20	14 32	64,460	41 114	20	15 54	58,936	37 591
30	14 35	64,259	40 986	30	15 56	58,768	37 484
40	14 37	64,060	40 859	40	15 59	58,601	37 377
50	14 40	63,862	40 733	50	16 02	58,435	37 271
54 0	14 43	63,665	40 607	59 0	16 05	58,270	37 166
10	14 46	63,469	40 482	10	16 07	58,106	37 061
20	14 48	63,274	40 358	20	16 10	57,942	36 957
30	14 51	63,080	40 235	30	16 13	57,780	36 854
40	14 54	62,888	40 112	40	16 15	57,619	36 751
50	14 56	62,697	39 990	50	16 18	57,458	36 649
55 0	14 59	62,507	39 869	60 0	16 21	57,299	36 547
10	15 2	62,318	39 749	10	16 24	57,140	36 446
20	15 5	62,131	39 629	20	16 26	56,982	36 345
30	15 7	61,945	39 510	30	16 29	56,825	36 245
40	15 10	61,759	39 392	40	16 32	56,669	36 145
50	15 13	61,574	39 274	50	16 35	56,514	36 046
56 0	15 15	61,391	39 157	61 0	16 37	56,360	35 948
10	15 18	61,209	39 041	10	16 40	56,206	35 850
20	15 21	61,028	38 925	20	15 43	56,053	35 752
30	15 24	60,848	38 810	30	16 45	55,901	35 655
40	15 26	60,669	38 696	40	16 48	55,750	35 559
50	15 29	60,491	38 583	50	16 51	55,600	35 463
57 0	15 32	60,314	38 470	62 0	16 54	55,451	35 368

XIII. Évi parallaxis átszámítása távolságokra

Parallaxis π	Távolság fényév	Parallaxis π	Távolság fényév	Parallaxis π	Távolság fényév	Parallaxis π	Távolság fényév
0''001	3263	0''026	126	0''051	64,0	0''076	43,0
002	1632	027	121	052	62,8	077	42,4
003	1088	028	117	053	61,6	078	41,8
004	816	029	113	054	60,4	079	41,3
005	653	030	109	055	59,3	080	40,8
0''006	544	0''031	105	0''056	58,3	0''081	40,3
007	466	032	102	057	57,2	082	39,8
008	408	033	98,9	058	56,3	083	39,3
009	363	034	96,0	059	55,3	084	38,8
010	326	035	93,2	060	54,4	085	38,4
0''011	297	0''036	90,7	0''061	53,5	0''086	38,0
012	272	037	88,2	062	52,6	087	37,5
013	251	038	85,9	063	51,8	088	37,1
014	233	039	83,7	064	51,0	089	36,7
015	218	040	81,6	065	50,2	090	36,3
0''016	204	0''041	79,6	0''066	49,4	0''091	35,9
017	192	042	77,7	067	48,7	092	35,5
018	181	043	75,9	068	48,0	093	35,1
019	172	044	74,2	069	47,3	094	34,7
020	163	045	72,5	070	46,6	095	34,4
0''021	155	0''046	71,0	00''071	46,0	0''096	34,0
022	148	047	69,5	072	45,3	097	33,7
023	142	048	68,0	073	44,7	098	33,3
024	136	049	66,6	074	44,1	099	33,0
025	131	050	65,3	075	43,5	100	32,6

XIV. Budapesten látható

Dátum 1968	NZC	m	F	Hold kora d	A jelenség időpontja h m	a m	b m	P		
Jan.	3.	3243	7,4	B	3,6	17 24,1	-0,8	-0,9	73	
	7.	184	6,2	B	7,7	21 44,4	-0,5	-1,9	95	
	8.	272	5,9	B	8,6	16 15,1	—	—	129	
	8.	272	5,9	K	8,6	16 34,5	—	—	156	
	10.	485	6,9	B	10,5	15 17,9	+0,4	+3,1	11	
	10.	487	5,2	B	10,6	16 28,4	-0,1	+3,1	17	
	10.	492	5,9	B	10,6	17 16,2	-1,1	+1,9	53	
	18.	1576	5,3	K	18,8	23 51,4	—	—	234	
	25.	2332	6,2	K	25,1	5 00,4	-0,9	0,0	314	
	Feb.	7.	598	5,7	B	9,2	23 04,2	—	—	13
9.		890	4,5	B	11,3	23 27,5	-0,5	-1,8	104	
10.		1035	6,8	B	12,2	20 44,5	-1,7	-0,8	101	
11.		1056	7,0	B	12,4	2 6,0	-0,2	-1,2	79	
21.		2269	5,4	K	22,4	2 4,4	-1,1	+0,9	280	
Már.	21.	2286	5,4	K	22,5	4 29,9	-1,2	-0,5	316	
	5.	524	6,6	B	6,5	18 23,2	-1,4	+1,5	32	
	9.	1108	6,9	B	10,6	20 58,0	-0,4	-3,7	155	
	10.	1131	7,2	B	10,7	1 12,6	+0,9	-2,5	161	
	10.	1251	5,9	B	11,7	23 17,6	-0,3	-2,3	137	
	19.	2237	5,1	K	19,8	3 41,7	-1,3	-1,0	318	
	Ápr.	5.	1067	7,2	B	7,9	22 00,9	+1,2	-3,5	168
		6.	1181	6,8	B	8,8	17 56,7	—	—	49
7.		1211	6,2	B	9,0	00 9,0	+0,2	-1,4	97	
Máj.	2.	1035	6,8	B	5,2	21 48,5	-0,1	-0,7	53	
	6.	1504	5,7	B	9,3	22 34,1	+0,4	-2,6	176	
	16.	2788	6,2	K	18,4	1 26,6	-1,6	+0,3	282	
Jún.	15.	3175	4,8	K	18,7	1 29,2	-2,3	+0,1	299	
Júl.	4.	1986	7,0	B	8,9	20 38,3	-1,5	-0,9	63	
	6.	2251	7,5	B	10,9	20 41,1	-1,2	-1,3	154	
	18.	299	6,3	K	22,1	00 55,4	-0,5	+1,9	247	
	19.	415	6,0	K	23,1	1 00,0	-0,4	+1,7	262	
Aug.	16.	486	5,2	K	21,6	00 58,1	—	—	173	
	25.	Vénusz	-3,3	B	1,4	8 59,5	-1,0	-0,2	131	
	25.	Vénusz	-3,3	K	1,4	10 19,6	-1,4	-0,4	304	
	30.	2312	5,6	B	6,8	18 17,0	-1,4	-1,2	119	
Szept.	2.	2831	5,9	B	9,9	20 44,3	—	—	13	
	10.	326	6,0	K	18,0	23 41,4	-1,6	+1,3	260	
	12.	556	5,5	K	20,0	22 42,7	-0,3	+2,0	243	
	12.	564	6,1	K	20,0	23 34,4	-1,1	+1,4	273	
	14.	840	6,5	K	22,0	23 59,8	+0,5	+3,0	209	
	16.	1008	5,0	K	23,1	2 43,4	-1,0	+1,9	253	
	18.	1251	5,9	K	25,1	1 4,3	+0,1	+1,4	270	
	10.	647	5,5	K	18,5	23 3,9	-1,2	+1,5	260	
Okt.	12.	797	6,3	K	19,6	2 28,5	-2,1	-1,0	290	
	15.	1206	5,9	K	22,6	00 55,5	-1,0	+0,5	298	
	15.	1211	6,2	K	22,6	1 17,4	-0,4	+3,4	230	
	29.	3175	4,8	B	7,8	16 44,3	-1,7	+0,8	79	

Dátum 1968	NZC	m	F	Hold kora d	A jelenség időpontja h m	a m	b m	P
Nov. 3.	136	6,3	B	12,1	11 15,1	-1,3	-2,2	101
8.	885	5,6	K	18,0	22 2,1	-0,7	+2,2	242
14.	1504	5,7	K	23,2	2 28,6	-1,2	+0,7	286
26.	3271	7,1	B	6,3	15 40,0	-0,2	+2,1	1
26.	3288	5,9	B	6,5	20 20,7	-0,3	+0,1	38
29.	81	6,6	B	9,4	15 54,5	-1,9	+1,1	107
30.	104	5,8	B	9,6	00 7,4	-0,3	-0,9	69
Dec. 1.	326	6,0	B	11,5	20 24,1	-2,6	-0,9	104
3.	556	5,5	B	13,5	19 24,4	-2,2	+0,2	113
7.	1008	5,0	K	16,7	1 20,1	-1,5	-2,0	301
7.	1105	6,5	K	17,5	18 38,2	+0,1	+1,4	269
9.	1251	5,9	K	18,7	00 42,3	-1,6	-1,4	314
24.	3355	6,8	B	5,0	17 37,2	-1,2	-0,4	70
25.	3496	7,2	B	6,1	20 20,1	-0,8	-1,6	89
29.	411	7,3	B	10,1	21 12,4	-1,2	+2,0	25
30.	521	6,7	B	11,1	21 20,8	-1,6	+0,6	59
31.	647	5,5	B	12,0	17 34,8	-0,9	+1,8	69

A táblázatban feltüntetett adatok jelentése: NZC (New Zodiacal Catalogue) a csillag katalógusi sorszáma. m = magnitúdó; F = fázis. Itt B a csillagnak a Hold mögé történő belépését, K a Hold mögüli kilépését jelenti. A Hold kora az újhold-tól eltelt idő naptári napokban.

Magyarország egyéb területeiről történő megfigyelések t időpontjának kiszámítására szolgálnak az a és b rovatok alatt feltüntetett adatok. Az átszámítás a következő formula segítségével történik: $t = t_0 + a(\lambda - \lambda_0) + b(\varphi - \varphi_0)$ ahol t_0 : a táblázatban megadott, Budapestre vonatkozó idő, λ_0, φ_0 : a budapesti Szabadság-hegyi Csillagvizsgáló Intézet földrajzi hosszúsága és szélessége. λ, φ : az ország egyéb helyein fekvő megfigyelőhelyek koordinátái. $(\lambda - \lambda_0)$ és $(\varphi - \varphi_0)$ kifejezéseket fokokban és tizedfokokban adjuk meg. Az időkorrekciót így időpercekben és ennek tizedeiben kapjuk meg.

A P értékek a csillagnak a Hold peremén történő belépésének vagy kilépésének a helyét adják meg Északról Kelet felé számítva. Az ország egyéb helyein a P értéke esetleg néhány fokkal változhat.

Az ország néhány helységének koordinátái:

φ	λ	φ		λ	φ
Budapest (1)	-18°975	+47,500	Kalocsa	-18°975	+46,528
Debrecen (2)	-21,623	+47,560	Pécs	-18,234	+46,073
Szolnok (3)	-20,159	+47,152	Sopron	-16,596	+47,687
Győr (3)	-17,613	+47,689	Szeged	-20,142	+46,258
Székesfehérvár	-18,371	+47,198			

(1) Szabadsághegyi Csillagvizsgáló Intézet; (2) Napfizikai Observatórium; (3) Az URÁNIA-k koordinátái.

XV. Az 1968. szeptember 22-i napfogyatkozás magyarországi adatai

Az 1968. szeptember 22-i teljes napfogyatkozás (I. 74. o.) Magyarország területéről csak mint részleges fogyatkozás látható. A részleges fogyatkozás adatai Budapestre és Debrecenre a következők (KözEI-ben):

	Budapest Szabadsághegyi Csillagvizsgáló	Debrecen Napfizikai Observatórium
A részleges fogyatkozás kezdete és az első kontaktus pozíciószöge	10 ^h 43 ^m 9 343°8	10 ^h 45 ^m 3 341°0
A legnagyobb fázis időpontja és nagysága	11 ^h 50 ^m 2 0,463	11 ^h 53 ^m 4 0,501
A részleges fogyatkozás vége és az utolsó kontaktus pozíciószöge	12 ^h 55 ^m 9 98°0	13 ^h 00 ^m 6 101°4

A pozíciószög a napkorong peremének É-i pontjától kiindulva K felé számítható. A fogyatkozás nagysága a napkorong átmérőjében kifejezve értendő.

Magyarország más részein a fenti adatoktól néhány perc eltérés lehetséges.

G. I.

Az I—XIII. táblázatokban alkalmazott és ott külön meg nem említett jelölések:

- RA, D: rektaszcenzió, ill. deklináció, ahol nincs évszám feltüntetve (így a IX. táblázatban is az 1 és b) számadatok az 1968-as epochára vonatkoznak.
- m: vizuális, látszólagos magnitúdók (a X. táblázat adatai fotoelektromos észleléseken alapszanak).
- Sp: A X. táblázatban az Sp-vel jelölt oszlop bal oldalán a Harvard spektrál klasszifikáció, a jobb oldali oszlopban pedig Ia = a „fényesebb” szuperóriások, Ib = a „kevésbé” fényes szuperóriások, II = a fényes óriások, III = a normális óriások, IV = a H—R diagram normális óriás ága alatt elhelyezkedő objektumok, V = a főágbeli csillagok. A csillag spektrumára vonatkozó további utalások jelentései: e = emissziós vonalak, v = változó spektrum, m = fém-vonalak abnormisan erősek, f = több igen széles emissziós vonal, n = diffúz vonalak, p = egyéb különleges sajátosságok. Ha lumenozitási klasszifikáció (azaz római szám) nincs: d = törpe, g = óriás csillagot jelent.
- π : A X. táblázatban, (az évi) geometriai parallaxis. Ha ez zárójelben áll, spektroszkópiai parallaxison alapszik, míg más esetben Jenkins (1952) parallaxis katalógusából való az adat.

A CSILLAGOS ÉG 1968-BAN

(Időpontok KözEI-ben).

Január

Bolygók

Merkur előretartó mozgást végez 11-ig a Nyilas, 11-től 29-ig a Bak, utána a Vízöntő csillagképben. A hó második felében figyelhető meg napnyugta után a délnyugati égbolton. A hó közepén egy órával, végén másfél órával nyugszik a Nap után. 31-én legnagyobb keleti kitérésben 18° távolságra a Naptól. 24-én fázisa 0,80, fényessége $-0,8$ magnitúdó, mindkettő csökkenő. — *Vénusz* előretartó mozgást végez 3-ig a Mérleg, 3-tól 7-ig a Skorprió, 7-től 23-ig a Kígyótartó és utána a Nyilas csillagképben. Mint hajnalsillag látható a délkeleti égbolton. A hó elején három, végén két órával kel a Nap előtt. 16-án fázisa 0,77 növekedő, fényessége $-3,5$ csökkenő. — *Mars* előretartó mozgást végez 5-ig a Bak, utána a Vízöntő csillagképben. A kora esti órákban látható a délnyugati égbolton. Négy órával nyugszik a Nap után. — *Jupiter* hátráló mozgást végez az Oroszlán csillagképben. Az esti órákban kel és az egész éjszaka folyamán megfigyelhető. — *Szaturnusz* előretartó mozgást végez a Cet csillagképben. Az esti órákban nyugszik és a kora esti órákban még megfigyelhető a nyugati égbolton. — *Uránusz* 4-ig előretartó, utána hátráló mozgást végez a Szűz csillagképben. A késő esti órákban kel és éjjel után figyelhető meg a keleti égbolton. — *Neptunusz* előretartó mozgást végez a Mérleg csillagképben. A hó végén újra megfigyelhető a délkeleti égbolton a hajnali szürkület előtt. A hó utolsó napjaiban két és fél órával kel éjjel után.

Megfigyelhető jelenségek

Nap	Óra	
3	—	Quadrantidák meteorraj gyakorisági maximuma
3	11	Mars 3° -kal északra a Holdtól
6	20	Szaturnusz 1° -kal délre a Holdtól
8	21	Vénusz 7° -kal északra az Antarestől
14	03,5	Algol minimumban
17	00,4	Algol minimumban

Nap	Óra	
18	16	Jupiter 3°-kal délre a Holdtól
19	21,1	Algol minimumban
20	11	Uránusz 1°-kal délre a Holdtól
22	18,0	Algol minimumban
24	16	Neptunusz 5°-kal északra a Holdtól
25	12	Antares 0,9°-kal délre a Holdtól
26	23	Vénusz 6°-kal északra a Holdtól
31	02	Merkur 5°-kal északra a Holdtól

Február

Bolygók

Merkur 6-ig előretartó, 6-tól 27-ig hátráló, utána újból előretartó mozgást végez. 13-ig a Vízöntő, 13-tól 23-ig a Bak, utána újból a Vízöntő csillagképben tartózkodik. A hó első harmadában figyelhető meg napnyugta után a délnyugati égbolton. A hó elején két órával nyugszik a Nap után. 15-én alsó együttállásban a Nappal. 5-én fázisa 0,31, fényessége +0,3 magnitúdó, mindkettő csökkenő. — *Vénusz* előretartó mozgást végez 19-ig a Nyilas, utána a Bak csillagképben. Még látható a hajnali égbolton napkelte előtt. A hó elején két órával, a végén már csak háromnegyed órával kel a Nap előtt. 13-án fázisa 0,84 növekedő, fényessége -3,4 csökkenő. — *Mars* előretartó mozgást végez 7-ig a Vízöntő, utána a Halak csillagképben. A kora esti órákban látható a nyugati égbolton. A hó elején három és fél órával, végén három órával nyugszik a Nap után. — *Jupiter* hátráló mozgást végez az Oroszlán csillagképben. az egész éjszaka folyamán megfigyelhető. 20-án szembenállásban a Nappal. — *Szturnusz* előretartó mozgást végez a Cet csillagképben. A kora esti órákban nyugszik és az esti szürkületben még megfigyelhető a nyugati égbolton. — *Uránusz* hátráló mozgást végez a Szűz csillagképben. Az esti órákban kel és a késő esti órától kezdve megfigyelhető. — *Neptunusz* 27-ig előretartó, utána hátráló mozgást végez a Mérleg csillagképben. Éjfél után kel és a hajnali órákban figyelhető meg a délkeleti égbolton.

Megfigyelhető jelenségek

Nap	Óra	
6	02,1	Algol minimumban
8	22,9	Algol minimumban
11	19,7	Algol minimumban
14	18	Jupiter 3°-kal délre a Holdtól

Nap	Óra	
16	17	Uránusz 1°-kal délre a Holdtól
20	22	Neptunusz 5°-kal északra a Holdtól
21	17	Antares 0,7°-kal délre a Holdtól
25	20	Vénusz 5°-kal északra a Holdtól
26	03,8	Algol minimumban
26	13	Merkur 7°-kal északra a Holdtól
29	00,6	Algol minimumban

Március

Bolygók

Merkur előretartó mozgást végez 5-ig a Vízöntő, 5-től 14-ig a Bak, utána újból a Vízöntő csillagképben. A hó első felében látható napkelte előtt a délkeleti égbolton. A hó elején háromnegyed órával kel a Nap előtt. 13-án legnagyobb nyugati kitérésben 28° távolságra a Naptól. 8-án fázisa 0,46, fényessége +0,5 magnitúdó, mindkettő növekedő. — *Vénusz* előretartó mozgást végez 12-ig a Bak, utána a Vízöntő csillagképben. A Naphoz közeledve megfigyelése már csak napkelte előtt kísérelhető meg a hó első felében, a délkeleti égbolton. A hó elején háromnegyed, közepén már csak fél órával kel a Nap előtt. 12-én fázisa 0,90 növekedő, fényessége -3,3 magnitúdó csökkenő. — *Mars* előretartó mozgást végez 24-ig a Halak, utána a Bak csillagképben. A kora esti órákban látható a nyugati égbolton. A hó elején három, végén két órával nyugszik a Nap után. — *Jupiter* hátráló mozgást végez az Oroszlán csillagképben. A hajnali órákban nyugszik és az egész éjszaka folyamán megfigyelhető. — *Szaturnusz* előretartó mozgást végez 5-ig a Cet, utána a Halak csillagképben. A hó első felében megfigyelése még megkísérelhető napnyugta után a nyugati égbolton. A hó elején három órával, közepén másfél órával nyugszik a Nap után. — *Uránusz* hátráló mozgást végez a Szűz csillagképben. Az egész éjszaka folyamán megfigyelhető. 17-én szembenállásban a Nappal. — *Neptunusz* hátráló mozgást végez a Mérleg csillagképben. Éjfélkor kel és a hajnali órákban figyelhető meg a délkeleti égbolton.

Megfigyelhető jelenségek

Nap	Óra	
1	20	Mars 0,4°-kal északra a Holdtól
1	23	Szaturnusz 2°-kal délre a Holdtól
2	21,4	Algol minimumban

Nap	Óra	
4	06	Mars 2°-kal északra a Szaturnusztól
5	07	Jupiter 0,8°-kal északra a Regulustól
7	06	Merkur 1°-kal északra a Vénusztól
12	02	Pluto szembenállásban a Nappal
12	22	Jupiter 3°-kal délre a Holdtól
13	21	Pallas szembenállásban a Nappal
14	22	Uránusz 1°-kal délre a Holdtól
19	04	Neptunusz 5°-kal északra a Holdtól
19	23	Antares 0,5°-kal délre a Holdtól
20	02,3	Algol minimumban
22	23,1	Algol minimumban
25	—	Hydridák meteorraj (március 12-től április 5-ig) gyakorisági maximuma
26	20	Merkur 1°-kal északra a Holdtól
26	23	Vénusz 2°-kal északra a Holdtól
29	00	Részleges napfogyatkozás, tőlünk nem látható. A részleges fogyatkozás Dél-Amerika déli részéről, a Csendes-óceán déli vidékeiről és Antarktisz csendes-óceáni vidékeiről látható.
31	00	Mars 1°-kal délre a Holdtól
31	12	Merkur 1°-kal délre a Vénusztól

Április

Bolygók

Merkur előretartó mozgást végez 3-ig a Vízöntő, 3-tól 10-ig a Halak, 10-től 13-ig a Cet, 13-tól 22-ig újból a Halak, utána a Kos csillagképben. E hó folyamán a Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. 24-én felső együttállásban a Nappal. 15-én fázisa 0,93, fényessége $-0,8$ magnitúdó, mindkettő növekedő. — *Vénusz* előretartó mozgást végez 4-ig a Vízöntő, 4-től 13-ig a Halak, 13-tól 17-ig a Cet és utána újból a Halak csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. 17-én fázisa 0,96 növekedő, fényessége $-3,3$ magnitúdó csökkenő. — *Mars* előretartó mozgást végez 28-ig a Kos, utána a Bika csillagképben. Az esti szürkületben látható a nyugati égbolton. A hó elején két, végén másfél órával nyugszik a Nap után. — *Jupiter* 22-ig hátráló, utána előretartó mozgást végez az Oroszlán csillagképben. A hó elején négy, végén két órával nyugszik éjfél után és az éjszaka első felében figyelhető meg. — *Szaturnusz* előretartó mozgást végez a Halak csillagképben. A Nap közelsége miatt e hó folyamán nem figyelhető meg. 5-én együttállásban a Nappal. — *Uránusz* hátráló mozgást végez a Szűz csillagképben.

A hajnali órákban nyugszik és az éjszaka első felében figyelhető meg. — *Neptunusz* hátráló mozgást végez a Mérleg csillagképben. Az esti órákban kel és az éjszaka második felében figyelhető meg a délkeleti égbolton.

Megfigyelhető jelenségek

Nap	Óra	
3	—	Virginidák meteorraj (március 21-től május 10-ig) gyakorisági maximuma
9	04,0	Algol minimumban
9	04	Jupiter 3°-kal délre a Holdtól
11	09	Uránusz 1°-kal délre a Holdtól
12	00,6	Algol minimumban
13	—	Teljes holdfogyatkozás, tőlünk részben látható. Belépés a félárnyékba 3 ó 11,1 p-kor; belépés a teljes árnyékba 4 ó 10,0 p-kor; (teljes fogyatkozás kezdete 5 ó 22,5 p-kor). A fogyatkozás nagysága holdátmérőben kifejezve 1,12.
15	12	Neptunusz 5°-kal északra a Holdtól
16	07	Antares 0,5°-kal délre a Holdtól
19	11	Ceres szembenállásban a Nappal
22	—	Lyridák meteorraj (április 12-től 24-ig) gyakorisági maximuma.
23	13	Vénusz 0,8°-kal északra a Szaturnusztól
25	16	Juno szembenállásban a Nappal
26	03	Szaturnusz 2°-kal délre a Holdtól
26	10	Vénusz 2°-kal délre a Holdtól
29	02	Mars 3°-kal délre a Holdtól

Május

Bolygók

Merkur előretartó mozgást végez 4-ig a Kos, 4-től 29-ig a Bika, utána az Ikrék csillagképben. E hó folyamán megfigyelésre igen kedvező helyzetben látható az esti szürkületben a nyugati égbolton. A hó elején másfél, közepén két és negyed, végén két órával nyugszik a Nap után. 24-én legnagyobb keleti kitérésben 23° távolságra a Naptól. 15-én fázisa 0,60, fényessége —0,2 magnitúdó, mindkettő csökkenő. — *Vénusz* előretartó mozgást végez 4-ig a Halak, 4-től 21-ig a Kos, utána a Bika csillagképben. E hó folyamán a Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. 16-án fázisa 0,99, fényessége —3,4, mindkettő növekedő. — *Mars* előretartó mozgást végez a Bika csillagképben. Napnyugta után még látható

a nyugati égbolton. A hó elején másfél, végén háromnegyed órával nyugszik a Nap után. — *Jupiter* előretartó mozgást végez az Oroszlán csillagképben. A hó elején két órával éjfél után, a hó végén éjfélkor nyugszik. Az éjszaka első felében figyelhető meg. — *Szturnusz* előretartó mozgást végez a Halak csillagképben. A hó végén újra látható lesz napkelte előtt a keleti égbolton. A hó utolsó napjaiban másfél órával kel a Nap előtt. — *Uránusz* hátráló mozgást végez a Szűz csillagképben. Éjfél után nyugszik és a késő esti órákig még megfigyelhető. — *Neptunusz* hátráló mozgást végez a Mérleg csillagképben. Az egész éjszaka folyamán megfigyelhető. 16-án szembenállásban a Nappal.

Megfigyelhető jelenségek

Nap	Óra	
4	—	Aquaridák meteorraj (április 21-től május 12-ig) gyakorisági maximuma
6	07	Merkur 1°-kal északra az Uránusztól
6	13	Jupiter 3°-kal délre a Holdtól
8	17	Uránusz 1°-kal délre a Holdtól
12	19	Merkur 8°-kal északra az Aldebarantól
12	21	Neptunusz 5°-kal északra a Holdtól
13	17	Antares 0,5°-kal délre a Holdtól
23	16	Szturnusz 3°-kal délre a Holdtól
29	08	Merkur 4°-kal délre a Holdtól

Június

Bolygók

Merkur 6-ig előretartó, utána 30-ig hátráló mozgást végez. 11-ig az Ikrek, 11-től 19-ig az Orion, 19-től a Bika csillagképben tartózkodik. A hó első napjaiban még látható napnyugta után a nyugati égbolton. A hó elején két órával nyugszik a Nap után. 18-án alsó együttállásban a Nappal. 4-én fázisa 0,15, fényessége +1,6 magnitúdó, mindkettő csökkenő. — *Vénusz* előretartó mozgást végez 20-ig a Bika, utána az Ikrek csillagképben. E hó folyamán a Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. 20-án felső együttállásban a Nappal. — *Mars* előretartó mozgást végez 20-ig a Bika, utána az Ikrek csillagképben. A Nap közelsége miatt e hó folyamán nem figyelhető meg. 21-én együttállásban a Nappal. — *Jupiter* előretartó mozgást végez az Oroszlán csillagképben. Éjfél előtt nyugszik és az esti órákban még megfigyelhető. — *Szturnusz* előretartó mozgást végez a Halak csillagképben. A hajnali órákban látható a keleti égbolton. A hó elején másfél, végén három és fél órával

kel a Nap előtt. — *Uránusz* 2-ig hátráló, utána előretartó mozgást végez a Szűz csillagképben. Éjfélkor nyugszik és az esti órákban még megfigyelhető. — *Neptunusz* hátráló mozgást végez a Mérleg csillagképben. A hajnali órákban nyugszik és az éjszaka első felében figyelhető meg a délnyugati égbolton.

Megfigyelhető jelenségek

Nap	Óra	
3	00	Jupiter 3°-kal délre a Holdtól
5	01	Uránusz 1°-kal délre a Holdtól
9	07	Neptunusz 5°-kal északra a Holdtól
9	10	Jupiter 0,7°-kal északra a Regulustól
10	04	Antares 0,5°-kal délre a Holdtól
14	—	Scorpius-Sagittaridák meteorraj (április 20-tól július 30-ig) gyakorisági maximuma
19	20,6	Algol minimumban
20	03	Szturnusz 3°-kal délre a Holdtól
30	13	Jupiter 3°-kal délre a Holdtól

Július

Bolygók

Merkur a hó elejétől újból előretartó mozgást végez 9-ig a Bika, 9-től 16-ig az Orion, 16-tól 29-ig az Ikrek, utána a Rák csillagképben. A hó második harmadában látható napkelte előtt a keleti égbolton. A hó közepén egy órával kel a Nap előtt. 11-én legnagyobb nyugati kitérésben 21° távolságra a Naptól. 18-án fázisa 0,56, fényessége —0,1 magnitúdó, mindkettő növekedő. — *Vénusz* előretartó mozgást végez 12-ig az Ikrek, 12-től 29-ig a Rák, utána az Oroszlán csillagképben. Mint alkonycsillag újra látható napnyugta után a nyugati égbolton. A hó elején még csak fél órával, végén már egy órával nyugszik a Nap után. 26-án fázisa 0,98, fényessége —3,4 magnitúdó, mindkettő csökkenő. — *Mars* előretartó mozgást végez az Ikrek csillagképben. E hó folyamán a Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. — *Jupiter* előretartó mozgást végez az Oroszlán csillagképben. A hó elején még a kora esti órákban, a végén már csak az esti szürkületben figyelhető meg a nyugati égbolton. A hó elején két és fél, végén már csak másfél órával nyugszik a Nap után. — *Szturnusz* előretartó mozgást végez a Halak csillagképben. A hajnali keleti égbolton figyelhető meg. A hó elején éjfélkor, végén éjfél előtt másfél órával kel. — *Uránusz* előretartó mozgást végez a

Szűz csillagképben. E hó folyamán a Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. — *Neptunusz* hátráló mozgást végez a Mérleg csillagképben. Éjfélkor nyugszik és az esti órákban még megfigyelhető a délnyugati égbolton.

Megfigyelhető jelenségek

Nap	Óra	
2	08	Uránusz 1°-kal délre a Holdtól
6	15	Neptunusz 5°-kal északra a Holdtól
7	14	Antares 0,5°-kal délre a Holdtól
9	22,1	Algol minimumban
12	18,9	Algol minimumban
17	14	Szturnusz 4°-kal délre a Holdtól
24	04	Merkur 5°-kal délre a Holdtól
27	05	Mars 6°-kal délre a Polluxtól
28	04	Jupiter 2°-kal délre a Holdtól
28	06	Merkur 6°-kal délre a Polluxtól
28	18	Merkur 0,2°-kal délre a Marstól
29	16	Uránusz 0,7°-kal délre a Holdtól
29	23,6	Algol minimumban
31	15	Spica 1°-kal délre a Holdtól

Augusztus

Bolygók

Merkur előretartó mozgást végez 8-ig a Rák, 8-tól 28-ig az Oroszlán, utána a Szűz csillagképben. A hó második felében látható napnyugta után a nyugati égbolton, amikor is egy órával nyugszik a Nap után. 7-én felső együttállásban a Nappal. 23-án fázisa 0,90, fényessége $-0,5$ magnitúdó, mindkettő csökkenő. — *Vénusz* előretartó mozgást végez 27-ig az Oroszlán, utána a Szűz csillagképben. Napnyugta után látható a nyugati égbolton. A hó folyamán egy órával nyugszik a Nap után. 15-én fázisa 0,96, fényessége $-3,3$ magnitúdó, mindkettő csökkenő. — *Mars* előretartó mozgást végez 1-től 31-ig a Rák csillagképben. E hó folyamán újra látható napkelte előtt a keleti égbolton. A hó elején háromnegyed, végén másfél órával kel a Nap előtt. — *Jupiter* előretartó mozgást végez az Oroszlán csillagképben. A hó első felében még látható napnyugta után a nyugati égbolton. A hó elején másfél, közepén egy órával nyugszik a Nap után. — *Szturnusz* 8-ig előretartó, utána hátráló mozgást végez a Halak csillagképben. Az esti órákban kel és az éjszaka második felében figyelhető meg. — *Uránusz* előretartó mozgást végez a

Szűz csillagképben. E hó folyamán a Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. — *Neptunusz* 5-ig hátráló, utána előretartó mozgást végez a Mérleg csillagképben. E hó folyamán a Nap közelsége miatt nem figyelhető meg.

Megfigyelhető jelenségek

Nap	Óra	
1	20,6	Algol minimumban
2	22	Neptunusz 5°-kal északra a Holdtól
3	—	Aquaridák meteorraj (július 25-től szeptember 8-ig) gyakorisági maximuma
3	22	Antares 0,3°-kal délre a Holdtól
4	17,4	Algol minimumban
8	04	Vénusz 1°-kal északra a Regulustól
11	—	Perseidák meteorraj (július 20-tól augusztus 19-ig) gyakorisági maximuma
13	23	Szturnusz 4°-kal délre a Holdtól
16	—	Cygnidák meteorraj (augusztus 17-től 23-ig) gyakorisági maximuma
18	—	Cepheidák meteorraj gyakorisági maximuma
18	08	Vénusz 0,5°-kal északra a Jupitertől
19	01,5	Algol minimumban
21	22	Merkur 0,1°-kal északra a Jupitertől
21	22,4	Algol minimumban
22	10	Mars 4°-kal délre a Holdtól
24	19,2	Algol minimumban
25	07	Merkur 1°-kal délre a Holdtól
25	11	Vénusz 0,5°-kal délre a Holdtól. Ez alkalommal tőlünk is látható a Vénusz elfedése a holdkorong által. Belépés a holdkorong mögé 9,9 ó-kor, kilépés a holdkorong mögül 11,3 ó-kor. Ámbár a jelenség ideje nappalra esik, kisebb távcsővel is már jól megfigyelhető
26	01	Uránusz 0,4°-kal délre a Holdtól
27	21	Spica 0,9°-kal délre a Holdtól
30	—	χ Cygni maximumban
31	03	Antares 0,1°-kal délre a Holdtól
31	18	Vénusz 0,5°-kal északra az Uránusztól
31	20	Merkur 0,8°-kal délre az Uránusztól

Szeptember

Bolygók

Merkur előretartó mozgást végez a Szűz csillagképben. E hó folyamán napnyugta után látható a délnyugati égbolton. Egy órával nyugszik a Nap után. 20-án legnagyobb keleti kitérésben 26° távolságra a Naptól. 16-án fázisa 0,65, fényessége +0,3 magnitúdó, mindkettő csökkenő. — *Vénusz* előretartó mozgást végez a Szűz csillagképben. Napnyugta után látható a nyugati égbolton. A hó folyamán egy órával nyugszik a Nap után. 16-án fázisa 0,91 csökkenő, fényessége $-3,3$ magnitúdó növekedő. — *Mars* előretartó mozgást végez az Oroszlán csillagképben. A hajnali szürkületben látható a keleti égbolton. A hó elején másfél, végén két és fél órával kel a Nap előtt. — *Jupiter* előretartó mozgást végez az Oroszlán csillagképben. E hó folyamán a Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. 9-én együttállásban a Nappal. — *Szaturnusz* hátráló mozgást végez a Halak csillagképben. A kora esti órákban kel és a késő esti óráktól kezdve már megfigyelhető. — *Uránusz* előretartó mozgást végez a Szűz csillagképben. E hó folyamán a Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. 22-én együttállásban a Nappal. — *Neptunusz* előretartó mozgást végez a Mérleg csillagképben. E hó folyamán a Nap közelsége miatt nem figyelhető meg.

Megfigyelhető jelenségek

Nap	Óra	
1	05	Merkur $1,4^\circ$ -kal délre a Vénusztól
8	03,3	Algol minimumban
10	06	Szaturnusz 5° -kal délre a Holdtól
11	00,1	Algol minimumban
12	—	Piscidák meteorraj (augusztus 16-tól október 8-ig) gyakorisági maximuma
13	20,9	Algol minimumban
16	17,7	Algol minimumban
20	—	Mira Ceti maximumban
20	05	Vénusz 2° -kal délre a Holdtól
20	08	Merkur $0,7^\circ$ -kal délre a Spicától
20	09	Mars $0,8^\circ$ -kal északra a Regulustól
20	13	Vénusz 3° -kal északra a Spicától
21	04	Merkur 4° -kal délre a Vénusztól
22	—	Teljes napfogyatkozás. Tőlünk mint részleges fogyatkozás látható (l. 64. o.). A teljes fogyatkozás vonala az Északi-Jeges-tenger szibériai részén és Nyugat-Szibérián halad át, legvégén Északnyugat-Kínát érintve.

Nap	Óra	
24	04	Spica $0,9^\circ$ -kal délre a Holdtól
24	10	Merkur 2° -kal délre a Holdtól
24	12	Vénusz 2° -kal északra a Holdtól
26	11	Neptunusz 6° -kal északra a Holdtól
27	09	Antares $0,003^\circ$ -kal délre a Holdtól
28	05,0	Algol minimumban

Október

Bolygók

Merkur 3-ig előretartó, 3-tól 24-ig hátráló, utána újból előretartó mozgást végez a Szűz csillagképben. A hó utolsó napjaiban látható napkelte előtt a délkeleti égbolton. A hó végén másfél órával kel a Nap előtt. 15-én alsó együttállásban a Nappal. 31-én legnagyobb nyugati kitérésben 19° távolságra a Naptól. 30-án fázisa 0,51, fényessége $-0,2$ magnitúdó, mindkettő növekedő. — *Vénusz* előretartó mozgást végez 2-ig a Szűz, 2-től 20-ig a Mérleg, 20-tól 27-ig a Skorprió és utána a Kígyó-tartó csillagképben. Napnyugta után látható a délnyugati égbolton. A hó közepén másfél órával nyugszik a Nap után. 16-án fázisa 0,85 csökkenő, fényessége $-3,4$ magnitúdó növekedő. — *Mars* előretartó mozgást végez 29-ig az Oroszlán, utána a Szűz csillagképben. A hajnali órákban látható a keleti égbolton. A hó elején két és fél órával, végén három és fél órával kel a Nap előtt. — *Jupiter* előretartó mozgást végez 9-ig az Oroszlán, utána a Szűz csillagképben. A hó elején napkelte előtt, a hó végén már a hajnali órákban is látható a keleti égbolton. A hó elején háromnegyed, végén már három és fél órával kel a Nap előtt. — *Szatur-nusz* hátráló mozgást végez a Halak csillagképben. Az egész éjszaka folyamán megfigyelhető. 15-én szembenállásban a Nappal. — *Uránusz* előretartó mozgást végez a Szűz csillagképben. E hó folyamán 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	01,8	Algol minimumban
3	22,6	Algol minimumban
6	13	Teljes holdfogyatkozás. Tőlünk nem látható
6	19,4	Algol minimumban
7	10	Szatur-nusz 4° -kal délre a Holdtól

Nap	Óra	
9	16,2	Algol minimumban
17	18	Vénusz 2°-kal délre a Neptunusztól
19	—	Orionidák meteorraj (október 12-től 29-ig) gyakori- sági maximuma
19	00	Mars 0,8°-kal délre a Holdtól
19	14	Jupiter 0,3°-kal délre a Holdtól
20	01	Uránusz 0,1°-kal délre a Holdtól
20	18	Vesta szembenállásban a Nappal
21	03,5	Algol minimumban
23	20	Neptunusz 6°-kal északra a Holdtól
24	00,3	Algol minimumban
24	09	Vénusz 3°-kal északra a Holdtól
24	17	Antares 0,04°-kal délre a Holdtól
26	21,1	Algol minimumban
28	11	Vénusz 3°-kal északra az Antarestől
29	17,9	Algol minimumban

November

Bolygók

Merkur előretartó mozgást végez 12-ig a Szűz, 12-től 28-ig a Mérleg, utána a Skorpió csillagképben. A hó első felében látható napkelte előtt a délkeleti égbolton. A hó elején másfél, közepén háromnegyed órával kel a Nap előtt. 7-én fázisa 0,79, fényessége $-0,7$ magnitúdó, mindkettő növekedő. — *Vénusz* előretartó mozgást végez 11-ig a Kígyótartó, utána a Nyilas csillagképben. A kora esti órákban látható a délnyugati égbolton. A hó elején két, végén három órával nyugszik a Nap után. 16-án fázisa 0,78 csökkenő, fényessége $-3,5$ növekedő. — *Mars* előretartó mozgást végez a Szűz csillagképben. Éjfél után két és fél órával kel és a hajnali órákban látható a délkeleti égbolton. — *Jupiter* előretartó mozgást végez a Szűz csillagképben. A hajnali órákban látható a keleti égbolton. A hó elején három, végén másfél órával kel éjfél után. — *Szturnusz* hátráló mozgást végez a Halak csillagképben. A hajnali órákban nyugszik és az egész éjszaka folyamán megfigyelhető. — *Uránusz* előretartó mozgást végez a Szűz csillagképben. A hó végén másfél órával kel éjfél után és a hajnali szürkület előtt újra megfigyelhető a keleti égbolton. — *Neptunusz* előretartó mozgást végez a Mérleg csillagképben. E hó folyamán a Nap közelsége miatt nem figyelhető meg.

Megfigyelhető jelenségek

Nap	Óra	
2	10	Merkur 5° -kal északra a Spicatól
3	13	Szturnusz 4° -kal délre a Holdtól
6	09	Mars $0,3^{\circ}$ -kal északra a Jupitertől
10	05,2	Algol minimumban
13	—	Tauridák meteorraj (szeptember 15-től december 15-ig) gyakorisági maximuma
13	02,0	Algol minimumban
13	02	Mars $0,7^{\circ}$ -kal északra az Uránusztól
15	22,8	Algol minimumban
16	—	Leonidák meteorraj (november 14-től 20-ig) gyakorisági maximuma
16	10	Jupiter $0,4^{\circ}$ -kal északra a Holdtól
16	14	Uránusz $0,2^{\circ}$ -kal északra a Holdtól
16	18	Mars 1° -kal északra a Holdtól
18	01	Spica $0,8^{\circ}$ -kal délre a Holdtól
18	19,6	Algol minimumban
21	16,5	Algol minimumban
23	03	Vénusz 3° -kal északra a Holdtól
30	15	Szturnusz 4° -kal délre a Holdtól

December

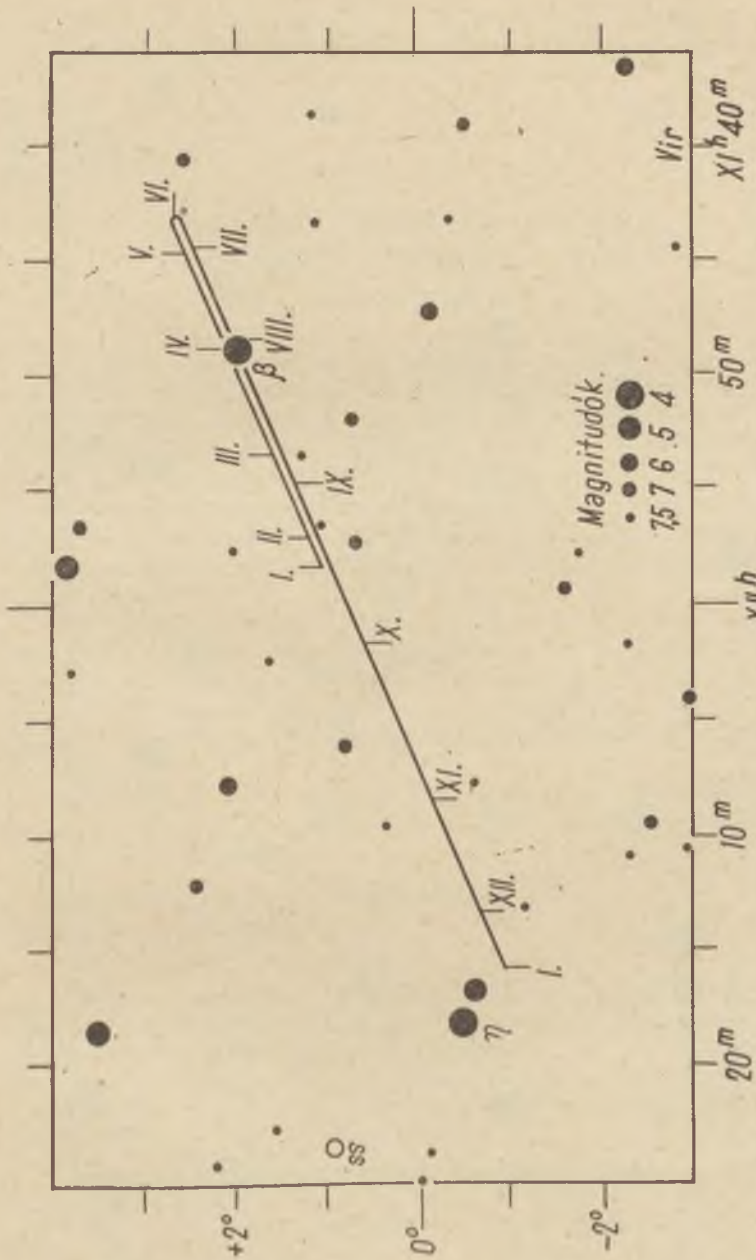
Bolygók

Merkur előretartó mozgást végez 2-ig a Skorpió, 2-től 13-ig a Kígyó-tartó, utána a Nyilas csillagképben. A hó utolsó napjaiban figyelhető meg napnyugta után a délnyugati égbolton. A hó végén ötnegyed órával nyugszik a Nap után. 7-én felső együttállásban a Nappal. 25-én fázisa 0,96, fényessége $-0,7$ magnitúdó, mindkettő csökkenő. — *Vénusz* előretartó mozgást végez 8-ig a Nyilas, utána a Bak csillagképben. A kora esti órákban látható a délnyugati égbolton. A hó elején három, végén négy órával nyugszik a Nap után. 16-án fázisa 0,69 csökkenő, fényessége $-3,7$ magnitúdó, növekedő. — *Mars* előretartó mozgást végez a Szűz csillagképben. Éjfél után kel és a hajnali órákban látható a délkeleti égbolton. — *Jupiter* előretartó mozgást végez a Szűz csillagképben. A hajnali délkeleti égbolton látható. A hó elején másfél órával éjfél után, a hó végén éjfélkor kel. — *Szturnusz* 22-ig hátráló, utána előretartó mozgást végez a Halak csillagképben. Éjfél után nyugszik és az éjszaka első felében figyelhető meg. — *Uránusz* előretartó mozgást végez a Szűz csillagképben. Éjfélkor kel és a hajnali órákban figyelhető meg a keleti égbolton. — *Neptunusz* előretartó mozgást végez a Mérleg csillagképben. E hó folyamán a Nap közelsége miatt nem figyelhető meg.

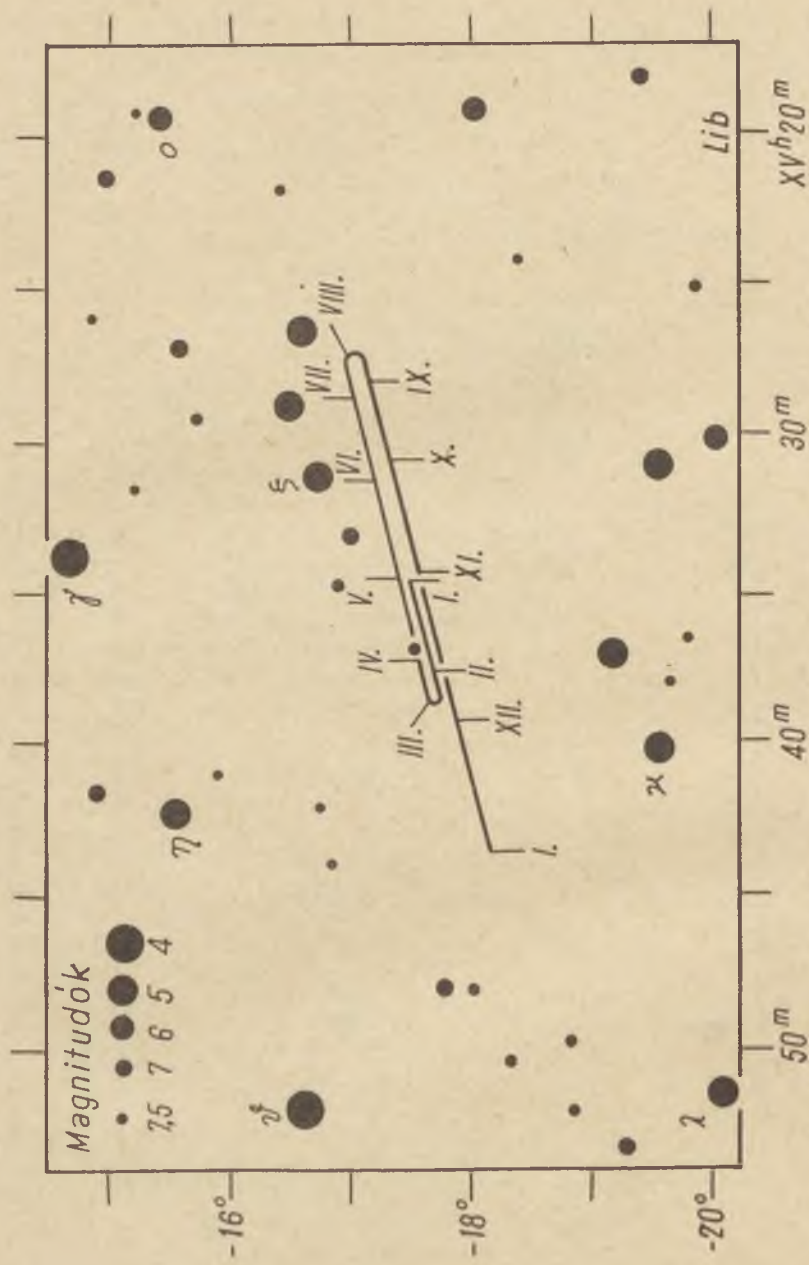
Megfigyelhető jelenségek

Nap	Óra	
3	03,7	Algol minimumban
6	00,5	Algol minimumban
8	21,3	Algol minimumban
9	09	Jupiter $0,5^\circ$ -kal északra az Uránusztól
11	18,2	Algol minimumban
12	—	Geminidák meteorraj (december 6-tól 17-ig) gyakori-sági maximuma
14	01	Uránusz $0,6^\circ$ -kal északra a Holdtól
14	02	Jupiter 1° -kal északra a Holdtól
15	10	Mars 3° -kal északra a Holdtól
15	11	Spica $0,6^\circ$ -kal délre a Holdtól
16	04	Mars 4° -kal északra a Spicatól
17	21	Neptunusz 6° -kal északra a Holdtól
18	14	Antares $0,1^\circ$ -kal délre a Holdtól
22	—	Ursidák meteorraj (december 17-től 24-ig) gyakori-sági maximuma
22	22	Vénusz 2° -kal északra a Holdtól
26	02,3	Algol minimumban
27	21	Szaturnusz 4° -kal délre a Holdtól
28	23,1	Algol minimumban
31	19,9	Algol minimumban

G. I.



1. ábra. Az Uránusz úja a Szűz csillagképben 1968. január 1-től, 1969. január 1-ig. Az Uránusz fényessége a Nappal való szembenállás idején 5,7 magnitúdó



2. ábra. A Neptunusz úja a Mérleg csillagképben 1968. január 1-ől 1969. január 1-ig. A Neptunusz fényessége a Nappal való szembandítás idején 7,7 magnitúdó

DETRE LÁSZLÓ:

A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA
CSILLAGVIZSGÁLÓ INTÉZETÉNEK MŰKÖDÉSE

(1965. június 1—1967. március 31)

Az 1964 decemberében a piszkéstetői hegyi állomásra érkezett 50 cm-es Zeiss-féle Cassegrain-teleszkópot csak 1966 októberében sikerült felállítani, mert az elhelyezéséhez szükséges 5 m átmérőjű kupola építése — kapacitáshiány miatt — 1966 nyarára tolódtott ki. A műszer bejusztírozása és kipróbálása után a rendszeres megfigyelések 1967 tavaszán indultak meg. Virághalmi Géza levelező aspiránsunk tervei szerint a távcsőhöz az intézet műhelye egy polarizációs mérésekre alkalmas fotométert készített és ezt 1967 márciusában kipróbáltuk. Az első mérések igen biztatóak.

Laboratóriumi eszközökben a következő lényegesebb beszerzések történtek: Zeiss-féle nagy koordinátamérő, két sziderikus kvarcóra, Zeiss-féle gyorsfotométer, Philips-féle csővoltmérő. A Szovjetunió Tudományos Akadémiája komplett szputnyikmegfigyelő berendezést, a Magyar Honvédség pedig 4 nagy teljesítményű rádióvevőt ajándékozott az intézetnek.

1966. január 1-ével az MTA Elnökségének határozata alapján az intézethez csatolták a Bajai Observatóriumot, amely eddig mint városi csillagvizsgáló működött.

Az intézet személyzete 1967. április 1-én:

Tudományos személyzet:

Igazgató: dr. Detre László.

Változócsillag-csoport: dr. Balázs Júlia tud. főmunkatárs, csoportvezető; Kanyó Sándor és dr. Szeidl Béla tud. munkatársak, Fehérvári László és Gefferth Károly kutatási segéderők.

Stellárstatisztikai csoport: dr. Balázs Béla tud. munkatárs, csoportvezető; Balázs Lajos tud. segédmunkatárs, Lovas Miklós műszaki ügyintéző, Udvardy Iлона kutatási segéderő.

Mesterséges égitestek csoport: dr. Almár Iván tud. munkatárs, csoportvezető; Illés Erzsébet tud. munkatárs, Poczang Lajos kutatási segéderő. A csoportvezető egyúttal vezetője az MTA Matematikai és Fizikai Osztály „Mesterséges égitestek megfigyelése” c. albizottságának,

amely koordinálja a budapesti, bajai, miskolci és szombathelyi szputnyik-állomások munkáját.

Magnetohidrodinamikai csoport: dr. Csada Imre tud. főmunkatárs, Paál György tud. munkatárs, Barcza Szabolcs gyakornok (harmadállásban).

Bajai obszervatórium: Ill Márton tud. munkatárs, állomásvezető; Sütő Károly tud. munkatárs, Hamvas József gazd. ügyintéző (félállásban), T. Kiss Lajos és Tölgyesi Jakab karbantartók (harmadállásban).

Kutatási kiegészítő részlegek (könyvtár, műhely): Elter János műszaki vezető, Vargha Domokosné könyvtáros, Balogh István, Kálmán Béla és ifj. Kálmán Béla műszerészek, Iváncsik Miklós szakmunkás.

Gazdasági részleg: Nasztanovics Ferenc gazdasági vezető, Nyireő Andor gazd. ügyintéző I., Faragó Józsefné gazd. ügyintéző, Mórotz Kálmánné gépíró, Osgyáni László gk. vezető, Stork Jenő a piszkéstetői állomás gondnoka, Szabad József, az ottani gépkocsiveető.

Gazdasági kiegészítő személyzet: Debacher Pál, Iváncsik Miklósné, Kalas Barnabásné a szabadsághegyi obszervatóriumban, Gubala Sándor, Jakubovich Zoltán a piszkéstetői obszervatóriumban.

Az IQSY terhére állandó jelleggel foglalkoztattuk Abaffy József, Jankovich István, Varga László egy. hallgatókat és Harsányi Klára titkárnőt (harmadállásban)

Az intézet vezetője félállásban ellátta az Eötvös Loránd Tudományegyetem Természettudományi Kara Csillagászati Tanszékének vezetését és heti 3 órában általános csillagászatot adott elő, valamint a „Csillagászat legújabb eredményei” címen szemináriumot vezetett. Dr. Balázs Béla ugyanezen a Tanszéken mint félállású adjunktus „Bevezetés a csillagászatba II”, „Csillagászati fotometria” és „Stellárstatisztika” c. speciális kollégiumokat tartotta, valamint félévkenként előadta a matematika-fizika szakos tanárjelöltek számára kötelező „Csillagászat” c. kollégiumot.

A Művelődésügyi Miniszter jóváhagyta az intézetvezető azon javaslatát, hogy az ELTE Természettudományi Karán matematika-fizika, fizika és geofizikus hallgatók közül évente négyen a csillagászatot kiegészítő szakként vehessék fel, akik sikeres vizsga esetén csillagászatból is kaphatnak diplomát.

Az 1966. Csillagászati Évkönyvben említett közös akadémiai és egyetemi csillagászati kutatólaboratórium felszerelésére csak 1967 tavaszán kerülhetett sor, miután a Tanszék a Kossuth Akadémia volt épületében az eddiginél megfelelőbb elhelyezést kapott.

A Tanszék és az Intézet hat közös kollokviumot tartott, melyeken Szeidl Béla, W. Strohmeier, a bambergi csillagda igazgatója, Teleki György belgrádi csillagász és Barcza Szabolcs adott elő. A Magyar Fizikai Társulaton belül alakult Csillagászati Szakcsoporttal közösen öt kollokviumot rendeztünk.

Szeidl Béla 1967 márciusában summa cum laude eredménnyel tette le a TTK-n doktori szigorlatát és március 23-án doktorrá avatták.

Az intézet szétküldte a Mitteilungen idegen nyelvű kiadványunk 58—61. számait, a következő értekezésekkel:

58. szám: *B. Szeidl*: The RR Lyrae-Stars in Messier 3. 268 oldal.

59. szám: *I. Almár* and *E. Illés—Almár*: Period Changes of the Satellites 1960 Epsilon 3 in 1963/64 as Deduced from Observations within the INTEROBS Program. 32 oldal.

60. szám: *I. Almár* and *E. Illés—Almár*: Photoelectric Observations of Nova Her 1963. 24 oldal.

Ezenkívül megjelentettük a Nemzetközi Csillagászati Unió Information Bulletin on Variable Stars c. kiadvány 97—193. számait, valamint az 1—100 számok tartalomjegyzékét. A kiadványt az intézetvezető szerkeszti.

Az intézet költségén kiadtuk a magyar szputnyikállomások optikai megfigyeléseit tartalmazó II. kötetet és az INTEROBS-program eredményeiről a 3. és 4. kötetet, III összeállításában.

Az Egyetemi Számító Központ segítségével Balázs Béla vezetésével táblázatokat készítettünk a légköri extinkció meghatározásához szükséges zenittávolságok és $\sec z$ értékekre, külön Budapestre és a Piszkéstetőre. A négy táblázat mindegyike 243 oldal terjedelmű, oldalanként 200 adattal.

Balázs Béla a Nemzetközi Csillagászati Unió Csillaghalmaz-Komissziójának vezetőjével tárgyalásokat folytatott a Csillaghalmaz Katalógus 2. kiadásának magyarországi megjelentetésével kapcsolatban. A tárgyalások pozitív eredménnyel zárultak, a katalógust az Akadémiai Kiadó adja ki, az Unió 1500 dolláros támogatásával.

Külföldi folyóiratokban az intézet kutatóitól a következő tudományos dolgozatok jelentek meg:

I. Almár: Stellar Rotations. The Observatory. 86. No. 953. 1966.

I. Almár: A mesterséges holdak megfigyelésével kapcsolatos munkák Magyarországon 1965-ben. (Oroszul.) A Mesterséges holdak megfigyelése c. évkönyv 4. kötetében, 1966.

I. Csada: A Solution of the Magneto-Hydrodynamic Equations and its Proposed Application for the Theory of Solar Magnetic Field. Bull. Astr. Inst. Czechoslovakia 17. 1966.

I. Csada: General Magnetic Field of the Sun Derived from Babcock's Magnetograms. 1964. évi tátrai konferencia.

I. Csada: Magnetohydrodynamic Discussion of the Expanding Corona. U. o.

Júlia Balázs—L. Detre: Period Changes in Variables and Evolutionary Paths in the Hertzsprung-Russel Diagram. IAU Coll. on Variable Stars, Bamberg 1965. pp. 184—194.

L. Detre: Die Sekundäre Periode des RRc Sternes RV CBo. Festschrift für Prof. Hoffmeister, Leipzig 1966.

L. Detre: Cyclic Amplitude Variations of RU Cam. IBVS 152, 1966.

L. Detre: Die RR Lyrae-Sterne. Sterne u. Weltraum 4. 157—162. 1965.

M. Ill: A mesterséges holdak periódusváltozásainak számítása egyidejű vizuális megfigyelésekhez. (Oroszul.) A Mesterséges holdak megfigyelése c. nemzetközi évkönyv 4. köt. Prága 1966.

M. Ill and *I. Almásy*: Preliminary Analysis of INTEROBS Programme Observations. Proc. Symp. Trajectories of Artificial Celestial Bodies. Paris, pp. 6—14. 1965.

S. Kanyó: The Secondary Period of the RRab Star Z CVn. IBVS No. 146. 1966.

M. Lovas: Estimates of Object Rosiono-Zwicky. IBVS No. 99.

M. Lovas: Supernova in NGC 3389. Circ. IAU 2002. 1967.

B. Szeidl: A Photometric Study of the Variable Gap in Omega Centauri. Kl. Veröff. Bamberg IV. Nr. 40. p. 63—65. (T.: E. Geyer).

B. Szeidl: Durchmusterung der südlichen Milchstrasse nach frühen Typen. AG Mitt. 1965. S. 78. (T.: G. Klare).

B. Szeidl: OB-Sterne der südlichen Milchstrasse (Katalog). Heidelberg Veröff. Bd. 18. (T.: G. Klare).

Hazai tudományos kiadványban megjelent idegen nyelvű közlemény:

G. Paál: Characteristic Distances in Clusters of Galaxies. Acta Physica 21. No. 3—4.

Az intézet kutatói a következő tanulmányutakon, illetve konferenciákon vettek részt:

1. Szeidl Béla 1965 augusztusáig mint német ösztöndíjas, 11 hónapig át dolgozott a heidelbergi csillagvizsgálóban, ahol az M3 változócsillagairól kapott eredményeiről két előadást tartott.
2. Balázs Júlia és Detre László akadémiai kiküldetésében és részben német támogatással részt vettek az IAU 1965 augusztusában Bambergben tartott Változócsillag-kollokviumon, ahol előadást tartottak. Ugyanezen a kollokviumon német költségen részt vett Szeidl Béla is, akinek Geyerrel közösen készített dolgozatát utóbbi adta elő.
3. Balázs Júlia 1965 szeptemberében a jénai Zeiss-cég vendégeként részt vehetett az Astronomische Gesellschaft eisenach-i (NDK) konferenciáján.
4. Detre László és Lovas Miklós a kínai—magyar kultúresero egyezmény keretében 1965. szeptember 2—október 4-e között a Kínai NK-ban voltak. Pekingben Detre 2, Lovas 1, Nankingban mindketten 1—1, és Shanghaiban Detre 1 előadást tartott.
5. Detre László a kubai—magyar kultúresero egyezmény keretében

1965. november 24-től 1966. február 23-ig Kubában tartózkodott, hogy megbeszélje az új kubai obszervatórium és egy magyar fiókállomás esetleges létesítését. Havannában 5, Santiago de Cubában 1 előadást tartott.

6. Detre László szovjet meghívásra 1966 májusában részt vett az IAU bjurakani „A galaxismagok instabilitása” c. szimpóziumán.
7. Almár Iván az olasz—magyar kultúregyezmény keretében, 1966. február—március hónapokban a triesti és padovai csillagvizsgálókban dolgozott. Mindkét helyen 1—1 előadást tartott. Május hónapban Illés Erzsébet is Aszagóban dolgozott.
8. Olasz meghívásra Balázs Júlia és Detre László háromhetes előadó-körúton voltak 1966. május—júniusban, amelynek keretében meg látogatták a padovai, asiagói, firenzei, milánói csillagdákat. Padovában, Aszagóban, Milánóban és Firenzében Detre 7, Balázs Padovában és Aszagóban 2 előadást tartott.
9. Ill Márton akadémiai kiküldetésben 1966 májusában részt vett a COSPAR bécsi konferenciáján és ott előadást tartott.
10. Ill Márton 1966 szeptember és 1967 február között szovjet tanulmányúton volt, főleg Leningrádban, ahol kandidátusi disszertációján dolgozott. Sikerral letette kandidátusi elővizsgáit. Közben 1 hétig finn meghívásra Helsinkiben volt, ahol előadást tartott az általa kezdeményezett INTEROBS-programról.
11. Balázs Júlia a finn—magyar kultúregyezmény keretében, 1966 októberében 3 hetes tanulmányúton volt Turkuban és Helsinkiben, ahol 2—2 előadást tartott.
12. A potsdami szputnyikmegfigyelő konferencián Almár Iván, Sütő Károly és Elter János vettek részt. Sütő orosz nyelvű előadást tartott.

A szocialista országok szputnyikmegfigyelői 1965 októberében jól sikerült konferenciát rendeztek Budapesten. A konferencia magyar szervező bizottságának vezetője Almár volt. A konferencián az intézet munkatársai közül Almár, Ill és Sütő tartottak előadásokat.

Az Intézet munkatársai tevékenyen részt vettek a hazai ismeretterjesztő és népszerűsítő munkában is. Akadémiai bizottságokban és a METESZ keretében több kutatónk fejt ki tudományszervező tevékenységet is. A Magyar Fizikai Társulat keretében 1966 elején csillagászati szaksoport alakult és ennek elnöke Detre, titkára Balázs Béla lett. Az Akadémia III. osztályában újra szervezett COSPAR-bizottság titkárául Almárt nevezték ki.

Az Intézet tudományos személyzete a különböző kutatási témákban a következő eredményeket érte el:

Változócsillagok vizsgálata

Balázs Júlia és Detre László bambergi előadásukban foglalkoztak a változócsillagok periódusváltozásának elvi kérdéseivel, különösképpen annak a problémának eldöntésével, hogy mennyire lehet az O—C diagramokból fejlődésszerű periódusváltozásokat levezetni. A fejlődésszerű változásokat csak akkor lehetne egyszerűen követni, ha nem lennének szabálytalan periódusingadozások (ún. perióduszaj). A perióduszaj problémáját visszavezették egy lineáris bolyongási problémára és a valószínűségszámítás centrális határérték-tételének alkalmazásával általános megoldást adtak az O—C diagramok valószínűségi struktúrájára. Sikertült olyan módszert megadni, melynek segítségével a fluktuációk standard derivációja, σ , meghatározható, függetlenül a periódus várható értékében mindenkor fennálló empirikus bizonytalanságtól. Ezen módszerrel átlagos σ értékeket vezettek le a különböző fajta periodikus változócsillagokra. A σ a változócsillagoknak új, igen fontos paraméterének adódott. Úgy látszik, σ összefügg a fejlődés gyorsaságával: gyors fejlődés esetén a változócsillag periódusa erősen fluktuál és így σ értéke nagy. Kiderült, hogy a Mira, Cefeida, W Virginis, Beta Canis Maioris és törpe cefeida típusú változócsillagok esetében az O—C diagramok teljesen random periódusingadozások akkumulációi és így semmit sem mondanak e csillagok fejlődési irányára vonatkozólag. Az RR Lyrae-csillagokra Szeidl Bélának az M3 gömbhalmaz változóinak O—C diagramjára kapott eredményeit használták fel. A HRD-diagram RR Lyrae-részen való folytonos evolúciós áthaladás igen valószínűtlennek adódott. A periódusingadozások erősen függenek a periódus értékétől és feltétlen összefüggésben állnak a Blashko-effektussal. Blashko-effektusú RR Lyrae-csillagok σ -ja igen nagy. Az RR Lyrae-csillagok O—C diagramjai nem magyarázhatók meg teljesen a perióduszaj által, tényleges periódusváltozások is fellépnek, és pedig Szeidl szerint az RRab csillagok hosszú-periódusú ágában evolúciós periódusnövekedések. A fedési változócsillagok hasonlóan viselkednek, mint a valódi változók: kontakt és szoros rendszerek, amelyek gyorsabban fejlődnek, mint a tág rendszerek, igen erős perióduszajt mutatnak. Minthogy általában a tengelyforgás nem szinkron a pályamozgással, a periódusfluktuációk valószínűen, legalábbis részben, a pályamozgás és tengelyforgásból eredő impulzusmomentumok közti kieserélődéstől származnak.

Abaffy József egyetemi hallgató szakdolgozatában a módszert a Cefeidákra alkalmazta és e célból kb. 60 ilyen csillag O—C diagramját határozta meg az összes rendelkezésre álló megfigyelési anyag alapján, felhasználva az intézetben 10 Cefeidáról az ötvenes években végzett, még nem publikált fotoelektromos két- és háromszín-fotometriát is.

