CSILLAGÁSZATI ÉVKÖNYV

1975

CSILLAGÁSZATI ÉVKÖNYV

az 1975. évre

Szerkesztette
a Tudományos Ismeretterjesztő Társulat
Csillagászati és Űrkutatási Szakosztályainak
Országos Választmánya

Gondolat Kiadó, Budapest 1974

© Gondolat 1974

Kiadja a Gondolat, a TIT kiadója
Felelős kiadó a Gondolat Kiadó igazgatója
Felelős szerkesztő: Róka Gedeon
Műszaki vezető: Kálmán Emil
Műszaki szerkesztő: Vaisz György
A fedélterv: Vaisz György munkája
Megjelent 5000 példányban
15,75 (A/5) ív + 8 oldal melléklet terjedelemben
Ez a könyv az MSZ 5601—59 és 5602—55 szabványok szerint készült
74-2422 Pécsi Szikra Nyomda F. v.: Melles Rezső

CSILLAGÁSZATI ADATOK AZ 1975. ÉVRE

Az I—XI. táblázatokat összeállította
a TIT debreceni Csillagászati Szakosztálya
az MTA Napfizikai Obszervatórium közreműködésével

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

Hold: 15-én 22^h-kor földtávolban
28-án 10^h-kor földközelben

Julián dátum 2442...	Csillagidő ($\lambda = 0^h$-nál)	NAP RA	NAP D	NAP látszó sugara	HOLD RA	HOLD D
	0^h világidőkor					
	h m s	h m	° ′	′ ″	h m	° ′
...413,5	6 40 06,186	18 43	—23 04	16 18	9 20	+10 26
414,5	6 44 02,741	18 48	22 59	16 18	10 16	+ 5 14
415,5	6 47 59,294	18 52	22 54	16 18	11 10	— 0 11
416,5	6 51 55,846	18 56	22 48	16 18	12 02	5 29
417,5	6 55 52,399	19 01	22 42	16 18	12 55	10 23
418,5	6 59 48,954	19 05	22 36	16 17	13 48	14 39
419,5	7 03 45,511	19 10	22 29	16 17	14 41	18 05
420,5	7 07 42,070	19 14	22 21	16 17	15 35	20 32
421,5	7 11 38,631	19 18	22 13	16 17	16 30	21 53
422,5	7 15 35,193	19 23	22 05	16 17	17 24	22 07
423,5	7 19 31,755	19 27	21 56	16 17	18 18	21 15
424,5	7 23 28,316	19 31	21 47	16 17	19 09	19 23
425,5	7 27 24,875	19 36	21 37	16 17	19 59	16 40
426,5	7 31 21,432	19 40	21 27	16 17	20 47	13 17
427,5	7 35 17,988	19 44	21 16	16 17	21 33	9 25
428,5	7 39 14,541	19 49	21 06	16 17	22 17	5 12
429,5	7 43 11,093	19 53	20 54	16 17	23 01	— 0 48
430,5	7 47 07,644	19 57	20 43	16 17	23 45	+ 3 38
431,5	7 51 04,196	20 02	20 30	16 17	0 30	7 59
432,5	7 55 00,748	20 06	20 18	16 17	1 16	12 04
433,5	7 58 57,302	20 10	20 05	16 17	2 05	15 45
434,5	8 02 53,859	20 14	19 52	16 17	2 57	18 47
435,5	8 06 50,418	20 18	19 38	16 17	3 52	20 58
436,5	8 10 46,979	20 23	19 24	16 16	4 50	22 01
437,5	8 14 43,542	20 27	19 10	16 16	5 51	21 45
438,5	8 18 40,105	20 31	18 55	16 16	6 53	20 02
439,5	8 22 36,666	20 35	18 40	16 16	7 55	16 55
440,5	8 26 33,225	20 39	18 25	16 16	8 55	12 37
441,5	8 30 29,779	20 43	18 09	16 16	9 54	7 30
442,5	8 34 26,331	20 48	17 53	16 16	10 50	+ 1 58
443,5	8 38 22,881	20 52	—17 37	16 16	11 45	— 3 35

Föld: 2-án 14^h10^m-kor napközelben (KözEI)