Szeidl Béla az M3 gömbhalmazban levő RR Lyrae-csillagokról végzett

fotografikus fotometriai munkája után becsléssel vizsgálta a halmaz közepe táján levő változócsillagokat, amelyeket a nagy csillagsűrűség miatt nem lehetett fotométeren kimérni. Sikerült újabb 11 csillag O—C diagramját meghatározni és ezzel az M3-ban levezetett O—C diagramok számát 125-re emelte. Mindezen eredmények alapján, valamint a szabad RR Lyrae-csillagokra rendelkezésre álló fényelektromos anyag feldolgozásával elkészítette kandidátusi értekezését.

Az RR Lyrae-csillagok U, B, V fotometriáját folytattuk a 60 cm-es reflektorunkkal. Szeidl kimutatta, hogy AN Serpenteire Batyrev által kapott szekunder periódus nem reális. Lovas és Szeidl fotoelektromos megfigyelései arra utalnak, hogy az XX Andromedae-re az irodalomban található szekunder-periódus sem reális. Mindkét csillag tehát stabil fénygörbéjű.

Kanyónak, felhasználva az 1966 tavaszi kedvező időjárást, sikerült kimutatni, hogy Z Canum Venaticorum RRab csillag Blashko-effektust mutat, éspedig az eddig ismert legrövidebb periódussal: 22,75 nappal. Megállapította a Blashko-effektus B, V és O—C amplitúdóját. Folytatta az RV Ursae Maioris RRab csillag Blashko-effektusának vizsgálatát U, B, V-ben és feldolgozta az utóbbi 4 évben a csillagról kapott több ezer fotoelektromos megfigyelését.

Almár és Illés feldolgozták és publikálták a Nova Herculis 1963-ról kapott U, B, V megfigyeléseiket. Almár az asiagói 125 cm-es reflektoron folytatta a nova megfigyelését és a nova kettősségére valló fényesség-ingadozásokat kapott. Az eredményeket Rosino közölte az IAU Circular 1953. számában. A kettősség eldöntéséről a Lick-csillagdában tovább folytatódni a megfigyelések. (A nova jelenleg V-ben kb. 14-edrendű és a budapesti reflektoron már nem tudjuk fotoelektromosan megfigyelni.)

Ugyancsak Asiagóban Almár folytatta a Beta CMa változócsillagok spektroszkópiai megfigyelését a rotációjuk és anyagi összetételük meghatározására. Illés a BV 544 fedési kettősről kapott 14 spektrumból a radiális sebességet határozta meg. Almár a B-csillagok rotációjának gyakorisági eloszlása alapján megbecsülte a Beta CMa csillagok gyakoriságát.

1966 tavaszán nagy feltűnést keltett az a hír, hogy az RU Camelopardalis II. populációs cefeida beszüntette fényváltozását, illetve csak igen kicsi, szabálytalan fényingadozásokat mutat. Végiganalizáltuk a csillagról rendelkezésre álló fényelektromos megfigyeléseket és ebből ciklikus amplitúdóváltozásokat kaptunk kb. 5 éves ciklussal. Megjósoltuk ezen alapon, hogy a fényváltozás amplitúdójának legkésőbb 1967 folyamán újra növekedni kell. 1966. augusztus 10 óta minden derült éjjelen megfigyeltük a csillagot B, V színtartományban, a legjobb éjjeleken U-ban is. Sikerült a csillag 11 kb. 21 napos ciklusát átészlelni. Ezek amplitúdói a múlt évben V-ben mindössze 0,08—0,10, (B—V)-ben

0,04–0,07 magnitúdót tettek ki, de a legutolsó két ciklusban már mutatkozott a megjósolt amplitúdónövekedés és jelenleg (1967. április) az amplitúdó V-ben már 0,17, B-ben 0,29, U-ban pedig közel 1/2 magnitúdó (Detre, Szeidl).

Szeidl rendszeres megfigyeléseket végez a fotoelektromos méréseinknek az internacionális U, B, V rendszerre szükséges redukciójához és megállapította a 60 cm-es alumíniumozott tükrűkre a redukciós együttműködésnek az alumíniumozástól eltelt idővel való változását.

Schmidt-teleszkóp

Az intézet részt vesz a Nemzetközi Csillagászati Unió szupernova-keresési programjában és az ég 25 területéről a jelentési időszakban Lovas és Balázs Lajos közel 500 felvételt készített. Lovas 1966. augusztus 12-i felvételén 15. rendű szupernovát fedezett fel az NGC 521 spirális galaxisban, majd 1967. március 10-i felvételen 14. rendnél is fényesebb szupernovát az NGC 3899 orsós spirálisban. A felfedezéseket táviratilag közzöltük az Unió szupernova központjával.

Az OB színkép-klasszifikációs program keretében az 5°-os objektív-prizmával 55 felvételt készítettünk olyan területekről, ahol holland rádiócsillagászok nagyterjedésű HI-felhőket találtak közepes galaktikai szélességben. A spektráلكlasszifikációkat Balázs Béla és Balázs Lajos végzi.

Folytattuk a nyílthalmazok fotografikus U, B, V fotometriáját, kb. 40 felvételt készítettünk az NGC 2237, King 12, King 15, King 21 és IC 1396 halmazokról (Balázs Béla, Balázs Lajos). Szakdolgozati téma keretében Jankovics István egyetemi hallgató feldolgozta a King 12 és King 21 halmazokra kapott felvételi anyagot és meghatározta a halmazok színindex-fényesség diagramját.

Mesterséges égitestek

A multilaterális nemzetközi egyezmény keretében végzett hazai megfigyelések száma rendkívül megnőtt és meghaladta a 20 000-et. Baján rendszeres fotografiai megfigyelések is folytak az új szovjet Nafakamerával. A magyar állomások 1966-ban kooperációs megfigyeléseket kezdtek a meudon-i obszervatóriummal.

Elméleti munkák

Csada folytatta a Nap mágnességére vonatkozó vizsgálatait és a témából több dolgozatot küldött be Csehszlovákiába.

Paál folytatta a galaxishalmazok struktúrájának empirikus vizsgálatát a Palomar Atlaszokon. Megállapította, hogy az 5 m-es teleszkóppal vizsgálható távolságig nincs különbség a halmazok sűrűségeloszlásá-

ban és a fényes és halvány elemek parciális szegregációja kisebb az eddig feltételezett értéknél. Megerősítést nyert, hogy a kozmológiai vöröseltolódás-látószög relációban eltérés mutatkozik a linearitástól.

Balázs Béla tenzorkalkulus használatával az általánosított kéttest-probléma rendkívül egyszerű tárgyalását kapta. Balázs Lajos a kéttest-problémát tárgyalta anizotropikus tehetetlen tömeg esetén. A munka a Fizikai Lapok-ban jelent meg.

Az Intézet munkáját az Akadémia Matematikai és Fizikai Osztálya nagyban elősegítette. Az Intézet tudományos tanácsa két ülést tartott, ahol az intézet munkatervét, 1965. és 1966. évi jelentését, a külföldi kiküldetéseket és a csillagászati oktatás kérdéseit tárgyalta. A szputnyik-megfigyelő albizottság 3 ülést tartott, ahol az állomások munkájával és a potsdami konferencia előkészítésével foglalkozott.

DEZSŐ LORÁNT:

A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA
NAPFIZIKAI OBSZERVATÓRIUMÁNAK MŰKÖDÉSE

(1965. május—1966. december)

Az Obszervatórium évek óta folytatott, fotografikus napfotoszféra észlelései egyre jelentősebbek és külföldön is ismertek kezdenek lenni. Így több *nemzetközileg koordinált észlelési kampányban való részvételre* kaptunk felkéréseket. Ezen észleléseink elsődleges célja: a Nap különféle sugárzás-változásainak, más szóval a szoláris aktív vidékek viselkedésének tanulmányozásához mérési adatok szolgáltatása a napfoltcsoportok fejlődéseinek beható vizsgálata révén. Az umbra és penumbra napfolt területek növekedési-csökkenési folyamatai és a napfoltcsoportokon belüli foltmozgások képezték főleg kutatásaink tárgyát az eddigiekben.

A „szoláris mágneses terek gyors változásai” program keretében 1965 július végéig 5, majd 1966 május és szeptember között 6 napfoltcsoportra vonatkozólag végeztünk észleléseket, az előzetes megállapodások és előrejelzések (Taskentből kapott táviratok) szerint. Ebben a programban mintegy tucatnyi szovjet intézet, továbbá több más állam (NDK, Csehszlovákia, Románia) napfizikai észleléseket végző obszervatóriuma vett még részt, a *Szovjetunió Tudományos Akadémiája Napfizikai Bizottságának* kezdeményezésére.

A *Nyugodt Nap Nemzetközi Évei* (IQSY) organizáció keretein belül indult meg a „szoláris aktív vidékek kooperatív kutatása” (CSSAR) program. A nemzetközi észlelési kampány, amelyből csaknem minden állam összes napészlelésekkel foglalkozó intézménye kivette részét, 1965. március 10 és október 30 között volt. Összesen 13 napfoltcsoport bizonyult tanulmányozásra érdemlegesnek. Ezekre vonatkozólag Debrecenben sok száz kitűnő észlelés történt.

A *Nemzetközi Csillagászati Unió* (IAU) 10. (napaktivitás) Bizottsága az IQSY szervezet nyújtotta kedvező lehetőségek felhasználásával tette lehetővé a Proton Flare Project (PFP) létrehozását. A PFP észleléseket a Nap különösen intenzív földi hatásainak az eddigieknél lényegesen behatóbb jövőbeli tanulmányozásának céljából szervezték meg. A PFP észlelési periódus 1966. május elejétől szeptember végéig tartott. Ez idő alatt, a megfelelő előrejelzések alapján, mintegy félszáz megfigyelőhely-

ről végeztek a Föld különböző helyein mindenre kiterjedő észleléseket. Így sikerült végre két proton flare szoláris lefolyását és ezeknek geofizikai következményeit, korábban még soha meg nem valósíthatott teljességgel végigkövetni. A debreceni Observatórium is igen eredményesen működött közre ebben a fontos nemzetközi kooperációs munkában. Úgyannyira, hogy mind a július 7-i, mind a szeptember 2-i proton flare-t létrehozó napfoltcsoport keletkezésének és fejlődésének tanulmányozására elsősorban bennünket kértek fel, és erre a célra, szükség esetén, az összes külföldi vonatkozó eredeti megfigyelési anyagokat rendelkezésünkre bocsátják.

A beszámolási időszak folyamán három dolgozatunk készült el, melyekben összefoglaltuk újabb kutatási eredményeinket:

„Bipoláris napfolt-párok relatív sebességei és területi változásai” (Dezső L. és Márki-Zay Lajos) címen egy negyven évi greenwichi megfigyelési anyag alapján lefolytatott vizsgálatról számolunk be. A napfolt jelenség, sőt mondhatjuk, az egész naptevékenység mibenlétének vizsgálatához elsősorban a tipikus, jól kifejezett, bipoláris foltok viselkedése az irányadó. Ilyen foltcsoportok két fő foltjának viselkedését vizsgálva, a következő eredmények adódtak: a foltcsoport gerincét alkotó két fő folt relatív sebességének megváltozásait általában megelőzik a foltok területi változásai, legalábbis az umbra területek változására ez áll. Ebből arra szabad következtetnünk, hogy a napfolt jelenségnél, eltekintve a foltok mágneses terétől, a területi változás az elsődleges, és a mozgás a másodlagos.

„Napfoltcsoportok penumbra per umbra területi viszonyainak és umbra területeinek napi változásáról” (Dezső L., Gerlei Ottó és Sipos Viktor) címen a vonatkozó különféle relatív gyakoriságokat vizsgáltuk az 1886—1955. évek közé eső greenwichi észlelési adatok alapján. Célunk az volt, hogy alátámasszuk egyik korábbi, igen meglepő eredményünket, amely szerint három egymás utáni napfolt-területi adatból empirikusan meg lehet becsülni, sok esetben bizonyos jól meghatározható valószínűséggel, egy-egy napfoltcsoport fejlődési menetét, egy-két nappal előre. A korábbi vizsgálattól eltérőleg, ez esetben csupán a napkorong közepe tájáról származó, és így a legmegbízhatóbb megfigyelési adatokat használtuk fel. Ezenkívül egy helyett hat teljes napciklus anyagát dolgoztuk fel.

„A Nap fotoszférikus fáklyáinak eloszlása” (Kovács Ágnes és Dezső L.) című dolgozatban a foltokat körül-övező fáklyák elhelyezkedését vizsgáltuk, elsősorban a fáklyáknak a napfoltcsoportokhoz viszonyított relatív helyzeteit. Az 1882. és 1959. évek közé eső greenwichi észlelések adatait használtuk fel. Az eredmények a szoláris Kelet-Nyugat aszimmetriák értelmezése szempontjából is döntő fontosságúak lehetnek.

A fentiekben röviden ismertetett dolgozatokat az 1966 szeptemberé-

ben Sopotban megtartott *IV. Heliófizikai és hidromagnetikai konzultációk* elnevezésű nemzetközi konferencián mutattuk be. A dolgozatok teljes szövegei az Observatórium *Közleményeinek* soron következő számaiban fognak megjelenni.

Az Observatórium saját kiadású időszaki kiadványával (*Publications of Debrecen Heliophysical Observatory of the Hungarian Academy of Sciences*) és az egyéb helyen megjelenő dolgozatainak különnyomataival (*Debrecen Heliophysical Observatory of the Hungarian Academy of Sciences Reprint* címen) igen sikeres nemzetközi kiadványcserébe lépett szinte az összes külföldi csillagászati intézetekkel, sőt több geofizikai intézettel is, olyanokkal, amelyek kutatási tematikájuknál fogva érdekeltek a napfizikai vonatkozású kutatások eredményeiben.

Legjelentősebb eredményt az 1966. év folyamán voltaképpen egy még be nem fejezett kutatással értünk el. Napfoltokra vonatkozó vizsgálataink közben, az egész naptevékenység, illetve a gyakorlatilag is nagy fontosságú napciklus természetét illetőleg egy feltehetően igen lényeges, új törvényszerűség nyomaira bukkantunk. Ez a szoláris aktív vidékeknek az átlagban 11 éves periódusnál sokkalta rövidebb időközök alatt lezajló vándorlásaira vonatkozik. Az aktivitás helyei mind heliografikus meridiánok, mind heliografikus paralellkörök mentén is vándorolni látszanak. Az idevágó első provizorikus eredményekről az Eötvös Loránd Fizikai Társulat Csillagászati Szakcsoportjának 1966. november 9-i ülésén számoltunk be (Dezső L.).

Az Observatórium nemzetközi kapcsolatai külföldről jövő látogatók és egyéb látogatások útján is tovább szélesedtek. Így a beszámolási időszak alatt tizenhat külföldi csillagász, illetve az Observatórium tematikájához igen közelálló kérdésekkel foglalkozó kutató kereste fel az Observatóriumot. Köztük *J. Kleczek* az ondrejovi obszervatóriumból, *M. N. Gnyevishev* a szovjet akadémiai kaukázusi hegyi obszervatórium vezetője és *E. Jensen* az oslói Elméleti Asztrofizikai Intézet igazgató-professzora. Az említett sopoti napfizikai konferencián Observatóriumunkból négyen vettek részt; ezenkívül az Observatórium vezetője, 1966 tavaszán, miután részt vett a pulkovói csillagdában a „szoláris mágneses terek gyors változásai” program ügyében összehívott munkaértekezleten, meglátogatta még a Moszkva melletti IZMIRAN kutatóintézetet, valamint a kievi csillagászati obszervatóriumokat, majd az év végén az ondrejovi obszervatóriumot és a pozsonyi és urbanovói csillagászati, illetve geofizikai intézetet kereste fel.

Végül az Observatórium általános helyzetére és működésére vonatkozó további részleteket illetőleg elegendő a megelőző, hasonló ismertetésekre hivatkozni, amelyek az 1962., 1964. és 1966. évre szóló Csillagászati Évkönyvekben jelentek meg.

RÓKA GEDEON:

A TIT CSILLAGÁSZATI ÉS ÚRKUTATÁSI SZAKOSZTÁLYAINAK 1966. ÉVI MŰKÖDÉSE

Az előző évi beszámolóban ellentmondásként említettük, hogy a csillagászat és űrkutatás iránt egyre fokozottabb érdeklődés jelei mutatkoznak, de az előadások száma évről évre csökken.

1966-ban az előadások számának csökkenő tendenciáját sikerült visszaszorítani. A TIT csillagászati szakosztályai az 1965. évi 1998 előadással szemben 1966-ban összesen 2425 előadást tartottak, ami 21,4 százalékos emelkedésnek felel meg. A faluhelyen tartott előadások száma is 600-ról 818-ra nőtt, ami 36 százalékkal több. Jelentős eredmény az is, hogy 1966-ban 24 108-cal többen látogatták előadásainkat, mint az előző évben.

Az előadáspropaganda kiszélesítése nem kis részben a Csillagászat Baráti Köre taglétszáma emelkedésének köszönhető. A Baráti Kör tagjainak száma 1966 végére meghaladta az 1500 főt és a tagok nemcsak törzsközönségét alkotják előadásainknak, hanem maguk is részt vesznek az előadások szervezésében s minden meghívónál és falragasznál eredményesebb személyes propagandát fejtenek ki az előadások megtartása és látogatása érdekében.

A Baráti Kör ilyen irányú közreműködése azért nagyon hasznos, mert amíg mind a tanuló ifjúság, mind a városi és falusi lakosság nagy része igényli az űrkutatás és csillagászat újabb eredményeiről való tájékoztatást, a rendező szervek még sok esetben helytelenül ítélik meg a csillagászat művelődéspolitikai jelentőségét, nem elégték ki ezt az érdeklődést, nem kérnek csillagászati előadásokat. Alig hihető, de így van, hogy hazánkban nem is egy helység akad, ahol az űrkutatásról 10 esztendő alatt egyetlenegy előadást nem hallottak.

Az előadáspropaganda fejlődése országszerte még nem egyenletes. Csongrád, Komárom, Nógrád és Tolna megyében 1966-ban is tovább csökkent az előadások száma. Komárom megyében Uránia létesítésének folyamatba tétele és a Szekszárdon megépült új Uránia felavatása remélhetőleg változtatni fog ezen és a fejlődés előfeltételei megvannak Csongrád és Nógrád megyében is. Nógrád, Szabolcs, Tolna,

Vas és Zala megyében a Baráti Kör taglétszáma is jóval kevesebb az országos átlagnál.

A Baráti Kör szervezése, a csillagászat barátai felkutatása és összefogása, a csillagászat jelentőségét helytelenül megítélő közvélemény átformálása terén fontos feladatot teljesít a Föld és Ég c. folyóirat, melynek előfizetői létszáma örvedetesen emelkedik.

Az utóbbi években az előadások több mint 50%-át űrkitatási témákból tartottuk. Az 1966. évben is ebből a témakörből volt a legtöbb előadás (746), ami az összes előadások 31%-a. Az űrkitatás azonban ma már annyira kutató módszere lett a csillagászatnak, hogy egy-egy téma nem is különíthető el vagy csillagászati, vagy mint régebben mondtuk, „űr-hajózási” előadásra. Pl. a Holdról tartott 202 előadást is éppen úgy az űrkitatási előadások közé sorolhatnánk, hiszen hogyan lehetett volna 1966-ban a Holdról előadást tartani a Luna-9, a Surveyor-1, a Luna-10, 11, 12, 13, a Lunar Orbiterek említése nélkül? De éppen így a gyakori „Űrkitatás és csillagászat” témákat joggal tarthatnánk nyilván a csillagászati előadások között is.

A csillagászzal összefonódó űrkitatási témák mellett a legtöbb előadás még az alábbi témákból hangzott el:

Alapismeretek	280
Naprendszer	258
Világegyetem	254
Hold	202
Lehetséges-e élet más égitesteken	106
Csillagászat és babona	88
Kozmogónia	81

Igen kevés a Napról szóló előadás és e téren 1966-ban sem történt változás. Egész évben 23 előadás szólt a Napról, városokban 17, községekben 6.

Hasznosnak bizonyult, hogy az űrkitatás sokrétű témaköre után szakosztályaink legtöbb előadást alapismereti témákból tartottak. Vannak ugyanis bizonyos időszakok, amikor felélednek és burjánzanak a Földön kívüli világgal kapcsolatos téveszínék. Így 1966-ban is az Ország-Világban négy folytatásban közölt „Fiú vagy lány” c. cikksorozat széles körben elhintette az asztrológiai babonaságok magvait. A külföldi újságok, magazinok révén ideszivárgó „UFO” örület újra felélesztette nálunk is a „csészealjok”-ról szóló rémhíreket. A legkülönbözőbb témájú előadások után ilyen kérdésekről vitatkoztak az előadókkal, sokszor olyan alapról, mintha mi ideológiai okokból bizonyos dolgokat el akarnánk titkolni az emberek elől.

A humán műveltségű értelmiség körében is széles körben elterjedtek ezek az ostobaságok és nem egy esetben azok sem képesek határozott állásfoglalásra, akiknek a kultúrunka irányítása lenne a feladatuk. Csakis a természettudományos alapismeretek terjesztésével lehet eredményesen harcolni a téveszmék ellen. Nyilván csak olyan emberrel lehet elhíttetni, hogy a csészealjak minden energia nélkül manővereznek, aki a legelemibb fizikai ismeretekkel sincs tisztában.

Az asztrológia terén való tisztánlátást zavarja, hogy a humán szakos értelmiségiek többsége sem tudja elhatárolni a kozmikus hatások tudományos vizsgálatát a kitalált asztrológiai szabályok alapján történő jóslatástól. A kozmikus hatásokról szóló előadások száma 1966-ban valamelyest emelkedett, de az évi 23 előadás széles körű felvilágosító munkának még korántsem tekinthető.

Szakosztályi élet

Az ismeretterjesztő munkában az 1966-ban történt fejlődés nem kis részben a társadalmi vezetés, a szakosztályvezetőségek aktívabb irányító munkájának köszönhető. E tekintetben még azonban igen nagy egyenlenség mutatkozik a különböző megyei szakosztályok között. Aktív társadalmi vezetésről, nemcsak formális, hanem a feladatokhoz kapcsolódó szakosztályi életről a budapesti, a Baranya-, Békés-, Borsod-, Fejér-, Szolnok és Veszprém megyei szakosztályok esetében beszélhetünk.

A szakosztályok számos jó kezdeményezését, vagy bizonyos területeken még fejlesztést igénylő munkáját a szakosztályelnökök és titkárok beszámolóiból idézett alábbi szemelvények mutatják:

A Békés megyei szakosztály nagyszerű kiállítása a TIT gyulai Természettudományi Előadótermében

Szakosztályainknak a dia- és filmvetítéssel kísért előadásos forma mellett egyre több hatékony új formával kell hozzájárulniuk a növekvő érdeklődés kielégítéséhez. A megyei Csillagászati Szakosztály — kihasználva a gyulai Természettudományi Előadóterem nyújtotta lehetőségeket — „Csillagászat a bélyegen” címmel 1966 márciusában kiállításon mutatta be dr. Etter Kálmán esztergomi ügyvéd, amatőr csillagász több mint ezer bélyegből álló motívum bélyeggyűjteményét. Az esztétikailag és szakmailag egyaránt rendkívüli igényességgel összeállított gyűjtemény külön részletekben mutatta be a Naprendszer, a Tejútrendszer objektumait és a galaxisokat ábrázoló bélyegeket. Külön tablókön szerepeltek a csillagvizsgálókat, távcsöveket és a csillagászat segédeszközzeit, valamint világhírű csillagászok arcképét bemutató bélyegek. A Nemzet-

közi Geofizikai Év, a Nyugodt Nap Éve, csillagászati kongresszusok és a távközlési év alkalmából megjelent bélyegek élénkítették a kiállítás anyagát. Humoros összeállítás bizonyította, hogy az inflációs időszak



3. ábra. „A csillagászat a bélyegen” c. kiállítás részlete. Foto.: Hursán György

bélyegei mellett a „csillagászati számok” is eltörpültek. Az űrkutatás tematikai csoportjában ismert űrhajósok portréit és az őket világűrbe röpitő rakéták, űrhajók színes képeit láthatták az érdeklődők. A világ minden államában megjelent csillagászati-űrhajózási bélyegeket tartalmazó gyűjtemény sok hazai, és három viláckiállításon nyert értékes

díjakat. A kiállítás gyulai ünnepélyes megnyitóján dr. Etter Kálmán őszinte szavakkal vallott nemes szenvedélyeinek — a csillagászatnak és bélyeggyűjtésnek érdekes találkozásáról, majd dr. Kulin György



4. ábra. Dr. Etter Kálmán ismerteti gyűjteményének
rendszerezési elvét

„A Holdtól a Marsig” címmel tartott nagyszerű előadást. Néhány nap alatt több mint hétszáz érdeklődő hosszasan időzve ismerkedett a bélyegek kapcsán a csillagászattal, írhajózással.

Hursan György
term. tud. szaktitkár

Borsod megye

Szakosztályunk szélesebb körű munkatervének megvalósítását első-sorban annak köszönhetjük, hogy a megyei Művelődési Osztály és a Magyar—Szovjet Baráti Társaság segítségével munkánkat négy területre terjesztettük ki.

Az első az Uránia Csillagvizsgáló, melyben dr. Szabó Gyula igazgató vezetésével állandó jellegű ismeretterjesztő munka folyik.

A második munkaterületünk a miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem, ahol megalakult egy szakkörünk és egy egyetemi csillagda létesítését tervezi. Az egyetemi szakköri munka mellett Fábián Endre egyetemi adjunktus, szakosztályunk titkára, a Miskolc város területén tartott előadások szervezését és a szakosztályunk egyéb teendőit is végzi.

A harmadik munkaterületünk a Lenin Kohászati Művek, és a DIGÉP területe, negyedik pedig megyénk területe, a járási székhelyek, és a járások községei.

Miskolc város területén az üzemek, vállalatok mindig jó szívvel látott vendégei voltunk.

A lilafüredi SZOT üdülőben és a Miskolc-Tapolca-i „Kikelet” üdülőben több üdülőcsoport részére tartottunk úrkutatás témájú előadást 100—150 hallgató nagy érdeklődése mellett.

A Ságvári Endre KISZ iskola évek óta szerződésben áll a TIT-tel, s ennek alapján minden 6 hétben kérnek egy-egy előadást a csoportok részére.

A Lenin Kohászati Művek és a DIGÉP-gyárral való kapcsolatunk nemcsak szívélyes, hanem baráti is. A két gyár kultúrotthonának vezetésével sokszor tárgyalunk újabb és újabb ismeretterjesztő feladatokról. A két gyárban rendszeresen voltak gyáregységként a beitemezett előadások. A LKM egy gyárrészlegénél kísérletképpen mintegy 100—120 dolgozónak a reggelizés félórájában tartottunk előadást, rendkívül nagy érdeklődés mellett.

Nyáron és ősszel az időjárástól függően minden szombat és vasárnap este az Avas-i Kilátónál távcsöves bemutatót tartott Suba István szakosztályi tagunk. Nehéz volna arról számot adni, hogy hány érdeklődő nézett a távcsöbe, de hogy minden olyan látogató, aki felment az Avas-i Kilátóhoz, kedves vendégünk volt.

A megyei, illetve járási munkánk során a járási TIT titkárokkal, népművelési felügyelőkkel, művelődési otthonok igazgatóival, valamint a járási könyvtárakkal az előadások szervezése érdekében jó kapcsolatokat építettünk ki. Együttműködve valósítottuk meg járásonként az előadó pedagógusok csoportjait, a Baráti Körök és szakkörök létesítését. Mezőkövesden a megyei művelődési osztállyal közösen csillagászati tan-

folyamot szerveztünk, melyen 16 pedagógus vett részt és a 9 előadást dr. Szabó Gyula, Fábián Endre és Apostol Ince tartották.

A tanfolyam hallgatói az előadásokon kívül vázlatyszerű anyagot is kaptak írásban, az általuk tartandó előadásokhoz, majd mintegy 100 db úrhajózási és csillagászati képpel egy kisebbszerű kiállítást rendeztünk számukra.

Apostol Ince
a csill. szakosztály elnöke

Fejér megye

A Csillagászat Baráti Körének országos láncába a Fejér megyeiek is fűznek néhány láncszemet, mert a Baráti Kör 1965-ben megalakult megyei csoportjába közel 200-an kapcsolódtak be. Legifjabb tagunk az akkor 10 éves Ápai Pál, míg a legeredményesebben dolgozó, igen lelkes tagunk Békési Baltázár, a székesfehérvári Vörös Október Ruhagyár műszaki ellenőre.

A csillagászati ismeretterjesztéshez nélkülözhetetlen a távcső. Ennek érdekében szakosztályunk 3 évvel ezelőtt megállapodást kötött a székesfehérvári nagyüzemekkel, hogy társadalmi munkával elkészítenek egy 30 cm-es távcsövet.

Az építés befejezés előtt áll. Dicséret illeti a MÁV Járműjavító, a Szerszámgépipari Művek, a Könnyűfém Művek, a Fémöntöde, valamint az Ikarus gyár dolgozóit, külön kiemelve Major Jenő és Kendrovics Miklós személyét, akik a távcső dokumentációját átdolgozták, a távcső műszaki építését irányították.

Minden reményünk megvan arra, hogy amikor e sorok az olvasó kezébe kerülnek, a székesfehérvári TIT Uránia csillagvizsgáló — egyelőre ideiglenes helyen ugyan — a Vidám Park egyik épületének lapos tetőzetén megkezdte működését.

Igen eredményes munkát végez a Baráti Kör megyei csoportja. Taglétszáma megközelíti a 200-at. Havonta rendezi találkozóit, 70—80 fő részvételével. Ezekben egy-egy előadás hangzik el, legtöbbször budapesti előadóval. Baráti Körünk szoros kapcsolatokat tart az Ország-Világjárók Baráti Körével, valamint az IBUSZ—TIT-túravezetőkkel, soraikból jó néhány előfizetőt toboroztunk már a „Föld és Ég” előfizetőjeként.

1967-ben arra törekszünk, hogy elérjük a Baráti Kör 250-es taglétszámát, ugyanakkor igen széles körben propagáljuk folyóiratunkat.

Igen sajnálatos, hogy az elmúlt évben igen kevés csillagászati témájú előadás került be a székesfehérvári üzemekben folyó munkások-akadémiai munkatervekbe. Ezen a következő évben javítani szeretnénk.

Örvendetes viszont a vidék nagyfokú érdeklődése a csillagászati ismeretek, főként pedig a távcsöves bemutatók iránt. Mivel azonban



nincs gépkocsija a megyei szervezetnek, csak azokban a községekben tudunk bemutatót tartani, ahová az előadó autóbusszal magával tudja vinni a távcsövet. Hálás feladat ez, mert a legtöbb községben 200—300 ember vesz részt a bemutatókon.

Abban reménykedünk, hogy „A nagy” távcső üzembehelyezése ösztönzően hat s az elkövetkező években megteremthetjük az alapját az Uránia-bemutatóknak valamennyi járási székhelyen.

Hajmási József
szakosztályi titkár

Heves megye

A csillagászati ismeretterjesztés történetében 1966 arról nevezetes, hogy ekkor nyitották meg a Tanárképző Főiskola csillagászati kiállítását, amint erről már a múlt évi Évkönyvben is megemlékeztünk.

Mintegy 200 éve, hogy Eszterházy püspök az általa elgondolt egri egyetemhez csillagászati obszervatóriumot is terveztetett és a csillagászati torony építéséhez hozzá is kezdtek. A barokk épület felemelése nem ment máról holnapra. Sok levelet váltott időközben az építtető püspök a magyar származású bécsi csillagással, Hell Miksával. A püspök hozzáküldte továbbképzés céljából az első egri csillagászt, Madarassy Jánost is. Együtt tervezték és rendelték Bécsből és Londonból a távcsöveket, kvadránsokat, egyéb — akkor korszerű — műszerek tömegét az egri csillagda számára. A Speculának nevezett csillagászati intézet 1778-ban kezdte meg működését. A tudományos kutatásának eredményei a bécsi csillagászati évkönyvben sorra meg is jelentek. De pár év múlva a kutatás abbamaradt. Nem Eger, hanem Pest kapta meg a császári udvartól az egyetem fenntartásához való jogot. Az 1800-as években előbb Tittel Pál, majd montedegoi Albert Ferenc csillagászok idejében még fel-fellobbant itt a kutatási kedv, de az időközben elavult műszerekkel már nem tudtak mit kezdeni.

A műszerek most eredeti helyükön, az egri liceum csillagászati tornyában levő múzeumban tudománytörténeti szempontból kapták vissza értéküket.

1966. április 15-e és december 31-e között több mint 36 ezer turista látogatta meg a múzeumot, köztük moszkvai, oslói, amsterdami, prágai, bécsi szakemberek. A laikus meglepetéssel nézegeti, a szakértőket pedig lebilincseli a kiállítás. Amikor a valódi délben a gnómon nyíláson bevág a napsugár, a látogatók érdeklődve lesik, mikor ér a sugárnyaláb a carrarai márványból kirakott „meridiánra”, észak-dél vonalra. A kiállított műszereket, de leginkább a dél-vonalat csillagászati szakkörünk az oktatás folyamán igen eredményesen fel tudja használni.

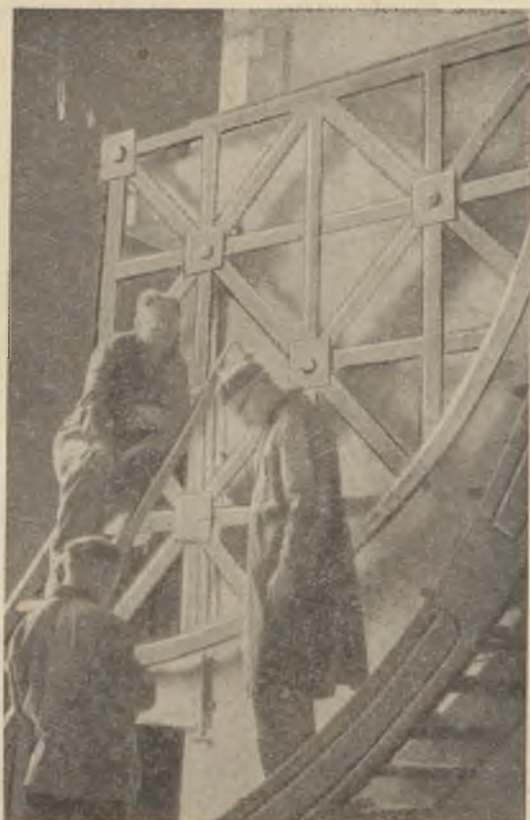
Jelentősen megélniül a látogatottság a Csillagászati Hét alkalmá-

val, 1966. szeptember 19-étől. Minden este előadásokat tartottunk, melyeket filmvetítéssel, illetve távcsöves bemutatásokkal egészítettünk ki. Rendezvényeinkre még vidékről is (Selyp) bejöttek az érdeklődők. A sikerhez kapcsolódik az általános iskolák határozott kérése is, hogy az érdeklődő tanulóik részére a szakosztály csillagászati szakkört indítson be.

Eger város dolgozói, valamint a Főiskola hallgatói örvéndesen emlékeznek arra, hogy Egerben csillagászati szabadegyetemet indítottunk. 8 előadás alkalmával hivatott szakelőadók tolmácsolásában tájékozódhattak a csillagászat iránt érdeklődők a csillagászat és az űrkutatás legújabb eredményeiről, eseményeiről.

A szakosztály szerény munkásságát tanúsíthatja az a tény is, hogy a csillagászati levelező tanfolyamunk immár 8 éve működik és az elmúlt év őszén 8 tagú csoportja eredményes vizsgát tett.

Dr. Zétényi Endre
a csillagászati szakosztály elnöke



5. ábra. Az egri *Specula* nagy fali kvadránsa

Szaboles megye

Az 1965. évben felállított távcsöveink látogatottsága egyre nő, mind szélesebb körben lesz ismertté a megyében. Hetenként legalább egyszer tartottunk bemutatót, melyre az egyes érdeklődőkön, üzemeken kívül

a közép- és általános iskolák tanulói osztálycsoportokban jöttek és a tanterv csillagászati ismereteit a távcső mellett tartott előadás alapján mélyítették el.

Számottevő megmozdulásunk volt az 1966. május 20-i napfogyatkozás megfigyelése. Két távcső mellett is tartottunk a szakkör tagjaival szolgálatot, a Zrínyi gimnáziumban a nagy távcső mellett és a Kossuth Szakközépiskolában a hordozható távcsővel. Mindkét helyen a tanuló ifjúságon kívül a lakosság részéről is volt érdeklődés.

Igen jelentős eredményként könyvelhetjük el, hogy munkánkat a járásokra is kiterjesztettük. Vásárosnaménybe Hübert Gyula kartársunk közreműködésével egy hordozható távcsövet adtunk ki, ahol fontos gyever lett a tudatformálás mezején. Tiszalökön Nyilas István tanár vezetésével a tanulóifjúság körében csillagászati szakkör van alakulóban.

A helyi csillagászati szakkörünk minden héten megtartja foglalkozását. Az elméleti ismereteket elmélyítő kis előadásokon kívül, szemléltetőeszköz-készítés, távcsőépítés, filmvetítés, vetítőgép kezelése és távcsöves csillagászati bemutatók szerepelnek a programban. A legodaadóbb munkát Rogoz György és Koszta Károly tagok végzik. A városi csillagászok Baráti körének összefogásában nagy segítségre van Lantos János nyugdíjas tagunk.

M. Takács Ferenc
a csillagászati szakosztály
elnöke

Szolnok megye

A szakosztály tagságának lelkes munkája során az 1965. évben társadalmi munkában elkészített és a megyében elhelyezett 10 db távcső meghozta gyümölcsét. A távcsövek köré tömörült szakkörök patronálása a szakosztályi tagok részéről azt eredményezte, hogy az előadások száma a megyében fokozatosan emelkedett. Míg 1965. évben 77 előadás hangzott el 3196 hallgató előtt, az 1966. évben 144 előadás volt 6142 hallgatóval. Amíg 1965-ben Szolnokon és csak néhány vidéki városban, az 1966. évben már a megye 76 helységéből 39 helységben voltak előadások. Ezekből a mezőgazdaság területein 85 hangzott el, 3457 fő előtt. Az ismeretterjesztés ezen nagyarányú kiszélesedését a távcsöves szemléltetés eredményezte.

Ez évben is két csillagászati munkásakadémia volt a megyében (Törökszentmiklós, Jászberény), Jászberényben vetélkedővel zárult, ahol az eredményesen szereplők értékes tárgyjutalmakban, üdültetésben részesültek.

Kisíráletképpen az év utolsó negyedében Csillagászati Szabadegyetemi előadásorozatot indítottunk be kielégítő eredménnyel.

Szakosztályunk 17 tagból áll. Állandóan napirenden tartott szervezéssel a Baráti Kör taglétszáma az év végére 121 főre emelkedett. A vidéki szakköröknek esetenként megküldtük a külföldi csillagászati folyóiratokban megjelent kisebb közlemények azon fordításait, melyek a „Föld és Ég” c. folyóiratban nem jelentek meg. Előadói konferenciákat havonta tartottunk, s ezeken a legnagyobb érdeklődésre számot tartó előadástémákat vitattuk meg.

Két közös sikeres klubestet rendeztünk a társszakosztályokkal.

Az 1966. évben megkezdtük egy 8 mm-es színes dokumentumfilm forgatását a szakosztályi tagság által patronált megyei szakkörök életéről, működéséről. A kisfilmet az 1967. év folyamán bemutatjuk a megyében, főleg propaganda célzattal a szakköri taglétszámok, a Baráti Kör tagságának emelése és a nagyközönség érdeklődésének felkeltésére a csillagászati előadások iránt.

Tokody Lajos
szakosztályi elnök

A Csillagászat Baráti Körének IV. országos találkozója Szegeden

A TIT Csongrád megyei szervezete, a szegedi Uránia Csillagvizsgáló, a Hazafias Népfront Városi Bizottsága és Szeged város, valamint Csongrád megye tanácsa rendezésében augusztus 26—28-ig tartotta a József Attila Tudományegyetem Béke épületének Béke-termében a Csillagászat Baráti Köre IV. országos találkozóját több mint 200 résztvevővel. A találkozó három napja előadásainak és tanácskozásainak elnöki tisztét dr. Szalontai József TIT megyei titkár, dr. Moór Aladár egyetemi tanár, a szegedi Baráti Kör elnöke és dr. Makai Lajos adjunktus, a megyei csillagászati szakosztály elnöke látták el.

A találkozót Hantos Mihály, a Csongrád Megye Tanácsa VB. elnökhelyettese nyitotta meg, aki megnyitó beszédében többek között az alábbiakat mondta:

Tisztelt Baráti Kör!

Három évvel ezelőtt, 1963-ban Szentendrén határozták el a magyar amatőr csillagászok, hogy baráti kört alakítsanak.

Ez a szerencsés kezdeményezés azóta megerősödött, gyökeret vert, szervezetében és tartalmában kibővült. Ma már nemcsak a megfigyelésekkel foglalkozó amatőr csillagászok tartoznak a Baráti Körbe, hanem maguk köré tömörítették a csillagászat barátait, a tudomány iránt érdeklődőket, diákokat, de a szakcsillagászokat is. Ezzel a csillagászat iránti érdeklődők köre szervezetté vált, ami jelentősen elősegítette a csillagászat iránti érdeklődés társadalmi jellegének kibontakozását.

Ezt a folyamatot eredményesen segítette Szentendre után a miskolci, majd a győri találkozó és minden bizonnyal hatékonyan fogja szolgálni

az ez évi szegedi is. Az elmúlt rövid három év máris igazolja, hogy a megalakult Baráti Kör és annak tevékenysége kulturális életünk fontos tényezőjévé, értékes és érdekes új színfoltjává vált.

A korszerű általános műveltség felőleli mind a társadalmi, mind a természettudományi ismereteket. A mai ember vilásképe semmiképpen sem lenne teljes, ha kihagynánk belőle, amit a világegyetemről megtudtunk. Az ember által megismert világ méreteiben egyre bővül, tartal-



6. ábra. Dr. Szalontai József TIT megyei titkár, üdvözlő a Találkozó résztvevőit

mában pedig elmélyültebbé válik. A Baráti Kör tagjait az a tudatos törekvés vezeti, hogy lépést tartsanak a mai kor nagyszerű eredményeivel, hogy az új ismereteket be tudják illeszteni a világról kialakított képükbe, hogy az új ismeretek felhasználásával segítséget tudjanak adni mások számára is ismereteik bővítéséhez, és ezen keresztül egyre több ember érdeklődését felkeltsék a téma iránt.

A csillagászat problémái egyre közelebb kerülnek az átlagműveltségű emberek életéhez is. A csillagok világa ma már nem a babonák, a jóslatok és egyéb tévhiedelmek forrása, hanem az a természettudományos ismeretek szerves része.

Az égitestek, a csillagok vizsgálata magasra emeli a vizsgálódó ember tekintetét, amivel gondolkodása, szemlélete is felemelkedik. Ezt követi a Baráti Kör, amikor egyre nagyobb területet igyekszik belátni, és egyre nagyobb területeket igyekszik másokkal megláttatni.

Ma már nemcsak a tekintet, nemcsak az elmélet és tudomány emelkedik egyre magasabbra a világűrbe, hanem maga az ember is. Az ember és az általa készített eszközök is égitest módra utaznak a világűrben és belátható időn belül az ember kéz- és lábnyomait is személyesen elviheti a Földtől távoli égitestekre. Az űrkutatás eredményeképpen fokozatosan eltűnik tudatunkban a földi világ, a földi természet és a világegyetem különállósága. Az űrkutatás rohamosan gyarapodó eredményei egyre jobban megláttatják a világegyetem szerves egységét, és formálják, alakítják természettudományos szemléletünket.

Elismerésre méltó és megtisztelő lehet olyan baráti kör tagjának lenni, ahol azokkal a kérdésekkel és problémákkal foglalkoznak, melyek megismeréséhez és megoldásához a tudományok sokrétű és legmagasabb fokára, az emberi teljesítőképesség maximumára, az ember hősnak nevezhető bátorságára van szükség.

Csongrád Megye Tanácsa Végrehajtó Bizottsága nevében ezért őszinte tisztelettel kell hogy köszöntsem Önöket. Örömet kell, hogy kifejezzem azért, hogy a csillagászat barátai a IV. országos találkozó-juk színhelyéül Szegedet választották. Szeged városban és megyénkben — Csongrád megyében — is nagy érdeklődés mutatkozik a csillagászat iránt, amit a szegedi Uránia és a mellette működő csillagászati szakkör tevékenységével igazol.

Ezekkel a gondolatokkal nyitom meg a Baráti Kör IV. találkozóját abban a reményben, hogy az eddigi találkozók példájára ez a találkozó is jelentős mértékben felfrissíti a csillagászati kultúra terjesztését.

Érezzék jól magukat városunkban három napos itt-tartózkodásuk alatt, ismerkedjenek meg annak szépségével, nyújtson élvezetet számukra a tudományos tanácskozás és a kellemes itt-tartózkodás egyaránt.”

A megnyitó beszéd után a rendező szervek és külföldi vendégek köszöntötték a találkozót, majd Kulin György, a budapesti Uránia igazgatója, a Baráti Kör ügyvezető elnöke szólott a Csillagászat Baráti Köre mozgalom jelentőségéről és jövőbeni terveiről.

Kulin ezután mint a TIT csillagászati választmányának elnökhelyettese átadta Zerinváry Szilárd halálának öt éves évfordulója alkalmával Szentendre Város Tanácsa által alapított és 1963 óta minden évben a legjobb munkát végzett amatőr csillagász számára kiosztásra kerülő emlékérmét Márky-Zay Lajosnak, a szegedi Uránia vezetőjének, aki az 1965/66 ismeretterjesztő évadban a Baráti Kör Csongrád megyei csoportjának szervezése, csillagászati szakkörök vezetése és igen sok társadalmi munkában tartott ismeretterjesztő előadás terén végzett



7. ábra. Kulin György előadása a szegedi Találkozóán

kiemelkedő munkát. Az emlékérem ünnepélyes átadása után Frölich Pál tanuló, a szegedi Uránia csillagászati szakköre legfiatalabb tagja a budapesti Urániától egy 10 cm-es Newton reflektorhoz való teljes optikát kapott ajándékba. A találkozó Darázs Endre költőt az amatőr csillagászat népszerűsítése terén kifejtett munkája elismeréséül a Csillagászat Baráti Köre tiszteletbeli tagjává választotta.

A találkozó első napjának délutánján egyszerűen elkészíthető távcsövek bemutatásával a távcsőépítő amatőr csillagászok tartottak tapasztalateserét.



8. ábra. A. Kubicela (Jugoszlávia), Kulin György és Róka Gedeon, a Találkozó közös vacsoráján

Másnap délelőtt Almár Iván kandidátus, az MTA Csillagvizsgáló Intézetének tud. munkatársa tartott előadást „Úrkutatás és csillagászat” címen.

Utána a külföldi vendégek beszámolója következett. Jugoszláviából A. Kubicela szakcsillagász vezetésével öttagú csoport, Csehszlovákiából Gömöri György, Romániából Horváth M. Zoltán amatőr csillagászok jöttek el a találkozóra.

Az ebédszünetben az Urániák és a csillagászati szakkörök vezetői tanácskoztak a TIT klubban, majd az összes résztvevők előtt mondták el a Béke tanteremben a budapesti Uránia munkatársai közül Bartha Lajos, Nagy Sándor, Somogyi Klára megfigyeléseikről, Hegyessy Péter pedig a csillagászati fotózásról, tapasztalataikat.

Este bemutatásra került a májusi részleges napfogyatkozás megfigyeléséről a szolnoki Uránia szakköre által készített filmfelvétel és a budapesti Uránia Csillagvizsgálóban Tóth András, Hegyessy Péter és Gellért András közreműködésével készült színes ismeretterjesztő rövidfilm. dr. Almár Iván kandidátus olaszországi, Schalk Gyula, a budapesti Uránia munkatársa pedig amerikai útból tartott vetített képes beszámolót. A hivatalos napi program befejezése után az előzetesen erre jelentkezők közös vacsorán vettek részt.

A Találkozó harmadik napjának első napirendi pontja volt a csillagászati ismeretterjesztés időserű kérdéseiről tartott ankét Róka Gedeon választmányi titkár vezetésével. Utána Kulin György „Más lakott

világok” c. előadása következett, melyre a szegedi nagyközönség részéről is eljöttek az érdeklődők. A Találkozó dr. *Makay Lajos* adjunktus zárásával ért véget.

A Találkozó keretében a Béke-épület bejárati csarnokában rendezett kiállítás az országban működő csillagászati szakkörök munkáját mutatta be. Gazdag anyaggal szerepelt Győr, Pesterzsébet, Szeged és kitűnt *Sebők Lajos* budapesti amatőr távcsőkiállítása.

A háromnapos Találkozó alatt a résztvevők meglátogatták a



9. ábra. A Találkozó résztvevőinek egy csoportja. Foto: Róka Gedeonné

szegedi Urániát és városnézésen vettek részt. A program lebonyolítását mint házigazdák nagy ügyszeretettel segítették *Moór Aladár*, *Márki-Zay Lajos*, *Nemes Csaba*, a TIT megyei szervezetének szaktitkára és a szegedi Uránia szakkörének tagjai.

A Szabadegyetemek csillagászati tagozatai

A budapesti József Attila Szabadegyetem csillagászati tagozatán a TIT budapesti szervezetének csillagászati szakosztálya által az 1966/67. tanévben meghirdetett „Ember—Föld—Világmindenség” előadássorozat az ember, a Föld és a Világmindenség kapcsolatának néhány filozófiai és gyakorlati problémáját világította meg.

Az elhangzott előadások: 1. Égi jelek és vallások. 2. A művészet csillagászati vonatkozásai. 3. Sorsunk és a csillagok. 4. A csillagok irányt mutatnak. 5. Az ember órája az égbolt. 6. Megmérjük a Földet. 7. A geocentrumos felfogás örökségei. 8. A mechanika diadalútja. 9. A Világegyetem felmérése. 10. A végtelen és a semmi. 11. Sugárzások záporában. 12. A szélesre tárt ablak. 13. A Világegyetem arnyagforgalma. 14. Az élet keletkezésének lehetőségei és feltételei. 15. Kapcsolat idegen civilizációkkal. 16. A csillagászat ígérete.

Előadók: *Almár Iván* tud. munkatárs, *Balázs Béla* tud. munkatárs, *Bartha Lajos*, a budapesti Uránia munkatársa, *Érdi-Krausz György* mérnök, *Kulin György* csillagász, *Kontra György* főiskolai tanár, *Marx György* Kossuth-díjas egyetemi tanár, *Nagy Ernő* gépészmérnök, *Ponori Th. Aurél* szerkesztő, *Róka Gedeon* választmányi titkár, *Sass Elemér* adjunktus.

Az egrí Bugát Pál Szabadegyetem csillagászati tagozatának előadásai: 1. Más lakott világok. 2. A csillagok kialakulása. 3. A csillagjólásról. 4. Csillagászat és űrkutatás. 5. A holdkutatás mai útjai. 6. Szputnyik-megfigyelések hazánkban. 7. Az ember más égitesteken. 8. Rádió- és radarcsillagászat.

Előadók: *Almár Iván* (Budapest), *Bartha Lajos* (Bp.), *Kulin György* (Bp.), *Ponori Th. Aurél* (Bp.), *Róka Gedeon* (Bp.), *Szabó Gyula* (Miskolc), *Vido Imre* adjunktus (Eger), *Zétényi Endre* docens (Eger).

A TIT Borsod megyei szervezetének csillagászati és űrkutatási szakosztálya szabadegyetemi előadások formájában 6 hónapos csillagászati tanfolyamot rendezett, melynek előadásai átfogták a csillagászat legfontosabb témaköreit.

Előadók: *Apostol Ince*, *Fábián Endre*, *Szabó Gyula*.

A pápai természettudományi Szabadegyetem tematikájában három csillagászati előadás kapott helyet. *Svékus Olivér*: Csillagászat és babona, *Gausser Károly*: Kapcsolat idegen civilizációkkal, *Róka Gedeon*: Sorsunk és a csillagok.

Csillagászati Hét

Az 1966. évi országos Csillagászati Hetet a szakosztályok „Újra időszzerű lett a Hold” téma körül csoportosuló filmvetítésekkel egybekötött előadásorozatokkal, kiállításokkal rendezték meg. A holdrakéták és a Hold-expedíció közeljövőbeni perspektívája az érdeklődés középpontjába a Holdat állították, így a jól megválasztott téma mind Budapesten, mind vidéken többszáz főnyi hallgatóságot vonzott az előadásokra. De a sikerhez nagymértékben hozzájárult a Csillagászat Baráti Köre tagjainak szervező tevékenysége, mert minden meghívónál és falragasznál

többet ért az a személyes propaganda, amit kifejtettek az előadások látogatása érdekében.

A TIT budapesti szervezetének csillagászati szakosztálya a Kossuth klubban rendezte a Csillagászati Hetet az alábbi programmal:

szeptember 19. Ponori Thewrewk Aurél: A Hold szerepe a csillagászat történetében

szeptember 20. ifj. Bartha Lajos: Amennyit ma a Holdról tudunk

szeptember 21. Berkes Zoltán: A Hold és az időjárás

szeptember 22. Nagy Ernő: A Hold meghódításának tervei

szeptember 23. Igali Sándor—Róka Gedeon: Koszmikus hatások az ember életében

szeptember 24. Kulin György: A Hold szerepe az emberiség jövőjében

A programot szeptember 25-én délelőtt matiné zárta be, melyen bevezetőt mondott Kristó Nagy István, közreműködött: Bánffy György, Csernus Mariann, Szentpál Mónika.

Nagy érdeklődést keltett a Csillagászati Hét alatt a Kossuth klubban Abonyi Ivánné, ifj. Bartha Lajos és Rosta Zoltán által rendezett Hold kiállítás, mely maketten és fényképeken, grafikonokon szemléltette a Holdra vonatkozó régebbi és legújabb ismereteinket. A kiállítás sikerét nagyban emelték Rosta Zoltán csillagászati szakkörében készített tablók, makettek és szemléltető eszközök.

Békés megyében a Csillagászati Hét keretében a megye 15 helységében került sor előadásra:

október 18. Békéscsaba, Kulin György: A Hold szerepe az emberiség jövőjében

október 18. Nagyszénás, Thury Sándor: Az úrrakéták céltáblája a Hold

október 18. Gádoros, Szentesi György: Mit tudunk ma a Holdról

október 19. Szarvas, Nagy Ernő: A Hold meghódításának tervei

október 20. Csabaesüd, Zvada Mihály: Mit tudunk ma a Holdról

október 21. Kondoros, Zvada Mihály: Az úrrakéták céltáblája a Hold

október 22. Kardoskút, Thury Sándor: Az úrrakéták céltáblája a Hold

október 22. Pusztaszőlős, Cz. Kiss Ferenc: Mit tudunk ma a Holdról

október 19. Gyula, Béres István: A Hold a csillagászat történetében

október 25. Sarkad, Szentesi György: A Hold kutatásának újabb eredményei

október 25. Kötögyán, Béres István: A Hold, a csillagászat történetében

október 25. Mezőgyán, Cz. Kiss Ferenc: A Hold kutatásának újabb eredményei

október 27. Elek, Szentesi György: Földünk útitársa a Hold

október 27. Kétgyháza, Béres István: A Hold a csillagászat történetében

október 28. Lökösháza, Béres István: A Hold a csillagászat történetében

Borsod megyében a Csillagászati Hét szeptember 19-én a Bartók Béla Művelődési Házban ünnepi megnyitóval kezdődött. Megnyitónak mondott Csókás János egyetemi tanár, a TIT Borsod megyei szervezetének elnöke, majd Pallós Emil egyetemi docens és Móra Imre, a Magyar Jogászszervezet Magánjogi Szakosztályának titkára tartottak előadást, utána pedig Apostol Ince szakosztályi elnök megnyitotta a „Kozmosz meghódítása” és „Űrhajózás és csillagászat a bélyegen” c. kiállításokat.

A miskolci program:

szeptember 20. Fábíán Endre: Űrhajózás filozófiai szemmel
szeptember 21. Suba István: Távcsoves bemutató az Avasi kilátónál
szeptember 22. Szabó Gyula: Az első műszerek a Holdon
szeptember 24. Suba István: Távcsoves bemutató az Avasi kilátónál

A megyei program:

szeptember 20. Mezőkövesd, Schalk Gyula: A Hold a csillagászat történetében
szeptember 21. Szerencs, Apostol Ince: A Hold meghódításának tervei
szeptember 22. Putnok, Szabó Gyula: Csillagászat és meteorológia
szeptember 23. Szikszó, Fábíán Endre: Amennyit ma a Holdról tudunk
szeptember 26. Sárospatak, Szabó Gyula: A Nap és Hold földi hatásai
szeptember 27. Sátoraljaújhely, Fábíán Endre: Kozmikus hatások az ember életében
szeptember 28. Kazincbarcika, Fábíán Endre: Kozmikus hatások az ember életében
szeptember 29. Mezőcsát, Apostol Ince: A Hold és az időjárás
szeptember 30. Edelény, Suba István: Amennyit ma a Holdról tudunk

Baranya megyében október 24—25 között tartották a Csillagászati Hetet, melynek megnyitó előadását Pécselt Székely Jenő tanszékvezető főiskolai tanár tartotta. A többi előadás:

Lehmann Antal: Amennyit eddig a Holdról tudunk
Tóth László: A holdrakéták eddigi eredményei
Görcs László: Kozmikus hatások a Földön
Bagyinka Mária: A Hold meghódításának tervei
Kulin György: A Hold szerepe az emberiség jövőjében

A befejező előadás után „Csillagok zenéje” címmel Veress Endre énekművész vezetésével a TIT művészeti szakosztályának tagjai adtak innepélyes hangversenyt.

Heves megyében a csillagászati heti előadások zömét Egerben tartották:

szeptember 19. dr. Bereczky Sándor körorvos—Vidó Imre főisk. adj.,
dr. Zétényi Endre főisk. docens: A Nap földi hatása

- szeptember 20. Krakkó Endre: Örök útitársunk a Hold
szeptember 21. Kulin György: A Hold szerepe az emberiség jövőjében
szeptember 22. Patkó György főisk. adjunktus: Mágnesség a Világ-
mindenségben
szeptember 23. Rados Mihály: Az úrhajózás soron levő feladatai
szeptember 24. Zétényi Endre: Az egrri csillagda története

Egerben a Csillagászati Hetet, az általános iskolák kérésére, október 18—25-e között meg kellett ismételni.

A megye területén a Holdról Gyöngyösön és Horton 2—2, Erken és Vepeléten 1—1 előadás hangzott el.

Szolnok megyében szeptember 19—24 között a Csillagászati Hét 12 előadása közül 2 előadásra Szolnokon, 10-re pedig a megye területén került sor. A szolnoki program:

szeptember 21. Almár Iván: A Hold meghódításának tervei

szeptember 23. Kulin György: A Hold szerepe az emberiség jövőjében

Győrött a Csillagászati Hét „Mit tudunk a Holdról” c. előadását szeptember 20-án Molnár Ottó, a csillagászati módszerekről pedig szeptember 22-én Patay Károly és Schönfeld József tartottak előadást. A távcsöves bemutatót a József Attila Kultúrotthonban a csillagászati szakkör tagjai tartották.

Székesfehérvárott a Csillagászati Hét programja azonos volt a buda-pestivel. Előadók: ifj. Bartha Lajos, Kulin György, Nagy Ernő, Róka Gedeon.

Esztergomban 3 előadás hangzott el: Dezső Loránt: A napfizika újabb eredményei, Etter Kálmán: Mit tudunk a Holdról, Róka Gedeon: Kozmikus hatások az ember életében.

A nyíregyházi program:

- szeptember 20. Nagy István György: A holdkutató legújabb eredményei
szeptember 22. M. Takács Ferenc: A marskutató eredményei a Mariner-4 felvételei alapján
szeptember 24. Schalk Gyula: A csillagászat új problémái

Szombathelyen tartott előadások:

- október 10. Tóth György: A csillagjósolás és a XX. sz. embere
október 12. Ponor Th. Aurél: A Hold a csillagászat történetében
október 13. Érdi-Krausz György: A mesterséges égitestek gyakorlati haszna

KULIN—PONORI—BARTHA:

A TUDOMÁNYOS ISMERETTERJESZTŐ TÁRSULAT URÁNIA BEMUTATÓ CSILLAGVIZSGÁLÓINAK MŰKÖDÉSÉRŐL

A beszámolási időszak legjelentősebb ténye a csillagászati ismeretterjesztésben a Föld és Ég c. kéthavonta megjelenő folyóirat nagy sikere. A Csillagászat Baráti Köre mozgalmi tevékenységének köszönhető a megjelenés alapfeltétele, a megfelelő számú előfizető gyűjtése. Közben mintegy 300-zal nőtt a Baráti Kör tagjainak létszáma is, ami 1967-ben túlhaladta az 1600-at.

A Föld és Ég első száma 10 000 példányban jelent meg és kevésnek bizonyult, ezért a második számtól 15 000 példányban jelenik meg.

Ez a folyóirat teremtette meg számunkra a csillagászat korszerű és tömegméretű ismeretterjesztésének egyik hatékony eszközét.

Örömmel tapasztaljuk, hogy lapunk eljut olyan kis helyekre is, ahova egyébként nem juthatnánk el. Átlapozva az első csonka évfolyam számait, dokumentálva látjuk a hazai amatőrmozgalom erejét. A jelek arra utalnak, hogy a lap terjedelmének és példányszámának fejlődése számára is megnyílhatnak az utak.

Munkánk erősödésének másik jelzője az Urániák hálózatának bővülése. A beszámolási időszakban két új Uránia Csillagvizsgálót avattunk. Elkészült a Dunai Vasmű Csillagvizsgálója Dunaújvárosban, melynek kupolája az Igazgatósági épület tetején áll, főműszere a dolgozók által készített 30 cm-es reflektor, amelyre 10 cm-es átmérőjű, 50 cm fókusztávolságú Zeiss fotografikus kamrát szereltek. A szekszárdi Kálvária-hegyen épült meg a Tolna megyei Uránia forgatható kupolával, főműszere a 16 cm-es reflektor.

A kisebb műszerekkel felszerelt fűzfői Uránia 30 cm-es távcsöve is elkészült már, s befejezés előtt áll a székesfehérvári 30 cm-es reflektor is. Jól haladnak a tatabányai és a pécsi új Urániák ügyei is. Örömmel könyvelhetjük el, hogy a tanácsi szorvek részéről egyre több megértést kapnak lelkes munkatársaink.

Említésre méltó, hogy megyei szerveink egymás után rendelik meg a hordozható távcsöveket s azokat a járásokban, falvakban és tanyákon hasznosítják. Az Uránia műhelye korlátozott lehetőségei mellett szériá-

ban készíti ezeket a távcsőtípusokat s ez évre már mintegy tíz megrendelés érkezett.

A falusi és tanyai csillagászati ismeretterjesztésben elért eddigi eredményeink még csak kezdeményezések, az országos jellegű munkáról még korai lenne beszélni.

Az ipari dolgozók körében is hasonló a helyzet, mert a néhány üzemi Csillagvizsgáló által elérhető tömegek együttvéve is csak elenyésző százalékát adják az egésznek.

De a falusi és üzemi jó kezdeményezések irányt mutathatnak törekvéseinknek.

Újabb szint adhat munkánknak az a segítség, amit Urániáink az iskolai oktatásban nyújthatnak. Egyre több az olyan fiatal, akinek csillagászati érdeklődését a szűkre szabott iskolai csillagászati anyag nem elégíti ki. Felbecsilhetetlen értékű lenne az is, ha a rendelkezésünkre

álló távcsövekkel az iskolák csillagászati anyagához biztosíthatnánk a demonstrációt, éspedig intézményesen és országosan. Ehhez azonban a TIT és az oktatási szervek sokkal gyümölcsözőbb kapcsolatait kell megteremteni. Ma még kevés hely van, ahol felismerik a csillagászat szerepét a természettudományos nevelésben. Az öt évvel ezelőtt írt sorok ma is aktuálisak: tanulóink több mint 90%-a nem lát annvit az égből, amennyi Galileit ezelőtt 356 évvel az új fizika és csillagászat megteremtésére ösztönözte. Ha irányvonalat jelölnénk ki, a falusi és üzemi dolgozókon kívül a tanulók körében kell eredményesebbé tenni munkánkat.



10. ábra. 1966. november 26-án volt a szekszárdi Uránia ünnepélyes felavatása. Avaló beszédet mondott Róka Gedeon választmányi titkár

BUDAPEST

A budapesti Uránia Csillagvizsgáló tevékenysége túlnő Budapest közigazgatási határain, minthogy itt van a központja az egész országra kiterjedő munkának. Nemesak az Urániákat fogja össze, hanem a még Uránia rangot el nem ért bemutató állomásokat is, és ide futnak a szálai az egész amatőrmozgalomnak és a Baráti Körök tevékenységének. Ezért a budapesti Uránia munkatársainak munkaterülete a gyakori kiszállások és előadások révén az egész ország. És helyben sem korlátozó-

dik a munka a SÁNC utcai intézményre. Tevékenyen működnek közre folyóiratok hasábjain az írásos ismeretterjesztésben s a rádió különböző műsoraiban.

A budapesti Uránia rendszeres, programszerű munkájában a mindennapos előadások, bemutatások, a csütörtöki sorozatok, a szakkörök és a tudományos megfigyelések alkotják tevékenységünket.

A mindennapos előadások elvi keretet jelentenek, minthogy a bemutatások tiszta időhöz kötöttek. Fővárosi viszonylatban nem ez az egyetlen korlátozó tényező. A nagy tömegeket mozgóatózó évszak a nyárutó és az ősz eleje, valamint a tavaszi hónapok. Szűkös helyiségeink miatt nagyszámú tanulót nem fogadhatunk egy-egy este, s a változó időjárás miatt több ezer bejelentett tanuló látogatása elmarad. Az általános iskolák újabbán év elején foglalkoznak a csillagászzal s így nagyon szűk időtartamra zsűfűlódik az iskolák érdeklődése. Átlagosan így is minden napra jutott egy-egy iskolai látogató csoport.

A csütörtöki sorozat keretében 1966 őszén 8, 1967 tavaszán 10 előadást rendeztünk meg.

Az 1966. őszi sorozat előadásai voltak: Róka Gedeon: A csillagászati megismerés alapjai, dr. Kulin György: Az Ikarus és más, a Földet erősen megközelítő kisbolygók, Dr. Marx György: Kutatás más értelmes társadalmak után a Világegyetemben, Szimán Oszkár: A csillagászati tájékozódás őstörténete, Dr. Almár Iván: Mivel foglalkozik a modern asztrofizika?, Dr. Fényes Imre: A mechanikai alapelvek mai értelmezése, Ponori Thewrewk Aurél: Lucretius világtépe, Sinka József: Az űrrendevűk néhány érdekessége.

Az 1967. tavaszi sorozat előadásai: ifj. Bartha Lajos: A röntgen- és gamma-sugárzás csillagászata, Gauser Károly: Jártak-e a Földön más bolygók lakói?, Dr. Bitó János: Világűr a laboratóriumban I., Sinka József: Világűr a laboratóriumban II., Róka Gedeon: Csillag a Földön, Schalk Gyula: Csillagász-szemmel Arizonában, Dr. Kulin György: Égitestek mozgása, súlytalanság, Szűle Dénes: Rakéta hajtóanyagok, Ponori Thewrewk Aurél: Méretek és arányok a Világegyetemben, Békési András: A kozmikus érintkezés nyelvi problémái.

A Citadellán májustól október végéig nappal tíz távcsővel városi panorámát mutatunk be, esténként távcsöves bemutatást tartunk. Főként az esti bemutatások munkánk szerves részét képezik s ugyanazok a munkatársak végzik itt a munkát, akik az Urániában is bemutatnak. Fontos alkalom ez arra, hogy nagyobb tömegekkel találjunk kapcsolatot.

Gondozásunkban működik a Hámán Kató úti Úttörőház Csillagvizsgálója és csillagászati szakköre, Rosta Zoltán munkatársunk vezetésével. E reprezentatív, minta Úttörőházban sok külföldi fordul meg és több esetben látogatták meg oktatási szerveink. A kerület Szabó Ervin könyvtáraiban a szakkör 8 alkalommal tartott kiállítással egybekötött

csillagászati előadást a könyvtárak olvasói számára. A szakköri foglalkozásokon az ismeretanyag elsajátításán túl gyakorlati tevékenységben kiállítási anyagot terveznek és készítenek, és mozaik csillagtérkép előállításán dolgoznak.

A szakköri tagok részt vesznek a TIT előadásokon s az Országos Találkozókon. Szentendrén 8, Miskolcon 10, Győrben 14, Szegeden 16 szakköri tag vett részt.

A Pesterzsébeti Vasas Művelődési Ház „Csili” csillagászati szakköre és Csillagvizsgálója Rosta Zoltán neveltjének, Horváth Ferencnek vezetése alatt működik.

E jól működő szakkör ez évben eléri az 500. előadást és a 6000. látogatót, a távcsöves bemutatókat eddig közel 5000-en látogatták. A szakkört 102 külföldi látogatta meg. Ugyanúgy, ahogyan a Hámán Kató úti Úttörőház az Úttörőházak között, a Csili a Művelődési Házak között figyelemre méltó rangot ért el, s ebben része van az ott működő csillagászati szakköröknek is.

A Budapesti Uránia szakkörének és megfigyelő csoportjának munkájáról külön számolunk be.

Itt kell még megemlékeznünk a *Piret Endre* által vezetett rádiólaboratórium munkájáról, mely sikeresen elkészítette Orgoványi János közreműködésével a Stirling motort. Egyelőre napenergia helyett gyertyalánggal működtetjük, a naptükör felszerelése most van folyamatban.

A rádiólabor legközelebbi terve annak a műszernek összeállítása, amelynek segítségével legalább demonstrációs fokon a Nap rádiósugárzását mutatjuk ki, a 600—700 MHz frekvencián.

A TIT és az Uránia rendezésében tartott előadások és bemutatásokban munkatársaink voltak: ifj. Bartha Lajos, Erdős Tamás, Gauser Károly, Lieskó Ildikó, Maklári Károly, Mojsza János, Pónori Thewrewk Aurél, Róka Gedeon, Schalk Gyula, Szabados László, Szüle Dénes, Szécsy Ilona, a legtöbb bemutatást Hegyessy Péter, Gellért András, Nagy Sándor, Somogyi Klára, Fejes Lajos, Fekete Pál, Sarkadi Nagy István és Vad Ibolya tartották.

A filmvetítésekben, filmek beszerzésében Nagy Ferenc gondnokunk tevékenykedett.

Tartalmi munkánkat nagyban támogatja a műhely munkája, ahol Orgoványi János félállásban, Hernádi Károly és Reindl János szerződéses negyedállásban dolgozik. Elkészült 4 db hordozható, 125 mm átmérőjű Newton reflektor és egy napfényképező távcső s munkában van 10 db hordozható reflektor és refraktor. Az Uránia optikai műhelyében készültek a reflektorok tükröi.

Személyi ügyek

Az Uránia jelenlegi státusa:

Igazgató: *dr. Kulin György.*

Igazgatóhelyettes: *Ponori Theurewk Aurél* (részfoglalkozásban).

Gondnok: *Nagy Ferenc.*

Adminisztrátor: *Sztuchlik Rezsőné* (6 óras fogl.).

Házfelügyelő, takarító: *Nagy Ferencné* (6 óras fogl.).

Műszerész: *Orgoványi János* (félállásban).

Műszerészek: *Hernádi Károly, Reindl János* (részfoglalkozásban).

Statisztika

Az Uránia központi székházában előadásokon, más foglalkozásokon, valamint a Citadellán, a Hámán Kató úti Úttörőházban és a Pesterzsébeti Vasas Művelődési Házban megfordult látogatók száma elérte az évi 50 000-es létszámot.

A budapesti Uránia csillagászati-űrkutatói szakköre

Eredeti célkitűzésünknek megfelelően a szakkör kéthetenkénti összejöveteleinek programját elsősorban az önként jelentkező tagtársak állítják össze. A program így igen változatos, és érdeklődési körének, előképzettségének megfelelően minden szakköri tag minden esetben találkozik az őt különösen érintő kérdésekkel, témákkal. Kétségtelen, hogy a legtöbb haszonnal azok számára zárulnak a foglalkozások, akik aktív részt vállalnak belőlük.

A programok ilyen összeállításának nemcsak az önképzés és a többiek tudásának bővítése a célja, hanem a komoly ismeretterjesztő munkára való minden irányú felkészítés.

Ez a szándék éppen az elmúlt beszámolási időszakban hozta meg az eddigi legkézzelfoghatóbb eredményt. Régi előadó szakköri tagok közül, Nagy Sándor, Somogyi Klára, Szabados László, Szüle Dénes és Tihanyi László 1967 folyamán a TIT tagjaivá lettek, s mint ilyenek, már területi előadásokra is kaphatnak megbízást. Az ifjú előadóknak, a TIT új tagjainak ezúton is kívánunk eredményes ismeretterjesztő munkát és sok sikert!

A beszámolási időszak folyamán Kulin György igazgató a szakkör legfiatalabb tagjai számára gyakorlati foglalkozásokat tartott. Ezek keretében a legkönnyebben, legkevesebb költséggel cloállítható csillagászati távcsövek felépítését és készítemi módját magyarázta el. A nagyrészt díjtalanul rendelkezésre boesátott optikákból több, elfogadható leképezést adó és bizonyára sok örömet okozó amatörtávcső készült. Ha

csak egy kicsi töredékét is mutatják meg ezek az érdekesebb égi objektumoknak, arra igen alkalmasak, hogy jobb és nagyobb teljesítő-képességű műszerek építésére serkentsék tulajdonosaikat.

Sajnos, a lencse- és tükrörcsiszoló helyiség teljes felszerelése még nem készült el az Urániában. Amint ez megtörténik, a szakköri tagok szabad idejükben — tehát nemcsak a szakköri foglalkozások ideje alatt — gépi segítséggel készíthetik el felkészültségüknek, lelkesedésüknek és nem utolsósorban anyagi lehetőségeiknek megfelelő méretű és felszerelésű lencses és tükrös távcsöveik optikáit.

Az elméleti foglalkozások gerincét továbbra is többnyire két ki-előadás és az azt követő szakmai, ill. módszertani értékelés, bírálat alkotja. Az előre megszabott programszámokat a beszámolási időszakban a 10 fordulóra tervezett „Holdutazás” elnevezésű fejtörő rejtvény-verseny új kérdéseinek ismertetése, ill. az előző forduló kérdéseire adható helyes válaszok ismertetése és megvilágítása előzi meg.

Az ötletes versenyt Nagy Sándor és Somogyi Klára tervezte és vezeti. Egy-egy fordulót rendszerint három komolyabb fizikai, csillagászati vagy űrkutatási feladat és néhány apró kérdés alkotja. A helyes válaszokat a verseny vezetői pontozzák. Nemesak a résztvevők számára igen hasznos az olyan kérdések szabatos és részletes megválaszolása, mint pl. a Föld forgásának, ill. keringésének bizonyítékai. Az ilyen kérdések a fizika és a csillagászat több fejezetét és területét érintik. A helyes válaszok megfogalmazásában, ill. teljessé tételében úgyszólván az egész tagság részt vesz.

A beszámolási időszakra jellemző a több előadásból álló sorozatok tartása. Elsősorban Szüle Dénes rakétatechnikai sorozatát kell kiemelni. A magas színvonalú, de igen érthető, alapos és érdekesen előadott témát sokszor egészíti ki szép, színes képek vetítése.

Igen hasznosak Schalk Gyula csillagkép-ismertetései is, melyek a sorra vett csillagképben található valamennyi jelentős vagy érdekes objektum rövid ismertetését tartalmazzák.

A foglalkozások végén — amennyiben az idő engedi — többnyire ifj. Bartha Lajos összefoglalásában, azokat a csillagászati és űrkutatási eredményeket ismertetjük és méltatjuk, amelyekről az előző foglalkozás óta szereztünk tudomást.

A beszámolási időszakban a tagság összlétszáma inkább csökkent, de az egy-egy foglalkozáson jelenlevők száma határozottan megnőtt. Az eddigi kb. 25-ös aktív létszám helyett a legtöbb esetben 35–40-en vesznek részt a szakkör foglalkozásain. Az új jelentkezők szinte kivétel nélkül fiatalok. Ha néha megtörténik, hogy az Uránia előadóterme éppen foglalt a foglalkozások idején, gondot okoz a szakkör tagjainak elhelyezése a munkatársak dolgozószobájában.

Az elméleti foglalkozások jelentősebb előadásai és ezek tartói a következők voltak az 1966. IV.—1967. III. időszakban:

Szűle Dénes: Rakéatechnika I—IX.

Szabados László: Távolságmérés a csillagászatban I—IV.

Schalk Gyula: Csillagképek (Canis Major, Taurus, Ursa Major).

Tihanyi László: A neutrínó I—II.

Zágoni Miklós: A kvarkok I—II.

Beck Péter: J. Herrmann: Hamis világképek című könyvének ismertetése.

Amennyiben a közös foglalkozások időpontjára érdekesebb klub-előadást hirdet meg a TIT Budapesti Szervezete, a szakkör tagjai — előzetes megállapodás esetén — ott találkoznak. Igen érdekes és tanulmányos volt pl. 1967. II. 21-én Marx György professzor előadásának közös meghallgatása a Földön kívüli civilizációkkal való kapcsolatfelvétel lehetőségeiről. Az előadás által felvetett gondolatokat a következő foglalkozáson beszéltük meg. Ezekhez kapcsolódott a Joachim Herrmann: Hamis világképek c. könyv ismertetésének a témával összefüggő része.

A szakkör csillagászat iránt komolyabban érdeklődő, képzetesebb tagjai tovább folytatták a már tudományos értékű megfigyeléseiket főként bolygórajzok készítése és változók megfigyelése terén. Ezekkel és más amatőr munkákkal kapcsolatos eredményeik publikálására 1966 áprilisától már van lehetőség: a kéthavonta megjelenő Föld és Ég. Igaz, ez a lehetőség csak igen korlátozott terjedelmű ismertetések számára áll fenn, mégis örömmel üdvözljük a szakkörök számára is sok segítséget, közlési lehetőséget adó folyóiratot. A lap kitűzött céljai között nem utolsó helyen szerepel az ország szakköreinek bemutatása és eredményeinek közlése, továbbá elméleti és gyakorlati foglalkozásaik számára megfelelő anyag közreadása. A lap megindulása óta rendszeresen igyekszik betölteni ezt a fontos feladatot. Így már több budapesti szakköri tagunk beszámolhatott benne megfigyeléseiről vagy más munkájáról. Lehetőség nyílt az Uránia műszereivel vagy saját távcsővel készített égi felvételek közlésére is. Így a budapesti Uránia szakköre a lap útján is érintkezést tud tartani az ország többi szakkörével, és a tagság munkájának, eredményeinek bemutatásával és foglalkozási anyag közlésével segíti a társ-szakkörök működését.

Ponori Thewrewk Aurél

Beszámoló

a TIT Uránia Csillagvizsgálóban 1966. január 1—1967. március 31 között végzett észlelésekről

A beszámolási időszak alatt a megfigyelő munkában és annak kiértékelésében ifj. Bartha Lajos irányításával az alábbiak vettek részt: *Balatoni László, Gál Péter, Gellért András, Gyurman Tibor, Hegyessy Péter, Maklári Károly, Nagy Sándor, Oláh Katalin, Somogyi Klára, Tihanyi László.*

Az észlelések nagy része az Uránia 20 cm-es Heyde refraktorával (100-, 200-, 300- és 600-szoros nagyítás, spektroszkóp, vizuális fotométer), valamint a 10 cm-es Somet Monar távcsövön (25-szoros nagyítás) történt.

Az észlelések zömét a bolygó és változócsillag megfigyelések tették. Hegyessy sikeres Jupiter-felvételei a sávok jovigrafikus szélességének pontos meghatározását nagymértékben megkönnyítették.

1. *Hold-észlelések.* Bartha folytatta a hamuszürke fényben fényesen kiemelkedő Aristarchos kráter fényerősség becslését. Erős fénylés idején nemcsak maga a kráter tűnik elő a hamuszürke fényből, hanem környezete is, egy északnyugati irányú fényesebb sávval.

2. *Bolygó-észlelések.* Vénusz. Az elmúlt év folyamán a bolygó a hajnali égen látszott, csupán néhány esetben észleltük. A nyugati elongációra eső dichotómia (a látszólag éppen félig megvilágított helyzet) időpontját Bartha észlelései 1966. április 10-re teszik, jó egyezésben dr. W. Sandner megfigyelésével (április 12).

Jupiter. Az 1965—66-os láthatósági időszakban Gellért és Hegyessy 48 rajzot és több kimérhető fényképet készített a bolygóról. Az 1966—67-es észlelési sorozathoz eddig 28 rajz készült a Jupiterről. Feltűnő, hogy a „Nagy Vörös Folt” 1965-től egyre világosabbá vált. Helyzete 1967. I-re (Bartha, Gellért, Hegyessy és Maklár adatai szerint) a II. forgási rendszerben 24 fok jovigrafikus hosszúság.

1967. február 15-én Bartha és Maklár egy rendkívül fényes fehér foltot talált a bolygó déli félgömbjén, amely eleinte gyorsan, majd fokozatosan lassulva mozgott nyugati irányba. A „Fehér Folt” két hétig volt követhető, ezalatt jovigrafikus hosszúsága a II. forgási rendszerben 156 fokról (II. 15.) 130 fokra (II. 26.) csökkent.

Szaturnusz. Hegyessy több fényképet és rajzot készített a bolygóról, amelynek gyűrűje közel élével állt a Föld felé.

3. *Üstökösök.* Bartha 1966 szeptemberében az 1966 b üstökös kómájának fényességét észlelte négy esetben. A Mechain-Tuttle üstökösét Bartha, Gellért és Maklár 1967 februárjában az előre számítottnál 0,5 magnitúddal halványabbnak találta.

4. *Változócsillagok.* A változó észlelések szervezését és az adatok összcállítását Nagy Sándor végzi. Az 1966-os évben 378 észlelés történt, részben a Somet Monar távcsővel, részben más műszerekkel, ill. pusztá szemmel (gamma Cassiopeiae, Betelgeuse), kisérszt ékfotométerrel. Az észlelések főként a félig szabályos és szabálytalan változókra terjedtek ki.

Az R Lyrae esetében Bartha, Nagy és Somogyi észlelései a katalógus adatok 46 napos periódusával szemben 1965—66-ban 39 ± 3 napos periódust mutattak. Bartha megfigyelése szerint a Betelgeuse (alfa Orionis) minimuma 1967. január 15-én volt (± 3 nap hibával). Nagy feldolgozta a gamma Cassiopeiae eddigi észleléseit és 1964 óta évente átlagosan 0,5 magnitúdó fényességnövekedést talált; ez a folyamat 1967 elején megállt. Gál (saját távcsővel) az R Scuti két maximumát és egy minimumát határozta meg.

A zéta Aurigae fedési kettős 1967-es minimuma megfigyelési szempontból rossz láthatósági viszonyok mellett következett be. Ennek ellenére 1967. július 31—augusztus 2 között a leszálló ágat jól észleltük (Bartha, Hegyessy, Gellért, Maklár, Oláh); szeptember 9—11 között a felszálló ág ugyancsak észlelhető volt (Hegyessy).

5. *Fogyatkozások.* Az 1966. május 20-i részleges napfogyatkozást kedvező körülmények között észlelhattuk. A be- és kilépést Bartha, Mojsza János, Oláh, Ponori Aurél és Schalk Gyula figyelte. Székely Csaba és Bartha fényességméréseket végeztek. *Tóth András* vezetésével Bánhegyi Kornélia, Gellért, Hegyessy és Maklári színes filmet készítettek a fogyatkozásról.

A május 4-i félárnyék-holdfogyatkozás szokatlanul erős elsötétedéséről Hegyessy készített fényképeket.

6. *Földkéreg árapály vizsgálat.* A Műszaki Egyetem Út- és Vasút-építő Tanszékének Barlangkutató Állomásán, Jósuvafőn programot dolgoztak ki a Nap és a Hold árapálykeltő erejének a földkéregben mutató hatásának mérésére. E programban a Kutatóállomás vendégeként Bartha, Gellért, Hegyessy, Maklár és ifj. Szabó Imre is részt vettek. Az általunk tervezett optikai torzulásmérőt Orgoványi János készítette el az Uránia műhelyben. A Vass Imre barlangban végzett mechanikai és optikai torzulásmérések kimutattak egy dagálykor és apálykor jelentkező, kelet-nyugat irányú kb. 0,02 mm-es torzulást, észak-dél irányban sem a Kutatóállomás mechanikus műszere, sem az optikai műszer nem mutatott változást.

Feldolgozások. A bolygókról készült rajzok kimérése az észlelésekkel párhuzamosan folyik (Oláh, Gyurman és Bartha). A változócsillag megfigyeléseket Nagy és Somogyi dolgozza fel és juttatja az AAVSO-hoz. Ennek során tapasztalta Nagy a külföldi megfigyelőktől függetlenül a gamma Cassiopeiae fokozatos fényességnövekvését, amely 1967 elején — talán időlegesen — váratlanul félbeszakadt,

Bartha az Aristarchos kráter megfigyelései alapján úgy találta, hogy annak fénylés-változata sem a Hold librációjával, sem a naptevékenységgel nem függ össze. Ez a jelenség talán a Kozirjev által észlelt időleges hidrogén kiáramlásokkal hozható kapcsolatba.

Bartha, Balatoni, Oláh és B. Szabó Emese folytatták a jósmafői Lófej-forrás vízhozamának és az árapálykeltő erő, valamint a légnyomás kapcsolatának vizsgálatát. A barlangkutatók hasonló feldolgozásával egyezően kimutatható, hogy a forrás vízhozama apály és dagály körül megnő. Ez csak részben magyarázható a légnyomásingadozással, feltehetőleg a földkéreg torzulásának rovására írható.

Bartha és Maklári több adat összevetéséből azt találta, hogy a Jupiteren feltűnő, hosszabb élettartamú sötét foltok a környezetükhöz viszonyítva keleti irányba mozognak, míg a fehér foltok mozgása nyugati irányzatot mutat.

A megfigyelésekről a Föld és Ég, az IAU Circular és a VdS Nachrichtenblatt közölt adatokat. A Csillagászat Baráti Körének szegedi találkozásán Bartha, Gellért és Hegyessy tartott beszámolót a megfigyelésekről, Tóth András a napfogyatkozásról készített és trükkfelvételekkel kibővített filmjét mutatta be. A jósmafői Barlangkutató Állomás 1966-os beszámoló ülésén Bartha ismertette statisztikai vizsgálatait a Lófej-forrás kitörésének és a Hold árapályhatásának kapcsolatáról.

Ifj. Bartha Lajos

GYŰR

A Magyar Vagon- és Gépgyár Csillagvizsgálója és Csillagászati Szakköre a szakszervezet ellenőrzése alatt áll. Ez biztosítja a költségvetésben feltüntetett összeget.

Munkanaplónk tanúsága szerint 1966. évben, összesen 59 szakköri előadást tartottunk, melyeknek megoszlása a következő volt:

- 41 szakköri előadóval tartott előadás,
- 4 vetítettképes kisfilmes előadás,
- 3 felolvasás jellegű előadás,
- 9 munkaértekezlet jellegű előadás,
- 2 Csillagászati Hét keretében tartott előadás.

Ezeken a rendezvényeken összesen 1707 fő vett részt. Az egyes előadásokon megjelent hallgatók átlagléttszáma 30 fő volt.

A fenti rendezvényeken kívül még összesen 7 nyilvános távesőves bemutatót tartottunk, melyeken részt vettek a győri Kazinczy gimnázium IV. évfolyamának tanulói, a Győr-gyárvárosi általános iskola úttörő csapatának tagjai, az Építőipari Szakiskola növendékei.

A nyilvános távcsöves bemutatókon összesen 645 fő vett részt. Egy-egy bemutatón megjelentek átlaglétszáma 80 fő volt.

Az 1966. szeptember 7—22-ig tartó „Csillagászati Hét” keretében 2 nyilvános előadást és 1 nyilvános távcsöves bemutatót rendeztünk, továbbá szakkörünk legidősebb (82 éves) tagjának kertjében és lakásán szüreti multság és szalonnasütéssel egybekapcsolt hangulatos csillagászati vítaestet rendeztünk fehér asztal mellett.

A csillagászati hét rendezvényein összesen 178 fő vett részt, egy-egy rendezvényen átlagosan 40 fő jelent meg.

Győr peremvárosaiban 8 távcsöves bemutatót és kiselőadást tartottunk kb. 300 fő jelenlétében.

Szakkörünk 3 tagja ellátogatott Hlohovec, Zsilice és Banzska Bisztrica népi csillagvizsgálóiba, ahonnan értékes tapasztalatokat gyűjtve tértek vissza.

1966. március 23-án meglátogatta szakkörünket az NDK-beli Rodevischi Iskola Csillagvizsgáló Intézetének vezetője, Prof. Penzel és munkatársa Bert Friedmann csillagász, aki egy saját találmányú műszersegédletet ajándékozott szakkörünknek, amely a szputnyik megfigyelést könnyíti meg.

Ugyancsak meglátogatta szakkörünket Dr. Csere Elemér, a Hlohoveci Csillagvizsgáló Intézet vezetője is, amely szakkörrel már évek óta gyümölcsöző együttműködést folytatunk.

Szakkörünk több tagja belépett a helybeli TIT tagjai sorába. Ennek révén nagyon hasznos együttműködés jött létre szakkörünk és a TIT csillagászati ismeretterjesztése tekintetében.

Szakkörünk 4 fővel képviseltette magát a Szegeden megtartott IV. Csillagászbarátok Országos Találkozóján, ahol bemutattuk 10 éves működésünk kiállítási anyagát.

December 18-án szakkörünk évváró ünnepélyt tartott, amelyen legjobb aktivistáinkat pénzjutalomban részesítettük.

Szitter Béla

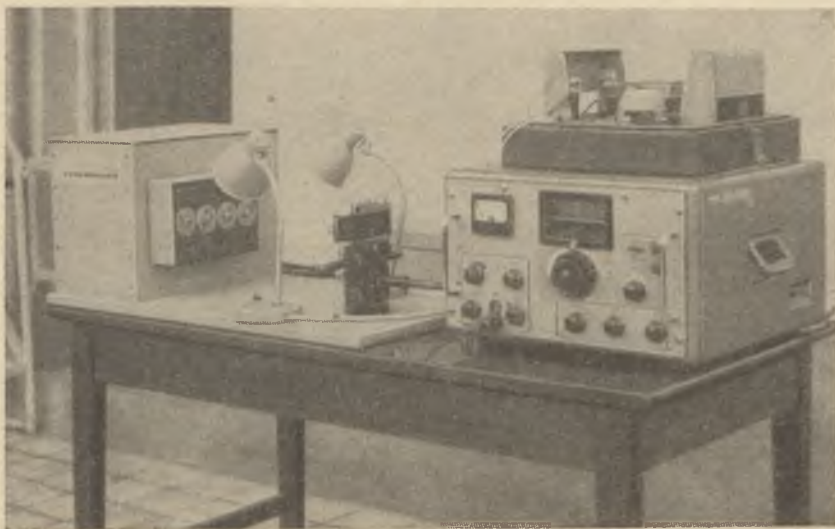
A Magyar Vagon- és Gépgyár
Csillagászati Szakkör
vezetője

MISKOLC

A miskolci Csillagvizsgáló 1966. évi munkája egyenletes, zökkenőmentes és folyamatos volt. Havonta átlagban 8—10 csoport (ebből négy nagyközönségi, négy iskolai) részére tartottunk előadásokat. A csütörtöki szakköri foglalkozások is rendszeressé váltak. Az elmúlt év új kísérlete volt az, hogy minden szerdán este távcsőépítési szaktanácsadást tar-

tottunk, ennek látogatottsága az utóbbi időben örvedetesen növekszik, ami bizonyos mozgást, lendületet jelent a Csillagvizsgáló munkájában.

Az új magyar iskolareform és a népművelési tervek az új szocialista ember kifermálásánál fontos szerepet tulajdonítanak a csillagászatnak. Igen nagy költségbe kerülne, ha minden iskola részére egy komoly bemutató távcsövet kellene beszerezni. Ehhez azonban még egy olyan

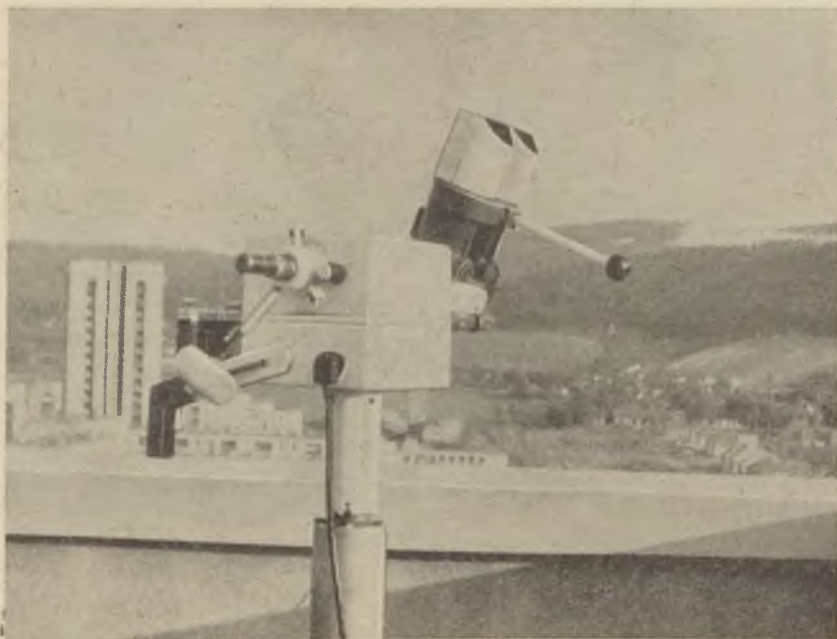


11. ábra. A miskolci csillagvizsgáló 1/100-ad mp pontosságú kronométere az M2 400 típusú erősítőberendezés

rokonszakos pedagógus is szükséges, aki szívesen feláldozza estéit nevelési, oktatási célokra. Miskolcon mindezt pótolja az Uránia Csillagvizsgáló. Oktatási szerveink komolyan értékelik a Miskolci Csillagvizsgáló ismeretterjesztő és oktató-nevelő munkáját és ehhez a megfelelő anyagi és erkölcsi támogatást is megadják.

Ha iskolai csoport jön a Csillagvizsgálóba, minden esetben előre — telefonon — beszélünk a csoporttal jövő szaktanár kartárssal, elmondjuk, hogy mi mit tudunk adni. Legszébb és legmegkapóbb a Hold felszínének, hegyeinek, krátereinek bemutatása, természetesen a bemutatott terület ismertetésével, továbbá a Naprendszerünk bolygói közül a Jupiter, a Szaturnusz és a Vénusz bolygók is nagyon érdekesek. A levegő átlátszóságától és tisztaságától függően a kettős csillagok, csillaghalmazok vagy szabad szemmel nem látható Tejút-részletek stb. bemutatása is szép. Minden alkalommal látható szputnyikot is tudunk bemutatni. Nálunk

a városi neonvilágítás erősen zavarja a láthatóságot. Az elmúlt évben újításként alkalmazzuk azt, hogy rátértünk a bemutatásos magyarázatos előadások megtartására, ami azt jelenti, hogy bemutatás közben ismeretjük az égi jelenséget, mit látunk, milyen távol van, bolygóknál mit tudunk róla stb. Közben felváltva nézegetnek a távcsőbe... ha közben kérdések merülnek fel, arra is megfelelő válaszokat adunk. Az iskolai csoportoknál összefoglalva a tankönyv anyagát is ismertetem.



12. ábra. A miskolci csillagvizsgáló T2 K típusú szputnyikmegfigyelő távcsőve

Nagyon szép színes űrhajózási felvételeink vannak. Birtokunkban vannak a Gemini-6 és -7 űrrandevű felvételei, White űrsétája, a Luna-9 Hold-felvételei és még sok űrhajózási felvétel. Ezeknek külön sikere szokott lenni. Egy sorozatot úgy állítottunk össze, hogy diafelvételek révén űrsétára visszük el a hallgatóságot és a felvételek közben ismeretjük a légkör szerkezetét, a magas légkör fizikai viszonyait, a súlytalanság állapotát stb. Az elmúlt évben több hanglemezt is beszereztünk abból a célból, hogy előadásaink, illetve bemutatásaink közben zenét is adunk. Minden igyekezetünk arra irányul, hogy hallgatóinknak egy kellemes és szép, valamint élményekben gazdag estét szerezzünk,

A Miskolci Műsorkalauz minden hónapban hozza programunkat. Mi minden alkalommal komolyan felkészülünk az estére. Sajnos az időjárás erősen befolyásolja sikerünket, illetve sikertelenségünket. Előfordul, hogy délután nagyon szép, derült időnk van. Ilyenkor korán hozzákezdünk a szputnyik-átvonulások kiszámításához is. Előre örülünk, hogy milyen sikeres napunk lesz. Eljön az este. Az égbolt még mindig szép. Eljön a megheszélt csoport is. Minden rendben van látszólag. Egyszerre csak köd ereszkedik le és oda minden, kénytelenek vagyunk diafelvételekkel operálni. Jók ezek is, de a valóságot semmi esetre sem pótolják. Másik alkalommal délután ködös, párás időnk van. Estefelé egy kis szél támad és egyszerre csak az idő kitisztul, s ragyogó csillagos lesz az égboltunk. Gyors szputnyiksámítások és minden nagyobb előkészület nélkül 3—4 szputnyik átvonulást figyeltünk meg. Aki ilyenkor feljön, annak szerencséje van. December elején a Miskolci Műszaki Egyetem csillagászati szakkörének, majd a Csillagászati Akadémia hallgatóinak tartunk távcsöves bemutatást, tervbe vettünk egy-két szputnyikot is, így például a 64-04A-t (más nevén ECHO-2-t) is, amikor 48°-nál az árnyékból kilép. Igen pontos számítását végeztünk. Az idővel is szerencsénk volt. A kilépés percében egyesek élcelődtek, azonban pontosan a megadott helyen és majdnem másodpernyi pontossággal kilépett a Föld árnyékkúpjából és megjelent a szputnyik. Sikerünk igen nagy volt.

Engedjék meg, hogy az elmúlt évben vendégkönyvünkbe bejegyzett sorokból is idézzek: „Elismeréssel és köszönettel vettük az ismertetést és távcsöves bemutatást. Élmény volt részünkre. További eredményes munkálkodást kívánunk” (Diósgyőri Gépgyár, Sándor szocialista brigád.) „Az Állami Biztosító dolgozói köszönetét tolmácsolom a tudományos tájékoztatásért és szép bemutatásért.”

Baráth Lajos újságíró bejegyzése: „Ez már valami! De legközelebb ugyanannyi változást szeretnék látni, s kívánni csillagász barátainknak, mint most, miután több év után újra „toronyban” találkoztunk.” (Mogjegyzésem: az előző találkozás még a földszinti iskolai Csillagvizsgálóban volt.) „Csillagvizsgáló munkája nagyon tetszett, rendkívül sajnálom, hogy csak igen rövid időt tölthettem el itt” (Maklár K. Bp.). „A mezőcsáti ált. iskola köszönetét tolmácsolom.” „Sikerült szputnyikot is látnom. Nagyon örülök, hogy Miskolc rendelkezik egy ilyen létesítménnyel” (Szanyi Lajos).

Az 1966. július 11—15 közötti időben a Német Iskolai Csillagászati Napokon — Bautzeni Csillagvizsgálóban részt vett dr. Szabó Gyula mint a Csillagvizsgáló vendége. 1966 októberében 23—29-e közötti időben Potsdamban és Jenában tartott szocialista országok űrkutatási konferenciáján a miskolci csillagvizsgáló részéről részt vettek Horváth András és dr. Szabó Gyula, hol vezettek az „Explorer 24 (64-76A) mesterséges hold mozgásának vizsgálata égiegyenlítőmetszés módszeré-

vel" címmel előadást is tartottak. 1966. első felében a Miskolci Csillagvizsgáló megjelentette a Magyarországi Szputnyikmegfigyelő Állomások 1965. évi második félévi észlelések adatait tartalmazó II. kiadványát.

Dr. Szabó Gyula

a miskolci Uránia Csillagvizsgáló
vezetője

PÉCS

Pécs főterének, a Széchenyi térnek legmagasabb pontján áll a török dzsámi. Évszázadok óta aranyozott félholdat hordoz kupolájának csúcsa. Körülötte és a tér körül sűrű oszloperdő áll őrt, modern világítólámpát emelve a magasba.

Az öreg házak hatalmas homlokzatán színes reklámok, a földszinten fényes kirakatok csalogatják a járókelők tekintetét. A szinte nappali világosság túragyogja a csillagos égbolt fényét. Csak az elsőrendű csillagok sugarai képesek áttörni a fényfüggönyt.

Nem is néznének fel az égbe az emberek, ha a tér valamelyik sarkán — melyről jó rálátás kínálkozik egy-egy fényes égitestre — ott nem állna a TIT Csillagászati Szakosztályának hordozható távcsöve.

Az elmúlt év nagy részében a Vénusz nem este mutogatta magát, későn kelt fel a Jupiter is, a Szaturnusz pedig eltitkolta előlünk a gyűrűjét. Így főképpen a Hold sarlóját kereste meg a műszer objektívje.

E fényes objektumok vizsgálatánál a tér szórt világítása nem zavar, sőt a háttérrel szembeni nagy kontrasztot feloldva élvezhetővé teszi a képet.

Azok a járókelők, kiket a természettudományok érdekelnek, megállnak a távcső mellett. Elbeszélgetnek az előadóval az aktuális csillagászati eseményekről, az űrkutatás híreiről. Sokuknak csak most van alkalma először távcsőbe nézni. Ezek számára maradandó élményt jelent a Hold hegyeinek plasztikus látványa. Fényképről mindenki ismeri a holdkráterek képét, most mégis megdöbbenőnek találják, hogy saját szemükkal is ugyanolyan bizarr tájat vizsgálhatnak át, csak sokkal plasztikusabban, szinte elérhető közelségbe hozva.

Nem akad látogató, kinek ne lenne megjegyzése, kérdése. Az adott szakszerű felelet sok alapvető problémát és részletkérdést tisztáz. A Baranya megyei Csillagászati Szakosztálynak ezek a bemutatói sok barátot szereztek a csillagászatnak.

A szakosztály vezeti a Pécs Városi Művelődési Ház Csillagászati Szakkörét is, mely minden hétfőn 18—20 óráig tart foglalkozást az 1966-ban létesült Technika Házának alagsori helyiségében (Pécs, Janus Pannonius u. 11.). A szakkör tagjai saját készítésű távcsöveik, szemlél-

tető eszközeik bemutatásával részt vettek a Művelődési Ház jubileumi kiállításán.

Foglalkozásaik során készültek fel vizsgájukra a csillagászati levelező oktatásra jelentkezők is.

A szakosztály tagjai 1966-ban 8123 hallgató előtt 125 előadást tartottak, a megelőző időszakhoz viszonyítva 66,7%-os a növekedés.

Legreprezentatívabb előadássorozatunkat az október 24—25-e között megrendezett Csillagászati Hét során tartottuk meg. Összefoglaló címe az országos tématervvvel megegyezően: „Újra időszerűvé vált a Hold” volt.

Az amatőr-csillagászati megfigyelési programba Baráti Körünk tagjai az 1967-es évben fognak bekapcsolódni.

Dr. Tóth László
szakosztályi titkár

A SOMOSKŐÚJFALUI CSILLAGÁSZATI SZAKKÖR

A Karancs-Medves vidék kies szépségű falujában, Somoskőújfalun is tevékenykedik csillagászati szakkör. Felnőtt és ifjúsági csoportja van (20—20 fő). Vizsgáljuk a csillagos eget, hasznos csillagászati ismereteket sajátítunk el szakköri munkával.

Távcsővünk is van, Bárdos Ferenc és csoportjának jóvoltából. A csillagászatot kedvelők nagy lelkesedéssel fogadták a távcső építésének tervét. Kíváncsiak voltak, milyen lehet a Hold és más égitest közelről. A távcső felállítását munka előzte meg, megfelelő eszközök, anyagok beszerzése, szakkönyvek megszerzése stb. Munkánkat jelentősen támogatta a budapesti Uránia Csillagvizsgáló áldozatkész segítsége. A távcső elkészült és a kultúrház tetőteraszán állítottuk fel.

Ünnepélyes bemutatót rendeztünk. Ezen nemcsak a szakkör tagjai, hanem szinte a falu apraja-nagyja megjelent. Voltak, akik kíváncsiságból jöttek el, mert a faluban magával a távcsővel kapcsolatban is sok babonás hiedelem terjedt el.

Az ünnepélyen beszámoltunk a Hold kutatásáról, felszínéről, jellegzetességeiről. Röviden vázoltuk a távcső szerkezetét is. Szép csillagos volt az ég, az első negyed körüli napok voltak. A távcsövet beállítottuk és látómezejében megjelent a Hold. Jól lehetett látni a gyűrűs hegyeket, „tengereket” szakadékokat, nagy hegyvonulatokat. Azokat a jelenségeket, amelyeket a tudomány és technika rövidesen meghódít majd.

A hallgatóság a távcső elé járult, s tanulmányozta a Hold felszínét.

A másik érdekes vizsgálatunk a Vénusz bolygóval állt kapcsolatban. A határórség szakköri csoportja a foglalkozásokon megismerkedett a legfontosabb csillagászati ismeretekkel (távcső kezelése, Naprendszer

tagjai, azok jellegzetességei.) Elhatároztuk, hogy a szakköri tagok önállóan végeznek megfigyelést. Ezt a megfigyelést összekapcsoltuk ismeretterjesztő előadással. Az idő kedvező volt. A Vénusz sarlója tisztán látszott a távcső képmezőjén. Falunkban érdekes hiedelmek vannak ezzel a bolygóval kapcsolatban. Ezeket a hiedelmeket szeretnénk volna megcáfolni és helyettük tudományos ismereteket adni.

A hallgatóságnak beszéltünk a Vénusz bolygóról, a Vénusz-rakétáról, a Mariner II. útjáról. A hallgatóság a szakköri tagok segítségével a távcsővel is tanulmányozni tudta a bolygót. Ez olyan hatással volt a hallgatóságra, hogy azóta mind többen akarnak bekapcsolódni munkánkba.

Nemcsak ebben merül ki a munkánk. Az úttörők megszerzik az ifjú csillagász jelvényt. Számításokat végzünk a csillagok távolságáról, tanulmányokat folytatunk a színképelemzésről, a naptevékenységről és ennek hatásáról Földünkre.

Koós Vilmos
szakkörvezető

SZEGED

Az Uránia csillagvizsgálóban az 1966-os évben összesen 147 alkalommal volt előadás, bemutató vagy mindkettő mintegy 3600 fő részvételével.

Az 1966-os év feladatainak elvégzéséhez nagy lendülettel fogunk. Az év elején négy szakkör működött heti 2—2 órában az Urániában, melyek közül kettő középiskolai, kettő pedig egyetemi volt, közel 80 fős összlétszámmal. A szakkörök közül a két kezdő az alapfogalmakat sajátította el tudományosan a szakkörvezető és kisebb részben a tagok előadásai alapján. A haladó szakkörökben az előadások többségét szakköri tagok tartották. Rendszeresen tartottunk előadásokkal egybekötött összejöveteleket a Baráti Kör számára is.

1966. május 20-án több mint 400 felvételt készítettünk a részleges napfogyatkozásról. Kis Microma-géppel is elég jól sikerültek a felvételek.

Nagy gonddal készültünk a Csillagászat Baráti Köre IV. Országos Találkozójának megrendezésére. 1966. augusztus 25—28-a között az Egyetem Béke épületének Béke tanterme 230 belföldi és külföldi vendég részvételével az eddigi legnépesebb találkozó színhelye volt. A programban sikerült megtalálni a helyes arányt az előadásokat és beszámolókat illetően. Megelégedve és újabb szép tervekkel gazdagodva vettek búcsút a résztvevők Szegedtől.

Városunk a Csillagászat Baráti Köre számát illetően Budapest után a második helyet foglalja el országos viszonylatban. Nagyon szeretnénk ezt a rövid idő alatt elért helyet megtartani és megerősíteni.

A találkozó után már 5 szakkör működött heti 2—2 órában kerekén 100 taggal. A fordítások cseréje is megindult elsősorban a szolnokiakkal. Már több mint 1000 oldalt fordítottunk le idegen nyelvű munkákból, de ezek legépelése, szakmai átvizsgálása nagyon sok időt igényelne és így még csak pár száz oldal van könnyen használható állapotban elkészítve.

Márki-Zay Lajos
a szegedi Uránia vezetője

SZÉKESFEHÉRVÁR

A székesfehérvári TIT-Uránia életében jelenleg nagy átalakulás megy végbe. Közvetlenül befejezés előtt áll a 30 cm-es Newton-szerelésű távcső, amelynek szerelését a székesfehérvári nagyüzemek: IKARUS, SZIM, VTRGY, MÁV Járműjavító Vállalat, FÉMÖNTÖDE szocialista brigádja közel 3 évvel ezelőtt kezdte meg.

A távcsőépítés gyorsabb ütemű munkáját nagymértékben segítette *Kocsa László* elvtárs, a városi tanács elnökhelyettese, nemcsak erkölcsi-, de anyagi támogatásával is. Így lehetővé vált, hogy 1967. év második felében már a távcső megfelelő elhelyezéséről gondoskodjunk.

Ebben is *Kocsa László* elvtárs volt a kezdeményező, mert olyan értelmű javaslatot tett a TIT Megyei Szervezetének, hogy az Uránia Csillagvizsgáló az 1968-ban megépülő „Ifjúság Háza” tetőzetén, illetve legfelső szintjén nyerjen elhelyezést. A javaslatot a Megyei Szervezet örömmel fogadta, s úgy gondoljuk, Székesfehérvár város olyan intézmény birtokába jut, amely segíti az emberek természettudományos szemléletének kialakulását és erősítését, a szocialista embertípus formálódását, tudományos munkájával pedig fontos szerepet fog betölteni a város kulturális programjának megvalósításában.

Erre a feladatra való felkészülés jegyében végezte munkáját az Uránia keretében működő csillagászati szakkör is. Sajnálatos, hogy anyagi fedezet hiányában — az előző évektől eltérően — csak egy szakkört tudtunk az 1966. év második felében működtetni. Az Uránia csillagvizsgáló jövőendő munkatársai — akiknek többsége középiskolai diák — a szakkör keretében készülnek el a Csillagászati Választmány által szervezett levelező tanfolyam vizsgájára.

A szakköri foglalkozások elméleti és gyakorlati részből állnak. A foglalkozás első részében 1—1 tanfolyami vizsgakérdést beszélnek meg a szakköri tagok, majd szabadon választott témából kiselőadás hangzik el. Azt megbeszélés követi. A foglalkozási idő második felét távcsőépítés foglalja le. A tagok két-két távcsövet építenek meg 1—1 foglalkozási évben, egyet egyszerű, egyet achromatikus lencséből. Így az utóbbi 3 év alatt közel 100 egyszerű típusú távcső készült el. Tekintettel arra,

hogy a szakkör diáktagjai közül többen vidékiek, így a szünetekre hazatérő szakköri tagok — egyszerű amatőr eszközökkel ugyan —, de csillagászati ismeretterjesztést végeznek falujukban.

Uránia bemutató távcsövünk 1966 májusáig a József Attila gimnázium lapos tetőzetén működött. Miután ennek üzemeltetése az utóbbi időben egyre több akadályba ütközött, szertári helyiségen kellett átjárni, távcsövünket kitelepítettük a Vidám Parkba, ahol minden hét keddjén és



13. ábra. Készül a székesfehérvári új Uránia távcsöve: a MÁV Járólajelőző Gellai Ferenc és Kiss István a csövet hengerlik

péntekjén tartottunk bemutatókat. Esetenkint egy-egy szakköri tag is részt vett ezeken a bemutatókon, kézelte a távcsövet, sőt kiselőadást tartott.

Időszakonként a szakkör valamennyi tagja összejött, ilyenkor ismerkedtek a csillagos égbolttal, kettős csillagokat kerestek fel vagy az éppen megfigyelhető bolygókat, illetve a Holdat vagy egy-egy ismertebb kűdöt. Augusztus 11-, 12-, 13-án a Perseida meteorraj gyakorisága maximuma idején, meteorszámmlálást is végeztünk. Együttesen figyeltük a május 4-i részleges hold- és a május 20-i napfogyatkozást is, amelynek során 10 perces időközökben rögzítettük a Hold-takarást és mértük a hőmérséklet

változását. Székesfehérvárott derült volt az idő, így mindvégig folytathattuk a megfigyelést. Az utóbbiról igen gondosan elkészített rajzokat készített *Fülöp László*, a szakkör egyik lelkes tagja.

Az Uránia bemutató táveső vidám parki elhelyezése kedvező eredménnyel járt. Sokat köszönhetünk *Mayer Ferenc*nek, a Vidám Park igazgatójának, aki a park egyik legforgalmasabb helyét engedte át a táveső elhelyezésére, védelmére pedig műanyagházat készíttetett. A táv-



14. ábra. *Lazarovics József, Schuppa Ferenc és Frank József a székesfehérvári táveső szerelését végzik*

eső propagálása céljára plakátokat nyomtatott, így működéséről széles körben tudomást szereztek az emberek. A plakátok a megye községeibe is eljutottak, ezért Uránia bemutató távesővünköt gyakran kereste fel egy-egy vidéki iskola tanuló ifjúsága vagy egy-egy termelőszövetkezet kirándulócsoportja. Sajnos, a bemutatóestek számát nagymértékben csökkentette a kedvezőtlen nyári időjárás: a sok borús, esős, hideg este. Ennek ellenére a távesőves bemutatókon 2370-en vettek részt.

Mozgalmas volt a szeptember hónap, ekkor egy-egy általános-, illetve középiskola vagy egy-egy kollégium ifjúságát hívtuk meg az esti bemutatókra. Ezt a jövőben szélesíteni fogjuk, mert ezek a szervezett bemutatóestek igen sikeresek voltak.

A vidám parki bemutató előadások mellett egész éven át folytattuk az igen népszerűvé vált szabadtéri bemutatókat a város egyik legforgalmasabb helyén: a Piac téren. 64 szabadtéri bemutatót tartottunk, amelyek iránt osztatlan volt az érdeklődés. A távcső annyira megszokott tartozéka lett a Piac tér Liszt Ferenc utcai részének, hiányolják, ha egy-egy megfigyelésre alkalmas estén nem találják. Néhány alkalommal „népszámlálást” is végeztünk s egy-két alkalommal elértük a félezetet. Statisztikusan számolva a 64 bemutató estén közel 20 000 néző, illetve hallgató vett részt, mert hiszen bemutatójuk, hanem ismertetését is adunk az éppen látottakról.

Elképzeléseink, törekvéseink biztatóak, mert minden reményünk megvan arra, hogy 1967 nyarán „üzemel” már a 30 cm-es távcsövünk, s Mayer Ferenc, a Vidám Park igazgatójának jóvoltából már ennek is megvan a helye az egyik épület lapos tetőzetén, amíg elkészül az „Ifjúság Háza”.

Hajmási József
az Uránia vezetője

A SZOLNOKI CUKORGYÁR TIT URÁNIA CSILLAGVIZSGÁLÓJA

A Szolnokon működő cukorgyári ún. „nagy” Uránia és a Tisza menti Vegyiműveknél levő „kis” Uránia köré tömörült tagság és szakköreinek az elmúlt naptári év egyik talán legizgalmasabb programja a május 20-i napfogyatkozás megfigyelése volt. Mindkét helyen hosszú hetek előkészítő munkája előzte meg a hetenként megtartott szakköri közös összejöveteleken a jelenség megfigyelését.

A 30 cm-es főműszerre a fénycsökkenés mérésére egy EMKSz rendszerű luxmérőt, 0—10⁶ érzékenységi határú berendezést szereltek az oda beosztott szakköri tagok. Egy másik kisebb csoport a hőmérsékletnek a fogyatkozás időtartama alatti ingadozásának mérésére egy igen szellemes, két hőmérős berendezést készített, melynek segítségével a hőmérsékleti értékeket 1/1000 C°-nyi pontossággal tudták mérni. A külön fényképező 2 csoport közül, az egyik a kis Urániában 57 db-ból álló felvételsorozatot készített szabályos időközökben a fogyatkozási időtartam alatt. A másik fotóscsoport, az ifjak, egy automata fényképezőgéppel (Leningrád) kombinált 3 cm-es kis távcsővel készített sorozatfelvételeket. Mind a szakköri és Urániák tagságának tevékenységéről, mind pedig a látogató nagyközönség részére történt bemutatóról egy másik kis csoport egy 4 perces vetítési időtartamú keskenyfilmet készített.

A megalakult csillagászati kisfilmstúdió programja igen érdekes és főleg hasznos munkát végez a szakköri foglalkozások és a csillagászati

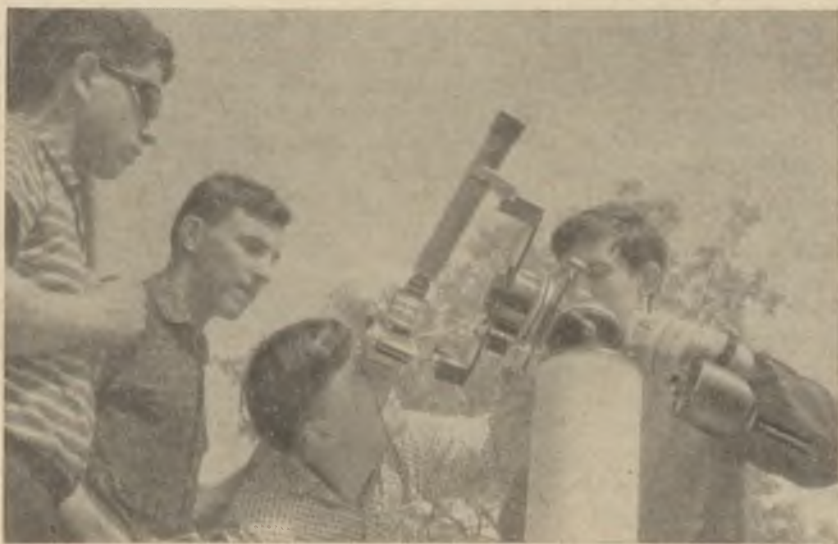
beutatók érdekében. Szemléltető kisfilmek segítik az alapvetően fontos csillagászati alapfogalmak könnyebb, jobb megértését, melyeknek vetítésére nemcsak Szolnokon, hanem a megye területén 10 helyen működő és távcsövekkel ellátott vidéki szakkörök foglalkozásain is sor kerül.

E sorok megjelenésekor már üzemben lesz a gépesített tükköresiszolás berendezése is. A tükkörcsiszolás minden fázisáról egy hosszabb lélegzetű kisfilm készül, mely gyakorlati segítséget ad az amatőrök munkájához.

Az elméleti foglalkozásokat nagyban elősegíti az elmúlt évben a szegedi Urániával kötött azon megállapodás, hogy külföldi szakirodalomból történő fordításokat kölcsönösen kicseréltük egymással. A német és angol cikkek fordításából már kötetnyi anyag áll rendelkezésünkre, illetve a szakköri tagok mindegyikének, mert a fordítások több példányban készültek.

A kooperációban Szolnok a fordításokkal, míg Szeged túlnyomórészt a szükséges és a cikkek mellett megjelenő képanyag reprodukciójának elkészítésében vett részt.

Az év folyamán megkezdődött a Magyar Tudományos Akadémia szabadsághegyi Csillagvizsgáló Intézete jóvoltából rendelkezésünkre bocsátott műszerek segítségével a mesterséges holdak megfigyelésének programja is. Az év a begyakorlási munkákkal telt el, a kapott útbaigatások és előírásoknak megfelelően. A tulajdonképpeni érdemleges



15. ábra. A szolnoki Uránia csillagászati szakkörének fotocsoportja automata fényképezőgéppel fényképezi, a május 20-i részleges napfogyatkozást



16. ábra. A május 20-i napfogyatkozás bemutatása a szolnoki Urániában

munka csak 1967 végén kezdődhet meg, miután a nagy Urániának több tudományos megfigyelési programnak kivitelezéséhez megfelelő átépítésére és a berendezések kibővítésére van szükség. Mindezeknek az elvégzéséhez igen nagy támogatást kaptunk a Szolnoki Cukorgyár vezetőségétől. Urániánk a jelenlegi helyéről egy most épülő háromemeletes gyártelepi lakóépület tetejére kerül, mely az eddigieknél sokkal kedvezőbb helyzetet teremt.

Folynak a csillagfödési megfigyelések is, bár az elmúlt év esillagászatilag kedvezőtlennek mondható időjárása erősen korlátozta ez irányú tevékenységiünket.

A jupiterholdak fogyatkozásainak megfigyelési programjának első szakasza — 1964—1966. évi — lezárult. Ez a munka a Berlieni Német Tudományos Akadémia Sonnebergi Csillagvizsgáló Intézettel (NDK) történt kooperáció folytán jött létre. A kiértékelések megtörténtek, melyek jó egyezőséget mutattak. Az erről szóló közlemény a „Die Sterne” című folyóirat 1966. 9/12-i számában jelent meg. Az Uránia vezetőjének a Szovjetunióban tett látogatása során szerzett tapasztalatai igen eredményes és hasznos alkalmazást nyertek a szakkörök életében. Ugyancsak hasznos tapasztalatokat szerzett az Uránia vezetője az NSZK-ban

több csillagvizsgálóban tett látogatása alkalmából, ahol közel két hónapot töltött el. (Münchenben a Bayerische Volkssternwartében, Grafingban dr. W. Sandner, Fremdenheimban W. Sorgenfrey magáncsillagvizsgálóiban tett látogatást.)

Tokody Lajos
az Uránia vezetője

ZALAEGERSZEG

Newton-rendszerű 30 cm-es átmérőjű tükrorteszkópunk Zalaegerszegen a József Attila általános iskola udvarán nyert ideiglenes elhelyezést egy nehezen kezelhető fémházikóban. Sajnos az elhelyezés — több szempontból is — nem megfelelő: körös-körül magas házakkal építették be, s erős fényforrások is zavarják a megfigyelést.

Ilyen mostoha körülmények között Urániánk hivatását megfelelően betölteni nem tudja, rendszeres, tudományos jellegű megfigyelések végzésére alig van lehetőség. Az Uránia működését akadályozza az a körülmény is, hogy még félfüggetlenített vagy tiszteletdíjas vezetője sincs, aki a szükséges feladatokat ellátná. Ami mégis történik, néhány a csillagászat iránt érdeklődő pedagógus társadalmi munkájának köszönhető.

Természetesen — az adott körülmények miatt — csak a tavaszi, nyári és a kora őszi időszak alkalmas megfigyelésre. Különösen két ízben, a tanév vége felé, továbbá a Csillagászati Hét alkalmával fejtett ki intenzívebb tevékenységet Urániánk. Május, június hónapban az általános és középiskolai ifjúság, ősszel pedig a Csillagászati Hét alkalmával a dolgozók részére tartottunk bemutatókkal összekapcsolt csillagászati előadásokat. Különösen a Csillagászati Hét rendezvényei sikerültek. A hét minden napján állandó ügyeletet tartó Urániánkat igen szép számú érdeklődő kereste fel.

Fő műszerünkön kívül egy 7 cm átmérőjű hordozható távcsővel is rendelkezünk, melyet vidéken tartott előadásokra szoktunk magunkkal vinni a különböző égi objektumok bemutatására. A megyeszékhelytől távol eső apró zalai falvakban különösen nagy érdeklődést váltott ki a műszer azok körében, akik addig csak szabad szemmel figyelték a csillagos eget.

Reméljük, hogy Urániánk elhelyezése néhány éven belül véglegesen megoldódik, s akkor majd nagyobb, eredményesebb munkáról számolhatunk be.

Zöldágy Imre
szakosztályi elnök

dr. Bölcz Imréné
szaktitkár

DETRE LÁSZLÓ (MTA Csillagvizsgáló Intézet)

A CSILLAGÁSZAT LEG ÚJABB EREDMÉNYEI

Az 1966. esztendő kiemelkedő csillagászati eredménye volt az aktív Nap után legerősebb kozmikus röntgenforrás, a Sco X-1 optikai azonosítása. Az azonosítás az amerikai Cambridge-i rakétás kutatócsoport (*H. Gursky, R. Giacconi, P. Gorenstein, J. R. Waters, M. Oda, H. Bradt, G. Garmire és B. V. Sree Kantan*), valamint *A. Sandage és P. Osmer* Palomar-hegyi, továbbá *K. Osawa és J. Jugaku* tokiói csillagászok érdeme (l. *Ap. J.* 144. p. 1249; 146. p. 310. 1966).

A legutolsó négy év alatt rakétával és ballonnal magasba küldött röntgensugárzás detektorok segítségével két tucatnyi kozmikus röntgenforrást fedeztek fel, túlnyomórészt a Tejút mentén. 1966 előttig ezek közül csak egyet sikerült biztosan identifikálni, éspedig a Crab-köddel. Minthogy azonban egy röntgenforrás, a helymeghatározás még meglehetősen nagy bizonytalanságán belül a Kepler-féle szupernova helyével, egy másik pedig a szintén szupernova-származéknak tekinthető Cas A rádióforrással esett össze¹, azt a következtetést vonták le, hogy a röntgenforrások szupernova-maradványok, illetve a szupernovakitörés után visszamaradt neutron-csillagok. Ezt a felfogást nem cáfolta meg az 1964 júliusában a Crab-köddnek a Hold által való elfödésekor kapott eredmény, miszerint a Crab-ködben levő röntgenforrás nem pontszerű, hanem kb. feleakkora átmérőjű, mint a Crab-köd. Mert a kiterjedt röntgensugárzáson belül, amely a Crab-köd szinkrotron sugárzásának röntgen-komponense, még lehet pontszerű röntgenforrás, amely nem választható szét a köd röntgensugárzásától.

1965-ben sikerült a röntgenforrások pozíció-meghatározásának pontosságát másfél fokra megjavítani. 1965 áprilisában Aerobee-rakétával felküldött Geiger-számlálók segítségével *B. T. Byram és T. A. Chubb*, az US Naval Research Laboratory munkatársai, ezen a pontosságon belül két röntgenforrást rádiógalaxisokkal azonosítottak, mégpedig a

¹ Nagyon valószínű, hogy a Cas A rádióforrás a koreai feljegyzésekben szereplő 1592 decemberében fellángolt szupernovától származik (l.: *P. Brosche, Inf. Bull. Var. Stars. No. 192, 1967*).

M87 (Virgo A), és a Cygnus A galaxisokkal. Az utóbbi, a Cygnus X-2 röntgenforrás felfedezése és azonosítása csak úgy volt lehetséges, hogy az 1964-ben még igen erős szomszédos Cygnus X-1 röntgenforrás sugárzása 1965-re negyedére csökkent. A rádiógalaxisok óriási energia-kibocsátásának megmagyarázása eddig is nagy nehézséget okozott, de ha az azonosítás helyes, akkor Virgo A és Cyg A röntgensugárzása két nagyságrenddel nagyobb, mint az optikai és rádiósugárzásuk együttvéve! A helymeghatározás kis pontossága miatt azonban ezek az azonosítások még nem teljesen biztosak.

A cambridge-i kutatók az 1966. március 8-án 160 km magasságba felküldött Aerobee rakétában az eddigieknél sokkal nagyobb pontosságot biztosítottak a kozmikus röntgenforrások helyének meghatározására. A detektorok elé két párhuzamos dróthálót helyeztek. A drótok csak bizonyos irányból jövő sugárzást engedtek a detektorokra. A rakéta és a benne levő mérőberendezés 1°-os kúpon belül forgott egy megadott irány körül, a mérőberendezés közben regisztrálta a detektorra jutó 1–10 Å hullámhosszú sugárzásfluxust, miközben fényképfelvételek is készültek, amelyek egyszerre mutatták a csillagmezőt és a kollimátorok drótjait. A Sco X-1 lehetséges helyzetére így két egymástól 5' távolságra fekvő, mindössze 1' × 2' nagyságú terület adódott és a forrás átmérőjének felső határára 20''. A Crab-ködnél tízszerre erősebb Sco X-1 röntgenforrásnak tehát sokkal kisebbnek kell lennie a Crab-ködnél.

A kutatócsoport japán munkatársa, Oda professzor, visszatérve Japánba, 1966. június 17-én a Sco X-1-re meghatározott égi tájékról felvételeket készített a tokiói obszervatórium 186 cm-es teleszkópján és a megadott helyen egy különleges, erősen kék és ultraibolya excesszust mutató 13-rendű csillagot talált RA: $16^h 17^m 04^s 3$, D: $-15^\circ 31' 13''$ (1950) egyenlítői koordinátákkal, amelynek színeképében emissziós hidrogén és héliumvonalak vannak. Június 23-án Sandage az 5 méteres Palomar-teleszkóppal megkezdte ennek a csillagnak a rendszeres megfigyelését. A színeképében az intersztelláris eredetű CaII vonalakon kívül egy abszorpciós vonal sem található, csak emissziós vonalak, a hidrogén és hélium vonalai mellett CIII-, NIII-, OII- vonalak. Különösen a hidrogén emissziós vonalak intenzitása éjjelről éjjelre változott, a csillag fényessége 24 óra alatt néha 1 magnitúdó változásokat is mutatott, néhány százalékos változások azonban percek alatt bekövetkeztek. A csillag fényességét a Harvard-lemezgyűjteményen 1896-ig lehetett visszafelé követni. Csak az említett fluktuációkat lehetett kimutatni, a csillag átlagos fényessége 1896–1966 között nem változott. A csillag környékéről rádióemisszió nem mutatható ki. Az intersztelláris vonal erősségéből a csillag távolsága 500–3000 fényévre becsülhető.

A csillag teljesen úgy viselkedik, mint egy postnova. De más ismert postnovák irányából nem mutatható ki röntgensugárzás. Megoldatlan

probléma, miben különbözik a Sco X-1 egyéb postnovától és egyáltalán, miért sugároz 1000-szer erősebben a röntgentartományban, mint a látható fényben. Mindenesetre megdőlt az a feltevés, hogy a röntgenforrások neutroncsillagokkal azonosíthatók és úgy néz ki, hogy igen különböző fajta kozmikus röntgenforrások vannak, mint az eddigi két biztos azonosítás mutatja. Bár Szklowszky érdekes elgondolása szerint a Sco X-1 megmagyarázható olyan szoros kettős csillaggal, melynek egyik komponense neutron-csillag. A neutron-csillag, gravitációs mezeje sok anyagot gyűjt össze a másik komponensből. De a kettős csillag elgondolás jobb eredményre vezet, ha egyik komponensnek fehér törpét, másiknak óriáscsillagot tételezünk fel.

A quasarok (I. Marx György: A 3C 273 hipercsillag és a gravitációs kollapszus c. cikket az 1965-ös Csillagászati Évkönyvben) továbbra is központi helyet foglalnak el a csillagászati kutatásokban. A téma részét képezi a galaxismagokban megfigyelhető instabilitási jelenségeknek, amelyről igen érdekes konferencia volt 1966 májusában Bjurakanban. A konferencia és az 1967. januári New York-i hasonló tárgyú symposium megmutatta, hogy bár az utóbbi években igen sok nagy jelentőségű megfigyelési eredményt értek el ezen a téren, ma sem tudjuk az instabilitás okait és nemcsak azt nem lehet megmondani, mik a quasarok, hanem még az sem teljesen biztos, hogy azok távoli vagy közeli objektumok.

Az utóbbi 2—3 év folyamán igen sok új quasart fedeztek fel, elsősorban azon tulajdonságuk alapján, hogy színképük ultraibolya része igen erős. Így egyszerűen kék és ultraibolya szűrőkkel készült felvételeket kell összehasonlítani és az olyan csillagszerű objektumokat kikeresni, amelyeknél az ultraibolya felvétel olyan, vagy erősebb képet ad, mint a kék felvétel. Ha az ilyen csillag kis kiterjedésű rádióforrással esik egybe, quasarnak tekinthető. Színképfelvételekkel azután véglegesen el lehet dönteni, hogy tényleg quasarral van-e dolgunk. A quasarok színképét ugyanis széles emissziós vonalak jellemzik, nagy vörösetlódással, amelynek mértékéül a $Z = \delta\lambda/\lambda_0$ mennyiséget vehetjük. A Z nagy értéke és a kis kiterjedésből következtettek arra, hogy a quasarok távoli galaxisok, vagy részei távoli galaxisoknak.

Nagy ultraibolya-excesszust mutató égitestek a fehér törpék és a korai típusú halo-csillagok is. De az említett módszerrel sok olyan objektumot is találtak, amelyek színképe minden tekintetben megegyezett a quasarokéval, abban is, hogy a vonaleltolódásból nagy Z -érték adódott, de nem szerepeltek a rádióforrások listáján. Sandage ezekre behozta a *quasistellaris objektum* elnevezést (ApJ 141. 1560. 1965) és a quasarok (quasistellaris rádióforrások) ezek speciális esetének tekinthetők: a quasarok olyan quasistellaris objektumok, amelyekről rádió-sugárzás is jön.

Mármost *Humason* és *Zwicky* még a harmincas években kiadott

egy katalógust nagy galaktikus szélességben levő kék csillagokról (ez az ún. HZ-katalógus), ezt a munkát Palomar-hegyi Schmidt-felvételek alapján *Haro és Luyten* lényegesen kiterjesztette (ez a PHIL-katalógus, 1. Tonantzintla Bul. 3, 37. 192) és Luyten, más Schmidt-felvételek alapján még *Blanco*-val közösen is kiadott egy kék csillagkatalógust (ún. BL-katalógus). Zwicky még az 1964. évi hamburgi IAU kongresszuson rámutatott arra, hogy mindhárom katalógus csillagai között sok a quasistellaris objektum. $V = 14,5$ magnitúdó alatt a nagy Z -t mutató ilyen objektumok százalékszámja mindjobban nő és 16 fényrend alatt a katalógusok már túlnyomórészt ilyen objektumokat tartalmaznak. Zwicky (ApJ 142, 1293. 1965) rámutatott arra, hogy ezekhez tartoznak az ő általa korábban leírt *kék kompakt galaxisok* is.

Jelenleg több mint 120 quasistellaris objektumot ismerünk, köztük 65-nek megmérték a Z értékét is (ezek listáját l. Wyndhaus, ApJ 144, 459, 1966). A quasistellaris objektumok gyakorisága több mint százszor nagyobbra becsülhető, mint a quasaraké, úgyhogy 18 fényrendig átlagosan négyzetfokként fordul elő egy quasistellaris objektum. Tehát még nagyon keveset vizsgáltak meg ezekből.

A legérdekesebb új eredmény ezekre az objektumokra, hogy a Z érték igen soknál rendkívül nagy. A jól ismert 3C273 esetében még csak $Z = 0,12$, de ma már ismerünk olyant, melyre $Z = 2,12$! Gondoljuk meg, hogy normális rádiógalaxisokra eddig mért legnagyobb Z csak 0,46 a 3C295 esetében. A Z -k meghatározása, amely tulajdonképpen a kék objektumokra a kritériumot adja a quasistellaris tulajdonsághoz, ma igen serényen folyik nemcsak az 5 méteres teleszkóppal, hanem a 3 méteres Lick-reflektoron és a 2 méteres Kitt Peak teleszkópon is, az utóbbin képesöves spektrográffal.

A quasistellaris objektumok spektrumának jellemzői a következők: mindig van kontinuum. A hidrogén mellett emisszióban jelen vannak a galaktikus gázködökből ismert megengedett és tiltott vonalak. Ezek a vonalak 20—100 Å szélesek. A vonalak erősségéből megbecsülhetjük a kibocsátó gáz elektronhőmérsékletét és sűrűségét, az eredmény néhány tízezer fok és 10^4 — 10^7 részecske cm^3 -enként. 1965-ben néhány quasistellaris objektum spektrumában, pl. 3C191 esetében (erre $Z = 1,96$) abszorpció vonalakat is találtak, amelyek az emissziós vonalak rövidhullámhosszú szélén helyezkednek el. Ez azt jelenti, akár csak a novák expanziós korszakában, hogy az abszorbeáló anyag a centrális objektumot körülvevő alacsonyabb hőmérsékletű expandáló gázhéj.

Ha $Z \approx 1,6$, a színekben a hidrogén Lyman alfa-vonala, melynek eredeti hullámhossza 1216 Å, már a színeknek 3000 Å-nál nagyobb hullámhosszú részébe kerül és már megfigyelhető. Így tehát ezek ultraibolya színekének nagy része földi rakéták alkalmazása nélkül is hozzáférhető számunkra!

A legnagyobb Z -ket a következő objektumokra mérték:

3C9	$Z = 2,012$	Lyman—alfa hullámhossza = 3663 Å
0106 + 01	2,107	Lyman—alfa hullámhossza = 3776 Å
1116 + 12	2,118	Lyman—alfa hullámhossza = 3792 Å

(l. ApJ 144. 446. 1966).

A vöröseltolódást Dopler-effektusnak felfogva², a Hubble relációból 3C9-re közel 9 milliárd fényév távolság adódik. Ha még nem is korrigálunk a galaktikus és intergalaktikus abszorpcióra, az abszolút fényességre -25 fényrend adódik. A megfelelő korrekciók után 3C273-ra $M_v = -26,5$, ugyanakkor az óriás elliptikus galaxisok fényessége kisebb (-23)-nál. A quasistellaris objektumok az univerzum legfényesebb objektumai.

Mint hogy ilyen nagy energiakisugárzás megmagyarázása komoly nehézségekbe ütközik, az utóbbi években többen próbálkoztak azzal, hogy a nagy Z nem jelenti a kozmológiai vöröseltolódást, hanem a quasistellaris objektumoktólünk ugyan nagy sebességgel távolodó, de közeli objektumok. Ilyen objektumok a Tejútrendszerből vagy valamelyik nem távoli rádiógalaxisból robbanás útján kerülhettek ki. Ez azonban az energia-problémának csak megkerülése: honnét vette a galaxis azt a hatalmas energiát, hogy képes volt sok ilyen objektumot oly rendkívül nagy sebességgel kidobni?

Amikor Schmidt 1965-ben 3C9 színeképében felfedezte a 3663 Å hullámhosszig eltolódott Lyman-alfa vonalat, felmerült a remény annak eldöntésére, hogy 3C9 nagyon távoli objektum. Ha ugyanis az intergalaktikus térben annyi hidrogén van, amennyit a kozmológiai elméletek feltételeznek, akkor a túlnyomórészt alapállapotban levő hidrogén-atomok elnyelik a Lyman-alfának megfelelő sugárzást. Mint hogy a hidrogén-gáz is részt vesz a Világegyetem expanziójában, a 3C9 közelében levő hidrogén-atomok az 1216 Å-nál csak valamivel rövidebb hullámhosszú sugárzást nyelnek el, de amint a 3C9-ből kibocsátott fotonok közelednek felénk, a hidrogén-atomok a 3C9 mind rövidebb hullámhosszú sugárzását nyelik el, a Tejútrendszeren éppen kívül levő atomok már a 400 Å-üeket, mert ezek vannak 1216 Å-ra eltolódva a nagy Z miatt. Tehát 3C9 színeképében 3663 Å-tól rövidebb hullámhossz felé a folytonos színeképnek hiányzani kellene. Ennek az abszorpciónak azonban sem 3C9-ben, sem más nagy Z -jú quasistellaris objektum színeképében nyoma nincs. Ez azt jelenti, hogy az intergalaktikus hidrogén sűrűsége kisebb, mint 10^{-35} g/cm³, sok nagyságrenddel kisebb, mint a kozmológiai feltevések kívánják.

² A radiális sebességet a $v = cZ (1 + Z^2)^{-1/2}$ relativisztikus formulából kell számítani.

Így vagy gyakorlatilag az egész intergalaktikus hidrogén ionizált állapotban van, vagy a quasistellaris objektumok közeli objektumok és így a közelség miatt nincs mérhető Lyman-alfa abszorpció.

De lehet az is, hogy az intergalaktikus hidrogén csak a galaxis-halmazokban fordul elő. Ekkor a távoli objektumok színképében annyira különálló abszorpciós vonalat kellene találni, ahányszor fényük galaxis-halmazon szorult át. De ilyenek nyomát sem találták. De 3C273 rádiósugárzásában megtalálták abszorpcióban a 21 cm-es vonalat, amely valószínűleg a Virgo galaxis-halmaz hidrogénjétől származik. Így ez mégiscsak a nagy távolság mellett szól.

Az utóbbi időben meglehetősen nagy anyag gyűlt össze a quasistellaris objektumok optikai- és rádiósugárzásának változásáról. A legérdekesebb változásokat 3C446 mutatja. Sandage 1965. októberben 3-án és 5-én $V = 18^m42$ -t és 18^m36 -t kapott. 1966. június 24-én $V = 15^m27$, július 12-én 15^m14 volt. 3C446 tehát 15-szörösére fényesedett! Kinman 1966 őszén 24 órán belül talált 1:2 arányú intenzitásváltozásokat. 3C273 fluxusa 2 cm hullámhosszon utolsó két évben háromszorosára nőtt (Pauliny-Tóth, Kellermann, Nature 1967. március 11-i sz.), ugyanakkor optikai fényessége nem mutatott változásokat. 3C279 fluxus-változásait 2, 3,75, 6, 11, 22 és 40 cm hullámhosszakon is megfigyelték. Némelyik hullámhosszon jelentős növekedés, más hullámhosszon fluxus-csökkenés mutatkozott. A rádiósugárzás növekedése néhány hónap alatt olyan nagy, mintha a legerősebb rádiógalaxisokéval egyenlő források keletkeztek volna (feltéve, hogy a mért Z kozmológiai eredetű). Ezeket a rádiósugárzás változásokat, minthogy a rádiósugárzásuk szinkrotron-sugárzással magyarázható csak, úgy kell interpretálni, hogy ezen objektumokban gyakorta relativisztikus elektronok expandáló felhője keletkezik.

Ezek az intenzitásnövekedések határt szabnak annak a vidéknek nagyságára, amely az energiát emittálja. Így 3C446 említett 1:2 arányú fényességnövekedését okozó részének kiterjedése nem lehet nagyobb 1 fénynapnál. Persze, ha ez a vidék kisebb, mint a quasistellaris objektum és mégis 1 napig annyit sugároz, mint az egész 3C446, akkor az energia-problémával még nagyobb baj van. De ha feltételezzük, hogy a quasistellaris objektumon belül sok változó vidék van, (pl. szupernovák keletkeznek nagy számban), akkor tekintetbe véve a fényidő effektust, összehajthatunk egész különböző időben, különböző helyen történő fellángolások úgy, hogy azokat egyidőben figyeljük meg. Ha sok ilyen centrum van, statisztikai fluktuáció néha okozhat nagyobb és rövide tartalmú fellángolásokat. Vagy pl. ha a quasistellaris objektum néha közel fénysebességgel éppen felénk dob ki nagy intenzitású gázfelhőt, sokkal nagyobb fényességnövekedést észlelhetünk, mint amekkora a gázfelhő fény kibocsátása (l. Nature 211. 1131. 1966).

Így végül is a quasarak nagyságára, illetve annak felső határára csak a látszó rádió-átmérőkből lehet következtetni. A Jodrell Bank és Malven között, már 1965–66-ban csináltak félmillió hullámhossz alap-távolsággal 21 cm hullámhosszon interferometrikus méréseket (*Nature* 208. 275. 1965; 209. 763. 1966), és 9 rádióforrásra kimutatták, hogy átmérőjük kisebb $0''1$ -nél. Legújabban a méréseket 6 cm-en ismételték, ami már 2 millió hullámhossz alapot jelent. A 3C84 Seyfert-galaxis, a 3C27313, 3C279, 3C453-3 quasarak rádióátmérőire a felső határt $0''025$ -re szorították le. Ez azt jelenti, hogy 3C84 rádióforrásának valódi átmérője 6 ps-nál, a 3C273 B-jáé 40 ps-nél kisebb.

Allen az Amerikai Csillagászati Társaság ithaca-i konferenciáján azt az érdekes eredményt jelentette be, hogy az NGC 1275 Seyfert-galaxis rádióemissziója is gyors változásokat mutat a cm-tartományban. Ez a színek mellett egy újabb hasonlóság a quasistellar objektumok és a Seyfert-galaxisok között. Ezzel kapcsolatban érdemes megemlíteni *Barnóthy Jenő* és *Forró Magda* magyar származású fizikusok azon érdekes elgondolását, hogy a quasarak tulajdonképpen rendkívül távoli Seyfert-galaxisok, amelyek csak azért olyan fényesek, mert a fényüket egy neutron-csillag mint gravitációs lencse, összegyűjtve továbbítja felénk. Az érdekes elgondolásnak csak a quasistellaris objektumok nagy száma mond ellent.

Általában valószínűnek kell tekinteni a quasistellaris objektumok Z -jének kozmológiai értelmezését. Néhány újabb rádiómegfigyelés is ezt igazolja, hogy a quasarak és a rádiógalaxisok között valami összefüggésnek kell lenni. Így a 3C47 struktúráját részletesen meghatározták a Mullard-féle 1 mérföldes interferométerrel. A rádióforrás két komponensből áll, egymástól $62''$ távolságra és a két komponens között középen van az optikai csillagszerű objektum. Ez ugyanaz a struktúra, mint a rádiógalaxisok esetében. A 3C343 és 3C343.1 két $0''1$ -nél kisebb átmérőjű rádióforrás, egymástól $28'$ távolságra, a részletekre azonos rádió-karakterisztikákkal. De ha a quasarak összefüggésben állnak rádiógalaxisokkal, miért van az, hogy a rádiógalaxisok rendszerint galaxis-halmazok legfényesebb objektumai, de eddig még nem találtak egy quasart sem galaxis-halmazban!

A Z kozmológiai értelmezése mellett szól az a megfigyelési tény is, hogy a Z növekedésével a quasistellaris objektumok fényessége csökken. De míg ez a korreláció közönséges galaxisokra igen szoros, a quasistellaris objektumok esetében igen nagy a szórás. Ez nyilván az abszolút fényességükben mutatkozó nagy különbségekből ered. Emiatt nem lehet felhasználni a quasistellaris objektumokkal nyert megfigyelési eredményeket a különböző kozmológiai modellek megkülönböztetésére, pedig különben a nagy távolságok miatt, ameddig segítségükkel eljutottunk a Világegyetemben, sokat reméltek tőlük ebben a vonatkozásban is.

Amíg Z és az optikai fényesség között kimondott statisztikai összefüggés van, semmi korreláció sem mutatkozik a Z és a rádió-fluxus között. Ez csak úgy érthető Z kozmológiai integrálása mellett, hogy a távolabbi quasistelláris objektumok „abszolút rádiófényessége” nagyobb, mint a közelebbieké. Persze ez az eredmény még kiválasztási effektusoktól is származhat. Általában még kissé korai a statisztikai korrelációk vizsgálata 65 objektumból.

Úgy látszik, a csillagászati távolságskálát ismét revideálni kell, és pedig újra olyan értelemben, hogy galaktikus és extragalaktikus távolságokat nagyobbra kell venni az eddiginél. Kiderült ugyanis, hogy a Hyadok ún. zero-korú főágában (l. Sandage ApJ 125. 435. 1951) 0,39 fényrend hiba van. A Hyadok csillagainak abszolút fényességét pedig igen biztosra vehetjük, mert a Hyadok mozgó csillagraj, igen jól meghatározható konvergencia-ponttal és így a radiális sebességek alapján a térbeli tangenciális sebességek adódnak, a sajátmozgással való összehasonlításból pedig a távolság igen jól levezethető. De a sajátmozgás katalógusainkban még mindig vannak az égi koordinátákkal haladó szisztematikus hibák. A Hyadok csillagainak trigonometriai és dinamikai parallaxisai, valamint a sárga óriásokban a K emissziós vonalszélessége alapján történt abszolút fényességmeghatározások egyaránt arra mutattak, hogy a Hyadok távolságmodulusát 0,39 magnitúóval kell növelni, az új $0^m0203 \pm 0^m0015$ (val. hiba) trigonometriai parallaxisnak megfelelően. Minthogy az összes csillaghalmaz távolsága a Hyadok főágán alapult és a halmazok korát a főágnak a zero-korú ághoz képesti „eltérési pont”-jának helyzetéből határozták meg, a halmazok kora az eddig számítottak 80%-ára redukálódik. Ezzel eltűnik az az ellentmondás, hogy némely gömbhalmaz kora régebben nagyobbak adódott, mint a Világegyetem expanziós kora. Az RR Lyrae-csillagok és a Cepheidák abszolút fényességét viszont 0,4 fényrenddel kell növelni. Az RR Lyrae revideált vizuális abszolút fényessége $M_v = +0,3$, ismét közel a Shapley-féle klasszikus érték. A Tejútrendszer centrumának távolsága az RR Lyrae-csillagok alapján most 12 kiloparsec-nek adódik és az extragalaktikus távolságok alapját képező periódusfényesség-reláció a Cepheidákra most:

$$\langle M_v \rangle = -2,06 - 2,54 \log P$$

lesz a nyílthalmazokban levő Cefeidák alapján. Az extragalaktikus távolságok 20%-kal nagyobbak veendőek és így a Hubble-féle konstans az eddig elfogadott 98 km/sec/Mpc-ről 80 km/sec/Mpc-re esökken (l. P. W. Hodge, G. Wallenstein, PASP 78, 411. 1966). Az Andromeda-köd új távolságmodulusa 24,6 magnitúó.

Már hírt adtunk róla, hogy Luyten és Zwicky a fehér és vörös törpéknél is gyengébb, abszolút fényességű pigmy-csillagokat fedeztek fel a Palomar-hegyi Schmidt-felvételeken. Most Zwicky a LP 101-15/16

pygmi-párnak a színképét az 5 m-es teleszkóppal vizsgálta. A pár egy fotografikusan 15,8 rendű, igen kék és egy 15,3 rendű igen vörös pygmi-csillagból áll. A kék csillag színképében csak igen széles hidrogén H alfa és beta vonal van, erősen a vörös felé eltolódva. Zwicky a vörös eltolódást gravitációsnak minősíti. Ha ez igaz, akkor a csillag kisebb lenne, mint a Hold, sűrűsége pedig 10^9 g/cm³. A fotografikus abszolút fényesség +17, tehát a csillag négy fényrenddel gyengébb, mint a fehér törpék. A vörös csillag az első felismert képviselője a főág alatti vörös csillagoknak. Spektruma egész más, mint a közönséges Md csillagoké. Igen mély Ca és Na abszorpciós vonalak vannak a színképben, míg a Ca II H és K vonalai éles emissziós vonalak. TiO-emisszió is található az abszolút fényessége +15 és így 2,5 fényrenddel van a főág alatt. Zwicky szerint több ilyen pygmi-csillag lehet a Proxima Centaurinál is közelebb hozzánk és ha tömegük, mint az eddigi eredmények mutatják, a Napéval egyenlő rendűek, akkor a pigmy-csillagok a Tejútrendszer tömegének jelentős részét tehetik ki (Science 153, 53. 1966).

Serkowski lengyel csillagász rendkívül érdekes felfedezést tett a Flagstaff obszervatóriumában végzett fényelektromos polarizációs megfigyelései folyamán. Igen sok Mira-típusú változó fénye síkban polarizáltnak adódott. A polarizáltság foka változik a fázissal és a minimumban némely változónál eléri a 7%-ot is! (ApJ 144, 857; Inf. B. Var. Stars 141. 1966). A nagy polarizációt lehet, hogy a csillag külső atmoszférájában kondenzálódó hosszúkás grafit részecskék okozzák (B. Donn, T. P. Stecker, N. C. Wickramasinghe; D. A. Williams ApJ 145, 949. 1966). De ez esetben a szénben gazdag változónál a polarizációnak nagyobb-nak kellene lenni, mint a többi Mira csillagnál, de ilyesmit nem találtak.

Neugebauer, Mautz és Leighton több vizuálisan igen gyenge csillagot találtak (ApJ 142. 399. 1965), amelyek infravörösben, 20 000 Å-nál 0–1 magnitúdójúak. Egy ideig úgy gondolták, hogy ezek az infravörös csillagok teljesen új csillagtípust képviselnek. De kiderült, hogy csak igen késői típusú és igen hosszú periódusú Mira-változókról van szó. Amíg a közönséges Mira-változók periódusai 70–400 nap között vannak, az infravörös Mirák periódusai 550 napnál hosszabbak. A kinematikai sajátágaik teljesen megegyeznek a közönséges Mirákéval, színképi sajátágaik is. A színkép infravörös részében a TiO, VO és a vízgőz vonalai látszanak, felületi hőmérsékletük 1000° K körül van. (R. F. Wing, H. Spinrad, L. V. Kulin ApJ 1967 megjelenés alatt).

A mágneses változókra érdekes új hipotézist publikált P. Renson belga csillagász (I. P. Ledoux és P. Renson kitűnő összefoglaló cikkét Ann. Rev. Astr. Astrph. 4, 293. 1966). Kiindulva abból, hogy a periódusos mágneses változók periódusgyakorisága ugyanolyan, mint a spektroszkópiai kettősöké, és HD 8441 esetében a mágneses térerősség ugyanazzal a periódussal, 106,27 nappal változik, mint amekkora ezen spektrosz-

kópiái kettőscsillag keringési periódusa, Renson feltételezi, hogy az összes mágneses változó kettős, a nem látható kísérő fejlődésében erősen előrehaladott, degenerált csillag. Ez a komponens fejlődése közben anyagából sokat átadott a jelenleg mágneses csillagnak, innét van utóbbinak anormális kémiai összetétele. De a legtöbb kutató inkább a Deutschféle oblique rotator hipotézis mellett kardoskodik (l. pl. *R. Steinitz* BAN 17, 504. 1964; *E. Vitense-Böhm* ZfAp 1966).

A fényesebb csillagok között fotoelektromos megfigyelések révén igen sok kisamplitúdójú Delta Scuti csillagot fedeztek fel (l. *J. J. Danziger, R. J. Dickens*, Inf. Bull. Var. Stars 150. 1966). Beta Cas-ról is kiderült, hogy ilyen típusú csillag 0^m104 periódussal (*R. L. Millis*, Inf. Bull. Var. Stars. 137; PASP 78, 340. 1966). Ez különösen azért érdekes, mert ez a csillag igen gyorsan rotál, holott eddig azt hitték, hogy pulzáló csillag csak lassú tengelyforgású lehet.

Nova GK Per 1901, 1966 augusztusában újra fényesedni kezdett, mint arra *Peltier* amerikai amatőr csillagász elsőnek hívta fel a figyelmet (IAU Circ. No. 1968. 1966). Nova Per-nek ez az új kitörése megsérti a rekurrens novákra érvényes periódus-amplitúdó relációt.

Smak lengyel csillagász a Lick csillagdában a hidrogénszegény HD 29 fehér törpe fényében 18 perces periódusú változásokat talált, igen kicsi amplitúdóval (U-ban 0,05, B-ben 0,03). A fénygörbe kettősségre utal. Ezt valószínűsítik *Greenstein* és *Mathews* régebbi (ApJ 126, 14. 1957) spektroszkópiai megfigyelései, akik a héliumvonalak kettős szerkezetét találták. Az aránylag hosszú kinntartású spektrumfelvételeken a rövid periódusú, nagy amplitúdójú radiális sebességek ilyen struktúrát hozhatnak létre. Ha ez a feltevés beigazolódik, az eredménynek rendkívül nagy kozmogóniai jelentősége lesz. (Inf. Bull. Var. Stars 182, 1967).

Butler rövid időközökben két flért is megfigyelt egy, a Kis Magellan Felhő irányába eső 10,5 rendű korai G-típusú csillagban. Ez a megfigyelés rendkívül érdekes, mert azt jelenti, hogy a flér tevékenység a Napnál korábbi típusú csillagokban is lehet olyan erős, hogy a csillag integrált fényében is jelentős emelkedést okozhat. 1966. szeptember 14–15-e éjjelén megfigyelt flér 0,8 magnitúdó amplitúdójú volt. (Inf. Bull. Var. Stars 156 és 157. 1966.)

A. Dollfus francia csillagász 1966. december közepén 3 fényképen felfedezte a Saturnus 10-ik holdját. Az új hold a gyűrű külső szélén van, és felfedezését az tette lehetővé, hogy ebben az időben a Saturnus-gyűrű síkja a Földön ment át és így a keskeny gyűrű nem látszott. *R. L. Walker* az US Naval Flagstaff obszervatóriumában 24 december 18-i felvételen megerősítette a felfedezést. *J. Texereau* a McDonald csillagdában az október 29-i gyűrűeltűnés alkalmával készített 4 fényképfelvételén is megtalálta a holdat. A rendelkezésre álló 13 felvétel szerint az új hold pályája majdnem pontosan kör alakú és a Saturnus egyenlítőjének síkjá-

ban fekszik. A pálya sugara 2,65-szorosa a Saturnus egyenlítői sugarának, a keringési idő 17^h97^m . A hold látszó fényessége 14 magnitúdó. Dollfuss a Janus nevet proponálta (IAU Circ. No. 1995).

1966. november 17-én reggel felé a Leonida-meteorraj az Egyesült Államok nyugati részén olyan erős hullócsillagesőt produkált, mint 1799. november 12-én és 1833. november 13-án. A meteorok száma 11 óra 54 perc világidőkor volt a legnagyobb: másodpercenként 40 jelent meg. A meteorok között —8-ad rendű is volt és vagy 30 magnitúdója volt negatív.

ALMÁR IVÁN:

TÍZÉVES AZ ŰRKUTATÁS

Korunk hozzászokott már ahhoz, hogy egy-egy technikai találmány villámgyorsan, milliós sorozatokban terjed el a földön, mégis megdöbbentő a mesterséges égitestek számának, súlyának és komplexitásának fejlődése az elmúlt tíz évben. Hiszen tudjuk, hogy ezek nem filléres közszükségleti vagy luxuscikkek, hanem milliárdos beruházások, mégis a mesterséges holdak felbocsátása egy-két év alatt a szó szoros értelmében mindennapi eseménnyé vált. Beszéljenek a számok.

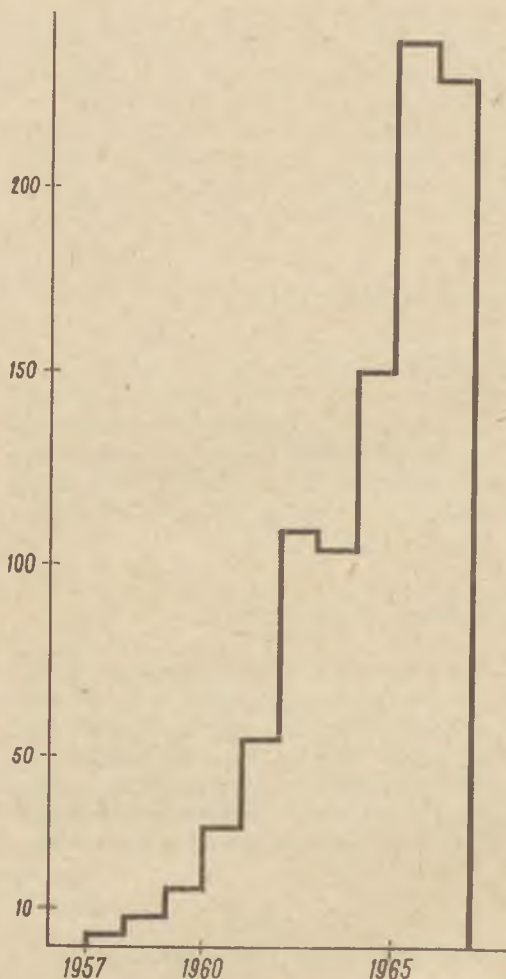
A mesterséges égitestek statisztikája

A nemzetközi űrkutatási bizottság (COSPAR) hivatalosan jegyzi, és sorszámmal látja el mindazokat a kozmikus térbe juttatott objektumokat, melyek repülési ideje 90 percnél hosszabb, vagyis az űrrakétákat, holdrakétákat és azokat a mesterséges holdakat, melyek legalább egy fordulatot tettek meg a Föld körül. Az utóbbi években az ilyen objektumot vagy objektumokat eredményező rakétaindítások kronologikus számozását vezették be, a felbocsátás évszáma után következik a sorszám

I. táblázat

A számozott rakétaindítások megoszlása 1957—1967-ig

	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966
Szovjetunió .	2	1	3	3	6	20	17	30	48	42
USA.....	—	7	11	16	19	51	38	57	62	73
Franciaország	—	—	—	—	—	—	—	—	2	1
Ismeretlen ..	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2
Összesen: ...	2	8	14	19	25	71	55	87	112	118



17. ábra. A felbocsátások számának növekedése
1957–1967

(pl. 1966 13) majd latin nagybetűk különböztetik meg az egyidejűleg pályára került részeket (pl. 1966 13A). A számozott rakéta-indítások megoszlását 1957-től 1967-ig l. 147. old.

1966-ban történt meg első ízben, hogy olyan, a Föld körül keringő objektumokat találtak, melyek fellövését egyik állam sem jelentette be. Az összes rakétaindítások száma 1966. december 31-ig 521 volt. Ezek közül 172-t a Szovjetunió, 344-et az Egyesült Államok, háromat Franciaország jelentett be.

Egy-egy fellövés alkalmával, mint ismeretes, több objektum is pályára kerülhet, ezek számontartása már sokkal nehezebb. A legteljesebb, még a töredékeket (a holdak szeparálódásakor leváló védőlapok, rugók stb.) is számontartó amerikai lista szerint 1967. március 1-ig 2695 objektum állt kozmikus pályára, ezek közül 742 „élt” még az adott pillanatban. A töredékek azonban nehezen követhetők és tudományos szempontból értéktelenek. Ezeket, valamint az űrrakéták

„néma” és éppen ezért ugyancsak érdektelen kísérőit leszámítva, az űrkitató első tíz évében született kozmikus objektumok (műszeres holdak, hordozórakéták utolsó fokozatai, hold- és űrrakéták stb.) megoszlása a II. táblázatból kiolvasható.

Helytelen lenne a növekedés megtorpanásából messzemenő következtetéseket levonni. Valószínű, hogy az 1965/66-os szint, vagyis a

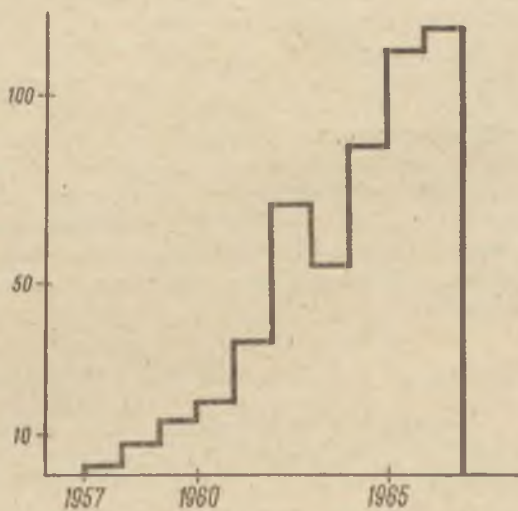
II. táblázat

Az űrkutatás első tíz évében született kozmikus objektumok megoszlása 1957—1967-ig

	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966
Mesterséges hold	3	8	15	31	54	109	104	151	237	227
Mesterséges bolygó (vagy holdrakéta)	—	2	3	1	1	5	1	6	10	10
Összesen: . . .	3	10	18	32	55	114	105	157	247	237

három naponként egy felbocsátással föld körüli pályára állított két objektum, körülbelül azt a fellövési sűrűséget jelenti, amely mellett az adatok feldolgozása a felbocsátást végző országban még lehetséges. A holdkutatás megélénkülése a második kategóriába tartozó objektumok számának gyors növekedését fogja eredményezni az elkövetkezendő években. A mesterséges holdak számának növekedése is várható, ha növekszik a felbocsátó államok száma. Jelenleg még kétségtelenül az a helyzet, hogy a szovjet és amerikai űrprogram mellett eltörpül minden egyéb kísérlet. Bizonyítékul érdemes talán időrendi sorrendben felsorolni az 1967. január 1-ig pályára állított nem szovjet vagy amerikai holdakat, azok súlyával együtt. Az országok közül első a hold tulajdonosa, a második a fellövést végzte el. (III. tábl.)

Noha mindez nyilván elenyészően kevés például egyetlen Proton hold 12 000 kg-nyi hasznos tömegéhez képest, figyelemre méltó, hogy hány ország készül egye-



18. ábra. A pályára juttatott mesterséges holdak számának növekedése 1957—1967

III. táblázat

Az 1967. január 1-ig pályára állított nem szovjet vagy amerikai holdak

Ariel 1	Anglia	USA	16 kg
Alouette 1	Kanada	USA	145 kg
Ariel 2	Anglia	USA	68 kg
San Marco	Olaszország	USA	115 kg
Alouette 2	Kanada	USA	145 kg
A 1	Franciaország	Franciaország	42 kg
Fr 1	Franciaország	USA	60 kg
D 1	Franciaország	Franciaország	20 kg
Összesen:			611 kg

dül vagy csoportosan mesterséges holdak felbocsátására (Japán, Ausztrália, ELDO országok stb.). Megállapítható, hogy aligha van olyan állam, mely technikailag képes lenne ugyan űrkutatási feladatok megoldására, mégsem tervez ilyen kísérleteket. Az elmúlt tíz évben bebizonyosodott tehát, hogy az űrkutatás minden fejlett ország technikai és tudományos életének szerves része. Eredményei a legkülönbözőbb területeken hatnak vissza a műszaki és tudományos fejlődésre, valamint a mindennapi életre is. Az a hatalmas anyagi és szellemi koncentráció, amely a nagy űrprogramok jellemzője, szinte példátlan az emberiség történelmében. (Az Apollo-terv megvalósításán például 300 000 ember dolgozik, és a NASA 1967-ben 3 milliárd dollárt kapott erre a célra.) Mindez együttvéve korunk egyik meghatározó és jellemző tényezőjévé avatta az űrkutatást, melynek már mi kortársak is látjuk történelmi jelentőségét. Ahhoz azonban, hogy elemeire bontva a napjainkban is zajló eseménysorozatot, részletes és helyes értékelést adjunk arról, aminek szemtanúi vagyunk, még várni kell további néhány évtizedet.

Az „első” kísérletek

A statisztika természetesen csak a valóság egyik, számszerűen kifejezhető oldalát tükrözi. A felbocsátások *száma* mellett ismertetnünk kellene azok *jelentőségét* is az űrkutatás fejlődése szempontjából. Az eredmények ilyen rangsorolása és értékelése azonban igen nehéz feladat, mert hiányzik a történelmi távlat. Nem egy esetben például a világszenzációt kiváltó űrrepülést hamarosan háttérbe szorította a következő,

mely kétszer olyan hosszú ideig tartott. A kísérletek „történelmi” értékének megállapításánál nem lehet mérvadó az sem, hogy hány nyilatkozat jelent meg róluk annak idején az újságokban, vagy hogy mennyibe került a rakéta, amely az új égitestet pályára állította.

Másrészt nyilvánvaló, hogy a „világrekordok”, akárcsak a sportban, az űrutatásban sem hosszú életűek. Ha például felsorolnánk a legnagyobb súlyú, a leghosszabb életű, a legmagasabbra felbocsátott, a legbonyolultabb szerkezetű stb. „rekorder”-holdakat, alighanem téves úton járnánk, mert egy-két éven belül valamennyi rekord elévül, és már néhány éves távlatból nézve sem tűnik jelentősnek, hogy például melyik hold érte el először a tízezer kilométeres „rekordmagasságot”. Valamivel időállóbb szempontot érvényesítünk, ha azokat a kísérleteket emeljük ki a sok közül, melyek során *először* sikerült valamilyen minőségileg új technikai vagy tudományos feladatot megoldani. A válogatás természetesen itt is önkényes, hiszen vitatható, hogy melyik eredményt tekintjük mérföldkőnek az űrutatás történetében és nem lehetetlen, hogy egyik-másikról csak később fog kiderülni, hogy az volt. De az alábbi listán szereplő 34 eseménynek legalább a fele vitathatatlanul megmarad történelminek és felejthetetlennek még ötven vagy száz év múlva is, és ez nem is kevés, ha arra gondolunk, milyen ritkák az ilyenek más, többszáz éves múltra visszatekintő tudományokban.

A sorszám után annak a mesterséges égitestnek felbocsátási napja következik, amellyel az illető kísérletet végrehajtották, majd a fellövő ország rövidítését (Szovjetunió = SZU, Egyesült Államok = USA) adjuk meg. (Zárójelben az égitest hivatalos jelölését is közöljük.)

1. 1957. október 4. SZU. Az első mesterséges hold, a Szputnyik-1 (1957 α2) felbocsátása. Egyúttal az első rádiókapcsolat mesterséges égitesttel. A holdacska három hónapig keringett a Föld körül.

2. 1957. november 3. SZU. Először került élőlény (Lajka kutya) földkörüli pályára a Szputnyik-2 (1957 β1) belsejében. Első adatok a tartós súlytalanság élettani hatásaira vonatkozólag.

3. 1958. február 1. USA. Az első amerikai hold, az Explorer-1 (1958 α1) műszerei jelezték első ízben a van Allen sugárzási övek létezését.

4. 1958. május 15. SZU. Az első, napelemekkel táplált, sokoldalú tudományos űrlaboratórium, a Szputnyik-3 (1958 δ2) indítása.

5. 1958. december 18. USA. Az első híradástechnikai közvetítő-állomás a világűrben a Score (1958 ζ1) nevű hold volt.

6. 1959. január 2. SZU. Az első mesterséges bolygó és egyúttal az első holdrakéta, a Lunyik-1 (1959 μ1) indítása. 6000 km-re haladt el a Hold mellett.

7. 1959. augusztus 7. USA. Az Explorer-6 (1959 δ1) volt az első mesterséges hold, amely fényképfelvételeket készített a Földről.

8. 1959. szeptember 12. SZU. A Lunyik-2 (1959 ξ 1) az első földi berendezés egy idegen égitest (a Hold) felületén.

9. 1959. október 4. SZU. A Lunyik-3 (1959 Θ 1) felvételei elsőként hoztak hírt a Hold túlsó oldaláról, egyúttal az első csillagászati felvételek mesterséges égitesten elhelyezett fotokamera segítségével, és az első képátviteli kísérlet kozmikus távolságból.

10. 1960. április 1. USA. Az első meteorológiai hold, a Tiros-1 (1960 β 2) indítása. Összesen 22 952 felhőképet továbbított a Földre.

11. 1960. június 22. USA. Önmagában jelentéktelen indítás, melynek során első ízben helyeztek két kis mesterséges holdat (Transit-2A—1960 η 1 és Solrad-1—1960 η 2) egyetlen hordozórakétával földkörüli pályára.

12. 1960. augusztus 10. USA. A Discoverer-13 katonai hold (1960 Θ 1) kapszuláját sikerült épségben visszahozni. Ez volt az első sikeres távirányított visszatérés mesterséges hold pályáról.

13. 1960. augusztus 12. USA. Az első passzív híradástechnikai hold, egy 30 m átmérőjű léggömb, az Echo-1 (1960 ι 1) felbocsátása. Mint fényes, jól látható objektum később kozmikus geodéziai programokban is nagy szerephez jutott.

14. 1960. augusztus 19. SZU. Az első, teljes egészében, a Földre visszahozott mesterséges hold a Szputnyik-5 (1960 λ 1) volt. Utasai a Sztrelka és Belka nevű kutyák voltak az első élőlények, akik visszatértek a tartós súlytalanság állapotából.

15. 1961. február 12. SZU. A Vénusz-1 (1961 γ 1) volt az első, parkoló-pályáról indított űrrakéta, és egyúttal az első mesterséges égitest, mely egy másik bolygót megközelített.

16. 1961. április 12. SZU. A Vosztok-1 (1961 μ 1) űrhajóban járt először ember a Földtől különböző égitesten, először került tartósan súlytalan állapotba, és *J. Gagarin* volt az első ember, aki a Földhöz viszonyítva az első kozmikus sebességet elérte.

17. 1962. július 10. USA. A Telstar-1 (1962 α 1) segítségével jött létre első ízben rendszeres televíziós közvetítés kontinensek között.

18. 1962. augusztus 11—12. SZU. A Vosztok-3 és 4 (1962 $\alpha\mu$ 1 és 1962 $\alpha\nu$ 1) hajtotta végre az első páros repülést a világűrben. Popovics űrhajója 5 km-re közlített meg Nyikolajevét.

19. 1962. augusztus 27. USA. Az ezen a napon indított Mariner-2 (1962 $\alpha\rho$ 1) volt az első űrrakéta, mely mérési adatokat továbbított a Földre egy idegen bolygó közvetlen közeléből. 34 750 km-re közelítette meg a Vénuszt.

20. 1962. október 31. USA. Az ANNA-1B (1962 $\beta\mu$ 1) az első, kifejezetten geodéziai célú mesterséges hold, előre meghatározott időpontokban felvillanásokkal jelezte helyzetét az égen.

21. 1963. február 14. USA. A Syncom-1 (1963 4A) híradástechnikai hold volt az első, többé-kevésbé sikeres szinkronpályára állítási kísérlet.

22. 1963. június 16. SZU. A Vosztok-6 (1963 23A) utasa V. Tyereskova az első nő űrhajós.

23. 1963. november 1. SZU. Az első, jelentős pályaváltoztatási (manőverező) képességgel bíró mesterséges hold, a Poljot-1 (1963 43A) indítása.

24. 1964. július 28. USA. Az első holdrakéta, amely becsapódása előtt televíziós közvetítést sugárzott a holdfelszínről. A Ranger-7 (1964 41A) összesen 4308 képet közvetített.

25. 1964. október 12. SZU. Az első többszemélyes űrhajó, a Voszhod-1 (1964 65A) felbocsátása. Utasai V. Komarov, K. Feoktyiszov és B. Jegorov voltak, utóbbi kettő az első nem hivatásos repülő, aki űrhajóban utazott.

26. 1964. november 28. USA. Ezen a napon indult hosszú útjára a Mariner-4 (1964 77A) űrrakéta, mely első ízben közvetített fényképfelvételeket egy idegen bolygó közeléből. 1965. július 14-én 9850 km-re közelítette meg a Mars bolygót és 21 fényképet készített felszínéről.

27. 1965. március 18. SZU. A Voszhod-2 (1965 22A) utasa, A. Leonov az első ember, aki az űrhajót a világűrben elhagyva űrsétát hajtott végre. Az űrséta tíz percére Leonov önálló mesterséges holdként keringett a Föld körül.

28. 1965. november 16. SZU. Az ezen a napon indított Vénusz-3 (1965 92A) űrrakéta az első mesterséges égitest egy idegen bolygó felületén. 1966 március 1-én csapódott be a Vénusz bolygóra.

29. 1965. december 4 — december 15. USA. Az első, manőverezéssel végrehajtott űrrandevú a Gemini-6 (1965 104A) és a Gemini-7 (1965 100A) között jött létre. A maximális megközelítés 25 cm volt.

30. 1966. január 31. SZU. A Luna-9 (1966 06A) hajtotta végre az első fékezett „sima” leszállást egy idegen égitesten. Együttal első ízben működtek mérőműszerek egy idegen égitest felületén és továbbítottak onnan fényképeket. (Holdatérés időpontja: február 3).

31. 1966. február 22. SZU. A Kozmosz-110 (1966 15A) belsejében tartózkodtak élőlények első ízben tartósan a van Allen övezetben. Az utasok a Veterok és Ugoljok nevű kutyák voltak.

32. 1966. március 31. SZU. A Luna-10 (1966 27A) volt az első mesterséges égitest, melyet sikerült a Hold körüli pályára állítani. Együttal az első eset, tudomásunk szerint, hogy a Naprendszer egyik holdja körül hold keringett.

33. 1966. július 18. USA. A Gemini-10 (1966 66A) űrhajót július 19-én sikerült az Agena-10 célrakétához keringés közben hozzáerősíteni, majd annak hajtóműveit beindítani. Ez volt az első összekapcsolás és tankolás a világűrben.

34. 1966. augusztus 10. USA. A Holdról mesterséges holdjai közül a Lunar Orbiter-1 (1966 73A) továbbított első ízben fényképfelvételeket a Földre.

Csillagászati eredmények az űrkutatás eszközeivel

Az űrkutatás korában elavult az a régi meghatározás, mely szerint a csillagászat közvetlenül hozzáférhetetlen, befolyásolhatatlan égitestek megfigyelésével foglalkozik. Az első években még nem látszott közvetlenül, hogy ez a változás a csillagászat bizonyos területeinek átalakulását vonja maga után, mivel azt a közeget, amelyben a mesterséges holdak méréseiket végzik, általában nem számítják a csillagászat területéhez. (Bár a meteorkutatásban például elég hamar bebizonyosodott, hogy mesterséges meteorok létrehozása magaslegköri kutatórakéták segítségével hatásosan egészíti ki a természetes meteorok megfigyelésének klasszikus csillagászati eljárását.) A döntő fordulat akkor következett be, amikor az űrrakéták a Holdra, Marsra és Vénuszra vonatkozó közvetlen mérési adatokat kezdtek továbbítani a Földre. Ezek az új információk forradalmasították a korábban kissé háttérbe szorult Hold- és bolygókatást, és nyilvánvalóvá vált, hogy hamarosan az űrrakéták lesznek a Hold és a bolygók csillagászati vizsgálatának fő eszközei. Emellett ugyanezekben az években kerültek a bolygók a nagy földi radarberendezések hatókörébe is, és a csillagászati kísérletként a bolygó felé küldött rádióhullám szinte ugyanakkora jelentőségre tett szert, mint lényegesen költségesebb testvére, a bolygóközi űrrakéta. Elég talán, ha a csillagászati egység km-ekben mért értékének radarcsillagászati meghatározására utalunk, mely egy korábbi, több évtizedes, egyedülállóan nagyszabású nemzetközi csillagászati kooperáció eredményét multa lényegesen felül, néhány hónapi kísérletező munkával.

Minderről a Csillagászati Évkönyv különböző kötetei a maga idején részletesen beszámoltak már, a tíz év valamennyi csillagászati eredményét szükségtelen lenne újra ismertetni. 1966—67-ben azonban minőségileg új szakasz kezdődött ebben a folyamatban: a Holdra telepített, illetve a Hold körül keringő megfigyelőállomások megkezdték a Hold felszínének és talajának részletes és rendszeres vizsgálatát. Ezzel lényegében a földi távcső, mint Galilei óta a holdfelszín vizsgálatának fő eszköze, elvesztette jelentőségét. A Holdat figyelő csillagászok napjainkban szinte kizárólag az űrkutatás által szolgáltatott adatok és fényképek feldolgozásával, értelmezésével foglalkoznak. (Könnyen lehet, hogy az elkövetkezendő évtizedekben hasonló sors vár más területek csillagászati szakembereire is.)

E cikk írásának időpontjáig (1967. március) két szovjet és egy amerikai laboratórium működött a Hold felszínén (Luna-9, Luna-13

és Surveyor-1) illetve 3—3 keringett körülötte (Luna-10, 11, 12 és Lunar Orbiter-1, 2, 3). Ezek közül a Luna-10 és 11 kivételével valamennyi közvetített képeket a Holdról; egyrészt közelképeket, melyeken milliméteres részletek is látszanak, másrészt áttekintő felvételeket 20—100 km holdfelszín feletti magasságból. Ezenkívül a mágneses tér és a gamma sugárzás mérése, továbbá még néhány speciális kísérlet egészítette ki ezen holdlaboratóriumi programját.

Az új korszak a Szovjetunióból felbocsátott *Luna-9* sima holdatérésével kezdődött 1966. február 3-án. A közvetlen környezetéről visszاسugárzott képeken 1—2 mm-es részletek is felismerhetők. Mivel panorámázás közben a berendezés mintegy 9 cm-rel arrébb csúszott, kiválaszthatók olyan felvételek, melyek sztereoszkopikus hatásúak. Így a környezet, az Oceanus Procellariumban a Cavalerius kráter vidéke modellezhető, teljes egészében rekonstruálható volt. A



19. ábra. A *Surveyor-1* lába alig süppedt a holdtalajba

képek szovjet kiértékelői háromféle alkotóelemet különböztetnek meg:

1. néhány cm-es bemélyedéseket, átmérőjük 4—6-szor nagyobb mélységüknél;

2. lineáris struktúrákat, melyek hossza legfeljebb centiméternyi;

3. különálló, legfeljebb 20—25 cm-es köveket. Ez utóbbiakból a környező 50 m²-nyi területen 150 számlálható össze. A kövek többnyire emelvényyszerű kiemelkedéseken „ülnek”, ami arra mutat, hogy a Hold felszíne kopik. Nincs tisztázva még, hogy milyen jellegű ez az „erózió”.

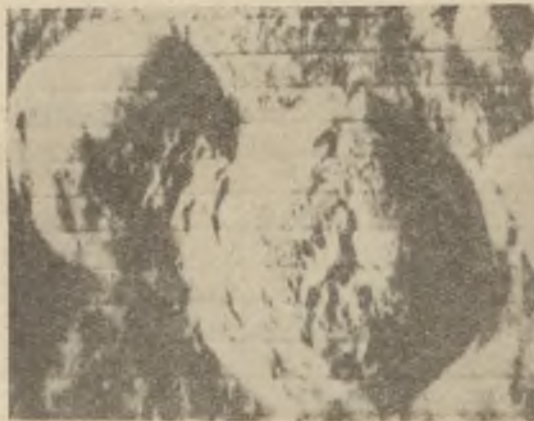
A *Luna-10* 1966. április 3-án kezdett keringeni a Hold körül és május 30-ig adott rádióan keresztül információkat a Hold körüli térség különféle jellemzőiről. A Hold gyenge mágneses tere alig múlja felül az interplanetáris térét és a mérés idején mindössze 15—30 gamma között változott. A mikrometeorok sűrűsége viszont nagyobb a világűrben



20. ábra. A Surveyor-1 képeiből összeállított mozaik a holdfelszínről

szokásos értéknél. A felszín gamma-sugárzásáról megállapította, hogy az hasonló a földi kőzetekéhez.

Amikor a Surveyor-1 június 2-án Holdat ért — 800 km-re attól a helytől, ahol a Luna-9 áll — lényegében a már ismert jellegű holdfelszínt találta. A Földre sugárzott 11 150 televíziós kép közül csillagász szempontból külön érdekesség az a felvétel, amely a látóhatár alá süllyedt



21. ábra. A Lunar Orbiter-1 egyik felvétele a Hold túlsó oldalán, két kráter átfedését mutatja

Nap koronáját mutatja a horizonton (26. ábra). Betájolási céllal fénykép készült a Sziriuszról is. Ezek voltak az első csillagászati felvételek egy, a Holdon működő „obszervatórium” műszereivel. Érdekes még egy mellék kísérlet negatív eredménye: a hét alkalommal kis fúvókákon kiáramoltatott nitrogén-gáz semmiféle port nem kavart fel a Surveyor-1 környezetében. (Bár lehet, hogy a felső por-

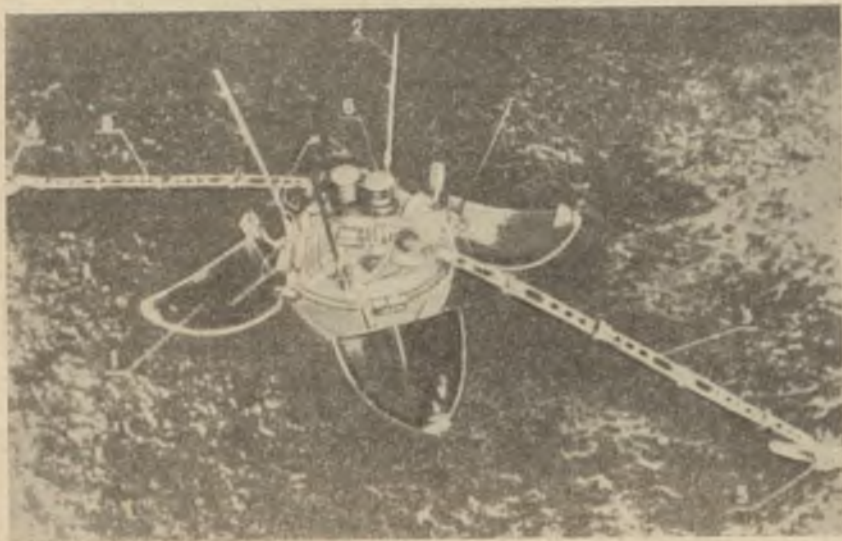
réteget előzőleg, leszállás közben a fékezőrakéták kiáramló gázai szétfújták már.)

Az első amerikai holdszputnyik, a *Lunar Orbiter-1* augusztus 14-én állt pályára. Noha a két fotokamera közül csak az egyik, a kisebb felbontóképességű működött, a képek elárulták a holdfelszín néhány általános jellegzetességét:

1. a Hold lényegesen dinamikusabb, mint korábban gondolták; a vulkáni tevékenység és geológiai vetődés szerepe letagadhatatlan felszínnek kialakításában;

2. a Hold túloldala durvább szerkezetű, erősebben tagolt, űrhajók leszállására kevésbé alkalmas.

Nem a fényképezés, hanem maga a pálya és annak változása vezetett a Hold alakjának (tulajdonképpen gravitációs potenciáljának) jobb megismerésére. A képek visszasugárzására használt méteres átmérőjű parabolikus antennák működése közben a holdacska radiális sebessége 2 cm/mp pontossággal mérhető volt; ebből helyzetét adás közben ± 30 m pontossággal lehetett bemérni. A részletes pályaanalízis szolgáltatta a gravitációs potenciál eddig teljesen ismeretlen $C_{3,0}$ koefficiensét, mely a földinék mintegy negyvenszerese (0,0001). Amennyiben a gravitációs tér eltérése a centrálistól a Hold aszimmetrikus alakjának következménye, a megfelelő alaktorzulás: kb. 400 m-nyi kitüremlés az északi pólus körül, és ugyanekkora belapulás a délin. Ennek eredményeképp a Lunar



22. ábra. A Luna-13, a műszereket tartalmazó libakkal



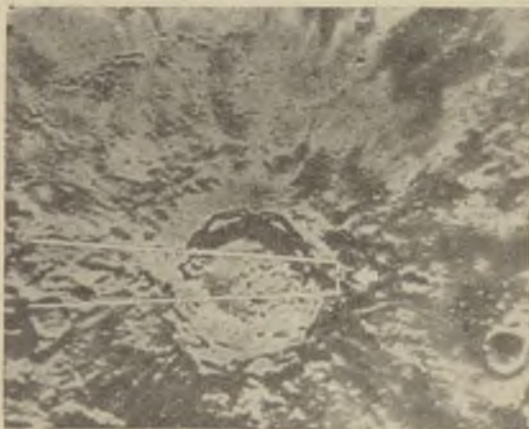
23. ábra. A *Luna-13* egyik felvétele a környező talajról

Orbiter-1 mintegy 8 hónap múlva a holdfelszínbe ütközött volna, azonban már korábban elpusztították, hogy adásai ne zavarják a felbocsátandó Lunar Orbiter-2 követését.

A *Luna-10* mozgásának szovjet kiértékelői is meghatározták a Hold alakját és a gravitációs potenciál különböző koeficienseit (C_{20} C_{21} C_{22} C_{30} C_{32}). Az eredmény szerint a Hold kissé „körtealakú”, az elkeskenyedő rész a Földről nem látható oldal.

Időközben két szovjet szputnyik is keringeni kezdett a Hold körül, köztük a *Luna-12* televíziós képeket is közvetített felszínéről.

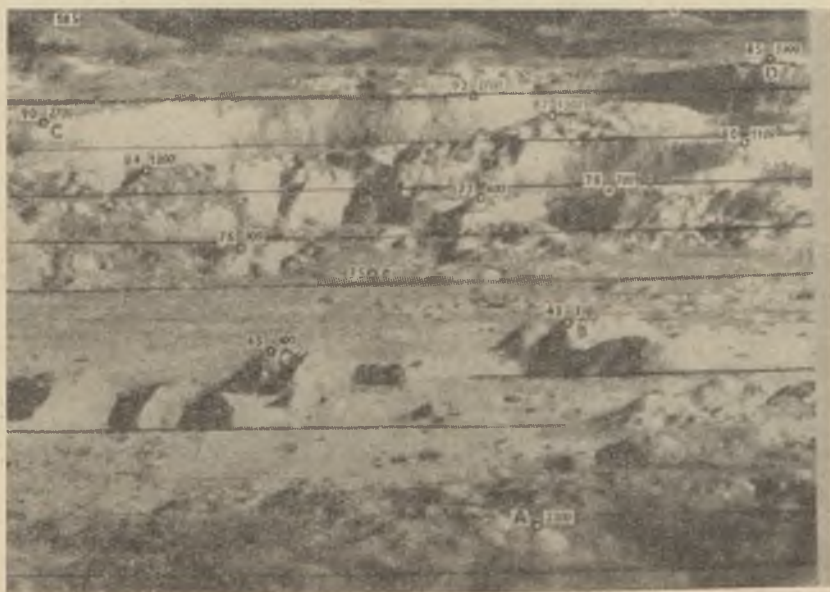
Különlegesen jól sikerült a november 10-én pályára állított *Lunar*



24. ábra. A Copernicus kráter a Yerkes obszervatórium egy régebbi felvételén, bejelölve azt a szektort, amely a következő, *Lunar Orbiter-2* felvételen közelebről látszik

Orbiter-2 útja. A nagyobb felbontóképességű kamera felvételein egy méteres részletek is látszanak. A felvételek közül 184 a már korábban kijelölt, az Apolló űrhajók leszállása szempontjából számításba jövő 13 zónáról készült a Hold egyenlítője környezetében. Ezenkívül többek között fényképezte a túloldal déli félgömbjét is, amely változatos talajú, szokatlan szerkezetű vidéknek bizonyult. A szemünk elé táruló kép — írja egy angol kommentár —

leginkább a chilei Andok hegység lejtőire emlékeztet, a Gemini űrhajókról fényképezve. Mintha folyók által létrehozott eróziót látnánk, deltavidékszerű lerakódással! Ugyanakkor a kráterek talaja olyan, mintha só vagy iszaplerakódás lenne egy kiszáradt tó fenekén. Lehet természetesen, hogy csak megolvadt kőzetekről van szó, de az sincs kizárva, hogy a holdbeli vulkanizmus jelentkezését annak idején erős vízkitörés kísérte. Egy másik képsorozat a Copernicus kráter lejtőin félreismerhetetlenül lávafolyás nyomaint mutatja (25. ábra).



25. ábra. A Lunar Orbiter-2 egyik felvétele a Copernicus kráterről

Az 1967. február 5-én pályára állított Lunar Orbiter-3 még messzebb jutott a Hold egyenlítőjétől, mert inklinációja 21 fok (az előzőké 12 fok körül volt).

Közben 1966 karácsonyára újabb jelentős sikert hozott a holdkutatásban a szovjet Luna-13 holdlaboratórium. (22. ábra.) A Luna-9-től 400 km-re, tipikus „tengeri” vidéken szállt le, ahol 100 km körzetben nincs is semmiféle kiemelkedés. A fényképeken kibontakozó környezet hasonló, mint az előző két esetben, de még nagyobb a szabadon heverő (nem meteorikus eredetű!) kövek száma (23. ábra).

Újszerű méréseket végzett a Luna-13 a talaj szilárdságának megállapítására. Már leszállás közben dinamográf regisztrálta az ütközéskor

fellépő fékezőerő tartamát és erősségét. További két mérőberendezést a Luna-13 kinyúló lábába építettek. Az egyik lábon puskapor elégetésével keltett, ismert nagyságú (7 kg/mp) lökőerő 20–30 cm mélyre lökött egy rudat a talajba. A kísérletet előzőleg a Földön többször elvégezték, és az eredmények összehasonlítása szerint, a Hold felszíni rétegeinek mechanikai tulajdonságai megegyeznek az átlagos sűrűségű Földi talajjal. A másik lábon elhelyezett, bonyolultabb berendezés a sűrűséget mérte közvetett úton, a talajba bocsátott gamma-kvantumok diszperziója révén. A földi kalibrálás szerint a mért intenzitás 1 g/cm^3 sűrűségnek felel meg, ami kevesebb a Hold átlagos sűrűségénél. Végül egy negyedik műszer a korpuszkuváris sugárzás intenzitását regisztrálta, és megállapította, hogy a holdfelszín a beérkező kozmikus sugárzás 25%-át veri vissza. 1967. április 20-án Holdat ért a Surveyor-3 amerikai holdrakéta. Miután egy segédberendezés több alkalommal „árkot ásott” a környező hold-talajba, megállapította, hogy annak sűrűsége $1,5 \text{ g/cm}^3$ körüli.

Kiegészítésül említsünk még meg egy idevágó érdekes kísérletet a *Pioneer-7* amerikai mesterséges bolygóval. Miközben a Pioneer 7 belépett a Hold korongja mögé, a Stanford egyetem 45 m-es parabola antennájával rádiójeleket sugároztak felé. A jelek az oda-vissza úton elhaladtak a holdperem mellett és szóródtak a Hold rendkívül ritka légkörében. A szóródás mértékéből a légkör sűrűségére lehetett következtetni.

Míg az eddigiekben ismertetett eredmények a csillagászat egy régi, klasszikus ágának megújulását példázzák, addig a *röntgensugárzás* néven kizárólag üreszközökkel folyó kutatások valószínűleg a csillagászat teljesen új fejezetét jelentik. A fontosabb eredményekről a Csillagászati Évkönyv folyamatosan beszámolt már, de talán érdemes hangsúlyozni, hogy ebben az esetben feltehetőleg nem egy korábbi terület, például az extragalaktikus csillagászat gazdagodásáról, hanem újszerű objektumokról és ennek megfelelően új tudományágról van szó. Ugyanis már húsz diszkrét röntgenforrás ismeretes az égen, de identifikálásuk többnyire nem sikerült. Még a Crab-köd esetében is bizonytalan, hogy a ködön belül milyen objektum felelős a röntgensugárzásért (neutroncsillag?). Két esetben (Virgo A és Cygnus A) a röntgenforrásokat sikerült ugyan rádiósugárzó galaxisokkal azonosítani, de a többi forrás alighanem más természetű, hiszen galaktikus koncentrációt mutatnak, tehát nem lehetnek mind extragalaktikus objektumok. A leghíresebb röntgenforrások egyike, a Scorpius XI szögátmérője $20''$ -nél kisebb, és viszonylag közel van. Legújabban látszó pozícióját sikerült akkora pontossággal megállapítani, hogy azonosítása lehetővé vált. Eszerint a röntgen-sugárzó csillagszerű objektum leginkább egy egykori novára hasonlít. A Cygnus XI forrás erőssége 1964 óta észrevehetően csökkent, természete ismeretlen. Legújabban felfedezték az általános háttér-röntgensugárzást is, mely folytonos néhány ezertől 10^8 eV-ig. Napjainkban a röntgen-



26. ábra. A napkorona 16 perccel napnyugta után a Holdról nézve. A fehér kör jelzi a Nap helyzetét a felvétel időpontjában. A Surveyor-1 felvétele

csillagászat eljutott a rendszeres megfigyelő csillagászat rangjára, és eredményei indokolttá teszik, hogy a röntgen-megfigyeléseket a jövőben nagyobb műszerekkel, és állandó „felállítású” távcsövekkel a légkörön túlról tovább folytassák.

A közeljövő tervei: távcső a világűrben vagy a Holdon

A fejlődés iránya e téren kettős: egyrészt hamarosan sor kerül *automatikus* csillagászati megfigyelő műszerek földkörüli pályára állítására, másrészt az emberrel közlekedő űrhajók utasai is egyre gyakrabban kapnak csillagászati feladatokat. Az előbbi, automatikus program a léggömbbel szállított távcsövekkel kezdődött (pl. a Stratoscope program, vagy az 1966. november 1-i szovjet kísérlet, melynek során egy léggömb 7,6 tonna súlyú távcsővel 20 km magasra emelkedett). Ezt követték a

magaslégköri rakétafelszállások (főleg Aerobee rakétákkal), a műszerek útközben ultraibolya- és röntgenfényben végeztek megfigyeléseket. Végül az *Orbiting Astronomical Observatory* (OAO) terv keretében 1966. április 8-án földkörüli pályára juttattak egy 20 cm-es tükrátmérőjű távcsövet, mellyel azonban azonnal megszakadt a kapcsolat. A következő OAO hold már 90 cm-es távcsövet visz magával, és fő célja a csillagok spektrofotometriai vizsgálata 1050–4000 Å között +10 magnitúdóig, maximálisan 2,8 Å/mm diszperzióval. Ezenkívül még két OAO hold felbocsátását tervezik.

Ezzel párhuzamosan, különösen az 1966-os *Gemini* program keretében egyre többször került sor csillagászati megfigyelésekre űrhajók fedélzetéről. Elsőnek az állatövi fényt és az ellenfényt fényképezték, majd a Gemini-10 repülése idején *Young* és *Collins* az űrhajóból kiemelkedve, 40 percig készített ultraibolya színeképeket a déli Tejút csillagairól. Mintegy két tucat csillag a felvételeken elég fényesnek bizonyult ahhoz, hogy az ultraibolya energiagörbék kvantitatív elemzését elvégezzék. Hasonló megfigyeléseket végeztek a Gemini-11 és 12 repülése idején is.

Az *Apollo*-terv keretében már nagyobb, 15 cm-es távcsövek felvitelére is sor kerül majd, amelyekkel objektív prizmás felvételek készülnének (370 Å/mm diszperzióval) korai típusú csillagokról. Emellett fontos szerepet kapna a Nap megfigyelése röntgentávcsővel, spektroheliográfal, ultraibolya spektrométerrel stb. Végül röntgenszűrők rendszeres megfigyelését is tervezik.

Felmerül azonban a kérdés, hogy szükséges-e egyáltalán az ember az űrtávcső mellett? Az amerikai csillagászok egy csoportja erre így válaszol: egyre nagyobb számban keringenek űrhajók a Föld körül, az ember űrrepülése (a „manned” program) mindenképpen folyamatban van. Kár lenne éppen a csillagászat részére nem hasznosítani az ebből származó lehetőségeket. Emellett az ember jelenléte — noha kétségtelenül alaposan megdrágítja a kísérletet — sok szempontból előnyös is, például csillagok azonosításánál, az expozíciós idő és a felvétel ellenőrzése szempontjából, vagy olyankor, midőn a program hirtelen módosítására lenne szükség. Ugyanez a csoport számbaveszi az űrtávcső összes lehetőségeit abból a szempontból, hogy kiválassza a legmegfelelőbb felállítási helyet.

Az űrtávcső legfontosabb előnyei a következők:

1. az extinkció kiküszöbölődik, észlelés lehetséges ultraibolyában és infravörösben is;
2. a felbontóképesség jelentősen javul, megközelíti az elméleti értéket. Ez például egy $D=2$ m átmérőjű távcső esetén azt jelenti, hogy 4000 Å körül egy ívmásodperc helyett egytized ívmásodperc a felbontóképesség;

3. az égi háttér mintegy kétszer sötétebb és ugyanakkor állandóbb, mint a Földről a legjobb körülmények között nézve, ami a határmagnitúdót javítja. (Határmagnitúdó szempontjából az űrtávcső hatékonysága D^4 -tel, egy földié csak D^2 -tel nő);

4. gazdaságossági szempontból nem közömbös az sem, hogy a megfelelően elhelyezett űrtávcső éjjel-nappal üzemképes lehet.

A megfelelő elhelyezés azonban problémát jelent. Gyakorlatilag három megoldás képzelhető el:

1. alacsonyan, a sugárzási övek alatt a Föld körül keringő;
2. a van Allen övezeten túl létesített;
3. a Holdon elhelyezett űrtávcső.

Noha a harmadik megoldás valamivel költségesebb lenne, kimutatható, hogy egyedül ez biztosítaná az említett előnyök teljes kihasználását. Ezt könnyen beláthatjuk, ha például arra a nehézségre gondolunk, amelyet egy keringő távcső megfelelő sugárzásvédő-leárnyékolása jelent; a Holdon a védőanyag rendelkezésre áll, s egyúttal a hőszigetelés is könnyen biztosítható. A Hold túlsó oldaláról nézve éjszaka az ég teljesen sötét, 14 napon keresztül a távcső folyamatosan, teljes kapacitással működhet.

A jövő nagy csillagászati célkitűzése tehát az lenne, hogy egy két-három méteres űrtávcső a Hold túlsó oldalán kerüljön felállításra. A végső döntés e kérdésben a hetvenes évek elejére várható és 1980 körül már lehet ilyen obszervatórium a Holdon. A Nemzetközi Asztronautikai Akadémián évek óta foglalkoznak egy nemzetközi holdlaboratórium (LIL) tervével, ez is bizonyítja az elgondolás időszerűségét.

Az űrkutatás második évtizede alighanem jóval gazdagabb lesz csillagászati értékkel rendelkező űrkutatási eredményekben, mint az első volt, és a csillagászat egyre több területén jut döntő szerephez a légkörön túl elhelyezett távcsövek megfigyelési anyaga.

JESSE L. GREENSTEIN³:

AZ UNIVERZUM MEGFIGYELÉSÉNEK LEHETŐSÉGEI

A távcsövek, melyekkel a Világegyetem megfigyelhető részének legtávolabbi mélységeibe hatolunk, a legdrágább tudományos műszerek. Mit jelentenek az ember számára? Mekkora csillagászati beruházásokat tegyünk a következő évtizedekben?

A csillagász nem tehet mást, mint türelmesen várakozik a hozzáérkező információkra, melyek a több millió évvel régebbi időből múltbeli események hírért hozzák hozzánk. Az információk szerzését azonban meggyorsíthatja és intenzívebbé teheti, ha új eszközöket alkalmaz a Világegyetem megismerésére.

Bár a szerző sosem épített vagy tervezett csillagászati távcsövet, a világ legnagyobb műszerei közül csaknem mindegyiket használta; látta a világ második rádiótávcsövet egy rádióamatőr kertjében. Pályafutása során a fényképező lemezekkel való munka tízszeresére gyorsult. A fényelektromos fotométerek egyenként számolják a fénykvantumokat, míg rakéták fedeznek fel más módszerekkel ki nem mutatható röntgen-csillagokat, sőt távoli galaxisok röntgensugárzását. Ballonok hordoznak távcsöveket a spektrum infravörös végének vizsgálatára és rádiófrekvenciás interferométerek hálózatként be fél Angliát.

A szovjet csillagászok infravörös képerősítő csöveket és automatikusan vezérelt távcsöveket fejlesztettek ki. Már napközi pályájukon mozognak a Nap-megfigyelő távcsövek és a jövő ígéretei között szerepelnek a 36''-es, földközi pályán mozgó csillagászati obszervatóriumok. Az öreg csillagászat, a tudományok atyja új szemeket kapott és leg-

³ Dr. Jesse L. Greenstein a Californiai Institute of Technology az asztrofizika professzora. A kaliforniai Mt. Wilson és Palomar obszervatóriumoknál csillagász; a Caltech-ben a csillagászati tanszék vezetője. Fő kutatási területe a csillagok összetétele, az atommagok felépülésének, a nukleoszintézisnek elmélete és a fehér törpék vizsgálata; ezt megelőzően a csillagléggörök kutatásával, rádiócsillagászáttal és a kvazárok fizikájával foglalkozott.

újabbban füle is van. Megnövelte érzékszerveinek teljesítőképességét és ezzel megnövekedtek a megoldásra váró problémák is.

A technikai haladás lehetővé teszi egyre újabb tudományos eszközök létrejöttét. De az optikai és rádiócsillagászok maguk építették eszközeiket, úttörő munkát végezve, mint tudósok, mérnökök és észlelők egyaránt. Valójában az 1930-as években épült 200"-es táveső a Mt. Palomaron az első olyan teleszkóp, melynek tervezésében mérnökök nagyobb szerepet kaptak. Galilei, Newton, Alvan Clark és Bernhard Schmidt maguk készítették távcsöveiket. K. Jansky, G. Reber és újabban a háborús radar-laboratóriumok kitűnő fiatal angol szakemberei maguk építették rádiótávcsöveiket és vevőkészülékeiket. Csak a legnagyobb rádiótávcsövek és az űrhajók műszerei vonják be végérvényesen a ma mérnökét a csillagászat újabb területeire.

Mi az optikai távcsövek fő feladata? Az általánosan elterjedt fel fogással ellentétben igen ritkán nyerünk vele nagyított képet. Ehelyett fényfelhalmozásra használjuk őket. Éppen ezért néhány speciális rendelkezésű távcsövet tiszteletlenül „fénygyűjtő vödörnek” neveznek. Az

emberi szem éjszaka a 7 mm átmérőjű pupillán keresztül nyeri a fényjeleket. A 200"-es reflektor fénygyűjtő területe 500 000-szer nagyobb ennél. Ekkora az ún. „teleszkopikus nyereség”, feltéve, hogy a fényt ugyanakkora kvantumhatásfokkal tudjuk a fényérzékeny felületre átvinni, mint az emberi szemre. Szemünk nem lát többet, mint az első tizedmásodpercben, bármily hosszú ideig néz is az égre. A fotocella viszont perceként át hasznosan felhalmozza a fényt, a fényképezőlemez



27. ábra. A Karl Schwarzschild Obszervatórium 2 m-es Schmidt-távcsöve Tautenburgban (NDK)

pedig akár több órán át is. Igen optimisták volnánk azonban, ha a detektálhatóság határát a teleszkopikus nyereségből és a fényfelhalmozás integrációs idejéből határoznánk meg. A gyakorlatban az így megszabott határ sosem érhető el, mert az égbolt sohasem teljesen sötét.

A Föld felső légköre változó intenzitású spektrumvonalakat és molekuláris kontinuumot emittál. A Naprendszer port is tartalmaz, amely körülveszi a Föld pályasíkját és a Nap közelében igen erősen fénylik; ez okozza az állatövi fényt. Következésképpen minden csillagászati objektumot (pontoszerűt vagy kiterjedt felületet) ezen égi háttérhez képest kell kimutatni és e háttér mindig legalább annyira fényes, mint a teleholdas éjszakai megvilágítás századrésze. Ezenkívül, igen szerencsés helyzetű obszervatóriumokat kivéve, a városi világítás is egyre erősebb forrása az alsóbb légkörben szóródó fénynek. Ha a halvány csillagokról származó fénykvantumok beérkezési üteme elég lassú a földi légkörből származó fénykvantumokéhoz képest, annyira, hogy az utóbbiakat zajnak tekinthetjük, akkor az érkező fényt egy bizonyos „háttérzajhoz” képest kell kimutatnunk és a detektálhatóság határát a jel/zaj viszony szempontjából kell megvizsgálunk. A zaj a rádiójelek vételét is meghatározza.

Kiterjedt objektumok, mint pl. gázködök vagy extragalaxisok fényképezése nemcsak a távcső nyílásától (apertúrájától), függ, hanem a nyílászviszonytól is. Régebben a refraktorokat $f/15$ arányúra építették. Mindenki, aki valaha is fényképezett, meg tudja ítélni, hogy ez igen lassú eljárást tesz csak lehetővé. Lehet építeni tükrös távcsöveket (reflektorokat) $f/2-f/6$ primér nyílászviszonnyal, csillagászati célra. $f/4$ esetén kékre érzékeny lemezen az expozíció határa mindössze csak 20 perc, sötét égi háttérrel feltételezve; a további expozíció már csak a háttér sűrűségét növeli. Ezért gyenge fényforrásokat adott apertúra mellett jobban kimutathatunk, ha nagyobb fókusz-távolságot választunk és növeljük az expozíció idejét.

A természetet még egyéb akadályról is gondoskodik. Valamennyiünk számára igen ismerős a légkör nem állandó volta és turbulenciái. Ez okozza, hogy a pontoszerű fényforrások képe folttá terebélyesedik. Ezen túlmenően a kép élessége is igen érzékenyen változik az idő folyamán. A talajhoz közeli mikroklimatikus viszonyok, továbbá meteorológiai jelenségek is, mint pl. széláramlatok, levegőturbulenciák és viharfrontok mind befolyásolják a kép minőségét. Szerte a világon a legjobb éjszakai „átlátszósági” viszonyokat lapos hegytetőkön találjuk 5–10 000 lábnyi magasságban, száraz óghajlatnál. A széljárás alacsony, nincs por és kevés a felhő. Észak- és Dél-Amerika nyugati partvidékének egyes részei ismeretesek jó helyzetükről. Dél-Afrika, néhány Csendes-óceáni sziget magas hegyekkel, melyek a felhők fölé nyúlnak, ezenkívül néhány magas és viszonylag száraz európai hegyvidék, ahol a látási viszonyok

egyéb helyi okokból kifolyólag jók, ugyancsak kedvezők megfigyelési célokra.

A legjobb éjszakai látási viszonyok esetén 0,3—0,5'' nagyságú képek mellett egy tízezred foknyi feloldás érhető el. Átlagosan jó látási viszonyok esetén, jó helyzetű obszervatóriumban — pl. a legjobb kaliforniai obszervatóriumokban — közel 1'' a feloldás. A rossz látási viszonyok néha hihetetlenül rosszak; nem irigylésre méltó tapasztalat az, ha egy felhőtlen éjszakán 10'' nagyságú képeket kapunk. Ha nagyok a képek, kicsi a feloldás és kicsi a jel/zaj viszony is. Ha a távcsövön spektrográf is van, csakis ennek résszélessége határozza meg a belépési apertúrát és a többi fény elvész. A nagy felbontást igénylő munkáknak tehát nem az égi háttér sugárzása, hanem az expozíció céljára rendelkezésre álló maximális időtartam szab határt. Halvány csillagok fényképezésének, fotoelektromos fotometriájának és primér fókuszos vagy coudé-spektroszkópiájának minden követelményét ki lehet egyetlen műszerrel elégtíteni. Egy olyan óriás távcső, mint pl. a 200''-es, közel $f/4$ -es nyílásviszonnyal (primer fókusz) épült fotografikus célokra, fotoelektromos megfigyelésre és halvány objektumok spektroszkópiájára, változtatható műszerállásokkal és nyílásviszonyokkal. Így például használható $f/9$ -es nyílásviszonnyal a leghalványabb objektumok fényképezésére, $f/16$ -os nyílásviszonnyal infravörös megfigyelésekre, spektrofotometriai vizsgálatokra és képcsöves spektroszkópiára. Egy igen nagy coudé-spektrográfja is van a műszer $f/30$ -as fókuszában elhelyezve.

Mi az optikai csillagászat jövője? Milyen változások várhatók a távcsövek tervezésében? Meddig nagyobbodnak még az optikai távcsövek? Milyen hatásuk lesz majd az újfajta fényérzékelő és segédberendezéseknek?

A szokásos parabolatükrök látómezeje igen korlátozott. A fényképezőlemezen csak kb. 1'' hosszúságról kaphatunk valóban éles képet a 200''-es távcső primer fókuszában. Az ún. *Ritchey—Chretien* elrendezés $f/8$ nyílásviszonnyal szélesebb látómezőt biztosít, 20—30 ívperc terjedélemmel. Korrekciós lencserendszerrel a parabolatükrök látómezeje is megnövelhető 20 ívperenyire, a *Ritchey—Chretien*-rendszere (*Kit Peak 84''*-es távcsöve az utóbbi típusú) pedig 60 ívperenyire is. A Schmidt-távcső görbült felületű lemezen 7°-nyit képez le jól; a Palomar-hegyi Schmidt 48 inch apertúrájú $f/2,5$ nyílásviszonyú, az NDK-beli tautenburgi Schmidt-távcső 53 inch-es, nyílásviszonya $f/3$; jelenleg ez a két legnagyobb nagylátószögű műszer. A Szovjetunió nagylátószögű objektív prizmás műszereket épített, hogy több csillagról egyidejűleg kis diszperziójú spektrumokat nyerhessenek.

Jelenleg rendkívül nagy érdeklődés nyilvánul meg a hagyományos, nagy parabolatükrök építése iránt, 1965-ben egy nemzetközi konferencián 10 darab 3 méteres (118''-es) apertúrájú műszer terveit vitatták

meg. A szovjet 240''-es a kanadai és a Kitt Peak obsz. 150''-es, továbbá az ESO (European Southern Observatory) 140''-es távcsövei vannak a legelőrehaladottabb állapotban; Európában építés alatt van 3 másik távcső és még két vagy három a déli félgömbön is. Egyik tervezetben sem komoly kíváncsalom a sokkal nagyobb távcső. Míg az olvasztott kvarc üveget kisorsították a kis expanziójú pirex üveg, 150''-nél nagyobb kvarc-üveg távcsövet nem készítettek. 300''-nél nagyobb átmérőjű tükrök és a hozzájuk tartozó hatalmas szerelések szállítása valószínűleg nem is lehetséges, hacsak nem tengeren vagy légi úton; hegyvidéken ez igen bonyolult lehet. Hegyvidéken felállítandó 400''-es távcső esetében magán a hegyvidéken felállítandó gyárkomplexus kínálkozik, egyetlen lehetőségként.

Ezenkívül az igen nagy távcsövekkel nyerhető információ-többlet üteme lassú a nagy távcsövek építési-költség növekedéséhez képest. A távcső és kupola tőkeköltségei durván az apertúra négyzetével arányosak; a fejlesztési költségek a felállítás helyétől és az obszervatórium lakott területektől való távolságától függenek.

A segédberendezések költségei pedig az észlelő csillagászok becsapóvágának függvényei!

A jól értesült csillagászati közvélemény egyetért abban, hogy 150—200'' közötti méretű távcsövek a leghatásosabbak és hogy most a leg sürgetőbb nagy műszerek felállítása a déli félgömbön.

Az égboltnak kb. 40 százaléka az északi félgömből nem látható. Így többek között a hozzánk legközelebbi két extragalaxist, a Magellán-felhőket sem tudjuk megfigyelni. Pedig az extragalaxisok kutatásában, rádiógalaxisok identifikálásában és extragalaktikus rendszerekben levő fényes változó csillagok és egyéb objektumok tanulmányozásában nagy előrehaladást jelentene, ha néhány éven át megfigyelhetnénk a Magellán-felhőket. A végeél, hogy az extragalaktikus távolság-skáláról való ismereteinket pontosabbá tegyünk. Érdekfeszítő csillagok, saját Tejútrendszerünk középpontja, szerkezete és rotációja mind olyan problémák, melyeket érdemes volna tanulmányozni a déli félgömbön is nagy távcsövekkel, ahogy ez már az északi félgömbön 50 éve folyik. Szerencsére, néhány nemzetközi vállalkozás olyan fokra jutott már, hogy gyors előrehaladás várható tőle. Inkább a tapasztalat sugallja tehát, mint a maradiság, hogy a nagy távcsövek nem válnak hamarosan divatjanulttá.

Még ha a hatalmas költségeket nem vesszük figyelembe, akkor is reménytelen a földhöz kötött csillagászat, e régi tudomány, relatív teljesítményét az űrkutatás lehetőségeivel összemérni. A kettő kiegészíti egymást. Nyilvánvalóan esztelenség volna fárasztó buzgalommal azt tekinteni egyedüli célnak, hogy egy nagy távcsövet juttassunk Föld körüli pályára, amelyet az időjárás és a rossz látási viszonyok nem befolyásolnak és amely vizsgálatokat végezhet a távoli infravöröstől az

ultraibolyáig. De ugyanolyan esztelen volna tagadni a kísérleti műszerek hasznosságát. Mióta a rádió- és röntgen-forrásokat felfedezték, biztonságosabb, ha szerények vagyunk, ami a Világegyetemről való ismereteink kimerítő voltát illeti. Nyilvánvalóan lesznek még meglepetések.

De vajon az újfajta érzékelőberendezések elavulttá teszik-e avagy módosítják-e a nagy földi távcsövek tervezésének alapelveit? A legismertebb modern segédberendezések a fotocella és az elektronsokszorozó 0,3–1 mikron tartományban és az infravörös detektorok 1–3 mikronig. Ezeket könnyen rá lehet szerelni meglévő távcsöveinkre. Az infravörös spektrum további része, mely a földi légkör abszorpciója következtében létrejött „ablakokon” keresztül válik láthatóvá, most 14 mikronig nyúlik és itt a távcsőtől származó termikus sugárzás (10 mikron körüli csúcsintenzitással) már speciális óvatossági rendszabályokat vagy akár új megoldásokat igényel. A rádiófrekvenciás spektrum 1 mm-es hullámhosszig terjed már, itt mélyhűtött szilárd halmazállapotú érzékelőt használnak; nyilvánvalóan igen komoly termikus problémákat jelent ez. Valójában az igen precízen kialakított felületű nagy parabolatükrök, egészen 360 inch átmérőig, amelyeket a rádiócsillagászat használ, jobb teljesítményeket nyújtanak, mint az optikai távcsövek.

Általános és sokkal komolyabb problémát jelent a képerősítőcsövek használata a 0,3–1 mikron tartományban. Az infravörös sugárzással kapcsolatos, katonai célokra feltalált erősítő igen hasznosnak bizonyult a csillagászatban, mivel a fényképezőlemez 0,7 mikron alatt már egyáltalán nem hatásos. A legutóbbi években több fokozatú képerősítők kezdtek meg működesüket Angliában, Franciaországban, az Egyesült Államokban és a Szovjetunióban. Bár a látómező viszonylag kicsi és az információtöbblet is elég szerény, a detektált fotoelektronok száma csak a teljes fotonfluxustól függ, míg a fényképezésnél a terület-egységenként előhívható ezüstszemcsék száma a nyílásviszonytól függ. Vagyis azok a távcsövek és spektrográfok, ahol a fényképfelvételt majd a képerősítőcső helyettesíti $f/9$ -nél kisebb nyílásviszonyúak kell, hogy legyenek, hogy a még elég kis szögfelbontást kompenzálni lehessen. A spektrográfok tervezése tehát módosul, de nem alapvetően. Az információtöbblet, mely a képerősítőcsövekkel egységnyi expozíciós idő alatt nyerhető, az alacsony kvantumhatásfokú lemezekhez képest kb. tízszeres. Mindamellet a képerősítőcsöves technika fotometriai pontossága még kétséges; pl. nem lehet pontosan kivonni az égi háttérrel. Több esatornás spektrométerek épülnek mostanában, vonalas spektrumok energiaeloszlásának mérésére halvány csillagokban és galaxisokban.

A rádiócsillagászat hatalmas mértékben megnövelte a tágabb Világegyetemről való ismereteinket. A rádiógalaxisokon és quasárokon kívül, melyeknek igen nagy a vöröseltolódása, hozzánk közelebbi objektumok — mint pl. a szupernova maradványok is — azt tanúsítják, hogy



28. ábra. 83 láb átmérőjű parabolikus rádiótávcső
a Stockert-hegyen (NSZK)

és kozmikus elektronok formájában. A csillagászok számára ismerősek a nagy számok, de ezek a számok mégis megdöbhentők. A Nap teljes nyugalmi tömegének megfelelő energia 10^{54} erg-et jelentene és ha teljes mértékben termonukleáris fúzió menne végbe benne, az 10^{52} erg-et adna. Egyes rádióforrásokban foglalt energia pedig olyan mennyiségű, ami egy teljes galaxis nyugalmi tömegével ekvivalens.

Rádiócsillagászati megfigyelések számára ideális eszköz a minden irányban mozgatható parabolatükör, ha nem volna a kis szögfelbontáshoz képest mégis hatalmas szerkezet. Pl. az ausztráliai Parkesban levő 210 lábnyi paraboloid, amely 6 cm-es hullámhosszon dolgozik, 4 fvéperces diffrakciós képet ad, ez a Hold átmérőjének nyolecadrésze. Sokkal rövidebb hullámhosszakon nem tud nagy hatásokkal működni. Bár az ilyen eszközök használata volna a legegyszerűbb, de sokkal nagyobb méretben nem építhetők, a rövid hullámhossz miatt.

gyakoriak a heves robbanások az igen változatos csillagászati objektumokban. Manapság a csillagászat szorosan összekapcsolódik a kozmikus sugárzás fizikájával, mivel ismertté vált, hogy a nagy energiájú elektronok közönséges melléktermékei az ilyen robbanásoknak. A mágneses erővonalak körül csavarvonalon mozgó, közel fénysebességű elektronok az okai a rádiógalaxisok és a quasarok rádiósugárzásának és a Rák köd optikai sugárzásának. Bár sok minden kétséges még, de az aligha vitatható, hogy 10^{60} és 10^{64} erg nagyságrendű energiák vannak jelen ezekben az objektumokban mágneses mezők alakjában

Az optikai csillagászzal ellentétben a rádiócsillagászat terén jó egyensúly áll fenn az északi és déli félgömb között. Az ausztráliai és a brit rádióobszervatóriumok megosztották egymás között az 1947. utáni évek hirtelen fejlődésének úttörő munkáját. A Magellán-felhők szerencsésnek mondható viszonylagos közelsége lehetővé tette interasztelláris hidrogéntartalmuk részletes vizsgálatát, továbbá saját Tejútrendszerünk rotációjának behatóbb vizsgálatát is. Mindkét félgömbön helyes volna még nagyobb kormányozható (forgatható) paraboloidok felállítása is, ha elfogadható áron lehetne felépíteni őket. Az USA-ban műszaki tanulmányokat folytatnak 600—800 láb méretű távcsövekkel kapcsolatban, a védő antennaburkolatot is beleértve.

Az egyetlen paraboloid használatára irányuló törekvés onnan ered, hogy már alkalmaztak nagy területen szétszórót kisebb antennákból való paraboloidokból álló speciális elrendezéseket. Ezeket a többszörös antennarendszerű bonyolult tervezésű interferométereket körülményes üzemeltetni, de a legnagyobb felbontást szolgáltatják az adatok megfelelő számológépi feldolgozása után.

A Cambridge-csoport sikerrel épített nagyobb méretű és még leleményesebb szerkezetű interferométereket is és „apertúra szintézises” készülékeket, nagy területen szétszórót mozgatható műszerekből. Nancay-ban (Franciaország), Szerpuhovban (SZU) és Sydneyben kereszt alakban felállított antennarendszerek vannak és terveket dolgoztak ki egy hasonló nagyságú európai kereszt antenna hálózatra is, nemzetközi kooperáció keretében. Antennaláncok terjednek Anglián át a Manchester csoport üzemeltetésében pl. rendkívül kicsi a szögátmérőjű quasarak vizsgálatára.

Milyen egyéb követelmények és speci-



29. ábra. A kilométer hosszú óriási Mills-kereszt rádiótávcsöve Szerpuhovban (Szovjetunió)

ális problémák lépnek fel a rádióantennák építésével kapcsolatban? Az egyik a hatalmas méretek kérdése és a gyorsan változó tudományban egy versenyképes konstrukció fenntartásának költségei.

Modern segédberendezéseket feltételezve, az optikai távcsövek 50 év múlva is hasznosak maradnak, de egy nagy 10 éves rádiótávcső már alig használható. A szerző jobban ismerős az USA tervezésével, ahol a Whitford Reportban közölt tízéves költségbeelés 66 millió \$ volt, mint a rádiótávcsövekre fordítandó kívánatos összeg. Hasonló képet nyerünk az

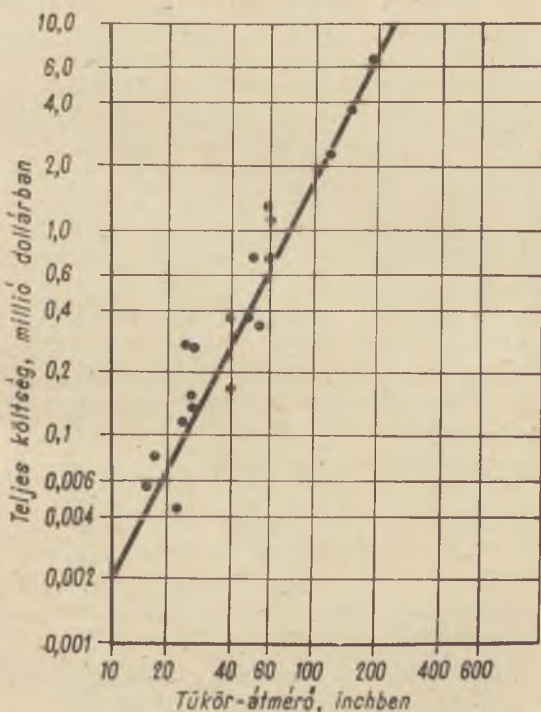


30. ábra. Több antennás rádiótávcső Nançay-ban (Franciaország)

optikai csillagászat terén is; itt vagy 4 darab 200''-es távcső vásárlása vagy egyetlen 36''-os űrben mozgó orbitáló távcső kifizetése között kell dönteni. Nincs elfogadott alap arra, hogyan bírálja el egy külső szerv a tárgyi értékeket, ha ilyen nagy terjedelmű költségekről van szó, vagy hogyan lehet megfelelő döntést hozni a tudományban jelentkező konkurrens igények között.

A pénzkérdés és az anyagiak alapját képező gazdasági erkölcsök egyre növekvő mértékben irányítják a kozmológia haladását. Tehetős mecénások durván érdemükön alul díjazták a reneszánsz művészeket; Galilei és Newton bizonyos értelemben az Államot szolgálták ki. A nyugati demokráciákban az utóbbi időkben az adófizető polgárok előtt, akik

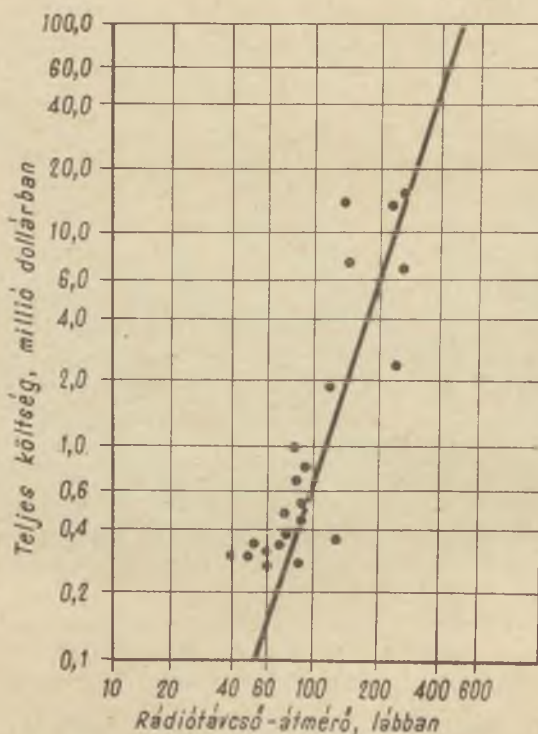
a tulajdonképpeni kiadásokat fedezik, azt hangsúlyozzák, hogy milyen kézzelfogható módon járul hozzá a tudomány az iparhoz, az egészségügyhöz, a háborús előkészületekhez; ilyen módon igazolják a ráfordított kiadásokat. Milyen lehetséges igazolást találhat a közvélemény előtt a csillagászat a sok égetően szükséges új műszer számára? Mennyire támogassuk az egyetemi hallgatókat és a fiatal tudósokat? Hiszen még a leggazdagabb országokban is sokkal gyakorlatibb szükségletek hosszú listáját lehetne előbb felsorolni; mint pl. az egészségügyi ellenőrzés és a



31. ábra. Optikai távcsövek költségeinek növekedése az átmérő függvényében

születésszabályozás kérdése, a városok felújítása, a szállítási problémák, a környezet radioaktív fertőzésének megelőzését célzó mérések, a genetikai tökéletesedés vizsgálata és a lakáskérdés. Milyen intellektuális vagy erkölcsi mércén kell a rádiótávcsövek hatalmas acél pókhálóit, a távcsövek tükeit és az elektronikus berendezések jogosultságát lemérni?

A legújabb törekvések szerint, egy tudományág értékének elbírálásában, az általánosan elfogadható kritériumok magukban foglalják a következőket: megérett-e már az idő valami jelentős előrehaladásra az illető tudományban; mennyire fontos a tudományág más tudományok szempontjából; továbbá, hogy milyen új ismereteket jelent a nem tudománnyal foglalkozók számára. A csillagászat mindhárom szempontból igazolni tudja a tudósokból és laikusokból álló külvilág előtt, hogy miért bízunk jövőbeli terjeszkedésében.



32. ábra. Rádiótávcsövek költségeinek növekedése az átmérő függvényében

Történetileg természetesen a csillagászat alapvető jelentősége az volt, hogy segítette a primitív mítoszok és a primitív tudományból származó teológiai maradványok lerombolásában.

A csillagászat történetéből sok olyan felfedezést lehetne példaképp felhozni, amelyek alapvető hatással voltak arra, hogy miképp ítéli meg

az ember saját fontosságát a világban. Ilyen pl. a Kopernikusz-féle világkép, a csillagok távolságának skálája, saját Napunk jelentéktelen voltának és annak felismerése, hogy nem foglalunk el központi helyzetet a milliárdokkal mérhető térben és időben.

Az ember olyannyira degradálódott saját méreteit, központi szerepét és önbizalmát illetően, hogy érdeklődése manapság gyakran fordul lehetséges származásának és jelentőségének problémája felé, még ha pusztán materiális síkon is. Remélhetjük, hogy szelleme semmiképpen nem lett alábbvaló fizikai jelentéktelenségének felismerésével. Ebben az összefüggésben benne van, hogy a kicsiny emberi szem, melyet mechanikai, optikai és elektronikus segédeszközök is támogatnak, joggal kutatja a hatalmas méretű, bennünket környező Univerzumot.

A jelenlegi alapvető tudományos „magyarázatokban” két fő gondolatmenetet lehet kimutatni. Az egyik a komplex szellemi és biológiai folyamatok visszavezetése molekuláris és fizikokémiai folyamatokra. A másik, az anyagban lejátszódó jelenségek visszavezetése egyszerű matematikai képletekkel kifejezhető törvényszerűségekre. Magyarázatot kell találnunk az elemi részekre, az atommagok és atomok közt ható erőkre, világunk szerkezetére, egész felépítésére. A valóságnak e fizikai magyarázatában a csillagászatnak fontos feladatok jutnak. A legtöbb ember számára a galaxisokból álló Világegyetem mai állapota korának és nagyságának kérdése, és az, hogy miből áll, akkor is érdekfeszítő marad, ha ezzel kapcsolatban nehezen megmagyarázható fogalmak vetődnek fel. Az általános relativitáselmélet, a vöröseltolódás és a galaxisok expanziója, a csillagok kisugározta energia, a csillagok és atommagok kialakulásának látszólag egy vonalat követő természete — egy sereg olyan gondolat, amely évek óta folyamatos párbeszédet tart fenn a tudósok és a nagyközönség között. Meglepően nagy a jó, sőt éppen kiváló népszerűsítőik száma.

A Világegyetem „egészét” megvilágító magyarázatok népszerűek, de igen nagy mértékben csak következtetések és ismereteink bővülésével együtt meg is változhatnak. A megfigyelő csillagászat adatainak fizikai interpretációja komoly elméleti kérdéseket rejt magában. Még több tudáshoz segítő eszközre és információra van szükségünk, az Univerzum még sok problémát jelent. Meglepő fordulatok is bekövetkezhetnek, amint pl. a távolság-skála esetében is történt; a Világegyetem távolság-skálája tízszeresére nyúlt meg ahhoz képest, amekkorának 40 évvel ezelőtt gondolták.

A rádiócsillagászat ma már „érett” tudomány. Rádióforrások listáit, pontos pozícióit és fényességeloszlásait szolgáltatja. Néhány száz rádióforrás az optikai azonosítás után galaxisnak bizonyult, kb. száz pedig quasarnak, azaz csillagszerű rádióforrásnak. Bár a rádióforrásokat optikailag azonosították, még mindig kevés gyenge forrás vöröseltolódását

ismerjük. A Világ legnagyobb távesőveivel a kihasználható idő legnagyobb részében ilyen kutatásokat végeznek, de éppen ezért csak kb. féltucat csillagász szállítja ezeket az izgalmas új eredményeket. A galaxisok 30 évig tartó tanulmányozása után a legnagyobb vöröseltolódás 0,13 volt; a rádiógalaxisok tízéves vizsgálatából 0,46-ra emelkedett ez az érték; a quasarok 3 éve folyó tanulmányozása után pedig 2,12 a legnagyobb ismeretes vöröseltolódás. Tehát a rádiócsillagászatban nyilvánvalóan megérett az ideje egy tevékeny korszak beköszöntésének.

Mi a csillagászat jelentősége más tudományok számára? A rádióforrások fizikai természetét többnyire a megfigyelő csillagászok körén kívülálló tudósok — fizikusok — vizsgálták, mint pl. *V. I. Ginzburg*, *I. S. Sklowszkij* a Szovjetunióban, *J. A. Wheeler*, *W. A. Fowler*, *S. Colgate* és *A. G. W. Cameron* az USA-ban. Az általános relativitáselmélet szinte újjászületett, mikor nyilvánvalóvá váltak a kozmológiában és a gravitációs kollapszusban rejlő lehetőségek. A nukleáris fegyverkezésben felhasznált fizika és hidrodinamika a csillagokban és szupercsillagokban végbemenő összeroppanásokra és felrobbanásokra is alkalmazható. A barionok fizikája, az anyag szerkezete igen nagy sűrűségen, neutrínók abszorpciója és emissziója mind fontos az Univerzum nagyobb összefüggései szempontjából. Hasonló módon, mint 15 évvel ezelőtt, egy a csillagok összetételére vonatkozó 10 éves megfigyelési szakasz után, a csillagok belsejében az elemek és izotópok kialakulására vonatkozó elgondolások vonzották a kis energiájú magfizika szakembereit, és ez a kísérleti fizika sok területén segítette elő az újjáéledést. Manapság egy rendkívül bonyolult és reméljük, hogy helytálló elméletet nyertünk az elemek kialakulására vonatkozóan.

Utoljára maradt a harmadik és legemberibb kérdés. Milyen módon kerülnek kapcsolatba ezekkel az eredményekkel a nem szakemberek? Az sem lebecsülendő, hogy a természetben fellelhető költészet, magánosságérzet és szépség leggyakrabban a csillagászatban nyilvánul meg. A világnak értelmi és érzelmi síkon egyaránt elfogadott mítosza az ifjúkortól kezdve formálódik bennünk, a csillagok születésének, életének és halálának, a dolgok kezdetének és végének képein keresztül. Az emberi látókör együtt tágul a Világegyetemmel. Mai képünk az Univerzumból még nem teljes ugyan, de amit látunk, nem tévedés, ismeretünk nem hiábavalók, mivel a valódi világ megismerhető.

Fordította: *Barlai Katalin*

SZIMÁN OSZKÁR:

NAVIGÁCIÓ AZ ELSŐ FELFEDEZÉSEK KORÁBAN

A tengeri hajózás már a felfedezések kora előtt is jelentékeny fejlettséget ért el. A hajóforgalom az áruellátásnak annyira döntő tényezője volt, hogy mikor a sztrájk miatt a hajósok vonakodtak az afrikai tartományokból gabonát szállítani Rómába, Nagy Pompeius a szállóigévé lett mondással förmedt rájuk: „Navigare necesse est, vivere non.” (Hajózni szükséges, élni nem.) Az ókori hajósok otthonosan mozogtak a Földközi-tengeren, melyen rendszeres kereskedelmi forgalom alakult ki. Vannak azonban adataink arról is, hogy az ókori hajósok a nagy óceánokra is kimerészkedtek. Föníciai hajósok kb. az egyenlítőig végigkutatták Afrika partjait, sőt a hagyomány szerint i. e. 600-ban *Hanno* a Vöröstenegerről kiindulva kelet felől az egész afrikai kontinenst is körülhajózta.

Az antik kultúra bukásával ezek az óceáni hajózási ismeretek feledésbe merültek és az ismert világ ismét a Földközi-tenger környezetére szűkült. A tenger vakmerő kalandorai, a *normannok* azonban kirajzottak természetlen északi hazájukból és jó építésű hajóikon nemcsak Afrikáig hatoltak a partok mentén, hanem egyenesen nyugatnak is nekivágtak a ködös Atlanti-óceánnak és 874-ben megszállták Izlandot, majd Izland meghódítása után 863-ban partra szálltak Grönlandon. Ezt követőleg 983-ban *Vörös Erik* itt gyarmatot alapított, három évvel később lejjebb hatoltak az amerikai kontinens partján, felfedezve Új-Foundlandot, majd az ezredforduló táján *Leif* vezetésével telepeket létesítettek a Szent Lőrinc-folyó torkolatánál és Labradorban. A tengeri összeköttetés fenntartása azonban nagyon nehézkesnek bizonyult, úgyhogy ezek az amerikai normann-telepek hamarosan elpusztultak, s csak a grönlandi egyházközségről tesz említést V. Miklós pápa egy oklevele 1448-ban.

A középkor társadalmi és termelési viszonyai nem igényelték az akkor ismert világ felfedezésekkel való kiszélesítését. Az ilyen lehetőségeknek eleve határt szabott az a nézet, hogy a Föld lapos korong (közepén Jeruzsálemmel), melyet a határtalan világóceánok hajjai mosnak körül. Az óceánokon való keresztülhajózás tehát értelmetlen és lehetetlen gondolat volt. Ilyen körülmények között a hajósok csak a

partokhoz meglehetősen közel fekvő Madeira és Kanári szigeteket (1300), az Azóri szigeteket (1350) és a Zöldfoki szigeteket (1450) fedezték fel.

Mikor azonban az ókori csillagászat eredményei arab közvetítéssel visszakérültek Európába, ezek, valamint a pontosabbá váló csillagászati megfigyelések nyomán ismét visszaállították jogaiba a Föld gömb alakjáról szóló tant, melyet már *Pithagorasz* is hangoztatott. *Marco Polo* utazásai után pedig ismertté vált a Távok-Kelet (India és Kína) gazdagsága, úgyhogy a Földközi-tenger melléki kereskedőnépek szerettek volna velük kapcsolatba lépni. A tudományos lehetőségeken kívül a gazdasági ösztönző is a nagy hajóutazások végrehajtására készítetett.

Toscanelli (1397—1482) firenzei kozmográfus, térképén Kínát a nyugat-európai partoktól elérhető távolságban tüntette fel. *Martin Behaim* nürnbergi származású tengerész pedig már egyenesen 20 hüvelyk átmérőjű földgömböt készített, melyen Japán nincs nagyobb távolságra a spanyol, nyugati partoktól, mint az Azóri szigetek.

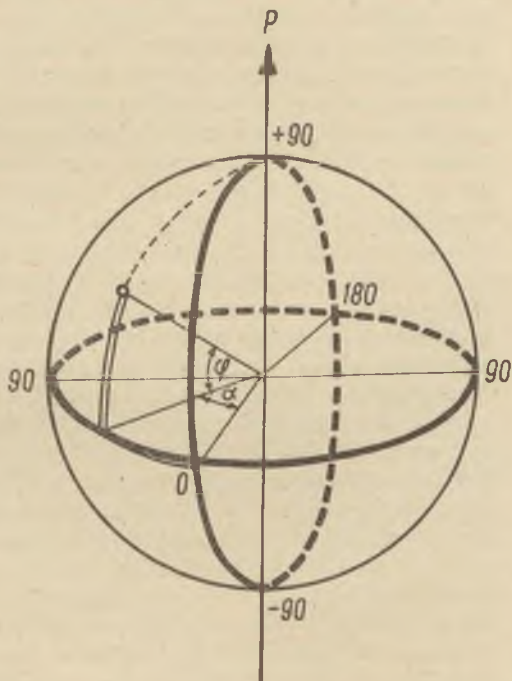
Az Indiába vezető tengeri utak közül a portugálok a hosszabb, de biztonságosabb lehetőséget választották. *Diego, Cao* 1484-ben Afrika nyugati partjai mentén túlhaladt az egyenlítőn és a Kongó torkolatáig jutott. 1486-ban pedig *Bartolomeo Diaz* három hajóját egy vihar keletre, majd északra sodorta, s így megkerülve a Jóreménység fokát, átjutott Afrika keleti peremére. Ezzel az Indiába vezető út felét megtették, s valóban *Vasco da Gama* 1498-ban, 11 havi hajózás után kikötött Calicutban.

Az újkor hajnaláig az összes tengeri utak, talán a normannokét kivéve, a navigáció szempontjából ún. *parti hajózást* képviselték. Ez azt jelenti, hogy útközben a hajók nem távolodtak el nagyon a kontinens partjaitól és lehetőleg követték a part vonalát. Különösen vonatkozott ez az ókori hajósokra, akik a Földközi-tengert is lehetőleg csak a legkeskenyebb helyeken, szigetek közbeiktatásával, a különböző szorosoknál hajózták át. Így került a földközi-tengeri hajózás útvonalaiiba a Balcári szigetcsoport, Szicília, Kréta, valamint a Messzinai- és Otrantói-szoros. A parti hajózás persze a zátonyok miatt nemcsak veszélyes, hanem hosszadalmas is volt. Az idővesztésüket aránylag könnyen elviselték, mert az evezéssel, vagy vitorlával történő hajózás lassúsága úgyszólván volt. Mindezen hátrányokkal szemben állt a parti hajózás fő előnye, hogy a part mentén hajózót nem fenyegette az eltévedés és az ismeretlen tengeren való körbe holyongás réme. *A part menti hajózás jellemző maradt az egész ókori és középkori tengerészetre.* Az újkorban azonban a Föld pontos megismerése és a kereskedelem megélénkülése pontosabb és gyorsabb navigációt tett szükségessé.

A navigáció tudományától a hajózás azt várta, hogy a hajó helyzetét legalább néhány tengeri mérföld (1 tmf = 1852 m) pontossággal adja meg,

s tegye lehetővé a hajó menetirányának kijelölését a legrövidebb úton, a partoktól távol, a nyílt óceánokon keresztül is.

Mint minden felületnek, úgy a Föld felszínének pontjait is két adattal jellemezhetjük. Ezek közül az egyik a földrajzi szélesség, a kérdéses pontnak az egyenlítőtől való távolsága szögmértékben (fokokban, ívpercekben és ívmásodpercekben) kifejezve. A másik adat a földrajzi hosszúság: az illető ponton és a Föld két sarkán átmenő főkörnek (meridiánnak) valamely önkényesen kiválasztott főkörtől való távolsága ugyancsak szögmértékben. Ma alapkörként a London mellett levő Greenwich-i csillagvizsgálón átmenő délkört használják. A földrajzi szélességet az egyenlítőtől északra és délre mérik 0-tól 90 fokig, s így beszélünk északi és déli szélességről. A hosszúságot a greenwichi nulldélkörtől keletre és nyugatra mérjük 0-tól 180 fokig. A két adat közül a hosszúság meghatározása jóval nehezebb és tökéletes megoldása csak a pontosan járó tengerészeti órák (kronométerek) feltalálása után vált lehetővé. Ha ugyanis valamely földrajzi ponton meghatározzuk a Nap delelési idejét és ugyanakkor tudjuk, hogy ekkor Greenwichben hány óra van, az időeltérésből megállapíthatjuk a földrajzi hosszúságot, annak segítségével, hogy 1 óra időkülönbség 15° hosszúságkülönbségnek felel meg. A felfedezések első korában, a tizenötödik század végén azonban a kronométer még a műszaki utópiák világába tartozott. Száz évvel később 1598-ban III. Fülöp spanyol király, majd azután a holland kormány tűzött ki nagy jutalmat a hosszúság pontos meghatározására. A megoldást azonban csak Anna angol királynő 1714-ben kiírt pályázatára oldotta meg Graham és Harrison, a tizennyolcadik század első negyedében. Addigra azon-



33. ábra. Földrajzi koordináták. φ : földrajzi szélesség. α : földrajzi hosszúság. P: északi sark

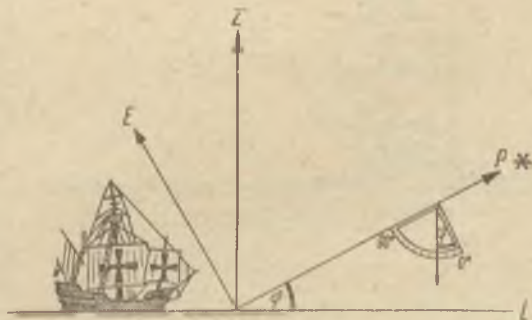
ban az alapvető nagy földrajzi felfedezések már megtörténtek és a Földet is többször körülhajózták, mégpedig eléggé primitív navigációs eszközökkel.

Az első felfedezők hajózási ügyességét mi sem bizonyítja jobban, minthogy a helyzet meghatározásánál nemcsak a kronométert kellett nélkülözniük, hanem a szélesség meghatározásánál a *sextánst* is, melyet mai alakjában csak 1730-ban szerkesztett meg *Hadley*. A műszereken kívül a földrajzi helymeghatározáshoz szükséges matematikai ismeretek is csak keveseknek állottak rendelkezésére. Elég itt utalni arra, hogy a kizsákmányolás ellen lázadó matrózlegénység fékentartására a legfontosabb eszköz a navigációs ismeretek titokban tartása volt. Ezért hiába kerítette volna hirtokába a számbeli többségben levő legénység a hajót, navigációs ismeretek hiányában képtelen lett volna azt kormányozni és kitette volna magát a nyílt tengeren étlen-szomjan való tévelygésnek. Jellemzően adja *R. L. Stevenson* a világirodalom egyik legismertebb kalózregényében, a „Kincses sziget”-ben a lázadó matrózok vezérének, a féllábú *Silver*nek szájába a következő szavakat: „Mi csak komisz matrózok vagyunk és valamennyien fönnakadunk azon, hogy hogyan adjuk meg a hajó irányát. Ha rajtam állana, engedném, hogy *Smollett* kapitány még hazáig félúton is elvezesse a hajót, míg legalább a passzát szelek övezetébe nem jutunk és akkor nem lennénk kitéve azon átkozott eltévedéseknek, mikor egy kanálnyi vízzel kell naponta beérni.” A világtörténelem legismertebb matrózlázadása, a *Bounty* brigg legénységének lázadása 1789-ben is azért sikerülhetett, mert *Christian Fletcher*, a humanista gondolkodású elsőtiszt a *Bligh* kapitány embertelen bánásmódja ellen lázadó legénység mellé állt. Nagyon jellemző, hogy még 1952-ben *Alain Bombard* művelt francia orvos, aki önkéntes hajótörökként gumitutáján egyedül hajózta át az Atlanti-óceánt, milyen tetemes hibákat követett el a helymeghatározásban. Hosszúságban 10 fokot tévedett, aminek következtében 600 mérfölddel hitte magát nyugatabbra a való helyzetnél. Számításai szerint már rég partot kellett volna érnie az Antillák valamely szigetén, de a föld még mindig nem látszott. Ez a tévedés *Bombard* doktort félig az örületbe kergette és majdnem végzetes lett számára.

Hogyan hajóztak hát az első felfedezők, mikor, mint láttuk, a helymeghatározás problémája még századokkal később is komoly gondokat okozhatott. Először is figyelembe kell vennünk, hogy a hosszúság meghatározására nem ismertek pontos és általános módszereket, a szélesség meghatározására azonban rendelkeztek primitív műszerekkel. Ezért a navigáció főleg a szélesség meghatározásra támaszkodott. Az elv az volt, hogy ráálltak északra vagy délre való hajózással a felkeresni kívánt hely szélességére és azután egyenesen keletre vagy nyugatra hajózva addig haladtak szigorúan valamely, az egyenlítővel párhuzamos kör

mentén, míg el nem érték céljukat. Az ilyen hajózás neve *szélességi navigáció*. Az újonnan felfedezett pontok szélességét nagy pontossággal igyekeztek meghatározni, hogy majdan máskor is odataláljanak. Éppen ezért ezek az adatok féltve őrzött államtitkot képeztek. Ez a hajózási mód, a szélességi navigáció, a kronométer elterjedéséig általános volt és még 1726-ban is egy holland hajó az Elő-Indiától nyugatra fekvő Malediva szigetek helyzetét csupán hosszúsággal adta meg. De még a múlt században is egy Új Angliai vén tengeri medve arra a kérdésre, hogyan kell a Boston melletti Cod foktól eljutni Barbadosba, így válaszolt: „Tarts délre, míg a vaj megolvad, s aztán egyenest keletre.” Sőt a fentebb említett *Bombard* doktor is tiszta szélességi navigációval jutott a Kanári szigeteken levő Las Palmashól Barbadosba, amennyiben tutajával leereszkedett a 28° északi szélességről kb. a 16° szélességig, s aztán egyenesen nyugatra fordulva érte el a kis Antillákon Barbados szigetét.

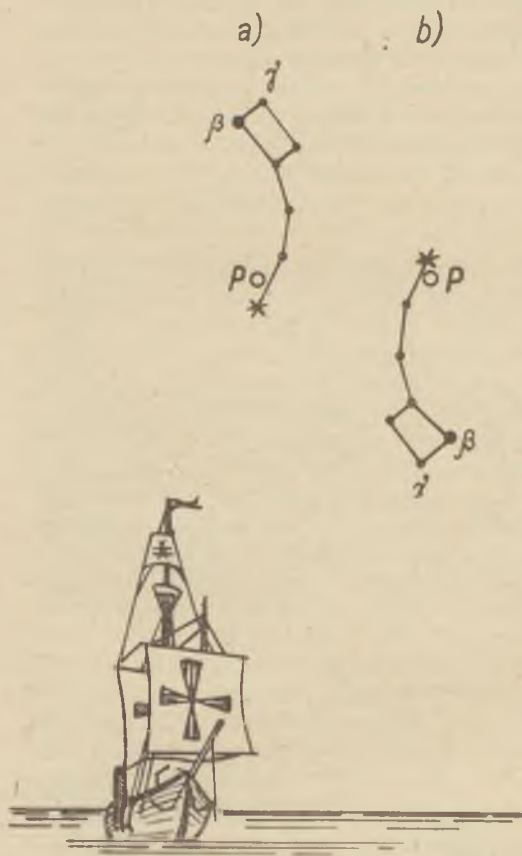
Az olyannyira fontos szélességet a sarkmagasság méréséből határozták meg. Elemi geometriai tétel szerint valamely ponton a sarkmagasság szöge azonos a földrajzi szélességgel, vagyis az Északi-sarkon a sarkmagasság és a földrajzi szélesség 90° , az egyenlítőn pedig 0° . Az égbolt forgásának sarkát (Pólust) a Sarkcsillag alapján határozták meg. Jól tudták azonban, hogy a Sarkcsillag nincs pontosan a Föld forgástengelyének irányában, hanem a körül, úgy mint a többi csillag, kis kört ír le. A Sarkcsillag távolsága a Pólustól ma kb. 1° , de régebben a precessziós mozgás miatt nagyobb volt. Kolumbusz idejében kb. $2,5^\circ$ eltéréssel számoltak. Ezt elhanyagolni nem lehetett, mert 1° hiba 60 tengeri mérföld eltérést jelentett. A javítást azon az alapon végezték, hogy megfigyelték, hogy a kis Göncöl-szekér hátsó két kereke (a béta és gamma Ursae Minoris) nagyjában átellenes irányban áll a Pólushoz képest, mint a Sarkcsillag. Ha tehát ez a két csillag felső delelésben volt, a Sarkcsillag és a Pólus közötti szögtávolságot a mért sarkmagassághoz hozzáadták, ha pedig alsó delelésben voltak, ezt a távolságot levonták. Mivel ezen két csillag állását a Sarkmagasság meghatározásánál mindig figyelemmel kísér-



34. ábra. A földrajzi szélesség meghatározása sarkmagasságból. L: látóhatár. P: Pólus. Z: zenit. E: égi egyenlítő. φ : földrajzi szélesség = sarkmagasság

ték, a Sarkcsillag *testőreinek* nevezték őket. A sarkmagasságot ezzel a módszerrel csak éjszaka lehetett meghatározni és csak az egyenlítőől északra. Mivel távcsövet szögirányzásra még nem használtak, a halvány Sarkcsillag beállítása a mozgó hajó fedélzetén elég bizonytalan volt. Ezért ezt a módszert inkább csak patraszálláskor, szilárd felállítá-
 műszerrel használták. Nap-
 pal a Nap delelési magas-
 ságát mérték meg.

A delelési magasság
 mérésére a Nap és a látó-
 határ közötti szöget a va-
 lódi dél pillanatában kellett
 meghatározni. Mivel pon-
 tos órákkal nem rendelke-
 ztek, a valódi dél pillanatát
 úgy határozták meg, hogy
 valamivel a valódi dél előtt
 megkezdték a mérést és
 megfigyelték azt a pillana-
 tot, amikor a Nap magas-
 sági szöge nem nőtt
 tovább, hanem ismét csök-
 kenni kezdett. A legna-
 gyobb magassági szöget
 vették a Nap aznapi delelő
 magasságának és a hozzá-
 tartozó időpontot valódi
 délnek. Az így meghatáro-
 zott delelési szög önmagá-
 ban még nem elegendő a
 földrajzi szélesség megha-
 tározására. A Nap ugyanis
 évi járása közben különbö-
 ző helyzetet foglal el az
 égen, miközben látszólag
 végigjárja az állatöv (ek-
 liptika) csillagképeit. A ta-
 vaszi és őszi napéjegyenlő-
 ségkor a Nap az égi egyen-
 lítőben mozog, ekkor ma-
 gassági szöge a földrajzi
 szélesség pótszögével egyen-
 lő ($90 - \varphi$). Nyáron a tava-

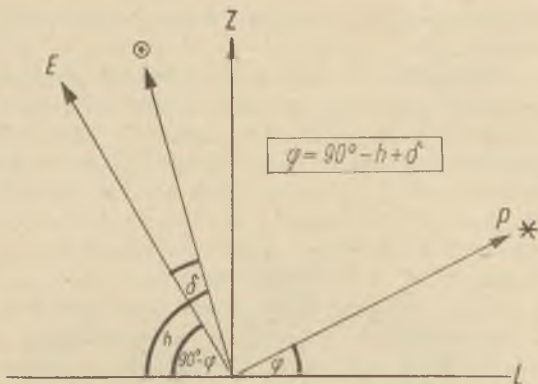


35. ábra. A pólusmagasság helyesbítése a Kis Göncöl két hátsó csillaga segítségével. Ha a testőrök, Kis Göncöl béta és gamma csillagai, a Sarkcsillag felett látszanak a valódi pólus magasabban van, mint a Sarkcsillag (a); ha alatta látszanak, a Pólus is lejjebb van, mint a Sarkcsillag. (b) P: Pólus, *: Sarkcsillag, β és γ : a testőrök

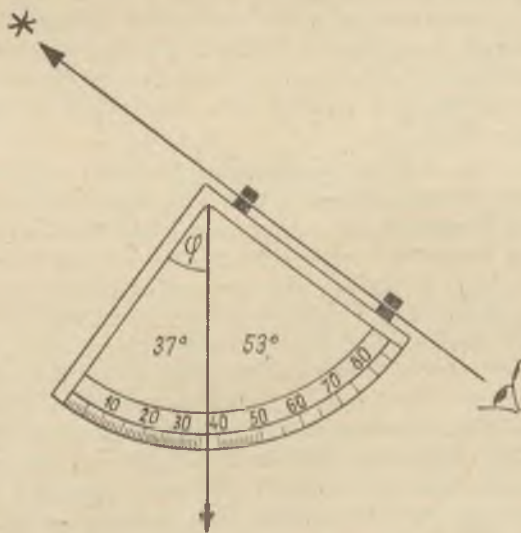
szi napéjegyenlőség után a Nap az égi egyenlítő fölött, télen az őszi napéjegyenlőség után pedig az égi egyenlítő alatt mozog. Azt a szöget, amennyivel a Nap az egyenlítő alatt vagy fölött áll, deklinációnak nevezik. Egyszerű geometriai megfontolás alapján a φ földrajzi szélességet úgy kapjuk meg a h delelési magasságból, hogy a 90 fokból levonjuk a deklinációval (δ) helyesbített delelési napmagasságot.

$$\varphi = 90^\circ - (h \pm \delta)$$

A navigátoroknak tehát az év minden egyes napjára vonatkozólag ismernie kellett a Nap aznapi deklinációját. A napi deklinációkat a csillagászok a deklinációs táblázatokban állították össze. A korai nagy felfedező hajósok, *Kolumbusz*, *Bartolomeo Diaz*, *Sebastian Cabot*, *Vasco da Gama* gyakran használták azokat a híres csillagászati táblázatokat, melyeket *Regiomontanus* előbb budai, majd nürnbergi csillagász adott ki 1473-ban, *Korvin Mátyás* magyar királynak ajánlva. *Mátyás királyunk* tu-



36. ábra. Földrajzi szélesség meghatározása a Nap delelési magasságából. L: látóhatár, P: Pólus, Z: Zenit, \odot : Nap, E: égi egyenlítő, φ : földrajzi szélesség = sarkmagasság, h : a Nap delelési magassága, δ : a Nap deklinációja



37. ábra. Kvadráns. φ a földrajzi szélesség szöge. Jelen esetben 37° a Szent Vince fok szélessége, melyen Kolumbusz hazafelé vitorlázott

dományszeretete így közvetve hozzájárult a megismert világ kiszélesítéséhez.

Tekintsük át azokat a műszereket, melyeket a régi tengerészek az égitestek magassági szögének meghatározására használtak. A legegyszerűbb ilyen műszer a kvadráns vagy negyedkör volt. A kvadráns egy keményfából, rézből vagy bronzból készült, negyedkörnyi (90°-os) ívű körszektor volt, melynek egyik sugarán célzóberendezés, irányzék vagy diopter volt elhelyezve. A körívet a másik sugártól az irányzékos sugárig skálázták 0-tól 90°-ig. A körszektor csúcsából vékony zsinóron függőön lógott lefelé. A kvadráns használata igen egyszerű volt. A navigátor a műszer hátlapján alkalmazott fogantyúval kezébe vette a kvadránst, és az irányzékkal megcélozta a Sarkcsillagot (vagy a kívánt más égitestet). Pontos beirányzás után hagyta, hogy a függőön megnyugodva pontosan függőleges helyzetet vegyen fel, s azután a fonalat a körsztáshoz szorítva leolvasta a fonal által megjelölt szöget. A szög megadta az égitest láthatár feletti magasságát, ill. a Sarkcsillag megirányzása esetén közvetlenül a földrajzi szélességet. A kvadráns előnye volt, hogy merev állványt nem igényelt és hogy a sextánszal szemben a méréshez nem volt szükség a horizont, látóhatár megirányzására. Ezért hullámzó tengeren, vagy fákkal, hegyekkel fedett látóhatár esetén is lehetett vele mérni. A mérés nemigen lehetett fél foknál pontosabb, ami kb. 30 tengeri mérföld bizonytalanságot jelentett. Ha a kvadráns sugara 20 cm volt, a hozzátartozó negyed körív hossza 314 mm. Ezt 90 fokra osztva, egy fokra 3,5 mm jutott, vagyis 10 perces osztás még elfért. Ha a szög mérés hibájára 10–20 ívpercet veszünk, a helymeghatározás bizonytalansága 10–20 tengeri mérföld volt, ami abban az időben igen kielégítőnek számított.

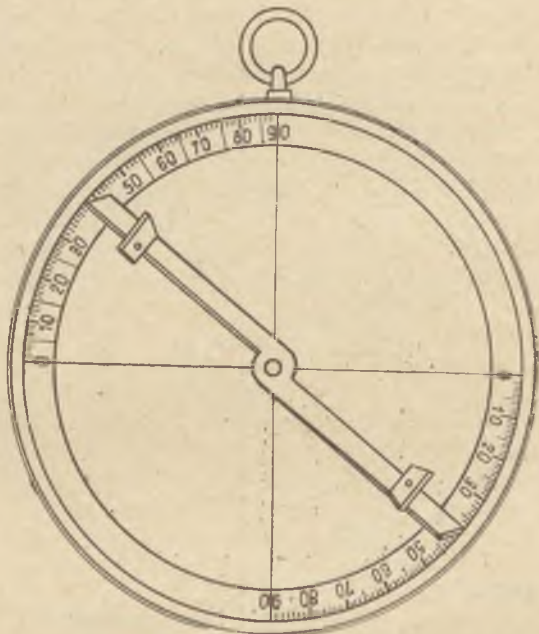
Hasonló, de kissé pontosabb műszer volt a *tengerészeti asztrolábium* vagy *Astrolabium nauticum*. Ez egy 20–40 cm átmérőjű bronz vagy réz korongból állt. A korong középpontjába egy tengelyen keresztül egy átmérőnek megfelelő forgatható mutató volt ráerősítve. A szerkezetet egy, a korong permére erősített karika segítségével fel lehetett akasztani úgy, hogy önsúlyánál fogva függőlegesen lóghatott. A mozgatható mutató két vége a korong szélén levő osztásra mutatott, mely fokokra volt beosztva úgy, hogy a függőlegesnek 90°, a vízszintesnek pedig 0° felelt meg. A mutató két végén célzóberendezést alkalmaztak, mely a mutatóra merőlegesen ráforrasztott két kis rézlemezéből állt. A két lapocskán apró lyuk szolgált a nézési irány kijelölésére. A Nap magasságának mérésénél különösen egyszerű volt a beállítás, mert a mutatót úgy állították be, hogy a napsugarak egyszerre haladhassanak át a két lyukon és a lapocskák árnyékában a napsugarak kis fényfoltot okozhassanak. Az asztrolábium pontossága és használata kb. a kvadránssal volt azonos.

A pontos helymeghatározáson kívül még szükség van valamely adott és térben állandó irány kijelölésére, a hajó sebességének ismeretére és a földrajzi helyzetmeghatározások távolságra való átszámításánál a Földgolyó sugarának számszerű hosszára.

Az észak-déli irány kijelölésére szolgált a mágnesű, melyet Kínában már régen ismertek. Onnan olasz kereskedők hozták Itáliába. Eleinte parafa úszóra szerelt mágnesrudat használtak, mely egy dézsa vízben úszott. A tühegyen forgó mágnesűt, s a hozzászerelt szélrózsát állítólag az Amalfiből származó *Gioja Flavio* találta fel a XIV. század elején. *Kolumbusz* idején már minden hajó felszereléséhez hozzátartozott. A korabeli tájolók 32 vonásra voltak besosztva és a maihoz hasonló lengésmentesítő (Kardán) felfüggesztést is használták.

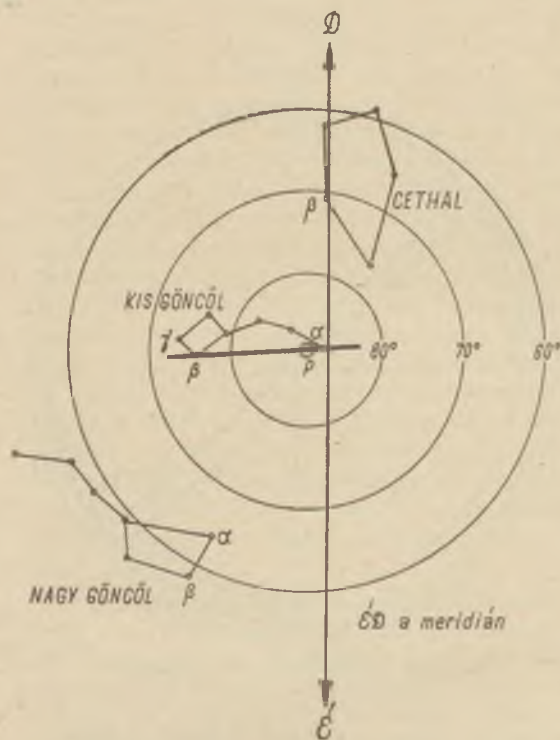
Sokkal nehezebb volt a hajó sebességnek megállapítása. Nem ismerték a sebességmérő propellert, sem a log-ot és nem tudták figyelembe venni a tengeráramlások segítő vagy gátló hatását. A hajó sebességét primitív módon, a hajóorr hasított hullámfodor magasságából vagy vízbedobott fadarab távolodásából becsülték meg. A pontosság nem volt valami nagy, s ezért pl. *Kolumbusz* hajóinak sebességét általában 9%-kal túlbecsülte.

Nagy bizonytalanság uralkodott a Földgolyó helyes méretei tekintetében. Egy foknak az egyenlítőn *Ptolemaiosz* szerint 50 mai tmfd felel meg, míg a helyes érték 60. *Alfargan*, a maga korában nagy tekintélyű arab csillagász szerint egy fok 66 mai tmfd, míg *Kolumbusz* ezt az értéket csupán 45-re becsülte. Ez a 25%-os alábecsülés nagyban hozzájárult ahhoz, hogy nekimerészkedjen a nyílt Atlanti-óceánnak. Ehhez járult még az, hogy teljes bizonytalanságban voltak Ázsia hosszáról.



38. ábra. Tengerészeti asztrolábium

Ma tudjuk, hogy Spanyolország legnyugatibb pontja, a Szent Vince fok és Tokió közt a távolság 150° . *Ptolemaios* és *Marinos* munkái alapján ezt 180, ill. 225 fokra becsülték. Még nagyobbat tévedett *Marco Polo*, aki a Szent Vince fok és Tokió közti távolságot 283 fokban adta meg. Eszerint *Kolumbusznak* a Kanári szigetektől Japánig csupán 68 fokot kellett volna megtennie. Ha még hozzávesszük, hogy a Föld méreteit is



39. ábra. Az égbolt északi vidéke november hónapban

alábecsülte, azt kapjuk, hogy 2400 tmfd-nek számította azt a behajózandó távolságot, mely a valóságban 10 600 tmfd! Könnyen lehet, ha *Kolumbusz* ismeri Kelet-Ázsia valódi távolságát a spanyol partoktól, sohasem vállalkozik az útra. Arról, hogy közben útha esik a teljes Amerikai kontinens, senki sem álmodott. *Kolumbuszt* tévedésében nagyban támogatta a *Toscanelli*-től 1482-ben kapott térkép, mely a Lisszabon—Japán közti távolságot 3000 mérföldnek mutatja.

Ilyen kezdetleges geográfia és navigációs alapismeretek mellett nem csoda, ha az újonnan felfedezett szigetek vagy öblök helyét csak nagy bizonytalansággal tudták meghatározni és gyakran előfordult, hogy

a meghatározott pontokat a később jövő hajósok nem találták meg. Maga a felfedező hajósok legnagyobbika, *Kolumbusz* is több jókora hibát követett el a helymeghatározásban. Így pl. Kuba keleti partjának szélességét $+42$ fokban adta meg, holott a valóságban a $+21$ fokon fekszik. Mint *Morison* tengernagy kimutatta, valószínű hogy *Kolumbusz* 1492. november 21-én a Sarkesillag helyett a Cethal csillagkép béta nevű csillagát célozta meg kvadránsával. Ez a csillag 20 fokkal fekszik odébb a

Pólustól. Ősz végén épp a Sarkcsillag felett áll, s felhős vagy ködös égbolt mellett azzal könnyen összetéveszthető. Ugyancsak durva hibát követett el *Kolumbusz* második útja alkalmával, amikor 1494. szeptember 14-én egy holdfogyatkozást figyelt meg Hispanola szigetén. *Kolumbusz*-nak volt egy naptára, mely Nürnbergre vonatkoztatva megadta a holdfogyatkozás idejét. A megfigyelt fogyatkozási időből ki lehet számítani Hispanola hosszúságát. *Kolumbusz* azonban valahol elvétette a számítást és 23 fokkal nyugatabbra képzelte magát. Ez is csak megerősítette tévedésében, hogy az Ázsiai kontinens közelében jár. Végül pedig harmadik útja alkalmával a venezuelai partokon annyira megtetszett neki az ottani dús növényzet, hogy egyenesen azt képzelte, az Éden kertjét találta meg. Mivel ugyanakkor a Sarkcsillag magasságát elképesztően rosszul határozta meg, nem késett az adódó eltérést azzal magyarázni, hogy a Föld ezen a területen kidudorodik, mint a női kebel, hogy az Éden kertje közelebb lehessen az éghez.

Mindezen naiv hibák ellenére, ezek a primitív navigációs eszközökkel kormányzó felfedező hajósok tették meg az első sorsdöntő lépéseket a Föld megismerése és feltárása felé.

SINKA JÓZSEF (Híradástechnikai Ipari Kutató Intézet):

CSILLAG A FÖLDÖN

A természetben lényegesen magasabb hőmérsékletek ismeretesek, mint amilyeneket laboratóriumban, ideális körülmények között kémiai reakcióval, elektromos kisüléssel elő lehet állítani. Ilyen magas hőmérsékletet produkál a természet például a csillagok belsejében. A Nap csupán szerény törpecsillag, középponti hőmérséklete mégis meghaladja a 13 millió fokot. Kézenfekvő volt az a feltevés, hogy a Nap belsejében uralkodó viszonyok és az ott végbemenő folyamatok feltárása útbaigazítást adhat olyan eljárás vagy eljárások kidolgozására, amely lehetővé teszi ilyen magas hőmérsékletek laboratóriumban történő előállítását. A vizsgálatok azt mutatták, hogy a természetben az ilyen magas hőmérsékletek atommag-reakciókkal, mégpedig fúziós reakciókkal állnak kapcsolatban, s megvalósulásuk egyik lényeges feltétele, hogy az anyag negyedik halmazállapotában, azaz plazmaállapotban legyen.

A szabad természetben — legalábbis földi környezetünkben — minden anyag szilárd, cseppfolyós vagy légnemű halmazállapotban fordul elő. E halmazállapotok azonban az anyagnak nem lényegi jellemzői. Közismert, hogy a szilárd halmazállapotban felhasznált fémek hő hatására megolvadnak, folyékony halmazállapotúvá válnak. A gázok alacsony hőmérsékleten cseppfolyósíthatók, vagy megfagyaszthatók. A Földön a víz a természetes körülmények között mindhárom halmazállapotban előfordul. Az anyagok halmazállapotát tehát lényegesen befolyásolják a külső körülmények.

Hogyan mehet át egyik halmazállapot a másikba? A jég hő hatására megolvad. Ha tovább melegítjük a vizet, párologni kezd, légneművé válik. Megfelelően magas hőmérsékleten minden szilárd anyag megolvad, majd további melegítés hatására légneművé válik. A részecskék kapcsolatának a melegezés során történő gyengülése az az ok, amely a halmazállapotok egymásba történő átmenetét eredményezi, a szilárd állapottól a légnemű felé.

A szilárd testekben az atomok és a molekulák szigorú rendben meg-

határozott szerkezetet alkotnak, mozgási lehetőségeik erősen korlátozottak. A folyadékokban a részecskék már sokkal nagyobb szabadságot élveznek, azonban a folyadék felszínét nem hagyhatják el akadálytalanul. Ez még bizonyos kötöttséget jelent. A gázok részecskéi viszont teljes szabadságot élveznek: minden irányban tetszésük szerint mozoghatnak. Az egyes részecskéken belül azonban még a gázokban is szigorú rend érvényes: az elektronok az atommaghoz kötve járják harmonikus táncukat.

Természetes a kérdés: ha a hőmérsékletnek néhány ezer foki történő növelése olyan halmazállapotváltozást eredményez, hogy minden anyag légneművé válik, nem kapunk-e újabb halmazállapotot, ha a hőmérsékletet tovább növeljük?

Ha a hőmérsékletet még tovább növeljük, először csak egyes elektronok, még magasabb hőmérséklet hatására pedig már valamennyi elektron leszakad az atommagokról. Ettől kezdve mind az elektronok, mind az atommagok a gázz részecskékre jellemző önállósággal mozognak. Egy új halmazállapot jön létre, az anyag negyedik halmazállapota: a plazma.

A plazma tehát olyan gáznak tekinthető, amelynek alkotórészei a pozitív és negatív elektromos töltésű részecskék, valamint az elektromosan semleges részecskék sokasága. A plazma azonban kifelé elektromosan semleges. Durva hasonlattal azt mondhatjuk: ugyanannyi pozitív töltés mozog a plazmában, mint amennyi szabad negatív töltés foglaltatik benne. Így, bár a plazma kifelé elektromosan semleges, jól vezeti az elektromos áramot. Ebben is lényegesen különbözik a földi környezetünkben természetes körülmények között található gázoktól.

Bár a plazma létezését már a múlt században feltételezte néhány fizikus, létét minden kétséget kizáróan csak 1928-ban sikerült kimutatnia a Nobel-díjas *Langmuir*nak. A plazma görög eredetű szó, képzetet, alkotást jelent. Átvették a biológusok (protoplazma, citoplazma, endoplazma, plazmoid stb.) orvosok (vérplazma), geológusok (a plazma, mint a kalcedon egyik változata). *Langmuir* a biológiai párhuzam alapján választotta ezt az elnevezést, a kocsonyás, zselészerű, fehérjében gazdag biológiai plazmához hasonlítva az általa kimutatott újszerű állapotot. Akkor még nem gondolta, hogy idővel a fizikai felfedezések az általa felismert, speciálisnak mondható plazmaállapot általános jelenlétét fogják kimutatni a világegyetem különböző részein és így a plazma mint halmazállapot fog szerepelni. Az elnevezés ebben a vonatkozásban is találó, hiszen a biológiai értelemben vett plazmához hasonlóan a fizikai plazma is igen általános és sokoldalú.

Földünkön az anyag halmazállapotát tekintve kitüntetett helyzetben van, legalábbis azokban az övezetekben, amelyekben az ember él. Plazma állapotban van viszont bolygónk felső légköre, a csillagközi anyag és a csillagokba tömörült hatalmas anyagmennyiség: a világ-

mindenség anyagának legalább 99,9%-a plazma. A földfelszínen előforduló plazma a leggyakrabban láng, de ilyen állapotban van a neonsövegekben és a fénysövegekben levő gáz is, azok működése során.

Termofúzió a természetben

Az elmúlt évtizedek során elért fizikai eredmények közül kiemelkednek a plazmafizika elméleti és kísérleti vonatkozású felfedezései. A kozmikus méretekben szinte egyeduralgkódó plazmaállapot azért kerülhetett el oly sokáig a földi fizikusok figyelmét, mert az emberiség természetes életterében ez a halmazállapot ritkán fordul elő.

A csillagok energiatermelésével kapcsolatos elméleti vizsgálatok során — amelyek elvégzését egyrészt az atommagok és tulajdonságaik, másrészt pedig Einsteinnek a tömeg és energia arányosságára vonatkozó felfedezése tette lehetővé —, *Bethe* és *Weiszäcker* már korábban, századunk első negyedében felismerte, hogy a Napban a fúziós folyamatok ionizált gázban mennek végbe, mégis csak a plazma megismerése és vizsgálata nyomán vált egyértelművé, hogy a termofúziós folyamatok legmegfelelőbb közege a plazma.

A Naphoz hasonló csillagok belsejében végbemenő legfontosabb atommag-folyamatok:

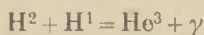
1. A *proton—proton, vagy H—H ciklus*. Három lépésben következik be.

Néhány millió fokos hőmérsékleten a protonok heves hőmozgása már legyőzi kölcsönös taszításukat és a magerők hatótávolságán belüli közelségbe kerülhetnek egymáshoz. Két proton összetapadása azonban nem eredményez stabil kötött állapotot, hanem az egyik proton radioaktivitás folytán pozitron és neutrino kibocsátásával egyidejűleg neutronná bomlik és így nehéz hidrogénmag, deutron jön létre



E folyamatot erősen lassítja a gyenge kölcsönhatású radioaktivitás. A protonoknak igen sokszor kell ütközniük és még 10—15 millió fok hőmérsékleten is több milliárd évnek kell elteltelnie ahhoz, hogy stabil deutron hozzanak létre.

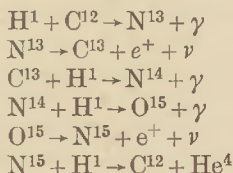
A reakció többi lépése már másodperceken belül lezajlik. A deutron egyesül egy protonnal 3-as tömegszámú héliummaggá



Harmadik lépésként a He^3 magok He^4 -é alakulnak:



2. A szén – nitrogén, vagy Bethe – Weiszäcker ciklus. A protonok szén katalizátor közbeiktatásával is egyesülhetnek héliummaggá:



A reakcióban részt vevő C^{12} csak mint katalizátor működik, mert a reakció végén újra képződik, nem használódik el.

A radioaktivitás a szén – nitrogén ciklust is lassítja, mert a második és ötödik lépésben egy proton pozitron és neutrino kisugárzás közben neutronná alakul. A természetes magfúzió nem robbanásszerűen, hanem önmagát szabályozva, milliárd évekre széthúzva történik.

A Napban valószínűleg mind a proton – proton ciklus, mind a szén – nitrogén ciklus lezajlik. 16 millió foknál kezd a C – N ciklus „kifizetőbb” lenni a p – p ciklusnál.

Végeredményben mindkét esetben 4 proton fúziója eredményez egy héliummagot.

A felszabaduló energiát a tömegdefektus szolgáltatja. A héliummag tömege ugyanis valamivel kevesebb, mint a 4 protoné, melyből összeállt:

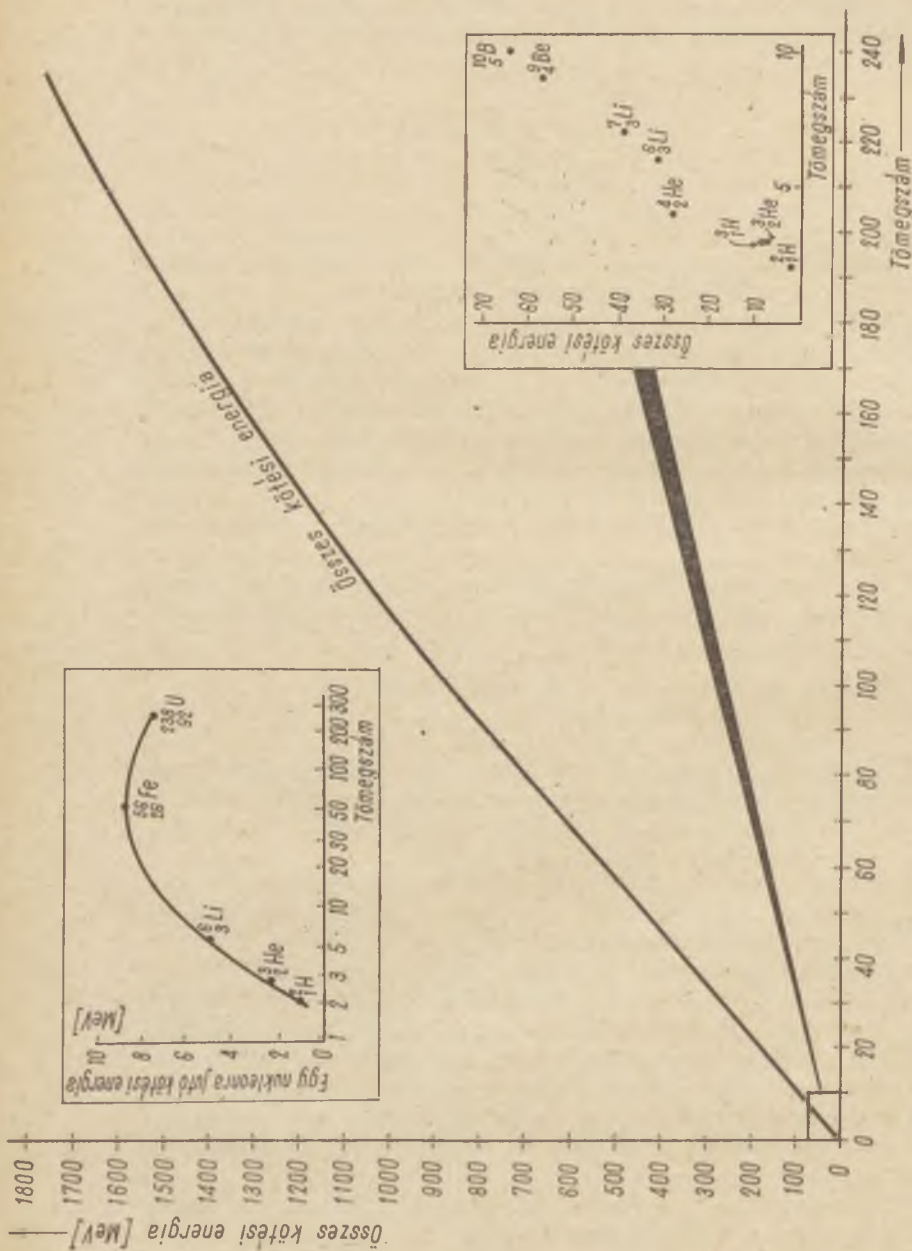
4 proton tömege	$4 \cdot 1,00813 \text{ ate} = 4,03252 \text{ ate}$
1 héliummag tömege	$4,00386 \text{ ate}$
különbség	$0,02866 \text{ ate}$

A héliummag tömege és az azt felépítő négy nukleon össztömege közti 0,02866 atomi tömegegységnek megfelelő tömeghiány rovására szabadul fel a fúziós energia, az einsteini tömeg-energia arányosság által adott $E = mc^2$ összefüggés szerint.

A Nap teljes hidrogén készlete mintegy 12 milliárd év alatt alakulhat át héliummá. A Nap kora kb. 6 milliárd év, tehát a Nap energia-termelése még évmilliárdokra biztosítva van.

A termofúziós folyamatok energetikai értelemben vett hatékonyságára jellemző, hogy a Nap évi energiaproduktuma $3,26 \cdot 10^{27} \text{ kWó}$, ami azt jelenti, hogy a napfelület minden négyzetcentiméterén át évente 60 000 kWó energia távozik. Ezek a számok valóban az évi energiaproduktumot jelentik, tekintettel arra, hogy a Nap évmilliárdok óta stabil, a látható tartományba eső sugárzásának intenzitása gyakorlatilag állandó. Ez csak úgy lehetséges, ha a megtermelt és a kisugárzott energia egyensúlyban van.

A természet a Naphoz hasonló csillagok belsejében az egész ismert Világegyetemben a héliumfúzióval termeli az energiát. A Napnál



40. ábra. Az atommagok átlagos kötési energiájának alakulása az atommag tömegének függvényében. Jobb alsó sarokban: A görbe kinagyított kezdési szakasza

nagyobb tömegű csillagokban, magasabb hőmérsékleten nehezebb atommagok is összecépülhetnek.

Fúzió alkalmával az úgynevezett kötési energia — vagyis az az energia, amely a nukleonok atommagon belüli összefogásához szükséges — válik szabaddá. Elméleti megfontolások szerint az egy nukleonra jutó kötési energia mintegy 8 MeV. Ezt az elméleti úton nyert értéket napjainkra kísérletekkel is igazolták. Ennek alapján állították össze a különféle kémiai elemek tömegszámai és kötési energiája közötti összefüggést, amelyet a 40. ábránkon mutatunk be.

A kötési energia és a tömegszám összefüggését bemutató görbéből az is kitűnik, hogy a maximális kötési energiaérték a vashoz tartozik. A vassal végzendő fúziós folyamatoknak azonban óriási nehézségei vannak, még a természet gigászi laboratóriumában is: a vas atommagok egyesítéséhez ugyanis azokat igen nagy sebességek (1000 millió fok nagyságrendű hőmérsékletek) mellett kellene ütköztetni, hogy a magok közti elektromos eredetű taszítóerőket le lehessen győzni.

Fisszió esetén a tömegnek csak egy csekély töredéke alakulhat sugárzássá, a tömeg teljes szétsugárzása ilyen folyamatok keretében nem történhet meg. Az annihiláció, az anyag szétsugárzása, csak anyag — antianyag párok találkozására alkalmával mehet végbe. A nukleonok tömegükön és elektromos töltésükön kívül még úgynevezett barion-töltéssel is rendelkeznek és erre is megmaradási törvények érvényesek. A barion-töltés megmaradása miatt csak olyan átalakulások lehetségesek, melyek során mindig marad annyi nukleon, amennyi képes a kiinduló rendszer valamennyi barion-töltésének továbbhordozására. Az anyag és a megfelelő antianyag találkozásakor a barion töltések is ollengett előjellel vannak jelen: ekkor és csak ekkor mehet végbe az anyag teljes szétsugárzása, annihilációja.

Szabályozatlan mesterséges termofúzió

Az eddigiekből látható, hogy a természetben megfigyelt termofúziós folyamatok energiámérlege hatalmas pozitív kitérést mutat. A fúziós folyamatot az emberiség jelenleg sajnos még csak a pusztító hidrogénbomba formájában valósította meg. Ebben a fúziót egy, a fúzióra alkalmas anyagban megfelelően elhelyezett atombombával iniciálják, gyújtják be. Az atombomba robbanása hozza létre azt a százmillió fok nagyságrendű hőmérsékletet, amelynek hatására az atombombát körülvevő fúziós reagensben megindul az atommagok fúziója, felépülése.

A hidrogénbomba — elrendezését illetően — egy preparált atombombából és az azt körülvevő cseppfolyós deutérium és trícium keverékéből áll. A folyamat termofúziós energiámérlegét könnyen felírhatjuk, az einsteini tömeg-energia arányosság-tétel figyelembevételével.

Tekintettel arra, hogy 1 kp hélium $1,506 \cdot 10^{26}$ He atomot tartalmaz, továbbá hogy az egy héliummag felépülésekor előálló tömeghiánynak $25,69 \cdot 10^{26}$ MeV energia felel meg, 1 kp hélium heletkezésekor $38,69 \cdot 10^{26}$ MeV energia szabadul fel. Mivel $1 \text{ MeV} = 3,83 \cdot 10^{-17}$ kcal, 1 kp hélium keletkezésekor $1,48 \cdot 10^{11}$ kcal hőmennyiség szabadul fel.

A szemléletesség kedvéért megjegyezzük, hogy ugyanennyi hőenergia nyérése érdekében 7000 kcal/kp fűtőértékű szénből 21 000 tonnát kellene elégetni. A termofúzió energetikai hatásfoka meghaladja az urán hasadásakor felszabaduló fission energiámennyiséget is: adott tömegű hidrogén héliummá alakulva, hétszer annyi energiát szolgáltat, mint ugyanolyan mennyiségű ^{235}U hasadása.

Kontrollált termofúzió

A jelenkori fizika és csillagászat egyik alapvető problémája, hogy a fission energiát ne robbanásszerűen, hanem szabályozható módon szabadítsuk fel, mintegy mesterséges miniatűr csillagot hozzunk létre a földi laboratóriumban.

Nem a Nap pótlására van erre szükség, hiszen a Nap kihűlésének veszélye nem fenyeget bennünket. A Nap energiatermelő folyamatát azért akarjuk utánozni, mert az emberiség egyre növekvő energiaigényét végérvényesen csak új, minden eddigénél hatékonyabb energiaforrás megnyitásával oldhatjuk meg.

Mind a hagyományos energiahordozók, mind a fission energia termelésére alkalmas hasadó anyagok (uránium, tórium) véges mennyiségben találhatóak a Föld kérgében.

A hasadó anyagokból rendelkezésre álló készletek energiataralmuk tekintetében felülmúlják ugyan a hagyományos üzemanyagok mennyiségét, de amellett, hogy nincsenek korlátlan mennyiségben, kiterjedt felhasználásuk az „elégetésükkor” keletkező radioaktív hulladék miatt számos, ma még nem is teljes egészében áttekinthető problémát vet fel.

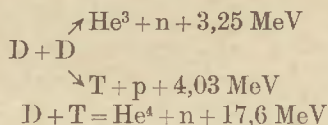
Nincs arról szó, hogy a közeljövőben az eddig ismert energiahordozók kimerülnének, de a jelen generáció tudósainak már hozzá kell kezdeni az új energiaforrásra irányuló kísérletekhez, hogy mire fogytán lesznek a Föld kérgének energiahordozói, az új energiaforrás közkinccsé lehessen. A kontrollált termofúzióknak ugyanis ismerjük a feltételeit, de még a mai tudományos és technikai felkészültség mellett is igen nehéz azokat megvalósítani. Napjainkban nagy erőfeszítések folynak a fúzió energia szabályozott körülmények közötti felszabadítására. Ezzel egyidejűleg az egyre fokozódó energiaigények kielégítésére a legkülönbözőbb energiaforrásokat is (pl. árapály-erőművek, fűtőanyagcellák stb.) munkába állítják, s komoly gondot fordítanak a minél jobb hatásfokú közvetlen energiaátalakítók fejlesztésére, mégsem közömbös, hogy a fúzió

reakció igen gazdaságosnak ígérkező energiatermelési menete mikortól tudja az emberiség érdekeit szolgálni.

A kontrollált termofúzió megvalósítása szempontjából azok a reakciók vehetők figyelembe, melyek a hidrogén izotópjait, a nehéz hidrogént és ultranehez hidrogént használják fel kiinduló anyagként a hélium-szintézishez.

A nehéz hidrogén (deutérium, jele D) magjában egy proton és egy neutron, az ultranehez hidrogén (trícium, jele T) magjában pedig egy proton és két neutron található.

A fúzió megvalósításához ki lehet indulni tiszta deutériumból, vagy deutérium és trícium keverékéből. A szóhajóvíz reakciók:



A reakció gyakorlati megvalósításához deutérium magokat vagy deutérium és trícium magok keverékét tartalmazó tiszta plazmát kell előállítani, a D + D reakció esetén 300 millió °K-re, a D + T reakció esetén pedig 40 millió °K-re felizzítani, ezt a magas hőmérsékletű plazmát bizonyos időre határok között kell tartani, hogy a fúzió megindulhasson. Mindez rendkívüli nehézségekkel járó feladat. Technikai szempontból a deutérium reakció látszik a könnyebben kivitelezhetőnek. Maga a deutérium logegyszerűbben a tengervízből elektrolízissel szabadítható fel tisztán, gázhalmazállapotban. Annak jellemzésére, hogy az ilyen módon nyerhető energia mennyire gazdaságos és milyen perspektívákat nyújt, álljon itt néhány számadat:

A nehézvíz kilója napjainkban mintegy 60 dollár. Ebből az előbb ismertetett módon előállított nehézhidrogén összes előállítási költsége kilónként mintegy 900 dollár. Ez gazdaságilag is jelentős, ugyanis ilyen módon mintegy $3 \cdot 10^7$ -szer több energiát nyerhetünk, mint ugyanakkora súlyú gázolajból. Földünk tengercinek nehézvíz-tartalma jelentős: minden 6000. vízmolekula nehézvíz. Ezért ologendő alapanyag áll rendelkezésre az emberiség energiaszükségeinek ezúton történő biztosítására. Rövid számítás meggyőző arról, hogy ezen az úton még abban az esetben is egymilliárd évre fedezni lehetne az emberiség energiaszükségletét, ha a jelenlegi energiafogyasztás ezerszeresét vennénk alapul. Ez pedig nem lebecsülendő, ha meggondoljuk, hogy Földünk életkora mintegy 4–5 milliárd év!

A hidrogénbomba „megszelídítésére” irányuló kísérletek, azaz a fúziós energia szabályozott keretek közötti felszabadítására szolgáló vizsgálatok már mintegy 15–20 éve folynak. 1956 elején *Kurcsatov*, a világhírű szovjet tudós Harwellben tett látogatása alkalmával bejelentette,

hogy kísérleteik során már egymillió fokos hőmérsékletet sikerült elérniük, nagyáramú impulzus-működtetésű rendszerben, deutérium közeget használva, nagyintenzitású mágneses tér segítségével. Egyben azt is közölte, hogy ezen a hőmérsékleten még nem jött létre fúzió. Kurcsatov egy későbbi előadásában megemlítette, hogy az általuk alkalmazott rendszerben az egymillió fokos hőmérséklet kialakítása nem járt komolyabb energiabefektetéssel. Mindössze néhány kWó elektromos energiát kellett csak befektetni a deutérium 1 pondjának 1 millió fokos hőmérsékletre való hevítéséhez. Ezen túlmenően más érdekessége is volt a kísérletnek; kiderült, hogy a folyamat létrehozása igen komoly műszaki felkészültséget igényel. Elsősorban a nyomás 1 milliószoros megnövekedése jelentett komoly gondot. Kurcsatov akkori közlései igen nagy jelentőségűek voltak, rávilágítottak arra, hogy érdemes foglalkozni a földi, laboratóriumi kísérletekkel, van remény a fúziós energia kontrollált felhasználhatóságára. Ezzel egyidőben több nyugati kutatóintézetben is értek el sikereket a különböző előkísérletek során, s mindezek hatására némileg megélnékült az ezzel kapcsolatos kísérleti és elméleti kutatás.

Bebizonyosodott, hogy a fúzió létrehozásához egyedül a plazmaállapot elérése nyújthat segítséget. A plazma egymással megegyező elektromos töltéssel bíró részecskéit a közöttük fellépő tasztítóerő legyőzésére oly mértékben fel kell gyorsítani, hogy azok kinetikus energiájából számítható ún. kinetikus hőmérséklet meghaladja az elektromos tasztítóerők legyőzéséhez szükséges átlaghőmérsékletet. A plazmaállapot létrejön úgy is, hogy bizonyos hőmérséklet felett a részecskék maguktól ionizálódnának, azonban laboratóriumi körülmények között ennek egy lényegesen gazdaságosabb és egyszerűbb útját a kisülésekkel történő ionizálást szokás választani.

Ennek megfelelően tehát az előkísérletek során nagy intenzitású elektromos ívkisülést hoznak létre a kiindulásul szolgáló gázban. Így elég magas ionizációs fokú plazmát sikerül kialakítani, amelyet még gyakran külön elektronágyú vagy ionágyú rendszerrel „dúsítanak”, sőt esetenként lökeshullám-front kialakításával továbbfűtenek. Az így kialakított általában 500 000—1 000 000 fokos plazmát egy speciálisan kialakított reakciótérbe lövik be. A plazma áramlásánál fellépő jelenségek részben annak hőmérsékletét növelik, részben viszont komoly veszteségeket idéznek elő, amelyek nemcsak hőmérsékletesökkenést váltanak ki, hanem csökkentik a plazma töltéshordozótartalmát is. A hőmérséklet növelésére irányuló jelenségek közül a legismertebb a *Northrup* által 1908-ban folyékony nátriumban felismert összehúzódási- vagy pinch-effektus. Ez lényegét tekintve arra a közismert elektrodinamikai jelenségre vezethető vissza, amely két egymással párhuzamosan elhelyezett, egyirányú egyenárammal átjárt vezető esetén tapasztalható: azok a fellépő ponderomotorikus erő miatt egymáshoz közelednek. Ez a hasonlat

jól alkalmazható a plazmában is, ahol azonban nem vezetők, hanem áramfonalak húzódnak össze, emiatt pedig igen magas hőmérséklet jön létre.

A fúziós kísérletek megvalósításánál a legkomolyabb problémát a magas hőmérsékletű, nagy nyomású töltéshordozó halmaz összetartása és viszonylag kis veszteségű korlátozása jelenti. Erre a célra — a korlátozandó részecskék elektromos töltését számításhá véve — mágneses falrendszereket hoztak létre, s a külső mágneses tér segítségével végzik a kialakított plazma helyzetének behatárolását. Az így kialakított mágneses palackok, mágneses tükrök stb. csak az elektromos töltéssel bíró részecskékre gyakorolnak befolyást. Azonban, amint a részletesebb elméleti és kísérleti vizsgálatok kimutatták, e mágneses palackok sem tökéletesek, a rendszer tengelye mentén számottevő töltéshordozó-szivárgást lehet tapasztalni. *Bohm* elméleti tanulmányaiban még arra is rámutatott, hogy bizonyos esetekben a mágneses erővonalakra merőlegesen is kialakulhat egy diffúziós jellegű töltéshordozó-szivárgás, amelynek sebessége fordítva arányos az alkalmazott mágneses tér erősségével. Pillanatnyilag azonban mindezen hiányosságok ellenére sem tudnánk mondani más olyan falrendszert, amely a plazma több millió fokos hőmérsékletének ellen tudna állni, sőt ennyire hatékonyan — ha nem is tökéletesen — össze tudná tartani annak elektromosan töltött részecskéit.

A fúziós kísérletek egy további problémája a magas hőmérsékletű plazma fenntartási időtartama. Nem elég ugyanis a plazmát felfűteni — általában igen kis időre sikerül egyébként is ez a lökésszerű, ún. impulzusfűtés —, valamint azt korlátozni, számottevő veszteségek árán fenntartani, arról is kell gondoskodni, hogy elegendő idő álljon a fuzionálásra szánt részecskék rendelkezésére, más szóval azok elég nagy biztonsággal összefuthassanak. Konkrét példával érzékeltetve ez azt jelenti, hogy hiába hoztak létre pl. az elmúlt évben a Kurchatov Intézetben 50 millió fokos plazmát, azt csak 0,01 másodpercig tudták fenntartani, ami még mindig kevés volt, hogy ezen a hőmérsékleten fúzió létrejöhessen.

A hőmérséklet növelése, annak hosszabb fenntartása s az alkalmasabb (természetesen csak mágneses rendszerű) összetartó-rendszer kialakítása jelenti a plazmafizikusokat foglalkoztató központi feladathármaszt. A megoldás érdekében a speciális kísérleti berendezések egész sorát hozták létre: így született meg 1956-ban a ZETA, a sztellarátor, astron, divertor, deviator, OGRA stb. Jelenleg a japánok értek el figyelemre méltó sikereket, amelyet a Nagoya egyetem Plazmafizikai Kutató Intézetének termonukleáris csoportja ismertetett 1966. évi kutatóbeszámolójában. A többszörösen ellenőrzött mérések szerint 60 millió fokos hőmérsékletet sikerült elérniük, adiabatikus kompresszióval egészítve ki a termonukleáris kísérletek eddigi fegyvertárát, azonban az így kialakított hőmérsékletet csak 0,5 sec-ig tudták fenntartani a hatalmas sugárzás és töltéshordozó, valamint hőmérsékleti veszteség miatt.

BITÓ JÁNOS (Híradástechnikai Ipari Kutató Intézet):

VILÁGÚR A LABORATÓRIUMBAN

Napjainkban a világűrben uralkodó viszonyokat több-kevesebb pontossággal reprodukálni képes berendezések, az ún. űrszimulátorok nélkülözhetetlen kellékei az űrkutatásnak. Ezekben vizsgáznak a szerkezeti anyagok, csakúgy, mint a kész mesterséges égitestek vagy űrhajók. Ilyen berendezéseket már az első mesterséges égitestek megszerkesztésének időszakában, tehát az első Szputnyik útnak indítása előtt is használtak. A világűr mesterséges égitestekkel történő tanulmányozása, műszeres felmérése kezdettől fogva támaszkodik azokra az ismeretekre, amelyeket a csillagászat gyűjtött egybe kozmikus környezetünkről, hagyományos eszközeivel. Természetesen felhasználták azokat az ismereteket is, amelyek Földünk légkörének magassági rétegződéséről, összetételéről rendelkezésre álltak.

A légkör

A légkör, ez a Földünket körülvevő gázburok a nehézségi erő által bilincsbe verve, állandóan Földünkhöz kötve marad: az ötezer-háromszáz billió tonna össztömegű légóceán — a Föld tömegének egymilliomod részét kitevő mennyiségével — tetemes részében részt vesz a Föld tengelyforgásában és természetesen együtt halad velünk, Nap körüli pályánkon. A légkör sűrűsége a magasság növekedésével állandóan csökken: átlagban minden 5,4 km emelkedés után felére csökken a légkör sűrűsége. A sűrűség ilyen jellegű csökkenése arra utal, hogy a légkör és a világűr közt nincs határozott, éles átmenet: azok fokozatosan olvadnak egymásba.

A légkör talajszinten, normál körülmények között (0° C és 760 torr nyomáson) $1,29 \text{ kp/m}^3$ sűrűségű, s normál állapotában egy köbcentiméternyi térfogatában 10^{15} gázmolekula van.

A légkör rétegeit, szféráit többféle szempont szerint is osztályozhatjuk. Az egyik osztályozási szempont során azt homoszférára és heteroszférára tagoljuk. A homoszféra a talajszinttől mintegy 100 kilométeres

magasságig terjed: benne a nyomáscsökkenés egyenletes, változatlan az átlagos kémiai összetétel, s számos más tekintetben is egyenletesek változásai. Erre utal a homoszféra elnevezés is. A homoszférát követő heteroszférában a légkör fizikai jellemzői szeszélyesen változnak, alakulásuk nem követ meghatározott tendenciát.

További két szempont szerint is osztályozhatjuk a légkör rétegeit: az elektromosan semleges és az elektromosan töltött részecskék szempontjából. 60 km-es magasságig az elektromosan töltött részecskék száma elenyésző a semleges részecskékhez képest, e magasság után viszont az arányok megváltoznak.

A semleges részecskék szerinti osztályozás a következő:

Réteg neve	Alsó és felső határának magassága (km)
troposzféra	0— 15
tropopauza	15— 18
sztratoszféra.....	18— 50
sztratopauza	50— 54
mezoszféra	54— 85
mezopauza	85— 90
termoszféra	90—400
termopauza	400—420
egzoszféra	420—

A táblázatban szereplő nevek közül a -szféra végződésűek jelölik az egyes légköri rétegeket, míg a -pauza végződésűek az egyes rétegek közötti átmeneti tartományokat. E megkülönböztetés azért szükséges, mert az egyes légköri rétegek között éppúgy nincs éles határ, mint a légkör és a világűr között.

A töltött részecskék szerinti osztályozás a tagolódást kevesebb rétegre bontja, a töltött részecskék természetének és a légkör egyéb alkotóihoz való arányának megfelelően:

A réteg neve	Alsó és felső határának magassága (km)
semleges réteg	0— 60
alsó ionoszféra.....	60— 100
ionoszféra	100— 400
felső ionoszféra	400— 1 000
magnetoszféra	1000—83 000



A légkör állapotának jellemzésére a földfelszíntől számított távolság függvényében adják meg a légkör nyomásának, sűrűségének, molekulatömegsúlyának, hőmérsékletének, ionizációs fokának és az ott levő részecskék kölcsönhatási jellemzőinek — közepes szabad úthosszának, energiacsatlási tényezőinek stb. — alakulását.

A homoszférában a földfelszíntől számított 85 kilométeres magasságig a mérések szerint állandó a molekulatömeg, vagyis a légkör kémiai összetétele változatlan. A földfelszíntől távolodva fokozatosan csökken a részecskék koncentrációja, ennek következtében a sugárzási behatások jobban érvényesülnek, s kialakul egy metastabil állapotú réteg. Nagyobb magasságokban a részecskék által felvett energia már arra is elegendő, hogy a molekuláris kötések felbomoljanak. Ez a folyamat a homoszféra felső határán veszi kezdetét, és jó közelítéssel azt mondhatjuk, hogy mintegy 1000 kilométeres magasságban fejeződik be, ahol már molekuláris állapotú gázokkal nem is találkozunk.

Az ionizációs fok a földfelszín feletti 60 km-es magasságban ér el figyelembe vehető értéket. Egyes szerzők innen számítják a sajátosan légköri jellegű plazmaövezetet. A különböző magasságokban az elektromos természetű erők mellett más és más hatások lépnek előtérbe, a részecskék mozgásjelenségeinél. Az alsó ionoszférában a ballon- és rakétaszondás mérések szerint még a turbulens jelenségek dominálnak. Ezzel szemben a felső ionoszférában már a diffúziós folyamatok is fokozatosan éreztetik hatásukat, valamint kimutatható a földmágneses erőtér gyenge befolyása is. 110 kilométeres földfelszín feletti magasságtól kezdve a diffúziós jellegű folyamatok egyeduralkodóvá válnak. A földfelszíntől tovább távolodva, 500—1000 km-es magasságra a diffúziós jelenségek is elmaradnak: szerepüket kizárólag a geomágneses tér hatásai váltják fel. Az itt mozgó részecskékre, valamint mozgásviszonyaikra megalkotott modellekben gyakran találkozhatunk a bizonyos mértékig idealizáló feltevéssel, amely szerint az a tartományban mozgó töltött részecskék mozgását a geomágneses tér szabja meg.

A légkör felső rétegeiben a plazmaállapot már teljes egészében, minden jellemzőjével képviselteti magát: fennáll a kvázineutralitás, a pozitív és negatív töltésű részecskék energiája egymással megegyezik stb. (A plazmaállapotról és annak néhány érdekességéről Évkönyviünk „Csillag a Földön” c. cikkében olvashatunk.) Amennyiben tehát a légköri jelenségek laboratóriumi utánzására törekszünk, elsősorban olyan univerzális mérési módszert kell kialakítani, amely mind a semleges, mind pedig a töltött részecskék jellemzőinek meghatározására alkalmas. Mindeddig ilyen vizsgálati eljárások nem születtek. A rendelkezésünkre álló módszerek jelentős része csak egyes speciális folyamatok tanulmányozására alkalmas, s már jelentős nehézségbe ütközik pl. a tanulmányozandó paraméter magasságfüggésének megállapítása is. E mérések meg-

valósítása, valamint eredményeik értékelése a légkörfizika hatáskörébe tartozik. Amint e tudományág szakértői is bevallják, sem a mérési módszerekben, sem pedig az általuk szolgáltatott eredményekben nem lehet maradéktalanul megbízni. Ezt azért jegyezzük meg a most bemutatott néhány adat kapcsán, hogy amennyiben az olvasó az itt közölt adatoktól több vonatkozásban is némileg eltérő értékeket olvas más forrásokban, ne lepődjön meg. Az előzőekben közölt adatok 1965—66. évi eredetűek, tudomásunk szerint legjobban megközelítik a valóságot.

A különböző magasságokban tapasztalt jelenségek laboratóriumi utánzása a mérési adatok alapján kialakított közelítő modell formájában történhet meg. Anélkül, hogy itt részletesen ismertetnénk az utánzási problémákat, két alapvető elvi szimulációs akadályt említünk csak meg. Az egyik a világűr végtelensége, amelyből számos olyan későbbiekben bemutatandó, laboratóriumi körülmények között le nem másolható hatás származik, amely a valóságnak csak bizonyos megközelítését teszi lehetővé. A másik a hatások szimultán leutánzása. Laboratóriumi körülmények között ma még egyetlen, önmagában ható tényezőt sem tudunk maradéktalanul utánozni, nem hogy többet együttesen.

A bolygóközi tér

A magyar nyelvben a Földön kívüli térséget az általánosan elterjedt világűr szóval jelölik. Hangsúlyozni kell, hogy ez az elterjedt, népszerű kifejezés nem tükrözi a valóságot: az égitestek közti tér ugyanis nem üres, abban gáz- és porrészecskék találhatók, s át- meg átjárják a különféle sugárzások. Ez a tér legfeljebb a csillagok, bolygók és más égitestek alkotta anyagtömörülésekhez képest üres, és nem abszolút értelemben. A világűr szót tehát ebben az értelemben kell tekintenünk, a bolygóközi tér esetében is.

A bolygóközi térben a Napon, a nagybolygókon és azok holdjain kívül a kisbolygók, az üstökösök, a meteorok, valamint különféle gáz- és porrészecskék találhatók még. A porrészecskék és az egyéb apró szilárd törmelék a Napot egy lapos, gyűrű alakú porfelhőként veszi körül, amelynek szimmetriasisíkja nagyjából egybeesik a földpályával. E felhő anyagának túlnyomó többsége 0,001—0,1 mm átmérőjű részecskékből áll. A Föld környezetében a porfelhő sűrűsége a Luna-1 és Luna-2 szovjet holdrakéták által kibocsátott nátriumfelhő expanziójából számítva 10^{-21} — 10^{-20} g/cm³. A földpályán belül eső térrészben e poranyag össztömege a Föld tömegének mintegy százmilliomod része lehet.

A porrészecskék méret szerinti eloszlása a Naprendszerben igen különböző. A Naphoz közeli térségekből az igen kis méretű testecskék hiányoznak: a sugárnyomás „kisöpri” azokat a Naprendszer külső térségeibe. Ennek az az oka, hogy a 0,0001 mm átmérőjű és annál kisebb

részecskék felszíne tömegükhöz viszonyítva igen nagy. Ezért mozgásukat a gravitációval szemben a sugárnyomás szabja meg.

A Nap felé zuhanó kisebb részecskék a Nap közelében a hatalmas sugárzó energia hatására elpárolognak. Az így keletkezett gáz alkotja a Nap koronájának legkülső rétegeit és a bolygóközi gáz egy részét. A bolygóközi gáz egy további része az üstökösök csóvájából, illetve a Föld és a Vénusz légköréből származik. E gáz további forrása még a Nap anyagi részecskékből álló sugárzása, vagy ahogy ma inkább nevezni szokás, a napszél.

Abból, hogy a Nap felé zuhanó porrészecskék a Nap sugárzó energiájának hatására elgőzölögnek, arra következtethetnénk, hogy a bolygóközi por anyaga előbb-utóbb elfogy. A valóságban azonban ez nincs így. Állandóan folyik ugyanis a kisbolygók feldarabolódása és az előregedett üstökösök széthullása. Ez a folyamat jelenlegi ismereteink szerint egyensúlyban van a párolgás folytán fellépő veszteségekkel.

A bolygóközi porrészecskéknél lényegesen kevesebbet tudunk a bolygóközi gázzal. Ez elsősorban azzal függ össze, hogy ennek vizsgálata a klasszikus csillagászat módszereivel alig-alig lehetséges. Asztronautikai vizsgálatokból ma már tudjuk, hogy ez a gáz zömmel hidrogénatomokból és ionokból áll. A hidrogén ionjai — protonok — megtalálhatók a magnetoszférában is. Feltételezik továbbá, hogy a bolygóközi térben nagyszámú szabad elektron is található. Ez elsősorban azért valószínű, mert az intenzív napsugárzás képes a bolygóközi térben található gázanyag ionizálására. A napkorona K-rétegének és az állatövi fény polarizált részének vizsgálata szintén arra utal, hogy a bolygóközi térben kell szabad elektronokból álló elektrongáznak is lennie.

A bolygóközi gázok néhány forrását már említettük. Újabb vizsgálatok alapján azonban feltételezik, hogy a csillagközi térből is kerül gázanyag a bolygóközi térbe. Az újabb vizsgálatok szerint a földpálya térségén túl terjedő tartományban is a bolygóközi gáz úgy fogható fel, mint egy hatalmas kiterjedésű igen ritka gázfolyam, amely a Napból kiindulva szüntelen áramlásban van a Naprendszer külső térsége felé.

A Föld légköre védelmet nyújt a bolygóközi térből jött parányi részecskék, a meteorok ellen. Ezek a parányi kozmikus lövedékek a szabad bolygóközi térben csekély méreteik ellenére is veszedelmesek lehetnek, hiszen sebességük 12—72 km/sec lehet. Anyagi összetételüket tekintve két nagy családha sorolhatók: kő- és vasmeteorok csoportjába. Ezek kémiai elemek szerinti összetétele a Föld szilárd kérgével, illetőleg annak belső magjával mutat közeli kapcsolatot. Belőlük igen tetemes mennyiség hullik a Földre, többnyire a légkör által ártalmatlanná tett por formájában. A meteorok a Föld légkörében átlag 110 km magasságban villannak fel és néhányszor 10 km magasságban kialszanak. Ezalatt a parányi meteorok zöme elég. A légköri kölcsönhatás során azonban

nemcsak a meteor porlódik szét, hanem ionizálódik a magaslégréteg is. Így a napsugárzás mellett ezeknek a részecskéknél jut a legfontosabb szerep az ionoszféra kialakításában és fenntartásában.

A meteorok méret szerinti gyakoriságáról most következő táblázatunk ad áttekintést:

a részecskék átmérője (mm)	tömeg (mg)	a naponta Földre hulló részecskék össztömege (tonna)
10-nél nagyobb	2000	1
1—10	2—2000	5
0,1—1	0,002—2	20
0,1-nél kisebb	0,002-nél kisebb	1000-tól 10 000-ig

A Föld magaslégrétegében és a bolygóközi térben, a mai mesterséges égitestek életterében tehát merőben más viszonyok uralkodnak, mint az általunk megszokott földfelszíni viszonyok között. Várható, hogy az új körülmények az anyagok új tulajdonságait helyezik előtérbe, s ezért a világűr viszonyainak lehető legpontosabb és igen gondos utánzása nélkül nem vállalkozhatnak a szakemberek az ott tevékenykedő mesterséges égitestek megtervezésére és megépítésére. A szimulátorkamrák, amelyek a világűr egy-egy darabját jelentik, több-kevesebb közelítéssel alkalmasak a viszonyok előállítására. A bennük végzett vizsgálatok során nyílik mód arra, hogy megismerkedjenek az anyag tulajdonságaival és viselkedésével erősen légritkított térben, sugárzásos kölcsönhatási viszonyok között és tanulmányozzák a nagysebességű töltött részecskék és a mikrometeorok okozta veszedelmeket és elváltozásokat. Természetesnek látszik, hogy minél jobban távolodunk a Föld felszínétől, annál nagyobb nehézséget jelent a megfigyelt hatások laboratóriumi utánzása, éppen az előzőekben említett két alapvető akadály miatt.

Kozmikus környezethatások

A mesterséges égitesteket érő környezethatások ma még nem minden tekintetben ismertek pontosan: a hatások mennyiségi és minőségi elemzése jelenleg részben a különböző mesterséges égitestek kutatási programját is képezi. A hiányosságok és nehézségek ellenére a környezeti hatásokról egyes területeken már nemcsak minőségi képpel, hanem pontos összefüggésekkel is rendelkezünk. Más területeken viszont éppen egyes ismeretek hiánya vezetett működési rendellenességekre néhány mesterséges égitestnél, ami egyes programok teljes vagy részleges sikertelenségét eredményezte.

Maga a terület rendkívül hatalmas és szerteágazó, ami csak bonyolítja a helyzetet, annál inkább, mert a kérdés tulajdonképpen minden tudományterület szempontjából vizsgálat tárgyát képezi. Éppen az ilyen határterületi kérdésekkel kapcsolatos bonyodalmak következtében a környezethatások csoportosítása ma még csak több-kevesebb önkényességgel lehetséges. A most következő tárgyalásban a lehetséges, általunk leginkább áttekinthetőnek ítélt csoportosítást választva mutatjuk be az úrszimuláció problémáit — természetesen a teljesség igénye nélkül. Az említett csoportosítás a következő:

1. A start előtti hatások;
2. Az indítás során fellépő hatások;
3. Hatások a Föld körüli pályán és a bolygóközi térben;
4. A visszatéréskor fellépő befolyások;
5. Leszállás idegen égitestekre.

Az öt említett nagyobb csoport mindegyike számos mellékhatásra bontható. Ezek közül valamennyivel foglalkozni lehetetlen, de nem is szükséges, mivel a probléma lényegét enélkül is érzékeltetni lehet.

Start-hatások

A start során az első különleges hatás a hajtómű bekapcsolásakor veszi kezdetét. Ennek következtében különféle rezgések és mechanikus rázkódások lépnek fel, továbbá a rakétát az orrán elhelyezett mesterséges égitesttel együtt mintegy burokként veszi körül a hajtóműből kiáramló forró gázok köpenye. A hajtómű bekapcsolása után néhány pillanattal kezdetét veszi az emelkedés.

Az egyes fokozatok hajtóműveinek tolóereje állandó, a mozgatott tömeg viszont az üzemanyagfelhasználás következtében fokozatosan csökken. Ezért az emelkedés során nemcsak a sebesség, hanem a gyorsulás is növekszik. A felhocsátás során tehát gyorsulási igénybevételek jelentkeznek. Az emelkedés során a rakéta ki van téve az átszelt lég rétegekben uralkodó változó meteorológiai, nyomási, légösszetételi és sugárzási hatásoknak is. Ugyanakkor az orrkúpon aerodinamikai erők ébrednek, amelyek hatása különösen az alsó, sűrűbb légrétegekben számottevő. A légköri részecskékkel való kölcsönhatás a növekvő magasság által kiváltott sűrűségeśökkenés ellenére egyre hevesebbé válik, egyrészt a rakéta saját sebességeśökkenés növekedése, másrészt a légköri részecskék fokozódó energiagazdagsága következtében. Emiatt lép fel az aerodinamikai fűtőhatás és az aerodinamikai front, s az orrkúp az előtérbe kerülő plazma-kölcsönhatások miatt felmelegszik.

A jelenségek a pálya eléréskor megszűnnek: lecsillapszanak a rezgések, s beáll a súlytalanság. A pálya elérése ugyanakkor együtt jár egy

alacsony nyomású külső környezet állandó jelenlétével. Ez a vákuummal történő kölcsönhatásban jut kifejezésre, annak minden érdekes következményével együtt.

Az alacsony nyomások világa

A légkörrel kapcsolatos vizsgálatokból tudjuk, hogy mindössze háromszáz km-es tengerszint feletti magasságban a légkör nyomása már csak 10^{-8} torr. A magasság további növekedtével a nyomás még tovább csökken: 300 km-es magasságtól kezdve a mesterséges égitestek már az ultra-nagyvákuum világában mozognak. Ezért szorgalmazták az űrkutatás szakemberei is az ultra-nagyvákuumok megbízható előállítását és fenntartását.

Az anyagok viselkedésében komoly változást idéz elő a légritkítás növelése. A felületeken a nyomásváltozás következtében monomolekuláris rétegek jelennek meg, ill. tűnnek el. Egy jól kiizzított fémfelületen pl. 10^{-10} torr nyomáson 1 óra alatt tud kialakulni egy monomolekuláris fedőréteg. Ugyanez a folyamat 10^{-6} torr nyomáson mindössze egy másodpercet vesz igénybe. Igen könnyen igazolható, hogy a felületi rétegek erősen befolyásolják az anyag tulajdonságait. A monomolekuláris rétegek szerepe még fokozottabban megmutatkozik a különböző kenőanyagok, valamint a mechanikai rendszerek forgó és csúszó komponenseinél. Ezt külön figyelembe kell venni az egyes komponensek méretezésénél, valamint feladatának kijelölésénél.

A molekulák közepes szabad úthossza — azaz két ütközés között megtett átlagos úthossza — az űrben általában igen nagy, pl. az űrhajó méreteihez képest. Jó közelítéssel azt lehet mondani, hogy az űrhajó egy molekuláris áramlástól mentes térben mozog, s ezt a megállapítást gyakran szokás kiinduló feltevésként alkalmazni a kölcsönhatási jelenségek elméleti jellemzésénél. Ezen az alapon azt a modellt alakítják ki, amelyet a további kísérleti beállítások alapjaként fogadnak el.

Amint a mesterséges égitest a világűrben halad — földfelszín feletti magasságától függő mértékben — magához vonzza, összegyűjti azokat a molekulákat vagy atomokat, amelyekkel útja során találkozik. Ezek egy darabig megkötődnek a felületen, s a megkötődés időtartama elsősorban a környezet nyomásától és a vizsgált felfelület minőségétől, állapotától függ. Egy bizonyos idő elteltével a részecskék vagy szublimáció útján hagyják el a felületet, vagy egyszerűen a bekövetkező újabb kölcsönhatások miatt sodródnak le onnan. Ilyen értelemben a mesterséges égitest egy molekula-áramlási forrásként szerepel. Ennek a látszólagos részecskeforrásnak azonban van egy feltűnő tulajdonsága: annak a valószínűsége, hogy egy olyan részecske, amely egyszer már megkötődött a felületen, ismét visszatérjen oda, gyakorlatilag nulla. Ennek

oka a nagy közepes szabad úthossz — ami természetesen fordítva arányos a nyomással —, az igen gyenge, molekulák közötti kölcsönhatás, és nem utolsósorban az előzőekben világűr-utánzási akadályként említett végtelenségi probléma. E rövid gondolatmenetet csak annak illusztrálására mutattuk be, hogy milyen érdekes és újszerű viszonyok uralkodnak a világűr vákuumterében. Következésképpen a klasszikus értelemben vett nyomásról mint egyenletes, izotróp jellemzőről nem is lehet beszélni a mesterséges égitest körüli térben. Ez egyúttal megvilágítja a mesterséges égitestek segítségével, az azokon elhelyezett műszerekkel történő közvetlen nyomásmérés problémáját, valamint következtetni enged az ily módon végzett nyomásmérések használhatóságára, adatainak hitelességére is.

A mesterséges égitest tehát megzavarja a világűr nyugalmát azáltal, hogy megváltoztatja az ott fennálló nyomásviszonyokat, a magával hozott vagy sodort, esetleg a faláról leváló részecskék révén.

Ami a nyomásfogalmat illeti, ez esetben már nem alkalmazhatjuk a szemléletesség követelményeinek fenntartásával a földi viszonyok között általánosan használt torr-egységeket. Vegyük ugyanis figyelembe, hogy egy higanyatom átmérője 10^{-8} cm nagyságrendű. Azonnal látható, hogy nincs sok értelme 10^{-10} torr nagyságrendű vagy ennél finomabb vákuumokról beszélni. Ekkor ugyanis olyan piciny nyomása lenne a térnek, amely a hagyományos értelemben véve a higanyatom átmérőjének századrészét kitevő magasságú higanyoszloppal tartana egyensúlyt. Ilyen higanyoszlopot természetesen sem előállítani, sem elképzelni nem lehet. Az űrkutatás, valamint az ultra-nagyvákuumok birodalmának megismerése tehát újszerű nyomásfogalom, és ennek megfelelően új nyomásegység bevezetését követeli meg. Minderre azonban napjainkig nem került sor. Ennek oka elsősorban az, hogy nem született még megállapodás a tudósok között arra vonatkozóan, hogy a légritkított tér melyik jellemzőjét — a hőterjedési viszonyokat, elektromos vezetőképesség-változásokat stb. — vegyék alapul az új fogalmak bevezetésénél.

A világűr mint vákuumkörnyezet végtelen kiterjedésű, termikus szempontból végtelen elnyelőképességűnek tekinthető. Ebben az értelemben úgy viselkedik, mint az abszolút fekete test. Egyébként a benne levő részecskék kis koncentrációja miatt is csekély fajlagos termikus energiával rendelkeznek. A hollygóközi térben pl. a napsugárzásnak ki nem tett helyeken mindössze $3-4$ °K a hőmérséklet, ami a számunkra megszokottabb Celsius-skálán -269 , -270 foknak felel meg. Ez másként szólva azt jelenti, hogy valamely csillag közelében, az annak sugárzása elől elzárt tér hőmérséklete csakúgy rendkívül alacsony, mint a csillagoktól távoli átlagos hollygóközi téré. Ez az alacsony hőmérséklet és végtelen kiterjedésű vákuumtér pillanatok alatt ugyanilyen alacsony hőmérsékletre hűtené az odakerülő mesterséges égitestet. A lehűlési és a fel-

melegedési viszonyok is másként alakulnak a világűrben, mivel a hő a különböző hőmérsékletű helyek között csak sugárzás útján terjedhet. Megváltozik minden transzportjelenség, amelynek lefolyása anyagi részecskék közvetítéséhez, ezen keresztül pedig azok jelenlétéhez van kötve.

Amióta a kinetikus gázelméletet kidolgozták, több olyan elmélet született, amely az alacsony nyomású gázokban végbemenő kölcsönhatási jelenségek leírására törekszik. Ha egy edényben levő gázt ritkítani kezdünk, csökkentjük a térfogategységre jutó gázcseppcskék számát. Ennek eredményeként megnő a molekulák mozgási szabadsága, s azok egyre hosszabb utakat tehetnek meg anélkül, hogy más gázcseppcskébe ütköznenek. Az előbb említett ütközési folyamat, a közepes szabad úthossz és általában a kölcsönhatási jelenség statisztikus módon értelmezhető. Ezért szokás pl. az ütközések gyakoriságát jellemző számértékek sokasága helyett azok valamilyen átlagát, középértékét bevezetni. Ettől a középértéktől természetesen mindkét irányban adódnak eltérések, a statisztikus törvények természeténél fogva azonban az így bevezetett jellemzők összességében jól jellemzik a sok összetevőjű rendszert.

A légritkítás következtében nemcsak a gázcseppcskék egymás közötti kölcsönhatásaiban — s ezzel a hőterjedési jelenségekben — áll be minőségi változás, hanem megváltoznak a légritka térben elhelyezett szilárd felületek és a gázcseppcskék közötti kölcsönhatások is. Az előzőekben említett monomolekuláris felületi réteg ultra-nagyvákuumban való eltávolítása azt jelenti, hogy szabadon érvényesülnek mindazon folyamatok, amelyek magasabb környezeti nyomás mellett eddig nem jutottak érvényre. Ilyenkor tűnik ki az, hogy az egyes anyagok milyen változatos módon reagálnak az ultra-nagyvákuumra mint környezetre. Még a fémek között is akadnak olyanok — a nagy gőznyomással bírók —, amelyek ultra-nagyvákuumban a folyékony halmazállapot kihagyásával egyenesen légneművé válnak, azaz szublimálnak. A szublimációban még az sem akadályozza meg az egyes, erre hajlamos fémeket, ha azok nem tisztán, hanem pl. ötvözetek komponensként kerülnek a nagyvákuumba. Így pl. a jól ismert sárgarézből az ötvözőanyagként használt ón vagy cink gyorsan elpárolog, és csak a vörösréz marad vissza.

Bármilyen különösnek is tűnik, az ultra-nagyvákuum hegesztőpisztolyt is helyettesíthet. Ha igen pontosan összezsírozott felületeket nagyvákuumba helyezünk, majd a felületi rétegeik eltűnését megvárva azokat összezsírozott felületükkel egymáshoz illesztjük, a két fémdarab olyan szoros kapcsolatba kerül egymással, mintha azokat összehegesztették volna. E jelenséget hidegforradásnak nevezik, azért, mert az ultra-nagyvákuumban a felületi réteg eltávolítása után e jól illeszkedő fémfelületek molekulái egymással közvetlen kölcsönhatásba lépnek, minden hőmérsékleti beavatkozás nélkül, s e kölcsönhatás a vákuumviszonyok

megszüntetése után is fennmarad. Ez az érdekes jelenség gyakorlati szempontból is fontos; ha pl. egy mesterséges égitest valamely mozgó alkatrészénél következik be ez a különben földi viszonyok között csak érdekességszámba menő jelenség, akkor az meghiúsíthatja az eredetileg kitűzött célok megvalósítását.

A hidegenhegedés jelensége azonban kedvező oldaláról is bemutatkozik, természetesen nemcsak a laboratóriumi körülmények között kialakított vákuumterekben, hanem a világűrben is. Az ilyen körülmények között terhelt, ún. fáradási próbának alávetett fémek 7—10-szer hosszabb időn át bírják károsodás nélkül a fárasztási próbát, mint a megszokott földi viszonyok között. Ez azzal függ össze, hogy a kifáradás során fellépő hajszálrepedések ultra-nagyvákuumban a felületi réteg hiánya miatt éppen az előbb említett hidegforradási jelenség következtében a kristályszerkezetben fellépő belső erők hatására összehegednek. Földi viszonyok között — a számunkra megszokott nyomáson — ez a folyamat azért nem mehet végbe, mert a keletkező hajszálrepedésekbe a másodperc tört része alatt behatoló légköri oxigén nemcsak oxidálja a fémfelületet, és ezzel megátolja a kristályszerkezeti erők érvényesülését, hanem a felületen kialakuló monomolekuláris réteg miatt nem kerülhet sor a hidegforradás végbemenetelére.

A légritka terek világa számos meglepetéssel szolgál. E meglepetések alapját a kölcsönhatási jelenségekben bekövetkező lényeges változások eredményezik. Mint már erre utaltunk, a hővezetés és hőáramlás helyébe a sugárzásos hőcsere lép, a felületi rétegek eltűnése pedig újszerű határfelületi folyamatok kialakulására ad módot. Mivel azonban a nagy tisztaságban előállított anyagminták éppen e most összefoglalt hatások miatt ultra-nagyvákuumban tartósan megőrzik tisztaságukat, a környezet módot nyújt az anyagok szennyezésektől független, eredeti tulajdonságainak vizsgálatára. Ezért játszik pl. igen fontos szerepet az ultra-nagyvákuum a szilárd testek fizikai tulajdonságainak mélyebb megismerésében és az így meghatározott jellemzők alapján azok elméletének kidolgozásában is. Gyakran mondják, hogy a vákuum az anyag új, igazi tükre. E megállapítás hűen tükrözi a vákuumfizika által nyújtott lehetőségeket, de egyben arra is utal, hogy vizsgálatakor egy teljesen újszerű környezettel állunk szemben.

Nemcsak az anyagok felületi szennyezéseinek eltüntetésére és azok nagy tisztaságban való előállítására alkalmas az erősen légritkított tér, hanem az kitűnő hőszigetelő, és a vákuum finomságának javításával egyre tökéletesebb elektromos szigetelő is.

A légritka tér annál tökéletesebben látja el hő-, hang-, valamint elektromos szigetelő feladatát, s annál alkalmasabb az anyagok igazi tulajdonságainak megismerésére, minél finomabb a létrehozott vákuum, azaz minél jobban sikerült a légritkítás megvalósítása.

A légritkítás mesterségével a vákuumtechnika tudománya foglal-
kozik, amelynek eredete a XVII. sz.-ig vezethető vissza. Ekkor indult
meg a vákuum nehezen megközelíthető világának tudatos vizsgálata,
és szinte ezzel egyidőben annak minél tökéletesebb előállítására való
törekvés is. 1654-ben alakította ki *Guericke* dugattyús vagy másként
köpűs légszivattyúját, amely nemcsak hatalmas feltűnést keltett a
magdeburgi kísérlet kapcsán, hanem lehetőséget adott arra is, hogy a
vákuumtechnika kísérletező korszaka kezdetét vehesse. 1868-ban *Bunsen*
már új elveket keresett: egyszerű működésű víz- és gőzsugár szivattyút
hozott létre. Mindkét szivattyútípust — számos tökéletesítés után —
még ma is széleskörűen alkalmazzák. Nagy előrelépést jelentett a rotá-
ciós vagy másként forgótolkás légszivattyú elvének felismerése, amely
Gaede nevéhez fűződik (1908). 1913-ban *Gaede* kialakítva a diffúziós
szivattyúzás elvét, lehetővé tette a középfinom vákuumok tartományába
való behatolást. Szivattyúját 1916-ban *Langmuir* tökéletesítette: így
született meg a ma is használt többlépcsős higanydiffúziós szivattyú,
majd később az olajdiffúziós szivattyú.

Az itt röviden összefoglalt fejlődésmenet a vákuumtechnika króniká-
jaként tekinthető. Természetesen a finomabb vákuumok világába történő
behatolás új elveket és rendszereket követelt meg: így alakultak ki a
kifagyasztásos és kémiai megkötéses elven alapuló szivattyúk, amelyek
érdekessége, hogy nem távolítják el véglegesen a térben mozgó gáz-
részecskéket, hanem azokat időlegesen felületükön megkötve, kivonják
a különféle kölesönhatási folyamatokból.

E szivattyúkat bizonyos fokig összekötő kapocsként tekinthetjük
a klasszikus vákuumtechnika és a modern vákuumtechnika között.
A kémiai szivattyúkat — amelyek az ún. getter-hatás következtében
felületükön kötik meg a különféle gázcsoportokat — használják pl. az
elektroncsövek gyártásánál is, ahol a klasszikus módszerekkel elért száz-
ezred torr nagyságú nyomást segítségükkel tízmilliomod torra csökkentik
le. Itt természetesen olyan abszorpciós anyagokat alkalmaznak, amelyek
a kifagyasztásos rendszerekkel ellentétben véglegesen megkötik a gáz-
térből kivont részecskéket.

A modern vákuumtechnika legfontosabb eszközei az *Alpert*-féle
ionszivattyúk. Ezek működtetésére akkor kerülhet sor, ha már a klasszi-
kus vákuumtechnika eszközei nem biztosítanak további légritkítást. Az
ultra-nagyvákuum meghódítása ezek segítségével vette kezdetét az elmúlt
évtizedben. A ritkítandó térben mozgó részecskék eltávolítására egy
elektromos erőteret alakítanak ki magában a ritkítandó térben, s ioni-
zálják, elektromosan töltötté teszik a térben levő gázcsoportok jelen-
tékeny részét. E gázcsoportok pozitív töltést nyerve ugyancsak elektro-
mos úton könnyen összegyűjthetők és egy negatív töltéssel ellátott fém-
koholy felé irányíthatók. Itt a részecskék töltésüket elvesztve somlegesí-

tődnek, de egyúttal megnövekszik a koncentrációjuk, nyomásuk is. Ezáltal a vákuumtérek ez a része lényegesen nagyobb nyomású lesz, mint a többi, s az itt összegyűlt részecskéket akár a klasszikus szivattyúkkal, akár pedig kifagyasztó — kryo — felületekkel ki lehet vonni a munkatérből. Ezek a rendszerek, az ún. ionszivattyúk gyakran a getter-szivattyúk, kémiai szivattyúk mellett kerülnek alkalmazásra.

Nem véletlen, hogy a világűr jelenségeinek laboratóriumi utánzását bemutató anyagban ekkora teret szenteltünk a vákuumtechnika eszközeinek. A modern vákuumtechnika és vákuumfizika eredményei nélkül ugyanis sem az űrkutatás, sem pedig a világűr közelebbi megismerése nem lett volna lehetséges.

A szimulátorkamrák

Amint a mesterséges égitest pályára áll, magasságától függő jóságú vákuumtérbe kerül. A tervezők egyik fontos feladata, hogy mind a vázszerkezetet, mind pedig a teljes berendezést úgy szerkesszék meg, anyagaikat úgy válasszák meg, hogy az így kialakított rendszer a világűrben is üzembiztosan ellássa a számára kijelölt feladatokat. Ha figyelembe vesszük még, hogy egy átlagos mesterséges égitest minden kilopondja mintegy 100 000 dollár, még inkább érthetővé válik a világűr földi utánzására irányuló kísérletek, szimulációs feladatok fontossága. Az eddigi indítások statisztikája is arra figyelmeztet, hogy a gondosan előkészített, szimulátorkamrákban lefolytatott földi előkísérletek és megbízhatósági tartampróbák adatainak figyelembevételével jelentékeny összegeket lehet megtakarítani. Az amerikai űrkutatási hivatal (NASA) nemrégiben tette közzé azt a jelentését, amelyben összefoglalja az űrhajók prototípusainak kialakítása során tapasztalt hibák százalékos megoszlását. Eszerint az észlelt hibák közül:

vákuumtechnikai és ezzel összefüggő termikus eredetű probléma	38%
beállításokból eredő zavar	27%
vibrációs eredetű meghibásodás	19%
hőháztartással és belső hőgyensúllyal kapcsolatos nehézségek	16%

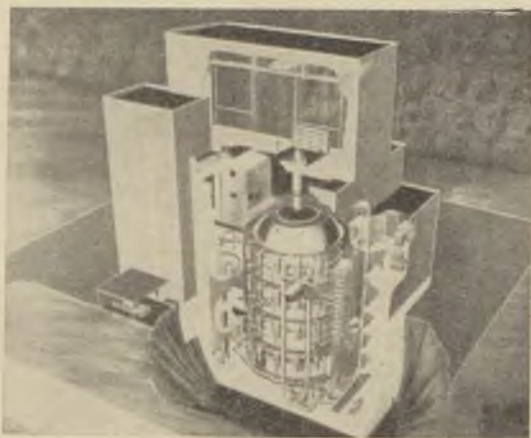
E statisztika adataiból is látható, hogy az indítási kísérletek meghibásulása a legtöbb esetben vákuumtechnikai és ezzel összefüggő termikus problémákra vezethető vissza. Ha még figyelembe vesszük azt is, hogy ezen adatok ismerete előtt is nagy figyelmet szenteltek már a földi vákuumtechnikai előkísérletek — szimulátor kísérletek — minél tökéletesebb végrehajtására, s ennek ellenére is ilyen nagy kiesést jelentett a vákuum hatásából származó befolyás, kézenfekvővé válik a vákuumfizika űrkutatásban elfoglalt kiemelt szerepe.

A jelenleg ismert szimulátorkamrák rendeltetésüket tekintve két osztályba sorolhatók. A kisméretű, ún. komponenskamrák a mesterséges égítetek egyes komponenseinek, szerkezeti anyagainak, műszereinek vizsgálatára szolgálnak. A komplett mesterséges égítést vagy úrhajó vákuumtérben történő vizsgálata több száz vagy ezer köbméter hasznos térfogatú szimulátor kamrákat, az ún. totális kamrákat teszi szükségessé. Mindkét kamratípus — alakját tekintve — általában gömb vagy henger.

A kisebb komponens kamrákban nem ritka a 10^{-14} torr légritkítás sem; a nagyméretű totálkamrákban 10^{-6} torrnál finomabb vákuumot csak ritkán szokás létrehozni. Az itt alkalmazott szivattyúk szívósebessége általában 20 000 liter/sec körül van, de sok esetben találkozunk már 300 000 liter/sec szívósebességű szivattyú-rendszerekkel is. A hozzávetőleges számítások szerint egy komponenskamrát olyan körülmé-
 kintően kell méretezni

és kivitelezni, hogy abba egy évszázad alatt 1 cm^3 -nyi normál nyomású levegő se szívárogasson be. Ez nemcsak különleges nyílászárást és tömítést igényel, hanem kifogástalan kamrafalat is. A fal anyagát ezé-
 rt a beépítés előtt röntgenográfiai és ultrahangos módszerekkel többszö-
 rösen gondosan átvizsgálják.

Nem ritkák az 1000 m^3 térfogatú szimulátorkamrák, sőt azt lehet mondani, hogy ezek napjaink úrkutatási központjainak jellegzetes díszei. Tekintsünk egy ilyen totálkamrát, amelynek belső felülete 1000 m^2 , falának anyaga acél. A mérések szerint az acél gázleadása 10^{-3} – 10^{-4} torr·liter·sec $^{-1}$ ·m $^{-2}$, előzetesen kiképzelt, kiizzított felület esetén, egy milliommódtorr nyomáson. Esetünkben ez azt jelenti, hogy csak a kamra falfelületétől származó kezdeti gázleadás kompenzálására mintegy 100 000–1 000 000 liter/sec-os szívósebesség szükséges, ha a 10^{-6} torr nyomást tartósan biztosítani akarjuk és feltételezzük, hogy csak az acél-falak felülete ad le gázt. Ez a gázleadás is 10^{-1} –1 torr·liter gázt jelent másodpercenként. E példa kapcsán tökéletesen vákuumtömörnek vettük



41. ábra. A MARK-1 elnevezésű nagy szimulátorkamra

— a könnyebbség kedvéért! — az egész vákuumrendszert. Ezzel arra kívántunk rámutatni, hogy a világűr vákuumviszonyainak utánzása a direkt erre a célra kialakított rendszerekben sem ad hoc feladat, az gondos előkészítést, és több napon keresztül történő folyamatos légritkítást követel meg.

A szívósebesség fokozása egy megoldást jelenthet a szimulátor kísérletek passzív időszakának lerövidítésére, azonban ennek korlátai vannak. Emiatt kezdték el a kryofelületek alkalmazását. Az ilyen szimulátor kamrák belső falát többnyire alumíniumból, méhsejtszerűen képezik ki, s az egyes lamellák mögött helyezkednek el a kifagyasztó kryofelületek. A szimulatórkamrák általában dupla falúak, s az így kialakított térben helyezik el azt a csőkígyórendszert, amelyben a kifagyasztó folyadék áramlik. Erre a célra az egyszerűbb kísérleteknél folyékony nitrogént, igényesebb esetben pedig a lényegesen hatékonyabb, de egyúttal sokkal drágább folyékony héliumot használnak.

A világűrbeli viszonyok utánzása — mint a bevezetőben ismertettük — azért is problematikus, mert egyidőben több olyan hatást kell szimulálni, amelyeknek önmagukban történő előállítása is komoly probléma. A napjainkban legtökéletesebbnek számító szimulatórkamrák kialakításánál azonban törekedtek arra, hogy lehetőség szerint igen széles szimulációs feladatkör megoldását tegyék lehetővé, azaz ne csak a különböző finomságú légritkítást, hanem a világűr jellegzetes sugárzási és meteorhatásait is utánozni tudják.

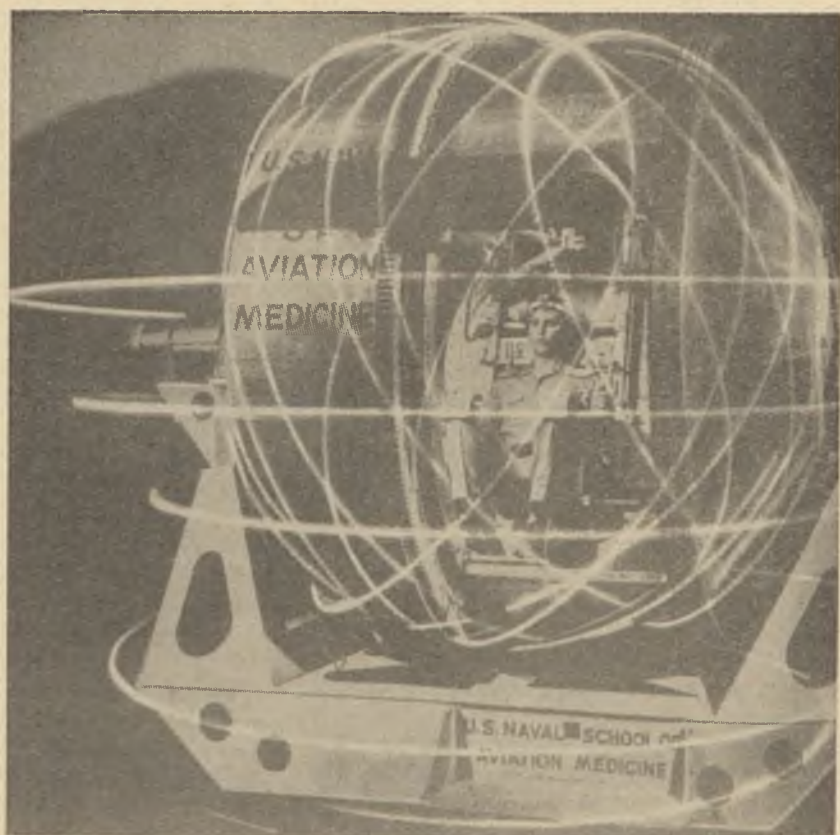
A sugárzási viszonyok utánzására a szimulatórkamrák belső falát általában különleges fekete festékkel vonják be, és így e felületnek 0,9—0,95-ös abszorpcióképességet biztosítanak. Ha a térben a sugárzási hatás speciális formáinak utánzására is törekcszenek — aktív sugárkamra —, egy külön sugárforrást is elhelyeznek a kamrában.

A sugárzási viszonyok utánzásához természetesen ismernünk kell azokat az energiákat, amelyek a világűrben mozgó mesterséges égitesteket éri. Közepes föld körüli magasságban, körpályán haladó mesterséges hold esetére a szóbajövő fontosabb sugárzási források és az általuk kibocsátott sugárzás energiahozama a következők:

Napállandó	1,4 kW·m ⁻² ·sec ⁻¹
A Föld infra sugárzása	0,67 kW·m ⁻² ·sec ⁻¹

vagyis a kívülről származó sugárzó energia összhozama négyzetméterenként és másodpercenként kevesen 2 kW. Számolni kell emellett természetesen a mesterséges égitest belsejében működő rendszerekben felszabaduló hőmennyiségekkel is, amelyek a mesterséges égitest rendeltetésétől függően nagymértékben különbözők lehetnek.

A szimulatórkamrákban alkalmazott átlagos fajlagos sugárzási teljesítmény általában 35 watt/m² nagyságú. Ezáltal természetesen nemcsak



42. ábra. Az orientációs rendszer szimulációs ellenőrzése

a kamrában elhelyezett, esetleg forgatott, mozgatott minta melegszik fel, hanem a kamra falának hőmérséklete is megemelkedik. Így a kryo-felületek hatékonysága csökken. Ez és még néhány további, az itt bemutatott sugárzás-szimulálásból közvetlenül levezethető hatás felhívja a figyelmet arra, hogy a vákuumviszonyok és a sugárzási viszonyok egyidejű szimulálása már igen komoly, vákuumtechnikai nehézségeket is növelő befolyással bír. Látni fogjuk, hogy a meteorhatás, mint harmadik szimulálандó folyamat egyidejű megvalósítása olyan követelménynek számít, amelyet alig néhány szimulátorkamrában tudnak csak biztosítani.

Az átlagos fajlagos sugárzási teljesítményt — 35 W/m^2 — feltételezve, egy 1000 m^2 belső falfelületű szimulátorkamra esetén 35 kW sugárzási teljesítmény fűti a falakat. Ha figyelembe vesszük azt, hogy egy

liter folyékony nitrogén elpárolgatásánál csak 44 watt vonódik el a környezettől, a kb. 100 kW-os teljesítmény elszállítása érdekében mintegy 2,3 m³ folyékony nitrogént kellene elpárolgatni óránként. Kihasznaálva azt, hogy a folyékony nitrogén még 10 atmoszféra nyomáson, 100 °K hőmérsékleten is folyékony, azt a megoldást választják, hogy ekkora túlnyomással áramoltatják a nitrogént a hűtőrendszerben. Ehhez természetesen kitűnően szigetelt szivattyútelepre van szükség, s az egész rendszert több közbeiktatott hőkicszerelővel kell működtetni.

A szimulátorkamrák működtetésénél komoly problémát jelent a molekuláris áramlás hatékonysága. Ez nagymértékben megzavarja a világűr viszonyainak utánzását, hiszen egy viszonylag kis kiterjedésű, véges méretű szimulátorkamrában biztosra vehetjük, hogy a kamra közepén elhelyezett mesterséges égítést felületéről leváló gázcseccskék — a világűrben tapasztalttól eltérően — rövidesen visszatérnek az eredeti felületre. Itt érdemes megemlíteni azt is, hogy a légritkítás során nem változnak meg a molekuláris kötések, a térben maradt gázok tehát változatlanul megtartják molekuláris felépítésüket, s eltérően a néhány száz kilométeres földfelszín feletti magasságban tapasztalt viszonyoktól, semmilyen atomos gázsoportokat nem tartalmaznak. Megjegyezzük azt is, hogy még nagyvákuum — 10⁻³—10⁻⁸ torr tartományban — esetén is nagyszámú gázcseccske van jelen a térben. Pl. 10⁻⁶ torr nyomáson 0 °C hőmérsékleten 1 cm³ térfogatban mintegy 36 milliárd részecske van még jelen.

Sok esetben a vákuumtér nyomásával nem tudjuk egyértelműen jellemezni az ott uralkodó viszonyokat — mint ahogy ez már kiderült az előzőek során is, amikor utaltunk a gázok közötti molekuláris vagy atomos kapcsolat által előidézett különbségre. Tegyük fel pl., hogy a szokásos Bayard—Alpert típusú manométerben — ionszivattyúban — 1 mA erősségű elektronáram mellett 10⁻¹⁰ nagyságú ionáram mérhető. Két szélső esetet feltételezve lehetséges, hogy 3,5·10⁻⁸ torr nyomású héliumgáz vagy 5·10⁻⁹ torr nyomású oxigéngáz van a rendszerben. Ezek közül a hélium gyakorlatilag nem képez adszorpciós rétegeket a tér különböző határfelületein, amelyek tehát, ha kezdetben tiszták voltak, továbbra is atomosan tiszták maradnak. Ezzel szemben a mérési célokra szolgáló elektromos térben képződő héliumionok megfelelő energiára szert téve, a fémfelületeket hombázzák, és ezáltal porlasztják. Egészen másként viselkedik a megadott nyomású oxigén. Mintegy 3 perc alatt monomolekuláris kemoszorpciós réteget hoz létre a fémfelületeken. Ahhoz tehát, hogy a térben a pontos nyomást és a várható fizikai hatásokat is megadjuk, ismernünk kell az ott levő gáz állapotát — atomos vagy molekuláris — és annak kémiai összetételét is.

A szimulátorkamrák megjelenése és rendszeres felhasználása 1958-ban vette kezdetét. Azóta mind méreteikben, mind pedig rendeltetésük

szerint nagyarányú fejlődésen mentek keresztül. Működtetésük és megépítésük egyaránt költséges, de szükségességük vitathatatlan. Az Egyesült Államokban — a nyilvánosságra került adatok szerint — már több mint 200 különböző méretű űrszimulátort építettek és állítottak munkába. Méreteik a 10 cm átmérőjű üveggömböktől a 20 m átmérőjű, 40 m magas űstszerű kamrákig terjednek.

A kis komponenskamrák elsősorban a műszeresapályák, kenőanyagok, anyagminták vizsgálatára szolgálnak. E vizsgálatok célja elsősorban az, hogy megbízható, speciális világűrbeli igénybevételt károsodás nélkül elviselő építőanyagokat és olyan tehetetlenségi navigációs műszereket dolgozzanak ki, amelyek lehetővé teszik a manőverező űrhajók vagy más hasonló feladatokat végző mesterséges égitestek megbízható stabilizálását és irányítását. E komponenskamrák segítségével végezték azokat a műszeresapályá-vizsgálatokat, amelyek során 10^{-8} torr nyomáson másodpercenkénti 150 000-es fordulatszámmal működő műszeresapályákat fél éven át megszakítás nélkül ellenőriztek.

A világűr mesterséges égitestekkel történő felméréséhez elsősorban a kis súlyú alumínium—magnézium stb. könnyűfémek, valamint ezek ötvözetei jönnek számításba építőanyagokként. Ezek megfelelően vizsgáznak a szimulátorkamra kísérletek során is. E kísérletek során érdekes jelenségekre figyeltek fel az amerikai szakemberek: kiderült, hogy a nagy magnéziumtartalmú ötvözetek csak kevéssé deformálódnak a viszonylag nagy igénybevételek hatása alatt is. Kimutatták, hogy a 160 kilométert meghaladó magasságnak megfelelő nyomáson a magnéziumötvözet elveszti merevségét, hajlékonyá válik, majd az igen alacsony nyomások tartományában szinte képlékennyé válik. Ennek vizsgálata során figyelték meg, hogy a rendkívül rideg sókristályok, amelyek normális körülmények között már igen kis erők hatására is könnyen repednek és törnek, mintegy hajlékonyá válnak, ha felületüket vékony ezüstreléggel vonják be.

Kiterjedt vizsgálatokat végeztek a különböző szerkezeti anyagok űrviszonyok melletti alkalmazhatóságára vonatkozóan. E vizsgálatok eredményei alapján állították össze azoknak a fémeknek csoportját, amelyek egyáltalán számításba jöhetnek az űrkutatás szempontjából. Az alábbiakban bemutatjuk az űrkutatási berkekben űrfémek gyűjtőnéven emlegetett anyagok olvadáspontjait:

a fém neve	olvadáspontja (°C)
wolfram	3380
rhenium	3180
tantal	3030
molibdén.....	2622

a fém neve	olvadáspontja (°C)
niobium	2415
króm	1920
cirkon	1860
titán	1727
vanádium	1726
hafnium	1700
vas	1535
kobalt	1492
nikkel	1453
berillium	1350

Az űrkutatás valamennyi fémé közül a második legmagasabb olvadáspontúnak, a rheniumnak a legnagyobb a fajsúlya: 20 g/cm^3 . Ezt olyan magas hőmérsékleteknek kitett helyeken alkalmazzák, ahol ezen túlmenően még jelentős mechanikai értelemben vett rugalmasság is szükséges. Megmunkálása nem okoz különösebb gondot, s előállítására sem kíván különleges technológiát.

A legmagasabb olvadáspontú űrfém, a wolfram a rakétahajtóművek legnagyobb igénybevételnek kitett helyein, a fűvókákban szolgál bélelként. Azért alkalmazzák csak bélelő réteggként, mert ennek a fajsúlya is tetemes: $19,3 \text{ g/cm}^3$. A viszonylag alacsony olvadáspontú berilliumból készítik — annak jó hővezetőképessége miatt — a visszatérésnél használt hővédő pajzsokat. Fajsúlya kicsiny, $1,8 \text{ g/cm}^3$, megközelíti azoknak az ötvözeteknek a fajsúlyát, amelyeket a repülőgépiparban használnak.

A sugárzási viszonyok szimulálása nemcsak speciális fényforrásokat, hanem speciális tükröző felületeket és optikai rendszereket is igényel. E tükrök a megfelelő spektrális összetétel biztosítása végett különleges vákuumgőzölési technológiával készülnek. Ma már arra is törekszenek, hogy szétválasszák a hő- és az ennél rövidebb hullámhosszú sugárzásokat. Erre speciális tükrö- és szűrőrendszerek alkalmazásával nyílik lehetőség. Természetesen az sem közömbös, hogy a sugárzás szimulálását végző fényforrás milyen mértékben hoását ki magából infravörös sugárzást. Éppen ezért törekszenek a sugárzási intenzitás biztosítása mellett olyan sugárforrások alkalmazására, amelyek spektrális összetételüket tekintve is jól megközelítik a Nap fényét. A Nap spektrumának energieloszlását lépcsős függvényyszerűen közelítik, s egy-egy fényforrástípus legfeljebb néhány száz Å tartományt fed le ennek során. Az alábbiakban bemutatjuk néhány, ebből a szempontból számításba jövő fényforrás fénysűrűségét, összevetve azokat a Hold és a Nap megfelelő adataival;

fényforrás	fénysűrűség (stilb)
Hold	0,25—0,5
Derült ég	0,4 —0,5
A láthatáron levő Nap, derült időben ...	500—700
A Nap 30°-kal a látóhatár felett	65 000— 85 000
Déli Nap, derült időben	165 000—225 000
Fényeső	0,3—0,8
Izzólámpa.....	450—600
Ívlámpa	15 000— 80 000
Nagynyomású xenon-ívlámpa	3 000—150 000

Általában a sugárzási viszonyok szimulálását nem egyféle fényforrás alkalmazásával végzik, hanem egy ún. sugárkamrát hoznak létre, gyakran 3—4 féle fényforrás beépítésével. Ezek erősségét programvezérelt számítógérendszer szabályozza, s így lehetőség nyílik arra is, hogy a kramra közepén elhelyezett mesterséges égítést olyan sugárzási igénybevétellel legyen terhelve, mintha az pályáján mozogna.

A termikus és radiatív vizsgálatok ma már igen nagy precizitással folynak. Pl. az UK-2 nemzetközi mesterséges hold és a Relay, valamint a Telstar hírközlő holdak esetén végzett előzetes szimulátorkamrabeli vizsgálatok során 4 °C-on belüli eltéréssel sikerült előre megadni e mesterséges égítetek egyes részeinek hőmérsékletét, sőt pontosan jellemezni lehetett e hőmérsékletnek pályamagasságtól és egyéb pályaparaméterektől való függését is.

Mint már az előzőekből is kitűnt, a vákuum-viszonyok közötti sugárzás-szimulálás magában rejti a termikus viszonyok szimulálását is, hiszen a vákuumtérben elhelyezkedő minta felületére egyébként más úton nem is lehet hőt juttatni; tehát a radiatív terhelés egyben termikus terhelést is jelent. A sugárzás-szimulálás megvalósítása hatványozza a vákuumszimulálás során fellépő költségeket. A pasadenai Jet Propulsion Laboratory egyik szimulátorkamrájához pl. egy olyan hatalmas optikai rendszert alakítottak ki, amelynél az alkalmazott kvarelenese átmérője 91,5 cm, a speciális tartószerkezettel mozgathatóan szerelt alumínium-fazettás mozaik felületű tükre pedig 7,6 m átmérőjű. Mivel e rendszer hatásfoka a legmondosabb technológiai fegyelem mellett is kisebb 10%-nál, 900 kW bemenő teljesítményt kénytelenek felhasználni, az előzőekben említett átlagos fajlagos sugárzási szint biztosítására.

Sok esetben az ún. modulós közelítéssel alakítjuk ki magát az optikai rendszert is. Ezt az eljárást követték a Goddard Space Flight Center egyik kamrájánál, ahol egy 6 m körüli átmérőjű felület viszonylag homogén besugárzására 127 xenon-lámpatestből álló sugárforrás-rend-

szert használnak. Minden egyes elemnek saját fényforrása, vetítőnyílása és irányítótükre van. Az alkalmazott xenonívillámpák 1—10 kW teljesítményfelvételűek. Az így kialakított modulós rendszer igen homogén, nagy energiájú besugárzást biztosít, egyetlen hátránya az egyébként általánosan használt ún. fényfallal szemben akkor mutatkozik meg, amikor valamelyik fényforrás meghibásodása miatt lámpacserét kell végezni.

A houstoni (Texas) Manned Spacecraft Center szimulátorkamráiban olyan széníves lámpákkal kialakított rendszert hoztak létre, amelynek sugárzó falába 90—100 lámpát építettek be. A lámpák mindegyike egy-egy mozaikot képezett, s olyan tükörrendszert alkalmaztak e mozaikok fényének irányítására, amely hatszögletű területdarabot világít meg. E hatszögek oldalainak mérete 1,2 m. Mivel a létrehozott megvilágítás még így sem volt kielégítően egyenletes, további kis intenzitású fényforrásokat és korrekciós tükröket alkalmazva javították a határterületek viszonylag fényszegény szakaszain a megvilágítást. Éppen a houstoni kísérlet kapcsán derült ki, hogy a sugárzás-szimulálás semmiképpen sem oldható meg korrekciós optikai rendszerek alkalmazása nélkül. Ugyanekkor egy felmérést is végeztek a sugárzási szimulációval kapcsolatos nehézségek nagyságára vonatkozóan. A felmérés egyes adatait a texasi központ nyilvánosságra is hozta. Ezek alapján mindössze arra kívánunk utalni e helyen, hogy a széníves lámpákból kialakított sugárzó fal működtetése, valamint a közben adódó nehézségek összevethetők 100 széníves szinpadli lámpa több héten át tartó állandó kifogástalan üzemeltetésének problémáival.

A termikus és radiatív szimuláció egyik legnagyobb problémája az, hogy a szimulálás során működtetett fényforrások a betáplált elektromos energiának legfeljebb 10—20%-át alakítják át felhasználható sugárzássá. Emiatt kerülnek előtérbe az ún. hideg fények, a kisüléssel fényforrások különféle változatai.

A mikrometeorok okozta hatások utánzása szintén sok nehézséggel jár, hiszen 10—72 km/sec sebességgel haladó részecskéket kell előállítani ahhoz, hogy hatásukat érdemben tanulmányozni lehessen. Ezek tanulmányozására lökőcsövekben keltett nyomás hullámokkal, vagy robbantási folyamatokkal előállított 5—7 km/sec sebességű szilánkokat lőttek a mesterséges égitestek burkolataként kiszemelt anyagmintákra. A mikrometeorok hatásának vizsgálatára alkalmas meteorögyüket közvetlenül a szimulátorkamrában kell elhelyezni, vagy legalábbis úgy, hogy annak tere a szimulátorkamráéval közvetlen összeköttetésben legyen. Így sikerült azt biztosítani, hogy mikrometeorokat utánzó törmelék is ugyanolyan vákuum- és sugárkezelésben részesüljön, mint a szimulátorkamra belső tere, falfelülete. Ez azért fontos, mert ezáltal már többé-kevésbé biztosítani lehetett azt, hogy e modell-meteorok ne vigyenek be magukkal zavaró szennyezéseket a bombázandó felületre.

Ma már a mikrometeorok hatásának szimulálása is megoldottnak tekinthető, és pedig két úton is: mind az elektromosan töltött részecskék, mind pedig a semleges meteorrészecskék nagy sebességre való felgyorsítása tekintetében. Különleges lökőcsövekben sikerült elérni 5 atmoszférás kezdő nyomáskülönbség mellett 100 km/sec-es részecske-sebességeket is. Itt azonban igen komoly további nehézség lép fel: a felületi terhelés egyenetlensége. Ezt még ma sem sikerült tökéletesen kiküszöbölni.

Új fejezetet nyitott a világűr szimulálásában az ember világűr-utazásának és az űrbe történő kilépésének előkészítése. E kísérletek fokozott biztonsági követelményeket támasztottak, többek között ki kellett dolgozni a gyors menekülésre szolgáló levegősugárbelövéses védelmi rendszereket is. Csak azt említjük itt meg, hogy a kaliforniai Litton Industries kísérleti telepén 1957-ben vette kezdetét e kísérletsorozat, amelynek során már 10^{-6} torr nyomású térben több órát töltött a kísérleti személy, egy ma már kezdetlegesnek számító szkafanderben, a szimulátor-kamra munkaterében, ahol üvegbúra nélküli elektroncsöveket épített, és azokat, valamint elektronsugaras kézi hegesztőberendezését működtette. A külvilággal egy köldökzsinór kötötte össze.

FEJES ISTVÁN:

ÚJ EREDMÉNYEK A RÁDIÓCSILLAGÁSZATBAN

Bevezetés

A rádiócsillagászatban elért új eredmények elsősorban a feltűnően gyorsan tökéletesedő technikának köszönhetők. A működő vagy tervezés alatt álló 10 m átmérőnél nagyobb rádióteleszkópok száma a világon, 1965-ben túlhaladta a 100-at. Ezek a rádióteleszkópok 58 obszervatórium birtokában voltak. A rádióteleszkópok méretei is nagy fejlődést mutatnak. Az angolok 1957-ben üzembe helyezett Jodrell-Bank-i 76,2 m átmérőjű óriási parabolaantennájának építését követte például a sokkal precízebben kivitelezett 74 m-es ausztráliai Parkes teleszkóp 1961-ben, vagy a 91,5 m-es Green-Bank-i (West-Virginia) paraboloid 1962-ben. Az Arecibóban 1963-ban épített 305 m-es parabolikus felület már a természeti adottságok közvetlen felhasználásával épült. Az egyre nagyobb méretű rádióteleszkópok mellett a kisebbek nem veszítették el jelentőségüket. Sok olyan kutatási téma van ugyanis, amelyekre az „óriások” egyenesen alkalmatlanok, másrészt több kisebb antenna összekapcsolása által megközelíthetők, sok esetben túl is szárnyalhatók az óriás teleszkópok teljesítményei. Jó példa erre Westerbork-ban (Hollandia) építés alatt álló szintézis rádióteleszkóp rendszer. Tizenkét darab 25 m-es equatoriális szerelésű parabola antennát helyeznek el sorban kelet-nyugati irányban, melyek közül 10 db rögzített távolságra van egymástól 144 m-es hosszon, 2 pedig síneken mozgatható. A rendszer felbontóképesége 0,5 ívperc, 21 cm-es hullámhosszon! (A Parkes teleszkópé 14 ívperc 21 cm-en.)

A vételtechnikában egyre kisebb zajú, de nagy stabilitású készülékeket használnak. Ilyenek például a parametrikus erősítők vagy a maser technika alkalmazása rádióteleszkópoknál. Ezek segítségével sikerült elérni, hogy a semleges hidrogén 21 cm-es vonalán néhány tized °K-os intenzitású sugárzás már egyértelműen észlelhető.⁴

⁴ A rádiócsillagászatban a sugárforrás intenzitását gyakran fényességí hőmérsékletben (°K-okban) adják meg. A T_b fényességi hőmérséklet és az I sugárzási intenzitás között a következő összefüggés van: $T_b = I_b c^2 / 2\nu^2 k$, ahol ν a sugárzás frekvenciája, c a fénysebesség, k Boltzman konstans.

A műszerek számbeli növekedésénél gyorsabban talán a kutatási témák és feladatok szaporodtak. A rádiócsillagászati kutatásokat tárgyuk szerint 3 nagy osztályba soroljuk:

1. A Nap, ill. a Naprendszer kutatása.
2. A Tejútrendszer, ill. a galaktikus objektumok kutatása.
3. Extragalaktikus objektumok vizsgálata.

Szokásos a rádiócsillagászati kutatásokat természetük szerint is osztályozni. Eszerint vannak rádiókontinuummal, másrészt a kozmikus anyag rádiótartományba eső színeképvonalalaival foglalkozó vizsgálatok.

A következőkben elsősorban a Tejútrendszer kutatásában elért eredményekkel foglalkozunk, majd az extragalaktikus kutatás néhány eredményéről számolunk be.

Galaktikus objektumok

Amióta az ausztrálok és hollandok 1958-ban együttesen közzétették a Tejútrendszer spirálszerkezetéről nyert 21 cm-es észleléseiket, a Tejútrendszer szerkezetével összefüggő vizsgálatok intenzitása nem csökkent. Galaktikánk centrumáról, a galaktikus nappályán kívüli területekről és a Naprendszer galaktikus környezetéről akkor még igen hiányos információk álltak rendelkezésre.

Azóta lényegesen változott a helyzet. A kontinuum és 21 cm-es sugárzás vizsgálatok mellett ma már az OH 18 cm-es spektrum vonala és az ionizált hidrogén rekombinációs vonalainak észlelése is a kutatás fegyvertárába került.

A Tejútrendszer centruma

A Tejútrendszer centruma nehezen vizsgálható objektum. A komplikált folyamatok és az egymásra szuperponálódó sugárzások (abszorpciók) problémáját csak tetézi, hogy galaktikánk centruma keveset tartózkodik kellő magasságban a nagy európai és amerikai rádióobszervatóriumok horizontja felett.

A centrális régióban levő gázzal szembe a semleges hidrogén 21 cm-es vonala, az OH molekula 18 cm-es vonala, az 5 cm-es hidrogén rekombinációs vonal és az ionizált hidrogén kontinuum sugárzása révén nyertek információkat.

A hollandiai 21 cm-es észlelések alapján *Rougoor* javasolta modell szerint a centrumban levő hidrogén gáz gyorsan rotáló központi korongot képez, amit 3–4 kpc távolságban két spirál kar ölel körül (43. ábra).

Az utóbbi vizsgálatok szerint a 3 kpc-es kar jelentős finomszerkezettel rendelkezik és nem képez összefüggő egyszerű szerkezetet, mint ahogy azt korábban képelték.



43. ábra. A H eloszlás a Tejút centrális területén. A Naprendszer az S pontban van. A felső spirálkar az ún. 3 kpc kar. (Rougeer és Oort 1960)

A hidrogén rekombinációs vonalak közül sikerült észlelni 6000 MHz közelében a hidrogén 109. elektronpályájáról a 108.-ra való átmenet vonalát⁵ a centrális régióban (Mezger és Höglund). A vonalat a centrális régió két kontinuum forrásában észlelték, de nem találták meg a Sgr A forrásban. Mivel ez a vonal ionizált hidrogén régióból származik, úgy tűnik, hogy a Sgr A nem termikus jellegű rádióforrás.

J. Lequeux francia rádiócsillagász a Nordwijki IAU-URSI szimpozium (1966) előadásában a Sgr A rádióforrással foglalkozott. A centrális régió kontinuum rádiósugárzása összetett, de jól szétválasztható komponensekre bomlik. A Sgr A rádióforrás a legjellegzetesebb komponens. Nem termikus sugárzást bocsát ki, szögátmérője kb. 3,5 ívperc. A sugárzás spektrálindexe $\alpha = -0,7$. (:Ha valamely rádióforrás sugárzás intenzitását a ν frekvencián S_ν fluxussűrűséggel jellemezzük,

akkor a fluxussűrűség a rádióhullám tartományban arányos a ν frekvencia valamilyen α kitevőjű hatványával. :) Lequeux véleménye szerint a Sgr A forrás egybeesik galaktikus rendszerünk más eszközökkel meghatározott szimmetriacentrumával. (Az eltérés a mérési hibán belül van: kisebb mint 10 ívperc.) Ha a galaktika centruma 10 kpc távolságra helyezkedik el tőlünk, akkor a Sgr A forrás lineáris átmérője 10 pc, ami hasonló az M 31-es optikai magjához.

⁵ A kontinuum sugárzás nagy része a csillagközi ionizált hidrogén régiókból származik (HII régiók). Ez alkotja a kontinuum sugárzás ún. termikus komponensét. A kontinuum rádiócsillagászat nagy problémája, hogy ritka, speciális esetektől eltekintve nem áll rendelkezésre olyan módszer, amivel a sugárforrás radiális sebességét meghatározhatnánk. Ezáltal arra sincs lehetőség, hogy a differenciális galaktikus rotációban részt vevő HII régiók távolságára rádiócsillagászati úton becsléseket végezhessenek. Ezt a súlyos problémát oldja meg a hidrogén rekombinációs vonalak észlelése.

Érdekes összehasonlítani a semleges és ionizált hidrogén tömegét a centrális régióban. A semleges hidrogén központi rotáló korongjának átmérője 1500 pc, tömege mintegy $3 \cdot 10^6 M_{\odot}$. Az ionizált hidrogén teljes tömege a centrumban nem lényegesen kevesebb: kb. $8 \cdot 10^5 M_{\odot}$. A kiterjedt termikus források vastagsága hasonló a semleges hidrogén réteg vastagságához: 70 pc. Ezen régió sugara 85 pc, ami már lényegesen kisebb, mint a hidrogénkorongé. Igen valószínű, hogy a centrális részben a teljes hidrogénmennyiség ionizált. Lényeges megjegyezni, hogy a centrális részben hiányoznak a fiatal OB csillagok, tehát a hidrogén ionizációját nem a forró csillagok okozzák, mint a Tejútrendszer más területein.

A Nap környezetének kutatása

A Nap környezetén a rádiócsillagászatban a Naprendszer kb. 1 kpc-es környezetét értik. Amilyen bőséges információmennyiség állt a csillagászok rendelkezésére erről a területről az optikai tartományban, annyira hiányosak voltak a rádióészlelések. Az 1960-as évek elejétől kezdve a nagymértékben tökéletesedő vételtechnika lehetővé tette a 21 cm-es észlelések kiterjesztését a közepes és magas galaktikus szélességekre. A kontinuum méréseknel a rádiótávcsövek felbontóképességének javulása egész sereg rádióforrás identifikációját tette lehetővé optikai objektumokkal.

Tekintsük először a 21 cm-es észlelések eredményeit. A 21 cm-es módszer pontatlanul alkalmazható a közeli spirálstruktúra követésére, a közepes és magas galaktikus szélességek kutatása azonban feltárhatja a lokális környezetünkben levő gáz általános tulajdonságait.

A 15° -nál magasabb galaktikus szélességek vizsgálata szükségszerűen a Naprendszer környezetére korlátozódik, mert a Tejút síkjában koncentrálódó hidrogénréteg vastagsága környezetünkben kb. 220 pc. A síkkal 15° -nál nagyobb szöget bezáró látóvonal néhány 100 pc hosszúságban áthalad ezen a rétegen. Az észlelések interpretációját nagyon megnehezíti, hogy bár pontos radiális sebességmérésekre van lehetőség, távolság becslésére csak durva, vagy egyáltalán semmilyen módszer nem áll rendelkezésre. Ez azért van, mert a siktól nagyobb távolságra levő gázzal nem tételezhetjük fel, hogy mozgása a galaktikus differenciális rotáció törvényét követi.

Gyakorlati okokból vezessük be a következő osztályozást a hidrogén radiális sebesség intervallumaira:

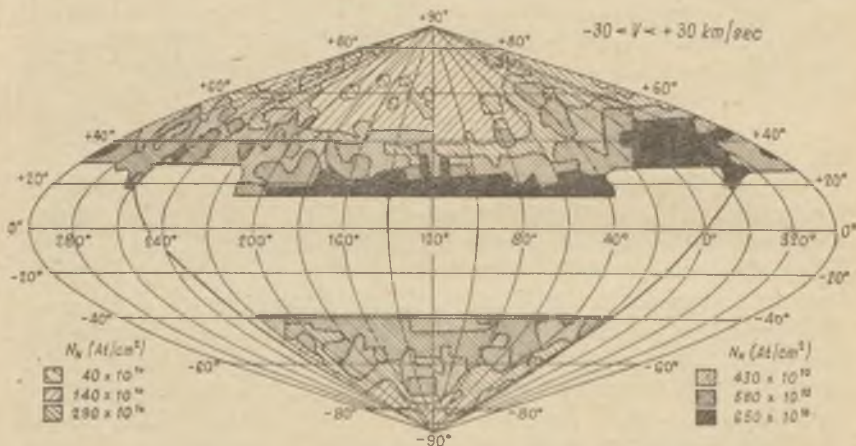
„kis sebességű gáz” $|V| < 30$ km/sec.

„közepes sebességű gáz” $30 < |V| < 70$ km/sec.

„nagy sebességű gáz” $70 < |V| < 200$ km/sec.

A sebességek a Naprendszer környékén levő csillagokhoz rögzített koordinátarendszerre vonatkoznak. (Local Standard of Rest.)

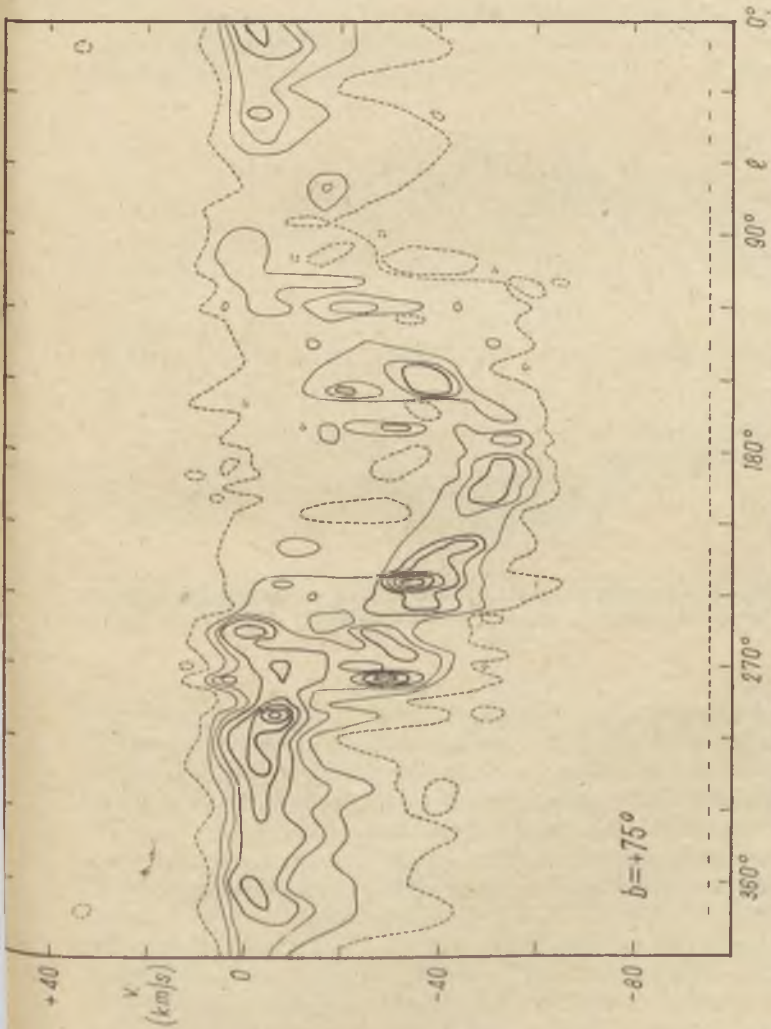
A kutatást az amerikaiak kezdték még 1959-ben, majd az angolok (1960), a hollandok (1962) és az ausztrálok (1963) is bekapcsolódtak a Naprendszer környezetének 21 cm-es átvizsgálásába. Már az első időkben arra a meglepő eredményre jutottak, hogy a „kis sebességgel” mozgó gáz túlnyomórészt negatív sebességű, mind az északi, mind a déli galak-



44. ábra. A kis sebességű HI ($-30 \text{ km/sec} < V < +30 \text{ km/sec}$) eloszlása magas galaktikus szélességeken. (Tolbert és Fejes 1966)

tikus szélességeken. Más szóval a gáz jelentős része a sík mindkét oldalán a sík felé áramlik. Az északi oldalon a $b = 40^\circ - 90^\circ$ között a síkhoz tartozó hidrogén átlagos sebessége -4 km/sec . A déli oldalon -40° és -90° között -6 km/sec . Feltűnt, hogy bizonyos magas szélességeken a vártnál sokkal kevesebb kis sebességű gáz fordul elő. Ez bizonyos mértékig vonatkozik a déli szélességekre is, de az északi oldalon sokkal szembetűnőbb. (44. ábra.)

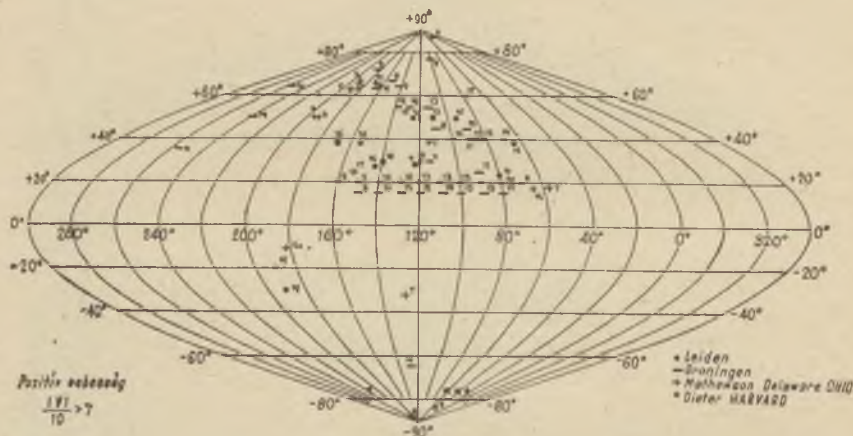
1963-ban A. Blaauw és C. R. Tolbert egy feltűnő „közepes sebességű” gázáramot fedezett fel, a Naprendszer környezetében, ami a $b = +30^\circ$ és 80° közötti és $l = 90^\circ - 200^\circ$ közötti galaktikus koordinátákon figyelhető meg. A gázáram radiális sebességkomponensei felénk mutatnak. Figyelemre méltó a jelenségben, hogy a közepes sebességgel (70 km/sec) közeledő gáz pozíciójában a nyugalomban levő gáz sűrűsége lényegesen kisebb a vártnál, sőt egyes helyeken ($b = 62,5^\circ$ $l = 180^\circ$) a nyugalomban levő hidrogén teljesen hiányzik. Ebből arra következtethetünk, hogy a zavar a környezetünkben levő hidrogénrétegben mutatkozik és az észlelt



45. ábra. A HI radiális sebességeloszlása a $b = +75^\circ$ galaktikus szélesség mentén. X tengely a galaktikus hosszúság, Y tengely a sebességskála. A kontúrok a HI frekvenciái hőmérsékletét jelzik. Szaggatott vonal: $T_b = 0,5^\circ\text{K}$ leggyengébb kontúr vonal: $T_b = 20^\circ\text{K}$. Feltűnő az $l = 50^\circ - 250^\circ$ között a nyugalmi hidrogén hiánya. Helyette a hidrogén réteg $-40, -60$ km/sec sebességgel mozog. (Tolbert és Feyer 1966)

hidrogénáram nem távoli jelenség. (45. ábra) A lokális hidrogénrétegben levő zavart 1965–66-ban tovább tanulmányozták. Sikerült a jelenséget körülhatárolni és becsléseket végezni, milyen tömegű semleges hidrogént foglalnak magukba a mintegy 2000 négyzetfok kiterjedésű „zavart” területek. Ha a zavar átlagos távolságát 100 pc-ra becsüljük, akkor a szóban forgó hidrogén tömege $3000 M_{\odot}$ lehet.

1963-ban Leidenben néhány „nagy sebességgel” közeledő hidrogénfelhőt fedeztek fel a 120° galaktikus hosszúság és a 40° északi szélesség



46. ábra. A nagy sebességgel közeledő HI felhők pozíciói a galaktikus koordináta rendszerben. A pozíciók melletti számérték a hidrogénfelhő sebessége 10 km/sec egységben

környékén. A hidrogénfelhők átlagos sebessége -112 km/sec és sebesség tekintetében jól szeparálhatók az előbb említett „közepes sebességű” gázáramtól. Azóta a felfedezett nagy sebességű hidrogénfelhők száma 70 fölé emelkedett. Feltűnő a közeledő hidrogénfelhők túlsúlya az északi szélességeken, a déli oldalon levőkkel szemben. (46. ábra)

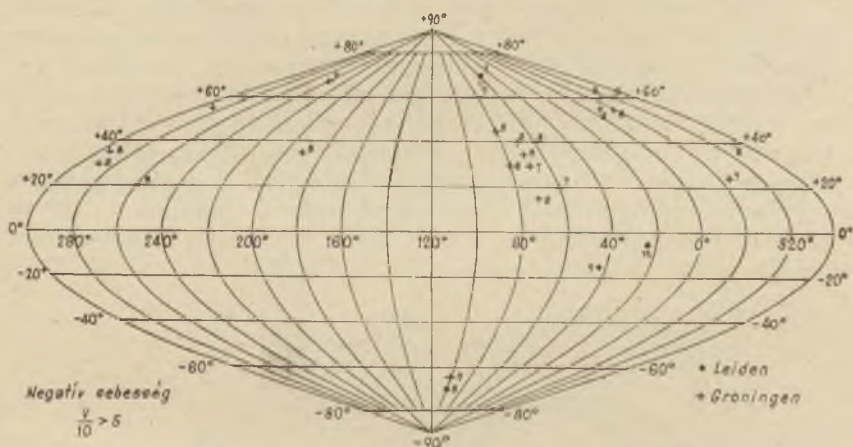
A nagy sebességgel közeledő hidrogénfelhők elhelyezkedés szempontjából 4 csoportba sorolhatók. A $+15^{\circ}$ és $+20^{\circ}$ szélességeken az $l = 60^{\circ}$ és 160° hosszúság közötti $80-130$ km/sec sebességgel mozgó hidrogén galaktikáknak külső spirálkarjához tartozik. $3-4$ kpc távolságra van tőlünk és részt vesz a Galaktika differenciális rotációjában (Habing 1966).

A 2. csoportba sorolhatjuk az először felfedezett felhők körül koncentrálnódó csoportot. Ezekhez tartoznak a $25^{\circ}-55^{\circ}$ szélességek és a $80^{\circ}-170^{\circ}$ hosszúságok között elhelyezkedő nagy sebességű felhők, melyek között előfordul $170-180$ km/sec sebességű is.

A galaktikus koordináta-rendszer északi pólusa közelében található a nagy sebességű felhők 3. csoportja, melyek a 70° szélesség és 180° hosszúság körül koncentrálnak. Sebességük $70\text{--}130\text{ km/sec}$ között van.

Utójára hagytuk a déli oldalon szórványosan található hidrogénfelhőket, melyek rendszertelenül helyezkednek el. Sebességük $70\text{--}200\text{ km/sec}$.

Az utóbbi három csoporthoz tartozó hidrogénfelhők távolságbecslésére semmilyen támpontunk nincs.



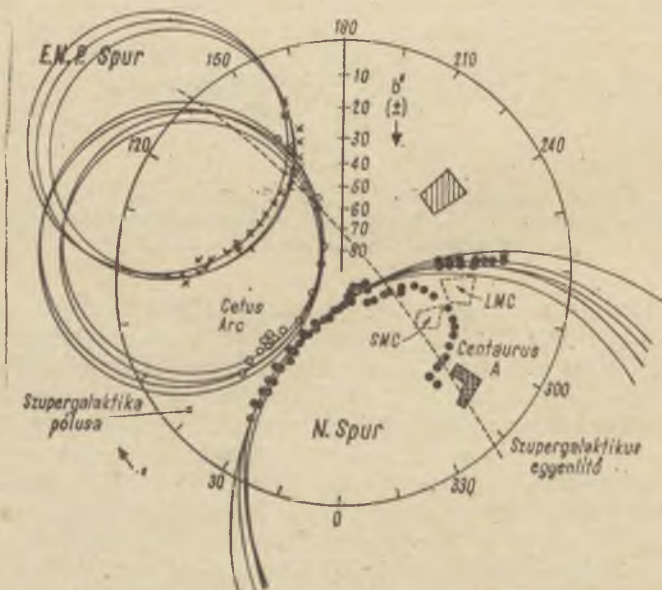
47. ábra. A távolodó nagy sebességű HI felhők pozíciói a galaktikus koordináta-rendszerben. A pozíciók melletti számérték a hidrogénfelhő sebessége 10 km/sec egységben. (Tolbert és Fejes 1966)

Különös volt a nagy sebességű hidrogénfelhők kutatásában, hogy egészen a legutóbbi időklg csupa negatív sebességű, vagyis közeledő felhőket fedoztek fel. 1966-ban Groningenben (Hollandia) széles körű észlelési programot dolgoztak ki a nagy pozitív sebességtartományokra. A kutatást siker koronázta és több nagy sebességű hidrogénkoncentrációt találtak a $+80, +90\text{ km/sec}$ sebességintervallumban. A pozitív sebességű hidrogénkoncentrációk jelentős része sarkantyúrendszerűen csoportosul az északi oldalon a 60° és 80° galaktikus hosszúságok között. (47. ábra)

A pozitív sebességű hidrogénfelhők száma lényegesen kisebb, mint a negatív sebességű felhőké. Sugárzási intenzitásuk legtöbbször az 1°K -t sem éri el, vagyis az észlelhetőség határához vannak közel. Ez a magyarázata, hogy felfedezésük mostanáig késett.

A 21 cm-es hidrogénvonal vizsgálatok után térjünk rá a közepes és magas galaktikus szélességeken végzett rádiókontinuum vizsgálatokra. A sugárzás általános jellege itt szemben a galaktikus egyenlítőhöz közeli területekkel, nem termikus természetű. Ebből következően a méteres hullámtartományba eső vizsgálatok sok olyan részletre derítettek fényt, melyek a magasabb frekvenciákon nem észlelhetők.

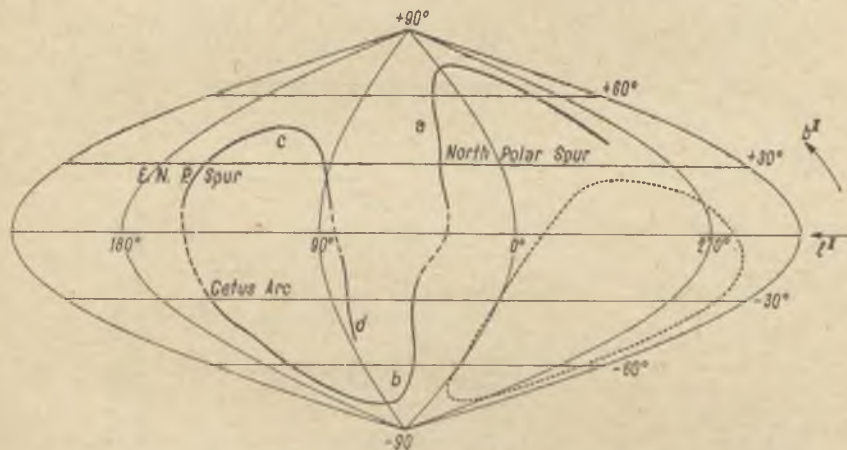
A folytonos rádiósugárzásban, akárcsak a semleges hidrogéneloszlásban, jelentős irregularitásokat találtak a magas galaktikus szélességeken. (48. ábra.) A legszembetűnőbb irregularitás az 1960 óta ismert ún. Északi Rádió Sarkantyú, vagy idegen szóval North Polar Spur. 1962-ben megállapították, hogy a North Polar Spur ív alakú gerincet képez, ami az $l = 25^\circ$ és $l = 270^\circ$ -nál csatlakozik a galaktikus equator sugárzó övezetéhez és egészen az északi szélesség 80° -ig terjed. A sugárzó gerinc a szférán jól approximálható olyan körrel, aminek centruma $l = 33^\circ$ és $b = 19,5^\circ$ pozíciójú, átmérője 113° . A North Polar Spur sugárzása nem



48. ábra. A három rádió-spur sztereografikusan vetített képe a galaktikus egyenlítő síkjába. A sugárzási íveket legjobban megközelítő köröket is feltüntettük. A galaktikus North Polar Spur és az Equatorialis North Polar Spur az északi, a Cetus Arc a déli félgömbön van

termikus jellegű és maga a gerinc jelentős finom struktúrával bír. A magasabb szélességek felé intenzitása annyira lecsökken, hogy egyes helyeken nehézségbe ütközik megkülönböztetni a háttérsugárzástól.

További kontinuum észlelések során a déli galaktikus szélességeken a North Polar Spur-hoz sok tekintetben hasonló kontinuum gerincet fedeztek fel. Ez az ún. Cetus Arc. A Cetus Arc, mint neve is kifejezi (Cetus ív) szintén ív alakú, jól approximálható körrel és intenzitása a galaktikus equator felé erősödik, magasabb szélességek felé gyengül.

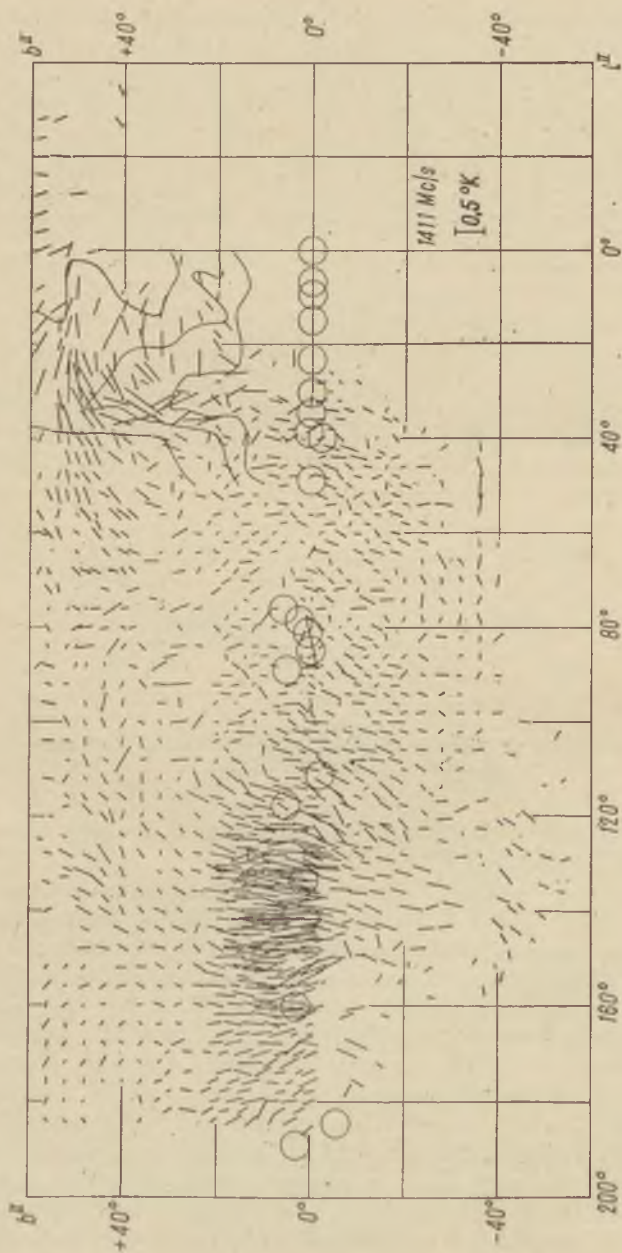


49. ábra. A három galaktikus rádió-spur és feltételezett kapcsolatuk egymással (Rougeoor 1966)

A Cetus Arc-ot legjobban közelítő kör centruma az $l = 100^\circ$ $b = -33^\circ$ pozícióban van, átmérője 92° .

A harmadik és legutóbb felfedezett (1965) kontinuum spur az ún. Equatoriális North Polar Spur. Nevét onnan kapta, hogy csaknem koncentrikusan helyezkedik el az equatoriális koordinátarendszer északi pólusa körül. Tulajdonságai egyeznek a korábbi két spuréval, csupán ez az objektum lényegesen gyengébb, mint két társa. A 400 és a 178 Mc kontinuum áttekintéseken tűnt először fel. A 87° és a 157° galaktikus hosszúságok között húzódik, egészen a $+40^\circ$ szélességig. Minimális fényességi hőmérséklete 240 Mc-on 6°K , maximuma 25°K . Legjobban approximálható $l = 124^\circ$, $b = 11,5^\circ$ középpontú és 71° átmérőjű körrel.

Ezen széles skálájú sugárzási ívek hasonlósága nem lehet véletlen. Különösen érdekes, hogy mind a három approximálható a szférán, nagy átmérőjű körökkel. Felmerült a gondolat, hogy talán környezetünkben végbement szupernova robbanások késői maradványaival állunk



50. ábra. A galaktikus háttérsugárzás polarizáltsága: 1411 Mc-on
(Leiden 1966)

szemben, amelyek szabályos gömb alakú expanziós héjakat képeznek az égbolton. A szupernova maradványokban eddig minden esetben sikerült találni jellegzetes tulajdonságokkal rendelkező optikai emissziós ködöket. Azonban a kontinuum-gerincek közelében a Cetus Arc kivételével eddig nem sikerült emissziós ködökre bukkanni.

Az Equatoriális North Polar Spur esetében az a kérdés adódik, vajon nincs-e valamilyen kapcsolat közte és a közeli környezetében felfedezett nagy sebességű hidrogénfelhők között. A kérdés még nyitott és további tanulmányozást igényel.

Érdekes gondolatot vet fel G. W. Rougoor a 3 spurral kapcsolatban. Szerinte a 3 spur összefüggő galaktikus jelenség, de kapcsolatukat az egyenlítő közelében az erős háttérsugárzás miatt nem lehet észlelni. Rougoor azzal érvel, hogy a spurok a galaktikus egyenlítőt közel derékszög alatt közelítik, intenzitásuk a magasabb szélességek felé egymáshoz hasonló módon csökken. (49. ábra.)

A 75 cm-es hullámhosszon az ún. galaktikus háttérsugárzásról 1962-ben kimutatták, hogy részben polarizált. Azóta számos polarizációs mérést végeztek a 408, 465, 610, 820 és 1420 Mc frekvenciákon, melyek széles skálájú regularitást mutatnak a polarizációban. Ez azt jelenti, hogy a Naprendszer 1000 pc-es környezetében levő mágneses tér határozott struktúrával rendelkezik. (50. ábra.)

Szupernovamaradványok

A kontinuum rádiócsillagászat karöltve az optikai csillagászzal, számos új eredményt ért el a szupernovamaradványok utáni kutatásban. A kutatásnak sok nehézséget kell leküzdeni. Egyetlen olyan szupernovamaradvány sem ismert, aminek keletkezését, vagyis szupernova fellángolást modern csillagászati eszközökkel figyelték volna meg. Ezért a szupernovák mai osztályozása (*Minkowski*, vagy *Zwicky* szerint) nehezen és csak bizonytalanul alkalmazható a szupernovamaradványok klasszifikációjára.

1966 áprilisáig összesen 27 szupernovamaradványt sikerült identifikálni. Ezek közül 3 fellángolását teljes bizonyossággal, további 5 fellángolását valószínűleg észlelték a történelem folyamán.

Az alábbi táblázatban azon szupernovamaradványok adatait adjuk meg, melyek fellángolását a történelem során biztosan, ill. valószínűleg észlelték. (IV. táblázat.)

Foglalkozzunk röviden a szupernovamaradványok rádiósugárzásával. A szupernovamaradványok rádiósugárzása nem termikus jellegű, vagyis a sugárzás létrejöttében termikus kölesönhatásnak nincs szerepe. A sugárzást a szupernovamaradvány mágneses tereiben mozgó relativisztikus sebességű elektronok gerjesztik. (Szinkrotron sugárzás.) A tiszta

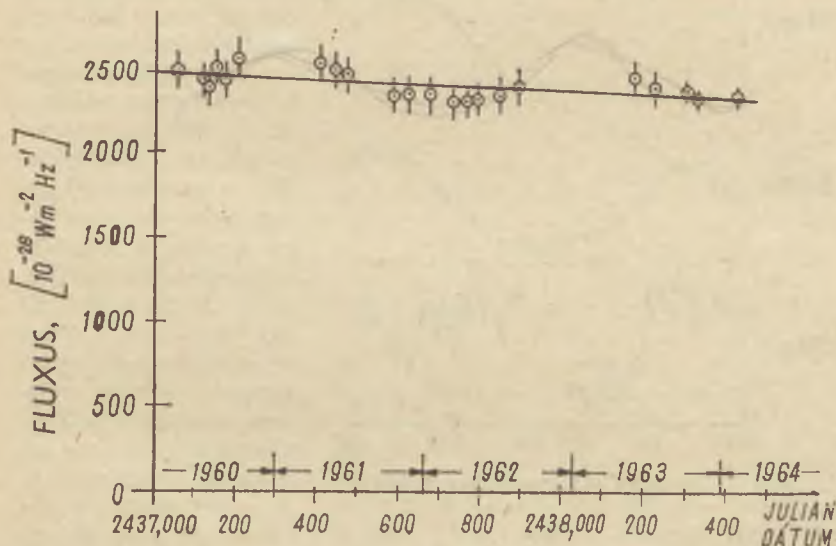
A történelem során Tejútrendszerünkben észlelt szupernova- fellángolások

Név	Pozíció		Átmérő (szög- percben)	Rádió- FLUXUS 10^{-26} Wm^{-2} Hz^{-1}	SPECTR. IND.	Távolság pc.	Típus (Min- kowskij- klasszifi- káció)
	RA ₁₉₅₀ h m s	D ₁₉₅₀					
902-es szupernova CTA 1	00 02 35	+72,04	70	(960 Mc-on) 75	+0,56 ± 0,6	125	I
1006-os szupernova	15 04	+42,54					
1054-es szupernova Rák-köd	05 31 30	+12,59	5	(1420 Mc-on) 880	-0,26 ± 0,08	1100	I
1203-as szupernova CTB 35	16 55 5	-40,08	4 × 8	(960 Mc-on) 134	-0,76	1800	II
1230-as szupernova 3C 386	18 36 12	+17,07	1,9	(400 Mc-on) 16,8	-0,64	3500	I
1572-es szupernova CasB	00 22 46	+63,51	7	(1420 Mc-on) 43,5	-0,6 ± 0,08	360	I
1604-es szupernova N. Oph. 1604.	17 27 40	-21,25	2,5	(1420 Mc-on) 12,7	0,7 ± 0,1	1000	I
NOVA Sag 1928 MSH 18—25	18 12 48	-24,09	0,6	(960 Mc-on) 1,6	-1,3	10 000	I

termikus sugárzás esetén spektrálinde克斯 egyenlő nullával. Nem termikus sugárzás esetén $\alpha < 0$ kell legyen. Ennek következménye, hogy a szupernovamaradványok, különösen alacsony frekvenciákon (néhány száz megaciklus) végzett rádiócsillagászati méréseknél tűnnek szembe, ellentétben a termikus rádióforrásokkal. Sklovszkij szovjet csillagász elméletileg foglalkozott a szupernovamaradványokból érkező rádió-sugárzás intenzitásviszonyaival. Megállapította, hogy a szupernovamaradványok rádiósugárzásának az idő folyamán csökkennie kell. *J.*

Högbom és Shakeshaft 1961-ben (Cambridge) 3,7 m-es hullám hosszon kimutatták a Cas A szupernovamaradvány és a Cyg A rádió-források intenzitásarányában a csökkenést. Mivel a Cyg A extragalaktikus rádióforrás intenzitása állandó, ebből a Cas A sugárzásának gyengülésére következtettek. A csökkenés mértéke 1,05% évente.

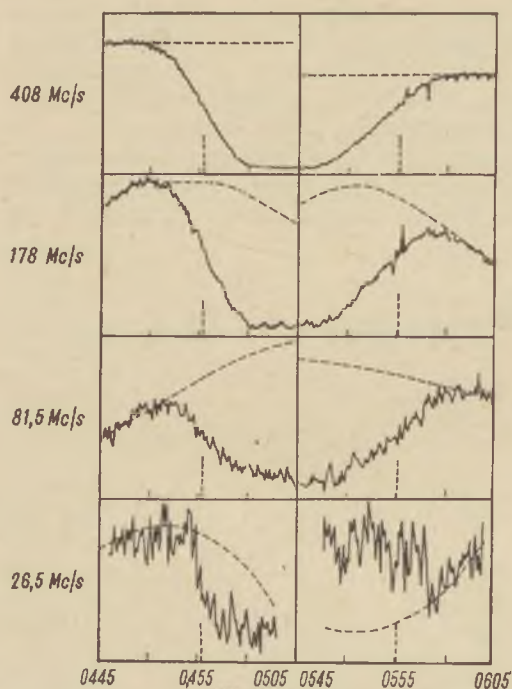
J. W. Findlay és kollégái (Green-Bank) 1965-ben direkt úton is kimutatták a Cas A fluxuscsökkenését. 1440 Mc-on végzett méréseikből 1960–65 között átlagos évi 1,75% csökkenést kaptak eredményül. Az



51. ábra. A Cas A fluxus csökkenése 1440 MHz-en 1960 és 1965 között. (J. W. Findlay et al. 1965)

észlelési eredmények összhangban vannak Sklovszkij korábbi számításai-val. (A Cas A-ra évi 2%-os csökkenés).

A szupernovamaradványok rádióspektrumával kapcsolatos vizsgálatok is érdekes eredményre vezettek. D. E. Harris és Robert 1960-ban megállapították, hogy a legtöbb szupernovamaradványnak $-0,62$ és $-0,25$ közötti spektrálindexe van. Később Harris több újabbban felfedezett szupernovamaradvány spektrumát vizsgálta és néhány forrást 0-hoz közeli spektrálindexxszel talált. Harris számításai szerint ezeknél a forrásoknál sem jut jelentős szerep a szabad-szabad elektronátmeneteknek, ami termikus sugárzást produkálna. Szembeötlő volt ugyanakkor a fiatal szupernovamaradványok meredek spektruma, a 0-hoz közeli spektrumú öregebb szupernovamaradványokkal szemben. Harris arra a következte-



52. ábra. A Rák-köd rádiósugárzása Hold-fedés alkalmával, négy különböző frekvencián. A függőleges szaggatott vonal a Rák-köd centrumának fedését jelzi. A szaggatott görbe vonalak a fedés nélküli intenzitások. A kép bal oldala a fedésbe lépéskor, jobb oldala a kilépéskor készült észlelés. (Hewish, Okoye 1965)

összsugárzás 30–50%-át (52. ábra). Ráadásul a sugárforrás szögátmérője meglepően kicsi. Mivel a sugárzásában később 10 sec-os szcintillációt észleltek, ebből arra következtettek, hogy szögátmérője kisebb, mint 0,1 ívmásodperc.⁶

Újabb rádiócsillagászati vizsgálat eredményeként helyesbítették az IC 443-as szupernovamaradvány távolságát. Az IC 443-as optikai képe

tésre jutott, hogy a szupernovamaradványok spektrálindexe az idő folyamán egyre inkább közeledik a 0-hoz, ill. ellaposodik.

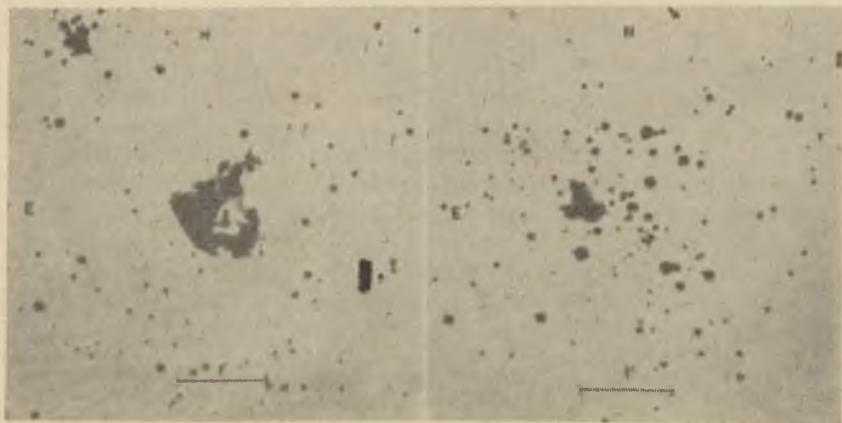
A legrészletesebben ismert szupernovamaradványban a Rák-ködben 1964 áprilisában, eddig ismeretlen természetű sugárforrást találtak. B. H. Andrew és társai a Mullard rádiócsillagászati obszervatóriumban holdfedés alkalmával észlelték a Rák-köd rádiósugárzását 178 Mc, 85 Mc, 38 Mc és 26,5 Mc frekvenciákon. Az észlelés szerint a centrumtól kevesebb mint 1 szögperc távolságra keletre, alacsony frekvenciás sugárforrás helyezkedik el. A sugárforrást 178 Mc fölött nem lehet észlelni és 85 Mc-on is az összsugárzás 2%-át szolgáltatja, de 38 Mc-on 20%-át, 26,5 Mc-on már az

⁶ A nagyon kis látószögű csillagok fénye sziporkázik, szcintillál. Ez a jelenség a csillagfénynek a Föld légkörén való keresztülhaladása közben jön létre. A rádióforrások sugárzásának szcintillációja szintén csak rendkívül kis látószögek esetén áll fenn, de ezt nem a Föld légköre okozza, hanem az interplanetáris anyag, elsősorban a napkorona.

messzemenő hasonlóságot mutat a Cygnus köddel. (Cygnus Loop.) Ebből kiindulva *R. Minkowski* feltette, hogy az IC 443 hasonló stádiumban levő szupernovamaradvány, mint a Cygnus köd, s ezen feltevés alapján távolságát 2000 pc-ra becsülte (1958), *J. L. Locke* és kollégái később 21 cm-es hidrogénvonal vizsgálatokat végeztek az IC 443 környékén és ekkor derült ki, hogy az egy nagy kiterjedésű semleges hidrogénfelhőbe van beágyazva. A felhő átlagos sűrűsége 10 hidrogénatom/cm³, átmérője kb. 70 pc. A hidrogénfelhőben expandáló IC 443 szupernovamaradvány sokkal gyorsabban fékeződik, mint a ritkább interstelláris közegben helyet foglaló Cygnus köd. Ez az oka, hogy az IC 443 szögátmérője csak 1/4 része a Cygnus hurokének. Az újabb becslések szerint az IC 443 nem lehet távolabb, mint 800 pc.

Meglepő feltevést közöl *Pszkovszkij* szovjet csillagász. Feltevése felhasználja *Harris* megállapítását, mely szerint a szupernovamaradványok spektrumai annál meredekebbek, minél fiatalabbak. *Pszkovszkij* szerint a Nova Sagittari 1928-as, valójában szupernovafellángolás volt, Galaktikánkon belül. A novát *Dishong* és *Hoffleit* fedezték fel utólag, öreg fényképlemezeken. Maximális fotografikus fényessége 8^m volt és 75 napnál tovább lehetett észlelni. Optikai maradványnak nincs nyoma ugyan, de a fellángolás pozíciója pontosan megegyezik az MHS 18–25-ös galaktikus nemtermikus rádióforrással, melynek kiterjedése nagyobb, mint 40 ívmásodperc. Rádióspektruma igen meredek: $\alpha = -1,3$. Mivel novafellángolás után nem keletkezik rádióforrás a Nova Sagittari 1928 tehát valószínűleg szupernovarobbanás volt.

Jelentős eredménynek számít, hogy 1965-ben Ausztráliában sikerült



53. ábra. Szupernova maradványok a Nagy Magellán Felhőben
(*Westerlund és Mathewson 1966*)

Tejútrendszerünkön kívüli szupernovamaradványokat is felfedezni. Mathewson és társai a Nagy Magellán felhő felvételein figyelmes lett három különös formájú emissziós gázködre.

A Parkes rádióteleszkóppal végzett mérés szerint a Nagy Magellán felhőhöz tartozó N49, N63A, és a N132D jelzésű emissziós ködök felől szupernovamaradványokra jellemző rádiósugárzás érkezik. Távolságukat 55 kpc-re becsülik. A N49 és a N63 A régebbi szupernovamaradvány, koruk hozzávetőlegesen 3000 év lehet, N132D kb. 300 éves.

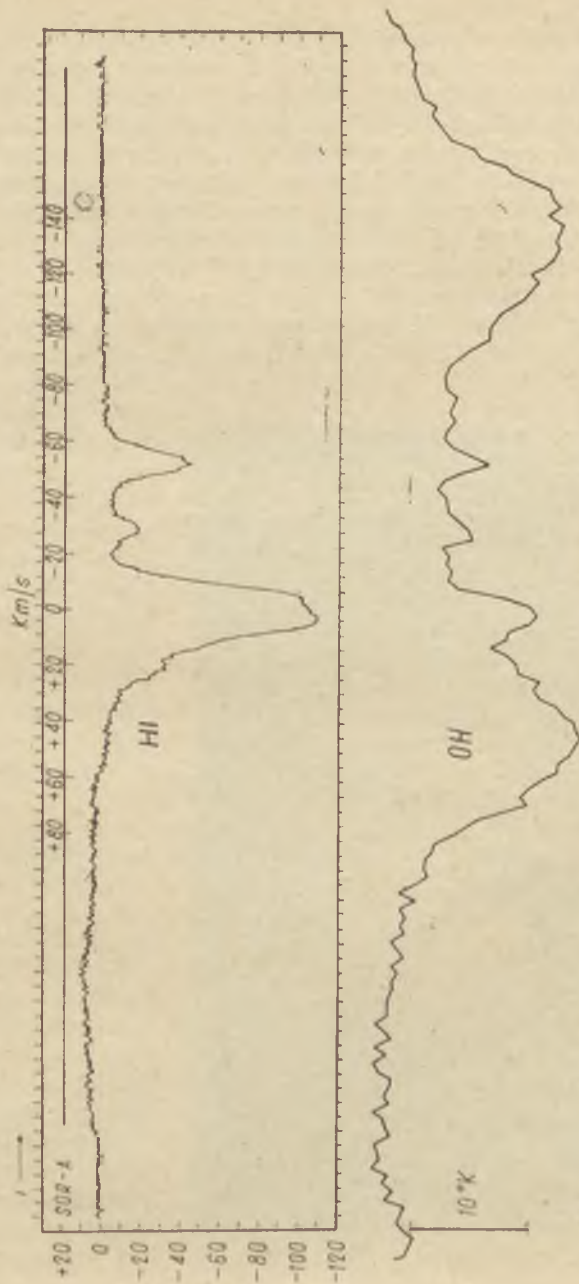
Az OH vonal

A 21 cm-es hullámhosszúságú H vonal felfedezése után (1951) nagy lendülettel indult meg a kutatás más intersztelláris elemek, ill. molekulák rádióvonalai után. A kísérletek nagyon sokáig eredménytelenek maradtak. Csak 1963-ban sikerült a második rádióvonallal felfedezése. *Weinreb, Barrett, Meeks* és *Henry* a Cas A forrás folytonos spektrumában abszorpcióban észlelték az intersztelláris OH két vonalát. Az OH molekulának alapállapotban négy rádióvonala van: az 1720 Mc, 1667 Mc, 1665 Mc és 1612 Mc frekvenciákon. A négy vonalintenzitás aránya elméleti számítások szerint 1:9:5:1, nem meglepő tehát, hogy az 1667 Mc-n és 1665 Mc-n észlelték a vonalakat először.

A Cas A után OH abszorpciós vonalakat észleltek a Tejút centrumának irányából. Az első észlelések néhány százalékos mélységű OH abszorpcióról számoltak be, de hamarosan kiderült, hogy az OH sugárzás igen fontos szerepet játszik a centrális régiók megismerésében. Egyes helyeken az OH optikai mélysége eléri a 0,9-et.⁷ Az OH ilyen nagymértékű jelenléte a Tejútrendszer centrumában teljesen váratlanul érte a kutatókat.

Az 53. ábrán megfigyelhető, intenzív OH komponensek +50 km/sec és -120 km/sec sebességekkel rendelkeznek, amelyeknek a HI profilon nyoma sincs. A Sgr A forrás néhány fokos környezetében levő intenzív háttér kontinuum sugárzásban is észlelhetők abszorpcióban az OH vonalak. Ezek segítségével olyan részletekre derülhet fény a centrumban folyó gázmozgásokról és az OH struktúráról, melyekre nézve a HI észlelések eddig semmilyen, vagy csak nagyon hiányos információt szolgáltatottak. Az OH vonalat emisszióban 1965-ben észlelték először a W49-es rádióforrásból 1667 Mc-n. Az emissziós vonal fényességi hőmérséklete 9 °K

⁷ Az optikai mélység nagysága esetünkben az OH sűrűségére, illetve látóirányú vastagságára jellemző. A τ optikai mélység és a T_b fényességi hőmérséklet között a következő összefüggés van: $\tau = -\ln(1 - \frac{T_b}{T_g})$, ahol T_g az illető gáz hőmérséklete °K-ban.



54. ábra. A HI és az OH (1667 Mc) abszorpciós profilok a galaktikus centrum irányában. (Williams 1965)

volt, diszperziója mindössze 1 km/sec. Azóta sikerült sok más rádióforrásban a 18 cm-es OH emissziós vonalakat kimutatni. (Orionköd, W3, W51, W75 stb.) Az emissziós vonalak intenzitás arányai nem egyeznek az előbb említett elméleti értékkel. Ez arra utal, hogy az OH vonal pontos gerjesztési mechanizmusa még nem ismeretes. Az amerikai Lincoln Laboratóriumban a W3 irányából érkező 1667 Mc-ú OH vonal lineáris polarizáltságát mutatták ki. *Barrett* és *Rogers* 1966-ban több forrásban cirkulárisan polarizált OH vonalakat találtak. Nem ritka a 100%-os cirkuláris polarizáció. Az NGC 6334-es objektum OH sugárzásában 1965-ben egy fiatal amerikai rádiócsillagász, *N. Dieter* meglepő jelenséget észlelt. Úgy találta, hogy az 1665 Mc-ú profilon az egyik csúcsintenzitás 2 hó-

nap leforgása alatt háromszorosára növekedett, míg a többi csúcsintenzitások állandóak maradtak. Ez páratlan jelenség az interstelláris anyag észlelésében. Más interstelláris molekulavonalak után is folynak kutatások. Remélik, hogy rövidesen sikerül felfedezni a CH és SiH molekulák rádióvonalait.



55. ábra. A Centaurus A: NGC 5128

Extragalaktikus objektumok

A folytonos spektrumú rádióforrások jelentős része extragalaktikus objektum: rádiógalaxisok, quasarok. Valójában minden extragalaxis bocsát ki rádiósugárzást, a „közönséges” extragalaxisok sugárzása azonban eltöri az előbb említett forrásoké mellett.

A legközelebbi extragalaxisok rádiócsillagászatilag mégis beható tanulmányozás tárgyai.

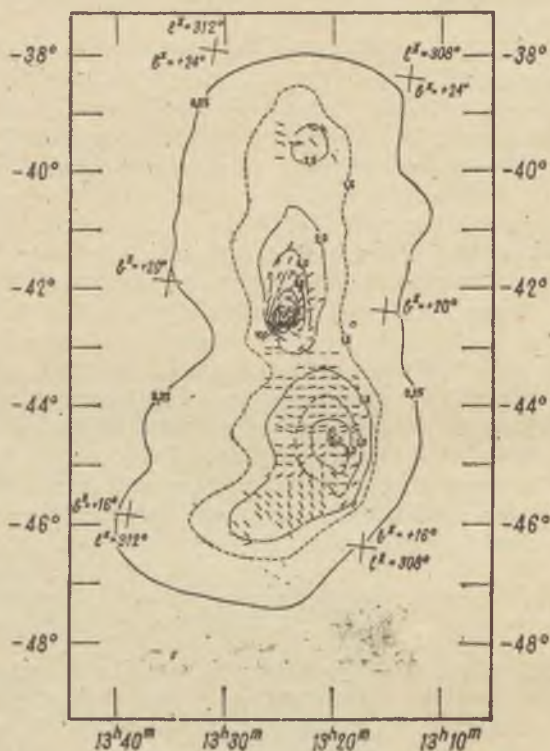
Az amerikai *Burke* és *Roberts* az Andromeda-ködben (M31) végeztek 21 cm-es észleléseket a 90 m-es Green-Bank-i teleszkóppal. Úgy találták, hogy a semleges hidrogén sűrűsége az M31 centrális régióiban kicsi. A sűrűségmaximumot 1° távolságra észlelték a centrumtól, ahol az OB csillagok előfordulása is maximális. Gázkarok felbontása nem sikerült.

Érdekes összehasonlítani az M31-et a mi Galaktikánkkal, mivel a két rendszer tömege közel egyezik. Feltételezve, hogy az M31 600 kpc távolságra van tőlünk és a Nap távolsága a Tejút centrumától $R_0 = 11$ kpc, a két rendszer differenciális rotációja megegyezik az észlelési hibákon belül. A szomszédos spirálkarok közti távolságok az M31-nél közel kétszer akkora, mint Tejútrendszerünkben. Ez azt jelenti, hogy Tejútrendszerünk spirálkarjai sokkal szorosabban vannak feltekeredve, mint az Andromeda ködé, vagyis Tejútrendszerünk morfológiai szempontból korábbi típusú spirálgalaxis. Másrészt a csillagformáció gyakorisága nálunk nagyobb, mint az M31-ben, ami azt jelenti, hogy Galaktikánk későbbi morfológiai típusú spirálgalaxis. Ezt az ellentmondást még nem sikerült megoldani és arra utalhat, hogy szoros spirálszerkezetű galaxisokban is lehet magas formációgyakoriság.

Rádiógalaxisok

A rádiógalaxisok 10^2 – 10^5 -szer annyi energiát sugároznak ki a rádiótartományban, mint a „közönséges” galaxisok. Teljesítményük eléri a 10^{44} erg/sec-ot. Sugárzásuk spektrálindexe 38–1400 MHz-es tartományban átlag $-0,76$, tehát nem termikus természetű. A rádiógalaxisokban a szinkrotron sugárzási mechanizmus lényeges szerepet játszhat, mert jelentős részük sugárzásában lineáris polarizációt mutattak ki. A polarizáció foka magasabb frekvenciákon eléri a 30%-ot. Vannak olyan rádiógalaxisok is, melyek spektruma szabálytalan és nem magyarázható meg a szinkrotron sugárzási mechanizmus alapján.

Meglepő, hogy a rádiógalaxisok jelentős része kettő vagy több komponensből álló rádióforrás. Tipikus példa erre a Centaurus A (NGC 5128) rádiógalaxis. Ez a különös optikai objektum elliptikus rendszer, melyet egy széles sötét réteg övez. A legközelebbi rádiógalaxis távolsága kb. 15 millió fényév (55. ábra); 3,5 m–21 cm hullámhossztartományban a rádióészlelések nagyjából hasonló struktúrát mutatnak. Az optikai objektumot egy $4^\circ \times 8^\circ$ kiterjedésű emissziós terület veszi körül, melyben három forrás különíthető el: *a*) a mag, ami a sugárzás 25%-át szolgáltatja egybeesik az optikai rendszerrel, és két másik komponens *b*, *c* $2,7^\circ$ távolságra a magtól, szimmetrikusan. (56. ábra.) Összekötő tengelyük merőleges az 55. ábrán látható sötét övre, Újabb



56. ábra. A Centaurus A extragalaktikus rádióforrás izofotjai kontinuum 21 cm-es hullámhosszon. Az ábra feltünteti a polarizációs mérésekből következtetett mágneses tér irányát. (Habing 1965)

mérések szerint a központi mag is két komponensre bomlik 7 szögperc távolságra egymástól (kb. 30 000 fényév) nagyjából azon a vonalon, melyen a két távolabbi komponens van.

Quasarok

Hat éve történt, hogy *Allan Sandage* bejelentette, sikerült azonosítani a 3C 48-as pontszerű rádióforrást egy csillagszerű objektummal. Akkor azt hitték, felfedezték az első valódi rádiócsillagot. 1963 elején egy még erősebb pontszerű rádióforrást, a 3C 273-at azonosították csillagszerű objektummal. Az optikai objektumokról készített spektrum felvé-

telek feltűnően nagy vörös eltolódást mutattak. A nagymérvű vörös eltolódásnak oka lehet, hogy ezek az objektumok nagy sebességgel távolodnak tőlünk. Van, amelyik eléri a fénysebesség 80%-át. Ha a vörös eltolódást kozmológiai okokkal magyarázzuk, akkor a csillagszerű objektum egy része távolabb van tőlünk, mint az eddig észlelt legtávolabbi extragalaxis. Ebből következik, hogy mind optikai, mind rádiófényességük rendkívül nagy kell legyen, mert az óriási távolság ellenére erős rádióforrások vannak közöttük és úgy láthatók, mintha gyenge csillagok lennének Tejútrendszerünkben. A vörös eltolódásból számított távolság esetén a csillagszerű objektumok átlag 40-szer akkora energiát sugároznak ki, mint a legfényesebb extragalaxis. Ez rendkívül meglepő, ha figyelembe vesszük, hogy egy átlagos extragalaxis 100 milliárd csillagot tartalmaz.

A quasarak hirtelen a csillagászok és az atomfizikusok érdeklődésének homlokterébe kerültek, mert teljesen szokatlan energiatermelést tételeztek fel bennük. A quasarakról számos cikk jelent meg a magyar népszerű tudományos irodalomban is. Kiderült, hogy olyan csillagszerű objektumok is léteznek, melyek nem bocsátanak ki magukból rádiósugárzást, de spektrális tulajdonságaik messzemenően megegyeznek az említett rádióforrásokkal. Ezeket kezdetben csillagszerű galaxisoknak vagy „kék csillag” objektumoknak nevezték. Ma közös néven csillagszerű objektumoknak nevezik őket. (Quasi stellar objects) 1963 óta 120 csillagszerű objektumot fedeztek fel és csak 1965 második felében 10 objektum vörös eltolódását publikálták. Ezzel az ismert vörös eltolódások száma 65-re emelkedett.

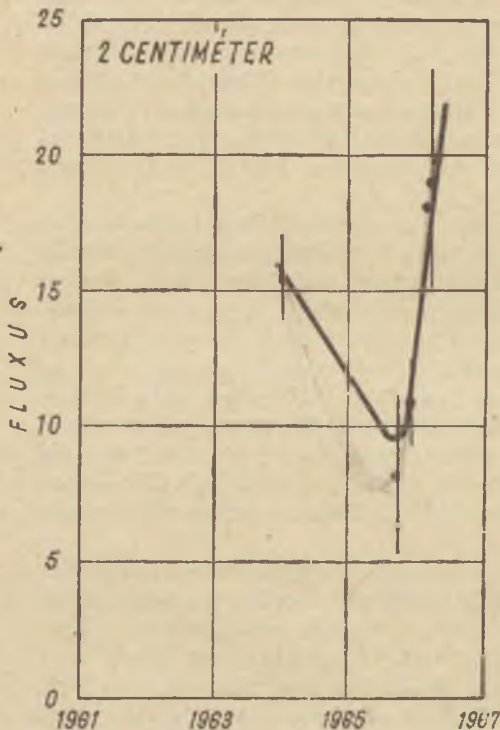
A quasarak egyik különös tulajdonsága, hogy sugárzásuk intenzitása változik. A 3C 273-at több mint 70 évre visszamenőleg megtalálták régi fényképlemezeken. A legfényesebb quasar az évek során többször változtatta fényességét, sőt hirtelen kifényesedés is előfordult egy hónap vagy még rövidebb idő leforgása alatt. A 3C 48-ról szintén kiderült, hogy változó. A 3C 345-nél 1965 júniusa és októbere között néhány hetes periódussal 40%-os fényesség-ingadozásokat észleltek. Az érdeklődés a rádióészlelések felé fordult: vajon változó-e a quasarak a spektrum rádiótartományában?

1965 nyarán a 3C 273 rádiósugárzásában *W. A. Dent* ingadozásokat észlelt. *Dent* mérései 3,75 cm-es hullámhosszon azt mutatták, hogy a 3C 273 sugárzása 2,5 év alatt 40%-kal intenzívebb lett.

A cm-es hullámtartományban a legtöbb quasar rádióemissziója változik a hullámhossztól függően. A 3C 279 sugárzása például 3,75 cm-es hullámhosszon 1964 és 1966 között csökkent, 22 cm-en ugyanebben az időszakban növekedett. A 3C 273 spektruma az infravörös tartományban teljesen nyugodt, mentes minden változástól.

A rövid idő alatt lejátszódó sugárzásváltozások komoly probléma

elé állítják a csillagászokat. Azt jelentik ugyanis, hogy a quasarok méretei rendkívül kicsinyek (a Naprendszer méreteivel eshetnek egy nagyságrendbe) a kisugárzott energia nagyságához képest. Ha a 3C 273 olyan távolságban van, mint ami a vörös eltolódásából következik, akkor $1,5 \cdot 10^{47}$ erg energiát sugároz ki másodpercenként a teljes spektrumban.



57. ábra. A 3C273 fluxusváltozása. A fluxus néhány hónap alatt, 1965 végén és 1966 elején kétszeresére növekedett. (Kellerman és K. Paulinyi—Tóth 1966)

Sugárzási sűrűsége megfelel a laser sugárzási sűrűségének, ami a legintenzívebb mesterséges fényforrás.

1964-ben *James Torrell* azt a gondolatot vetette fel, hogy a quasarok viszonylag közeli objektumok (néhány millió fényév távolságra tőlünk) melyek valamiképpen igen nagy sebességgel rendelkeznek. Torrell hipotézisének komoly nehézségei vannak, de megszünteti az energiatermelés súlyos problémáját. Ebben az esetben a kisugárzott energia 10 000-szer kisebb, vagyis csak $1,5 \cdot 10^{43}$ erg/sec. Torrell nem áll egyedül feltevésével, de döntő megfigyelési bizonyítéka egyelőre nincsen.

1965-ben a kontinuum rádiócsillagászatban nagy jelentőségű felfedezés történt. A 7,3 és 0,25 cm-es hullámhosszakon izotróp, tehát iránytól független kontinuum sugárzás jelenlétét mutatták ki. A sugárzás ekvivalens hőmérséklete 3°K . Az izotrópia miatt a sugárzás úgy tekinthető, mint a metagalaxist egyenletesen kitöltő sugárzás. A felfedezésnek komoly kozmológiai jelentősége van. A sugárzás jelenlétét ugyanis már korábban megjósolták a „táguló világegyetem” Friedmann-féle elmélete alapján.

EXTRAGALAKTIKUS CSILLAGRENDSZEREK

„Wir haben mit Erstaunen Figuren am Himmel erblickt, welche nichts anders als solche... Fixsternensystemata, solche Milchstrassen... sind, die in verschiedenen Stellungen gegen das Auge mit einem ihrem unendlichen Abstände gemäss geschwächten Schimmer elliptische Gestalten darstellen;...” (Immanuel Kant).⁸

I. Bevezetés

Azt a tényt, hogy a szabad szemmel illetve közepes nagyságú távcsővel látható csillagok síkszimmetrikus, lapult rendszert alkotnak, *Thomas Wright* gondolata nyomán *William Herschel*-nek sikerült 1787-ben bizonyítania, aki csillagszámlálások útján arra a következtetésre jutott, hogy a csillagok 1:5 arányban lapult térrészt töltenek ki.

Már a XVIII. század végén tudomást szereztünk tehát a Tejútrendszer létezéséről. Természetszerűleg felmerült a kérdés: ez volna az egész Világegyetem? A csillagászok többsége még századunk elején is azt a nézetet vallotta, hogy erre a kérdésre igennel kell válaszolni. Pedig *I. Kant* „Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels” c. 1755-ben megjelent híres munkájában — melyből bevezető idézetünk is való — már azon a véleményen volt, hogy a távcsövekkel látható diffúz, elliptikus objektumok nagy része Tejútrendszerünkön kívüli, extragalaktikus csillagrendszer. Több mint 150 évnek kellett elteltelnie azonban addig, amíg műszereink elegendően tökéletesek lettek Kant koncepciójának végleges igazolásához.

A ma rendelkezésünkre álló óriás távcsövek segítségével a közeli extragalaxisokat csillagok, csillaghalmazok, világító és sötét ködök együttesévé bonthatjuk. Szembeötlően látszanak ezenkívül a Tejút csillagai, vízesepekhez hasonlóan elszórva az extragalaxis képén. Már a mai felvételok pusztá vizuális szemlélése is azt a benyomást kelti bennünk, hogy a galaxisok sokkal messzebb fekszenek tőlünk, mint az előtér csillagai, de az 1880 és 1920 között készült képek sokkal kevésbé

⁸ „Csodálattal pillantottunk meg az égbolton objektumokat, melyek nem mások, mint olyan csillagrendszerek, olyan Tejutak, amelyek látóvonalunkhoz képest különbözőképpen elhelyezkedő, végtelenül nagy távolságuknak megfelelően halványan fénylő, elliptikus alakzatokként táruznak szemünk elé.”

voltak tökéletesek. Csak ezen körülmény ismeretében érthető, hogy miért tekintették sokan még 1920-ban is a „spirális ködöket” Tejútrendszerünk viszonylag szerény tagjainak.

II. Távolságmérés az extragalaxisok világában

Nyilvánvaló, hogy az extragalaxisok távolságának ismeretében mondhatjuk csak ki a döntő szót hovatarozásukról. De hogyan mérhetjük meg távolságukat? Bár itt geometriai módszerek nem segítenek, a csillagászok ennek is megtalálták a módját. A kidolgozott távolságmérési módszereket ún. primer és szekunder módszerekre osztjuk. Foglalkozunk először az előbbiekekkel.

A) *Primer módszerek.* Ezen megnevezéssel azokat a módszereket foglaljuk össze, melyeket a Tejútrendszeren belül is használunk, és ott kalibráltunk.

E módszerek alapelve olyan objektumok látszólagos fényességének vagy szögátmérőjének a megfigyelése, melyek abszolút fényessége vagy valódi nagysága ismert. Itt feltesszük, hogy az említett objektumok a világtérben mindenütt ugyanúgy viselkednek.

A szóhajóvő objektumok az alábbiak:

Klasszikus cepheidák. Ezekre a változócsillagokra ún. periódus-fényesség reláció áll fenn, azaz a fényváltozás periódusából kiszámítható a csillag abszolút fényessége. A reláció függ a populációtól, mégpedig *Kraft* 1961-es eredménye szerint

$$M_{pg} = -1^m80 - 1^m74 \log P$$

az I. populációs cepheidákra, és

$$M_{pg} = -0^m35 - 1^m75 \log P$$

a II. populációsakra.

RR Lyrae-csillagok. Gyakori változótípus, hasonlít az előbbire, de a fényváltozás periódusa $< 1^d2$, és az abszolút fényesség a periódustól függetlenül

$$M_{pg} = +0^m95.$$

Legfényesebb szuperóriások. Abszolút fényességük $\sim -9^m5$, így olyan messze levő extragalaxisok távolságának meghatározására is használhatók, melyekben a cepheidák már nem vehetők észre. *Gömbhalmazok.* Abszolút fényességük $-5^m - -10^m$. A várható érték -7^m7 , a szórás nem túl nagy. Kb. ugyanolyan távolságig használhatók, mint a legfényesebb szuperóriások.

HIII területek. Átmérőjük az ionizáló csillag ún. „Strömgren-rádiuszától” függ, mely ismert, és középértékben ~ 100 pc.

Novák. Maximális abszolút fényességük és fénygörbéjük leszálló ága között az alábbi összefüggés áll fenn:

$$M_{pg, \max} = -11^M5 + 2^M5 \log t_3,$$

ahol t_3 az az idő napokban kifejezve, amely alatt a nova fényessége 3 magnitúdóval csökken. Így a nova fénygörbéjének észlelése útján abszolút fényessége meghatározható.

Szupernovák. Az I. típusú szupernovák átlagos maximális fotográfikus fényessége

$$\bar{M}_{pg} = -18^M7,$$

a II. típusúaké

$$\bar{M}_{pg} = -16^M3,$$

így a szupernovák igen messzeható távolságindikátorok. (Sajnos a szupernova jelenség eléggé ritka.)

A primér távolságmérési módszerek hatótávolsága:

RR Lyrae-csillagok	0,2 Mpc
Klasszikus cepheidák	2 Mpc
Novák	4 Mpc
Legfényesebb szuperóriások ..	15 Mpc
Gömbhalmazok	15 Mpc
H II területek átmérője	15 Mpc
Szupernovák	100 Mpc

Az Andromeda-ködre vonatkozóan a primér módszerek az alábbi távolságmodulus értékeket adják:

Objektum	$m - M$
212 gömbhalmaz	25,0
68 fényes gömbhalmaz	24,0
Legfényesebb szuperóriások	24,4
200 klasszikus cepheida	24,2
Novák	23,9—24,5
Középérték	24,4

Sajnos a távolságmodulusból csak a fényelnyelés mértékének ismeretében számítható a tényleges távolság. Az előbb kapott 24,4-ből pl. 0^M2 , 0^M6 , ill. 1^M0 abszorpciót feltételezve 692, 575, ill. 479 kpc adódik.

B) *Szekunder módszerek.* Ezen meghatározás alá azok a módszerek tartoznak, amelyeket az extragalaktikus csillagrendszerek tulajdonságai-
ból szűrtünk le és a primér módszerekkel megmért távolságú extra-
galaxisokon kalibráltunk.

Az idetartozó módszerek a következők:

Távolságbecslés összfényesség vagy látszólagos átmérő alapján. A ga-
laxisok összfényességére vagy lineáris méretére tett feltevésekből
is számolható a távolság, ez az eljárás azonban az egyes extra-
galaxisok abszolút magnitúdójának ($-10^M - -20^M$), valamint
átmérőjének nagy szórása miatt csak további megszorításokkal
alkalmazható.

Egy nagyságrend bizonytalansággal lehet ilyen módon pl. az ún.
spirálködők távolságát becsülni; igazán jól használhatóvá a módszer
azonban a galaxis-halmazoknál válik, ezek legfényesebb tagjainak abszo-
lút magnitúdója ugyanis már jó közelítéssel állandónak vehető. (A Coma
Berenicae csillagképben található nagy csillaghalmaz távolságát ilyen
módon pl. 67 Mpc-nek mérték.)

A módszer nagy előnye, hogy kb. 1000 Mpc-ig alkalmazható.
Távolságbecslés a színeképvonalak eltolódása alapján. Szintén igen
nagy távolságok mérését teszi lehetővé a galaxisok színeképnék
elemzése. Az extragalaxisok spektrumában — néhány közeli
objektumtól eltekintve — a színeképvonalak kivétel nélkül a vörös
felé tolódtak el, ami — a jelenséget Doppler-effektusként felfogva
— azt jelenti, hogy az extragalaxisok távolodnak tőlünk. Ennek
értelmében

$$a = \frac{d\lambda}{\lambda}$$

mértékű vonaleltolódást az illető objektum

$$v = c \frac{d\lambda}{\lambda}$$

sebességű távolodása okozza (λ a színeképvonal laboratóriumi
hullámhossza, c a fénysebesség).

Az észlelt vonaleltolódások nagysága arra mutat, hogy a távolodási
sebesség óriási értékeket érhet el. (Abból a tényből, hogy az extragalaxi-
sok tőlünk távolodnak, természetesen nem következik a Tejútrendszer
kitüntetett szerepe; könnyen belátható ugyanis, hogy az adott helyzet-
ben más galaxisokból nézve is hasonló képet figyelhetnénk meg.)

Más úton megmért távolságú extragalaxisok szinképeinek analízise közben *E. Hubble* 1929-ben rájött arra, hogy a távolodás sebessége függ a csillagrendszerek távolságától. Első közelítésben a következő összefüggés áll fenn (Hubble-törvény):

$$V_{\text{rad}} = H \cdot R,$$

ahol V_{rad} az objektum radiális sebessége km/s-ban, H az ún. Hubble-állandó (ma elfogadott értéke $100 \pm 20 \text{ km s}^{-1}/\text{Mpc}$), R pedig a tőlünk mért távolság megaparsecokban.

H a legnehezebben meghatározható csillagászati állandók közé tartozik. Érdekes nyomon követni értékének „fejlődését”.

év	H	év	H
1950	580	1958	70
1956	290	1964	100
1957	180		

A Hubble-törvény alapján eddig már extragalaxisok ezreinek a távolságát határozták meg.

III. A galaxisok mint individuumok

Az extragalaxisokat többféle módon jelölik meg. A közeli, feltűnően fényes rendszereknek általában speciális neve van, esetleg utalással a csillagképre, amelyben az objektum található. (Pl. Andromeda-köd, Magellán Felhők.)

A közepesen halvány csillagrendszereket (kb. $12^{\text{m}5}$ -ig) katalógusszámuk szerint azonosítjuk. Legelterjedtebb az 1784-ből származó Messier (M), az 1888-ban publikált „New General Catalogue” (NGC) és az 1897-ben kiadott „Index Catalogue” (ICI ill. ICII) szerinti megjelölés. Ezekben a kiadványokban több, mint 13 000 extragalaxist katalogizáltak.

Az igen halvány extragalaxisokat általában nem látják el megjelöléssel. Azt jegyzi csak fel, hogy négyzetfokunként és magnitúdó-intervallumunként hány darab található belőlük.

A) Az extragalaxisokat alkotó objektumok. A jelenlegi óriás távcsövekkel az extragalaktikus rendszereket kb. 1 Mpc távolságig alkotó elemekre tudjuk bontani. Természetesen csak a nagy abszolút fényességű objektumok indentifikálhatók.

A megfigyelési eredmények azt mutatják, hogy az extragalaxisokban ugyanazokat az összetevőket látjuk viszont, mint amilyenekkel

saját csillagrendszerünkben megismerkedtünk. Teljesen analóg képződményekkel van tehát dolgunk.

Vegyük most sorra az extragalaxisokban azonosított ismertebb objektumokat.

1. *Novák, szupernovák.* Az Andromeda-ködben évente 25—30 novát figyelünk meg. Tulajdonságaik teljesen azonosak a Tejútrendszerünkben megismertekével.

1962-ig 75 extragalaktikus szupernovát észleltek. Az azóta megszervezett szisztematikus keresés az új felfedezések számát jelentősen megnövelte. 1963-ban pl. 22-t találtak.

A szupernovagyakoriság, úgy látszik, rendszerenként különböző. Míg Tejútrendszerünkben 100 év nagyságrendű időre esik egy szupernova, addig pl. az NGC 3184-ben 16 év alatt hármat figyeltek meg! (Ez persze esetleg pusztán statisztikai szórás is lehet.)

2. *Változócsillagok.* Igen sok δ Cephei-csillagot azonosítottak már. Pl. az Andromeda-ködben több mint negyvenet, sőt a Magellán Felhőkben több, mint 700-at! Észleltek hosszú periódusú változókat is. RR Lyrae-csillagokat is sikerült identifikálni, de csak a legközelebbi rendszerekben. Már az Andromeda-köd is túl messze van ahhoz, hogy ezt a csillagtípust megfigyelhessük.

3. *Óriáscsillagok.* O-csillagokat és vörös óriásokat sikerült eddig megfigyelni. Az utóbbiakat az Andromeda-köd magjában először 1944-ben azonosították, amikor Los Angeles légoltalmi elsötétítése folytán a Palomar-hegyen különlegesen jó minőségű felvételeket lehetett készíteni.

4. *Csillaghalmazok.* A Magellán Felhőkben és az Andromeda-ködben eddig már százával fedeztek fel nyílthalmazokat. Sok nyílthalmazt azonosítottak más csillagrendszerekben is.

A gömbhalmazok ugyanúgy halo-ként veszik körül (és hatják át) az extragalaxisokat, mint Tejútrendszerünket. A Magellán Felhőkben kb. húszat, az Andromeda-ködben százat, az M87-ben több mint ezret (ez a rekord) figyeltek meg. Tulajdonságaik általában a megszokottak. Csak a Magellán Felhőkben találtak olyan extrém kék gömbhalmazokat, melyekhez hasonló nincs a mi csillagrendszerünkben. Ez a megfigyelési tény érdekes kozmogóniai problémát vet fel. Hogyan kerültek fiatal kék csillagok az igen „koros”-nak számító gömbhalmazokba?

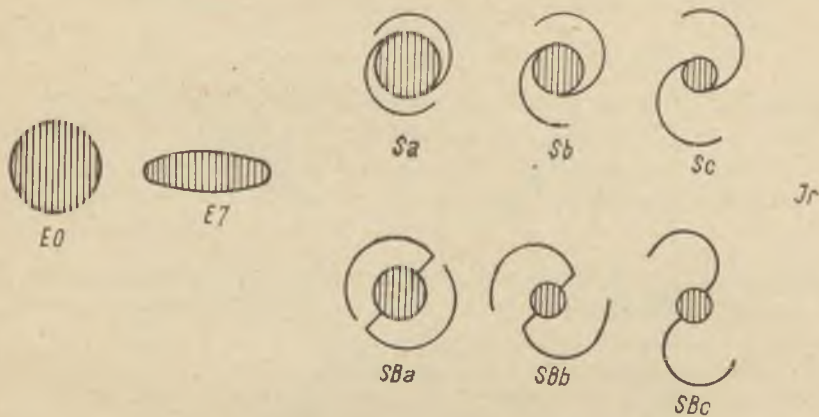
5. *Planetáris ködök.* A közeli rendszerekben szintén megfigyelhetők. Az Andromeda-ködben pl. 5 különlegesen fényes planetáris ködöt találtak.

B) *Az extragalaxisok klasszifikálása.* Az extragalaktikus csillagrendszerek külső megjelenési formájuk alapján különböző módon osztályozhatók. Itt röviden csak a három legelterjedtebb módszert ismertetjük.

1. A *Hubble-féle* séma a galaxisokat — alakjukat és szerkezetüket tekintve — három fő csoportra osztja: elliptikus (E), spirális (S, SB) és irreguláris (I) rendszerekre. Jellemzőik a következők:

a) Az *elliptikus galaxisok* gömb vagy forgás ellipszoid alakúak, lapultságuk szerint 0–7-ig terjedő alosztályokba soroljuk őket oly módon, hogy a típus Ek, ha $10(a-b)/a = k$ (egész számra kerekítve), ahol a ill. b az ellipszoid nagy-, ill. kistengelye. (Pl. E7-nél $a:b = 10:3$.)

b) A *spirális galaxisok*, mint ahogyan azt nevük is mutatja, spirális szerkezetűek. Egyrészt egy középponti gömb alakú részből — az ún. magból — állnak; másrészt e magot lapos korong veszi körül, melyben



58. ábra. Az extragalaxisok Hubble-féle típusainak sematikus rajzai

a Tejútrendszer karjaihoz hasonló spirálkarok helyezkednek el. Természetesen az egyes spirális galaxisok hozzánk képest tetszőleges térbeli helyzetűek lehetnek. Amelyek élükkel fordulnak felénk, azoknál a spirálkarokat nem látjuk, de jellegzetes alakjukról mégis felismerhetjük őket.

A spirálisoknak két alcsoportja van, a *normális spirálisok* (S), melyekben a spirálkarok már a magból spirálvonalban jönnek ki és a *horgas spirálisok* (SB), ahol a karok először radiálisan kifelé futnak és csak később hajolnak el (gyakran hirtelen töréssel).

A mag és a karok méretaránya és a karok nyíltsága szerint Hubble a spirális galaxisokat a, b, c típusokba osztja. Az elliptikus galaxisok felé felvessz még egy átmeneti típust is (SO), mely csak magból és spirális struktúra nélküli korongból áll.

c) A galaxisok harmadik fő csoportjába a szabálytalan vagy *irreguláris galaxisok* tartoznak. Ezek teljesen szabálytalan szerkezetűek.

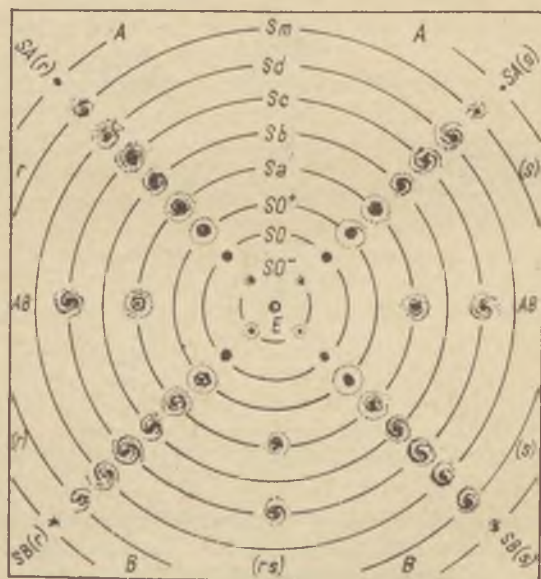
Az egyes galaxis-típusok a bennük található csillagpopulációk és intersztelláris anyag szempontjából is lényegesen eltérnek egymástól.

Az elliptikus galaxisok II. populációs objektumokból állnak, semmi vagy igen kevés intersztelláris anyagot tartalmaznak.

A spirálisoknál a mag II. populációs, a karok I. populációsak, az intersztelláris anyag az össztömeg néhány százalékát teszi ki.

Az irreguláris galaxisok objektumai általában I. populációsak. Ezekben van a legtöbb intersztelláris anyag. A Nagy Magellán Felhő tömegének pl. mintegy a fele gáz.

2. *Vaucouleurs* kétdimenziós osztályozást vezetett be. Az egyik klasszifikációs paraméter a galaxisokat normális spirálisokra (SA), horgas



59. ábra. Az extragalaktikus csillagrendszerek *Vaucouleurs*-féle két-dimenziós osztályozása

spirálisokra (SB) és átmeneti spirálisokra (SAB), míg a másik valódi spirálkarúakra (s), körformájú karúakra (r) ill. a kettő közé eső típusúakra (rs) osztja. Így tehát a következő alosztályok lehetségesek:

SA (s)	SA (rs)	SA (r)
SAB (s)	SAB (rs)	SAB (r)
SB (s)	SB (rs)	SB (r)

Vaucouleurs rendszerének azért van létjogosultsága, mert a tapasztalat azt mutatta, hogy aránylag sok olyan csillagrendszer található, melyben keverednek a Hubble-féle S, ill. SB típus jellemző vonásai.

3. *Van den Bergh* klasszifikációs rendszere lényegében egy luminozi-

tási osztályokkal bővített Hubble-séma. A szerző a csillagrendszereket abszolút fényességük szerint szuperóriásokra, fényes óriásokra, óriásokra, szubóriásokra, valamint törpékre osztja és — a Morgan—Keenan-féle spektrálklasszifikációs eljárás mintájára — I—V-ig római számokkal jelöli. A lehetséges típusok a következők:

	SbI	—	ScI	
	SbII	—	ScII	
E — Sa —	SbIII	—	ScIII	— I, III
		SIV		I, IV
		SV		I, V

Az egyes luminozitású osztályokhoz az alábbi abszolút fényességek tartoznak:

I: $-20,5 < M_{pg} < -19,5$	IV: $-17,5 < M_{pg} < -16,5$
II: $-19,5 < M_{pg} < -18,5$	V: $-16,5 < M_{pg} < -15,5$
III: $-18,5 < M_{sp} < -17,5$	

Végül megadjuk a Hubble-féle típusok látszólagos és valódi, valamint a van den Bergh-féle osztályok valódi relatív gyakoriságát.

Típus	Látszólagos gyakoriság	Valódi gyakoriság
E	22,9%	56%
S	62,5%	19%
I	14,6%	25%

Luminozitási osztály	Sb	Sc	Ir	Mind
I	0,9	1,0	0,0	1,9
II	7,5	4,9	0,04	12,4
III	11	10	1,3	22,3
IV		17	4,8	21,8
V	(36)		(19)	(55)

C) Az extragalaxisok integrális tulajdonságai

1. *Átmérő.* Mérése igen bizonytalan; különösen vonatkozik ez a spirálködökre, melyeknél a távolságbecslés hibáihoz hozzáadódik az is, hogy nehéz a rendszer valódi határait megfigyelni. Mindenesetre minél megbízhatóbb módszert használunk, annál nagyobbak és annál kevésbé lapultnak mutatkozik a galaxis.

Általános szabály, hogy az elliptikus rendszerek középértékben kisebbek a spirálisoknál. E jelenségnek az az oka, hogy az elliptikusok között viszonylag sok a törpe galaxis.

A rendelkezésünkre álló adatok arra mutatnak, hogy a galaxisok átmérője 0,3-tól 50 kpc. Eszerint a Tejútrendszer és az Andromeda-köd a legnagyobb csillagrendszerek közé tartozik.

2. *Fényesség, szín, színeképtípus.* A normális extragalaxisok abszolút fényessége -14^M és -17^M között van, azaz sokkal kisebb intervallumot ölel fel, mint az egyes csillagok luminozitása. Még a különleges rendszerekhez tartozó extrém értékek is -10^M és -20^M közé esnek.

A színeképtípus az elliptikus galaxisoknál $G-K$,
és a spirálisok magjánál $B-A$,
a spirálágaknál pedig $B-A$.

3. *Tömeg.* Az extragalaxisok belülről kifelé változó szögsebesség-rotációjából, ill. a kettős vagy többes rendszerben található galaxisok mozgásából azt kapjuk, hogy e rendszerek össztömege 10^9-10^{11} nap-tömeget tesz ki.

Érdekes megjegyezni, hogy az $\frac{M/M_{\odot}}{L/L_{\odot}}$ tömeg-fényesség viszony az elliptikus rendszerektől az irregulárisok felé 100:1 arányban csökken.

4. *Rotáció.* Igen sok extragalaxisról sikerült kimutatni, hogy Tejútrendszerünkhöz hasonlóan tengelykörüli forgást végez. A bennük található emissziós ködök színeképvonalainak ill. az intersztelláris neutrális hidrogéngáz 21 cm-es rádióvonalának vizsgálata alapján azt az eredményt kapták, hogy a galaxisok belső tartományainál a forgás merev testhez hasonlóan, míg kívül Kepler-szerűen megy végbe.

5. *Rádiósugárzás.* Függetlenül a sugárzás (még nem teljesen tisztázott) eredetétől, első közelítésben azt várná az ember, hogy az extragalaxisok rádió- és optikai fényessége egymással arányos. A csillagrendszerek egy részére ez az arányosság — több-kevesebb pontossággal — teljesül is.

Az intenzitásvizonyokat az ún. rádióindex (R) segítségével szokás jellemezni:

$$R = m_r - m_{pg},$$

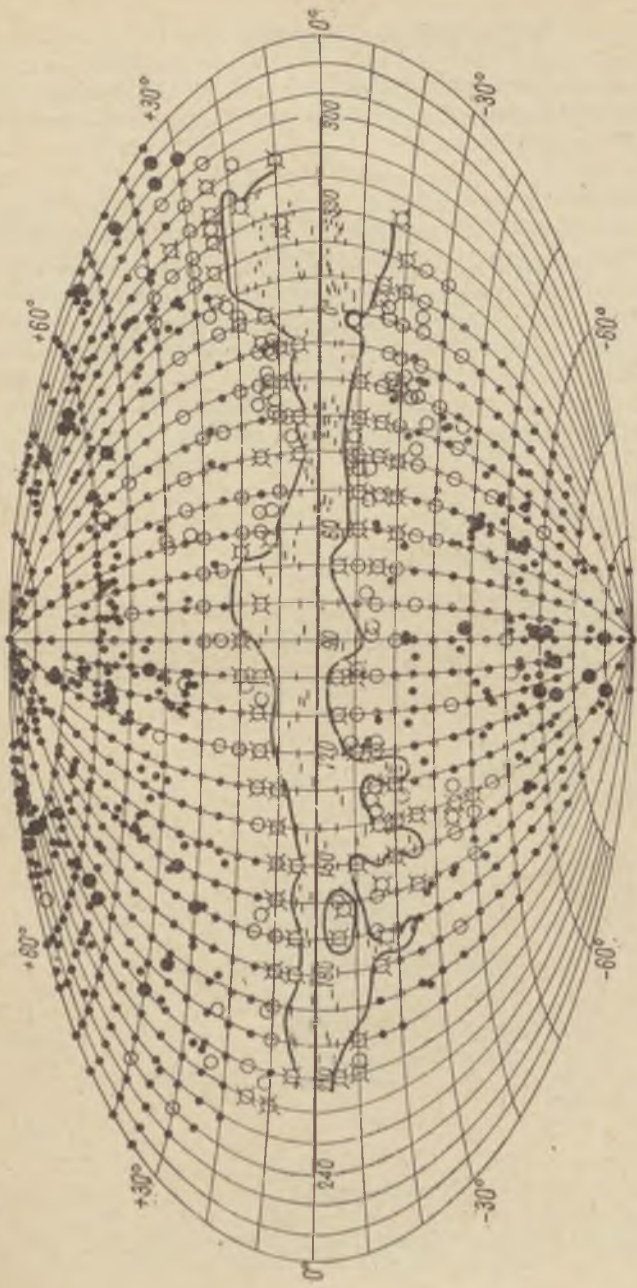
ahol m_{pg} a látszólagos fotografikus magnitúdó, m_r -re pedig az alábbiak érvényesek:

$$m_r = -53^m45 - 2,5 \log S_{158}$$

(S_{158} a rádiósugárzás intenzitása 158 MHz-n, watt m^{-2} Hz $^{-1}$ egységben.)

Érdekes, hogy míg az Sb, Sc, Ir galaxisok többségére $0 < R < 5$, az elliptikus galaxisokról rádiósugárzást eddig még normális esetben nem sikerült észlelni.

A rádiófluxus igen jelentős része a rendszerek halójából érkezik hozzánk. Az Andromeda-köd esetében pl. a sugárzás 90—95%-a a halóból származik!



60. ábr. A galaxisok eloszlása az éggömbön (Hubble nyomán). A kitöltött köröseknek nagysága azt jelöli, hogy felületegységenként hány rendszert számláltak meg. Az üres körösekék igen kevés galaxissal, a vonalakkal teljes galaxishíriányt jelölnek. A szabálytalan alakú középső zónában az interzeliáris fénylevelés teljesen megakadályozza a kitértést a Tejútrendszerből

IV. A galaxisok eloszlása

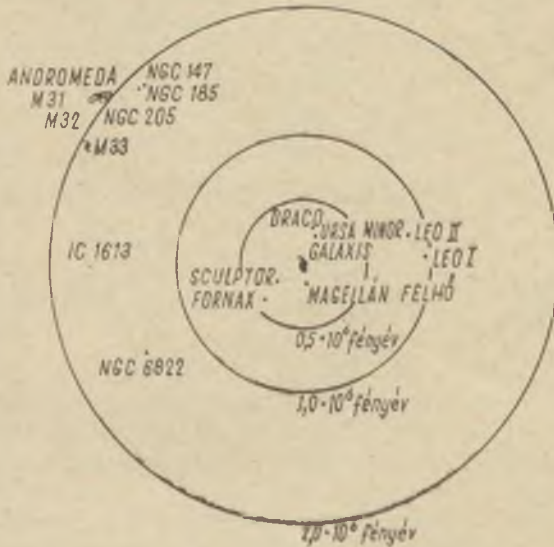
Eddig a galaxisokkal, mint egyedekkel foglalkoztunk; tárgyaltuk formájukat, tömegüket, felépítésüket. Most nézzük meg röviden látszólagos és térbeli eloszlásukat is.

A) A galaxisok eloszlása az éggömbön.

Ezen a téren csak a legnagyobb távcsövekkel felszerelt csillagvizsgáló intézetekben folynak kutatások (mindenekelőtt a Lick Observatóriumban és a Palomar-hegyen). Hubble 43 ezer extragalaxis eloszlásáról készített statisztikai felmérést. A 60. ábra az általa talált galaxis-sűrűséget mutatja az égbolt különböző részein. Feltűnő, hogy a Tejút síkja mentén — egy változó szélességű zónában — nem figyelhetők meg extragalaxisok. Ennek oka az intersztelláris fényelnyelésben van. (Az intersztelláris közegeg a Galaxis fősíkja mentén a legsűrűbb.) Az abszorpció figyelembevétele után az extragalaxisok nagyjából egyenletes eloszlását kapjuk az egész éggömbön. A csillagrendszerek száma m_{pg} látszólagos magnitúdóhatárig négyzetfokonként az alábbi módon írható:

$$\log N(m_{pg}) = 0,6 m_{pg} - 8,87.$$

A részletekbe menő vizsgálatok azt mutatták, hogy sokkal több galaxis-csoportosulást figyelünk meg, mint amennyi teljesen véletlen-



61. ábra. A lokális rendszerhez tartozó galaxisok elhelyezkedésének síkvetülete

szerű eloszlásból következne. (Pl. a Palomar-Sky-Atlas-on 50 galaxis-halmaz található lemezenként.) Igen valószínű, hogy a galaxisok világában a halmazalkotás nem kivétel, hanem szabály.

A Tejútrendszer is egy kisebb csoportnak a tagja, melyet *lokális rendszernek* neveztek el. 2 nagy spirális és 15 kisebb galaxis tartozik hozzá. A két nagy spirális a Tejútrendszer és az Andromeda-köd. Mind-egyik 2 kísérővel rendelkezik: az előbbi a Magellán Felhőkkel, az utóbbi két elliptikus galaxissal, az M 32-vel és az NGC 205-tel.

A lokális rendszer tagjai közül tehát a déli éggömbön (a Doradus, ill. Tucana csillagképben) látható Nagy- és Kis Magellán Felhő fekszik hozzánk a legközelebb. Mindkettő irreguláris csillagrendszer. A nagyobbik különösen sok szuperóriás csillagot tartalmaz. Benne található az S Doradus, mely az ismert állandó fényű csillagok közül a legnagyobb abszolút fényességű: 400 ezerszer olyan intenzíven sugároz, mint a Nap!

A lokális rendszerhez tartozó galaxisok fontosabb adatait az alábbi táblázat tartalmazza:

V. táblázat

A lokális rendszer tagjainak fontosabb adatai

Név	NGC	$\alpha(1950)$	$\delta(1950)$	m_{pg}	M_{pg}	Típus	$r(kpc)$	$D(kpc)$
M 31	224	00 ^h 40 ^m 0	+ 41°00'	4 ^m 33	24 ^m 8	Sb I-II	690	33
Galaxis						Sb v. Sc	10	30
M 33	598	01 31,1	+ 30 24	6,19	24,7	Sc II-III	720	14
NMF		05 26	-69	0,86	-17,8	Ir v.		
						SBc III	50	6,3
KMF		00 50	-73	2,86	-16,2	Ir IV v. V	50	3,1
	205	00 37,6	+ 41 25	8,89	-15,9	E 6p	690	2,4
M 32	221	00 40,0	+ 40 36	9,06	-15,7	E 2	690	0,7
	6822	19 42,1	-14 53	9,21	-14,9	Ir IV-V	480	2,3
	185	00 36,1	+ 48 04	10,29	-14,5	E 0	690	1,0
IC 1613		01 02,3	+ 01 51	10,00	-14,3	Ir V	690	3,0
	147	00 30,4	+ 48 14	10,57	-14,2	dE 4	690	1,4
Fornax		02 35,6	-34 53	(9,1)	(-11,3)	dE	110	1,6
Leo I		10 05,8	+ 12,33	11,27	(-11,1)	dE	260	0,6
Sculptor		00 55,4	-34 14	(8,8)	(-9,8)	dE	50	0,7
Leo II		11 10,8	22 26	12,85	(-8,7)	dE	180	0,3
Draco		17 19,4	+ 57 58			dE	70	0,3
Ursa		15 08,2	+ 67 18			dE	50	0,3
Minor								

A lokális rendszernél sokkal nagyobb galaxis-halmazokat is megfigyelhetünk. Nem ritkák még a több ezer tagot számláló csoportosulások sem. A különböző „népességű” halmazok számáról az alábbi összesítés

ad tájékoztatást, míg a 12 Mpc-en belül található halmazokat az utána következő táblázat foglalja össze.

VI. táblázat

A különböző népségű galaxishalmazok száma

n	N
50—79	1224
80—129	383
130—199	68
200—299	6
300 v. több	1

n: azon halmaztagok száma, melyek 2 magnitúdónál nem halványabbak a halmazhoz tartozó legfényesebb galaxisnál.

VII. táblázat

12 Mpc-nél közelebb fekvő galaxishalmazok

Név	α	δ	r(Mpc)
Lokális rendszer	—	—	0
Déli-pólus halm.	0 ^h 45 ^m	—26°	2,0
M 81	9 50	+ 69	2,0
M 83	13 35	—30	2,9
Vadászkutya	12 50	+ 41	4,4
M 66	11 20	+ 13	5,9
M 96	10 45	+ 12	6,8
NGC 4274	12 15	+ 30	8,2
Virgo	12 25	+ 13	11,4

Történtek kísérletek annak a feltevésnek a bizonyítására, hogy a galaxishalmazok magasabb rendű halmazokba tömörülnek. Ilyen szuperhalmazok létezését azonban mindmáig nem sikerült kielégítően igazolni.

B) A galaxisok térbeli eloszlása

Ha felteesszük, hogy a csillagrendszerek nagy léptékekben nézve egyenletesen oszlanak el a világtérben, akkor ebből a galaxisok számának csökkenő látszólagos fényességgel való növekedésére meghatározott összefüggést kapunk. Tekintve, hogy euklideszi térben az extragalaxisok száma ekkor a távolság köbével egyenesen, látszólagos fényességük pedig a távolság négyzetével fordítva arányos, kapjuk, hogy

$$N \sim I^{-3/2},$$

vagy — magnitúdo-skálára áttérve:

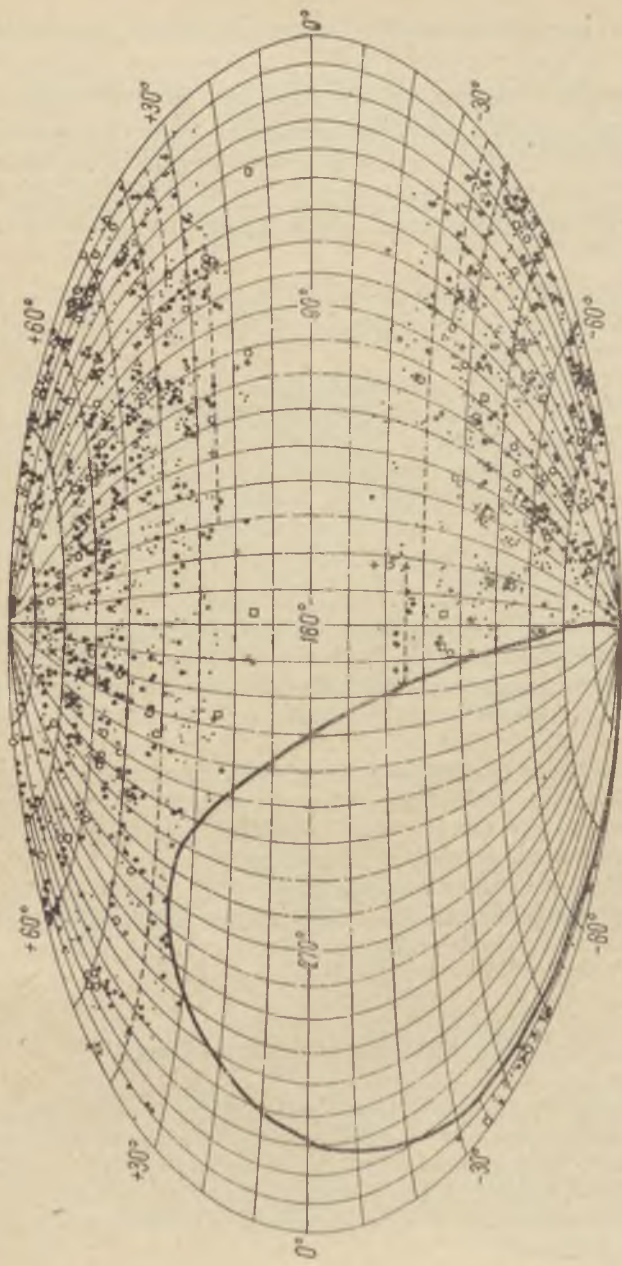
$$\log N = 0,60 m + \text{const.}$$

Ezt az összefüggést a legfényesebb galaxisokra vonatkozóan a megfigyelések meg is erősítik, a halványabb galaxisok esetében viszont a

$$\log N = 0,50 m + \text{const.}$$

empirikus összefüggés adódik. Ilyen eltérést az alábbi okok hozhatnak létre:

a) A Tejútrendszer a Világegyetem logsűrűbb részén helyezkedik el, innen távolodva térfogategységonként egyre kevesebb galaxis található.



62. ábra. A népes galaxishalmazok eloszlása az éggömbön. A pontok vagy egyéb szimbólumok nagysága a halmazok távolságát jelöli: minél nagyobb, annál közelebb van a halmaz hozzánk. Az odúisan körülhatárolt zóna a Palomar-hegyről nem figyelhető meg

Ez a magyarázat galaktocentrikus világgéphez vezet, így elfogadhatatlan.

b) A tér nem euklideszi, így a térfogat nem R^3 -el növekszik.

c) A fiatal galaxisok szisztematikusan más abszolút fényességűek, mint az idősebbek. (A fény véges terjedési sebessége miatt a különböző távolságokban levő galaxisokat nem egyidejű állapotukban látjuk.)

d) A látszólagos fényesség R^{-2} -nál gyorsabban csökken. Itt az alábbi okok jöhetnek szóba:

α) intergalaktikus fényelnyelés;

β) felületi fényesség csökkenése a vöröseltolódás következtében $\Delta m = 2,5 \log(1 + \Delta\lambda/\lambda)$;

γ) ha a vöröseltolódást Doppler-effektus okozza, akkor a távolodás következtében az objektumról időegységenként kevesebb foton érkezik a szemünkbe, a fotonáram „felhígul” és a látszólagos magnitúdó további $\Delta m = 2,5 \log(1 + \Delta\lambda/\lambda)$ értékkel csökken;

δ) Az extragalaxisok ultraibolya színe még csak felületesen ismert, így lehetséges, hogy a vöröseltolódás folytán ultraibolyából láthatóvá váló fény intenzitása kisebb, mint a láthatóból infravörösé alakulóé.

A fenti effektusokból eredő bizonytalanság jelenleg megnyugtatóan még nem küszöbölhető ki.

Ha tartjuk magunkat ahhoz a feltevéshez, hogy a csillagrendszerek térbeli eloszlása egyenletes, akkor a következő alapvető jellemzőkhöz jutunk:

A galaxisok térbeli sűrűsége: 2 db/Mpc³. Ez azt jelenti, hogy a galaxisok átlagosan ~500 kpc-re vannak egymástól. Ez a távolság átmérőjüknek 10–100-szorosa, míg a csillagok átlagos távolsága egy csillagrendszeren belül átmérőjük 10³-szorosa!

Az Univerzum közepes anyagsűrűsége: $10^{10} M_{\odot}/\text{Mpc}^3 = 10^{-30} \text{g}/\text{cm}^3$, azaz 4–5 nagyságrenddel kisebb a Tejútrendszer átlagsűrűségénél.

Az Univerzum átlagos energiatermelése: $10^9 L_{\odot}/\text{Mpc}^3 = 10^{-31} \text{erg s}^{-1}/\text{cm}^3$.

V. Kettős és többszörös csillagrendszerek

A megfigyelések azt mutatják, hogy kettős galaxisokkal sokkal gyakrabban találkozunk, mint az véletlenszerű eloszlásuk alapján várható lenne. Már ez a tény is arra mutat, hogy sok a fizikailag egymáshoz tartozó rendszer. Ezenkívül sok esetben észleltek anyaghidakat különböző csillagrendszerek között. A továbbiakban ezekkel az érdekes objektumokkal foglalkozunk.

A) Statisztikai felmérés

Lundmark már a 20-as években 8 ezer megvizsgált galaxis közül 200 kettős rendszert talált. Később Holmberg a heidelbergi obszervatórium lemezanyagán 800 kettős galaxist fedezett fel. Az 1954-ben kiadott „Palomar-Sky-Atlas”-on pedig mintegy 100 ezer kettős vagy többes rendszer található.

A kettős és többes rendszerek között minden galaxistípus előfordul, és F. Zwicky becslése szerint csak a galaxisok 50%-a magányos.

B) A galaxisok közötti összefüggés megjelenési formái

a) A többes rendszer tagjai gyengén fénylő intergalaktikus közegbe vannak ágyazva.

b) Fényhidak kötik össze őket. Ezek többé-kevésbé hajlottak és gyakran valamelyik spirálkar meghosszabbításai. A színekpi vizsgálatok szerint ezek a hidak csillagokból és intersztelláris anyagból állnak.

c) A tagok ellentétes oldalain kidudorodó nyúlvány figyelhető meg, mely valószínűleg árapálykeltő erők hatására jött létre. Most nézzünk néhány ismertebb példát:

1. *Stephan négyes rendszere*. E4, E2 és két SBb típusú galaxisból áll. A tagok radiális sebessége 5600–6700 km/s között szór. A rendszer átmérője 80 kpc, tőlünk való távolsága 60 Mpc.

2. *Wilson kettős rendszere a Halak csillagképében*. A két tagot intergalaktikus híd köti össze. A galaxisok egy-egy jól fejlett spirálkarja ellentétes irányba mutat. A radiális sebesség 7020, ill. 6780 km/s. A rendszer teljes hossza 500 ezer fényév (!), távolsága 70 Mpc.

3. *NGC 4038/4039*. Szoros kettős rendszer, egy-egy ellentétes irányba mutató spirálkarral. Színeképében erős emissziós vonalak találhatóak. A rendszer távolsága 15 Mpc.

4. *M 51*. Ez a Vadászkutya csillagképben található nagy spirális galaxis, egyik karja végén elhelyezkedő kísérővel, a kettős rendszerek legismertebb példája. A spirálkarok alakján jól látható az árapálykeltő erők hatása.

5. *Az IC 3481 (Anonymus) IC 3483 hármassrendszer*. Az IC 3483 és Anon. között egyenes vonalú, ez utóbbi és az IC 3481 között viszont nagy ívben hajlott híd figyelhető meg. Rejtélyes módon az IC 3483 radiális sebessége csak 108 km/s, míg a másik két galaxisé 7300 km/s. Ha itt fizikailag valóban egymáshoz tartozó csillagrendszerekről van szó, akkor több, mint 7 ezer km/s-os sebességgel kell egymáshoz képest mozogniuk!

A felsorolást lezárva még megnéltjük, hogy a kölesönható galaxisokról Voroncov—Veljaminev 1959-ben nagy érdeklődést kiváltott atlaszt adott ki.



63. ábra. Intergalaktikus hidakkal összekötött csillagrendszerek
 sematikus rajzai

C) A kettős és többszörös csillagrendszerek fizikai adottságai

Az összefüggő rendszerek hasonlóan a spirálkarokhoz csillagokból és intersztelláris anyagokból állnak.

Nagyságuk igen változatos. Jól kivehető az a tendencia, hogy az E és SO rendszerek között a hidak rövidek, szélesek és fényesek, míg a spirális rendszereket hosszú, keskeny és halvány hidak kötik össze. Általánosan érvényes az a szabály, hogy minél hosszabb, annál keskenyebb az összekötő rész.

A fennálló helyzetet pusztán gravitációs erőkre támaszkodva nem lehet megmagyarázni. A hosszú karoknak pl. a sebességszórás miatt, a megfigyeltnél sokkal szélesebbeknek kellene lenniök. Igen elterjedt

ezért az a nézet, hogy a hidak anyagát intergalaktikus mágneses tér tartja össze.

A kettős és többes rendszerek keletkezésével kapcsolatban két ellentétes nézet alakult ki. Az egyik szerint véletlenszerű találkozásokról van szó, a másik a közös eredetben látja a jelenség magyarázatát. Bár az utóbbi elképzelés mellett több — elsősorban magnetohidrodinamikai — érv szól, a másik sem vethető el, hiszen a galaxishalmazokban átlagosan $10^8 - 10^9$ évenként kell összeütköznie két galaxisnak, ez az idő pedig jóval kevesebb a csillagrendszerek várható élettartamánál. Egyébként megfigyelési tény, hogy a galaxishalmazokban sokkal több a kettős vagy többes rendszer, mint a halmazon kívüli objektumok esetében.

VI. Rádiógalaxisok

Így nevezzük azokat az extragalaktikus csillagrendszereket, melyeknek rádiófluxusa nagyságrendekkel erősebb annál, mint amekkorát optikai fényességük alapján várnánk (a szokásos rádióindexet figyelembe véve).

Eddig az extragalaktikus rádióforrások kb. 10%-át sikerült optikailag is látható objektumokkal azonosítani. Eszerint a rádiógalaxisok fényes elliptikus rendszerek, $-12^M < M_{pg} < -20^M$ közé eső abszolút magnitúdóval. Több alaptípust különböztethetünk meg közöttük.

A) Kettős és többes magú rendszerek

A két vagy több maggal rendelkező elliptikus galaxisok gyakran intenzív rádióforrások. Eredetileg ütközésben levő rendszereknek gondolták őket, de számuk túl nagy ahhoz, hogy összhangban legyen ezzel az elképzeléssel. Ma *Ambarcumján* nyomán sokkal valószínűbbnek tartják, hogy itt keletkezésben levő kettős (vagy többes) rendszerekkel van dolgunk.

Az ide sorolható rendszerek közül legismertebb a Cygnus A. Ez az északi éggömb második legerősebb rádióforrása. Két magja egymástól $2''$ távolságra van. A galaxis (optikailag) $18'' \times 30''$ méretű, de a rádiósugárzás sokkal nagyobb területről származik (halo).

Az optikai színekép rendkívüli: erősen gerjesztett intersztelláris gáz emissziós vonalait tartalmazza.

Rádiósugárzásának intenzitása igen magas ($3 \cdot 10^{43}$ erg/s, azaz a Tejútrendszer rádióintenzitásának 10^6 -szorososa), és meggyezik a rendszer optikai fényességével. Tehát $I_{rad}/I_{opt} = 1$. (A megfelelő érték a Napnál még a nagy rádiókitörések esetén is csak 10^{-11} !)

A Cyg A távolsága a 17 000 km/s-os radiális sebesség alapján 170 Mpc. Rádiósugárzása olyan távolságból is észlelhető lenne, ahonnan még

az 5 m-es tükörrel sem fényképezhetnénk már le. Ennek alapján számolhatunk azzal, hogy sok ismert extragalaktikus rádióforrás optikai műszereink hatókörén kívül esik.

Ebbe a típusba tartozó további rendszerek a Her A, Hyd A, 3C 315, 3C 310, 3C 338 stb.

B) Erős centrális abszorpciót mutató szférikus rendszerek

A normális gömb alakú galaxisoknál nem figyelhető meg ilyen abszorpció. Vaucouleurs 500 megvizsgált rendszer közül 4–5-öt talált centrális abszorpcióval, és mindegyikük rádiógalaxisnak bizonyult.

Legismertebb képviselőjük a Centaurus A, melyet korábban egy elliptikus és egy spirális rendszer összeütközésének tartottak.

E csillagrendszerek fizikája még teljesen ismeretlen.

C) Kettős rádióforrások

Nagyfelbontású rádióinterferométerekkel végzett vizsgálatok azt mutatták, hogy az extragalaktikus rádióforrások egy része kettős. Az optikailag is azonosított esetekben az optikai objektum a két rádiócentrum „súlypontjában” található és átmérője lényegesen kisebb a rádiócentrumok közötti távolságnál. A jelenséget még szintén nem sikerült megmagyarázni.

D) Anomális rendszerek.

Legismertebb képviselőjük a Virgo A (= M 87) EO típusú elliptikus galaxis, melynek középpontjából egy — 1918-ban felfedezett — kékszínű nyúlvány áll ki. A nyúlvány fényes kondenzációk láncolatából áll, optikai színekében vonalak nem fedezhetők fel, viszont a sugárzás 30%-ban polarizált. Ebből és a folytonos színekép intenzitáseloszlásából szinkrotronsugárzásra következtetnek. A nyúlványban tehát nagy energiájú töltött részecskék találhatóak és erős mágneses tér van jelen. A kilövellés fizikai háttere ismeretlen. A rendszer rádiósugárzásának erőssége: 10^{40} – 10^{41} erg/s!

E) Kvázisztelláris rádióforrások (QUASAR-ok)

Rendkívül kis átmérőjű, optikailag is igen nagy luminozitású, erős rádióforrások. Eleinte közeli objektumoknak tartották őket, de színeképvonalaik vöröseltolódásából távolságuk igen nagyra adódik.

Rádióátmérőjük általában 1" alatt van. Rádiófluxusuk a Cygnus A-éhoz hasonló. Optikailag csillagszerűek, színeképük szokatlan energiaeoszlású és ismeretlen emissziós vonalakat tartalmaz. Abszolút optikai fényességük Tejútrendszerünkének több százszorosa is lehet, pedig átmérőjük kisebb, mint néhány kiloparsec. (Itt említjük meg, hogy vannak a

quasarokhoz egyébként hasonló, de jelentős mértékben csak optikailag sugárzó, ún. kvázisztelláris objektumok is.)

A quasarok színeképvonalainak vöröseltolódása egyes esetekben rendkívül nagy. A 3C 9 elnevezésű objektum pl. 80%-os fénysebességgel távolodik tőlünk, így a Hubble-törvény alapján számított távolsága kb. 7 milliárd fényév!

Igen érdekes, hogy a viszonylag fényes 3C 48 elnevezésű kvázisztelláris rádióforrás, melyet régi felvételeken is azonosítani tudtak, a postnovákhoz hasonló fényesség-ingadozásokat mutat.

A quasarok rádiósugárzásának intenzitáseloszlása szinkrotronsugárzásra mutat. Minden valószínűség szerint szinkrotron-mechanizmusra vezethető vissza optikai fénykibocsátásuk is.

A quasarok fizikai természete még ismeretlen. Szélsőségesen nagy energiatermelésük miatt még nem tudjuk egyértelműen megmagyarázni. Valószínűnek látszik azonban, hogy itt a termonukleáris reakcióknál is sokkal intenzívebb energiafelszabadító folyamatokkal állunk szemben. Sok kutató ezért az ún. gravitációs kollapszusban látja a rejtély kulcsát, mely folyamat a magfúzióknál több nagyságrenddel hatékonyabb energiatermelést tud biztosítani.



T A R T A L O M

Táblázatok, grafikonok

A Nap és Hold kelete és fontosabb adatai	4
A Nap forgási tengelyének helyzete és a napkorong középpontjának heliografikus koordinátái	28
A holdkorong sugara 0 ^h világidőkor	29
Az öt fényes bolygó geocentrikus távolsága és fényessége.....	30
Bolygókorongok megvilágításának adatai	31
A Mars és Jupiter centrál-meridiánjának planetografikus hosszúsága 0 ^h világidőkor	32
A Jupiter-holdak helyzetei és jelenségei.....	34
A szabad szemmel látható bolygók koordinátái és látszó sugara 0 ^h világidőkor	42
Bolygók heliocentrikus ekliptikai koordinátái 0 ^h világidőkor.....	46
A fényesebb csillagok katalógusa	48
A Messier-féle katalógus objektumai	56
A Holdra vonatkozó adatok	60
Évi parallaxis átszámítása távolságokra	61
Budapesten látható csillagfedések	62
Az 1968. szeptember 22-i napfogyatkozás magyarországi adatai ..	64
Az I—XIII. táblázatokban alkalmazott jelölések.....	64
A csillagos ég 1968-ban	65

Beszámolók

<i>Detre László</i> : A Magyar Tudományos Akadémia Csillagvizsgáló Intézetének működése (1965. június 1—1967. március 31)...	81
<i>Dezső Loránt</i> : A Magyar Tudományos Akadémia Napfizikai Observatóriumának működése (1965. május—1966. december).....	90
<i>Róka Gedeon</i> : A TIT Csillagászati és Űrkutatási Szakosztályainak 1966. évi működése	93
<i>Kulin—Ponori—Bartha</i> : A TIT Uránia Bemutató Csillagvizsgálóinak működéséről	112

Cikkek

<i>Detre László</i> : A csillagászat legújabb eredményei.....	136
<i>Almár Iván</i> : Tízéves az űrkutatás	147
<i>Jesse L. Greenstein</i> : Az Univerzum megfigyelésének lehetőségei	164
<i>Szimán Oszkár</i> : Navigáció az első felfedezések korában.....	177
<i>Sinka József</i> : Csillag a Földön.....	188
<i>Bitó János</i> : Világűr a laboratóriumban.....	198
<i>Fejes István</i> : Új eredmények a rádiócsillagászatban.....	220
<i>Balázs Béla</i> : Extragalaktikus csillagrendszerek	243



Kiadja a Gondolat, a TIT Kiadója
Felelős kiadó a Gondolat Kiadó igazgatója
Felelős szerkesztő: Róka Gedeon
Műszaki vezető: Kálmán Emil
Műszaki szerkesztő: Első János

A borító és kötéstervezés Első János munkája

Megjelent 2000 példányban,
16,75 (A/5) ív terjedelemben

Ez a könyv az MSZ 5601—59 és 5602—55 szabványok szerint készült

GO 579-f-6769

67.706 Egyetemi Nyomda, Budapest

24,50 Ft

GONDOLAT