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

Hold: 12-én 5^h-kor földtávolban
25-én 23^h-kor földközelben

Julián dátum 2442...	Csillagidő ($\lambda = 0^h$-nál)	0^h világidőkor				
		NAP			HOLD	
		RA	D	látszó sugara	RA	D
	h m s	h m	° ′	′ ″	h m	° ′
...444,5	8 42 19,432	20 56	—17 20	16 16	12 40	— 8 48
445,5	8 46 15,984	21 00	17 03	16 15	13 34	13 23
446,5	8 50 12,538	21 04	16 46	16 15	14 28	17 08
447,5	8 54 09,094	21 08	16 28	16 15	15 23	19 52
448,5	8 58 05,653	21 12	16 11	16 15	16 18	21 30
449,5	9 02 02,212	21 16	15 52	16 15	17 12	22 01
450,5	9 05 58,772	21 20	15 34	16 15	18 05	21 26
451,5	9 09 55,330	21 24	15 15	16 14	18 57	19 51
452,5	9 13 51,888	21 28	14 56	16 14	19 46	17 24
453,5	9 17 48,443	21 32	14 37	16 14	20 34	14 15
454,5	9 21 44,996	21 36	14 18	16 14	21 21	10 32
455,5	9 25 41,547	21 40	13 58	16 14	22 05	6 26
456,5	9 29 38,097	21 44	13 38	16 14	22 50	— 2 06
457,5	9 33 34,646	21 48	13 18	16 13	23 34	+ 2 19
458,5	9 37 31,195	21 52	12 58	16 13	0 18	6 40
459,5	9 41 27,744	21 56	12 37	16 13	1 04	10 47
460,5	9 45 24,295	22 00	12 17	16 13	1 51	14 31
461,5	9 49 20,848	22 03	11 56	16 13	2 41	17 42
462,5	9 53 17,403	22 07	11 34	16 12	3 34	20 06
463,5	9 57 13,960	22 11	11 13	16 12	4 29	21 32
464,5	10 01 10,520	22 15	10 52	16 12	5 27	21 48
465,5	10 05 07,080	22 19	10 30	16 12	6 27	20 46
466,5	10 09 03,639	22 23	10 08	16 12	7 27	18 22
467,5	10 13 00,196	22 26	9 46	16 11	8 27	14 42
468,5	10 16 56,750	22 30	9 24	16 11	9 26	10 01
469,5	10 20 53,300	22 34	9 02	16 11	10 24	+ 4 39
470,5	10 24 49,848	22 38	8 39	16 11	11 21	— 0 59
471,5	10 28 46,396	22 42	— 8 17	16 10	12 17	— 6 30

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

Hold: 11-én 6^h-kor földtávolban
26-án 10^h-kor földközelben

HÓNAP

Julián dátum 2442...	Csillagidő ($\lambda = 0^h$-nál)	NAP RA	NAP D	NAP látszó sugara	HOLD RA	HOLD D
	0^h világidőkor					
	h m s	h m	° ′	′ ″	h m	° ′
...472,5	10 32 42,945	22 45	— 7 54	16 10	13 13	—11 31
473,5	10 36 39,496	22 49	7 32	16 10	14 10	15 42
474,5	10 40 36,050	22 53	7 09	16 10	15 06	18 52
475,5	10 44 32,606	22 57	6 46	16 09	16 02	20 53
476,5	10 48 29,163	23 00	6 23	16 09	16 58	21 43
477,5	10 52 25,720	23 04	6 00	16 09	17 52	21 26
478,5	10 56 22,277	23 08	5 36	16 09	18 44	20 07
479,5	11 00 18,833	23 11	5 13	16 08	19 34	17 54
480,5	11 04 15,386	23 15	4 50	16 08	20 23	14 57
481,5	11 08 11,938	23 19	4 26	16 08	21 09	11 25
482,5	11 12 08,488	23 22	4 03	16 08	21 54	7 27
483,5	11 16 05,036	23 26	3 39	16 07	22 39	— 3 13
484,5	11 20 01,583	23 30	3 15	16 07	23 23	+ 1 09
485,5	11 23 58,130	23 33	2 52	16 07	0 07	5 30
486,5	11 27 54,678	23 37	2 28	16 07	0 53	9 40
487,5	11 31 51,226	23 41	2 04	16 06	1 40	13 29
488,5	11 35 47,777	23 44	1 41	16 06	2 29	16 47
489,5	11 39 44,330	23 48	1 17	16 06	3 20	19 21
490,5	11 43 40,885	23 52	0 53	16 06	4 14	21 00
491,5	11 47 37,442	23 55	0 30	16 05	5 10	21 35
492,5	11 51 34,000	23 59	— 0 06	16 05	6 08	20 59
493,5	11 55 30 558	0 03	+ 0 18	16 05	7 06	19 07
494,5	11 59 27,114	0 06	0 41	16 05	8 04	16 04
495,5	12 03 23,668	0 10	1 05	16 04	9 01	11 57
496,5	12 07 20,219	0 14	1 29	16 04	9 58	7 01
497,5	12 11 16,767	0 17	1 52	16 04	10 54	+ 1 36
498,5	12 15 13,314	0 21	2 16	16 03	11 51	— 3 56
499,5	12 19 09,862	0 25	2 39	16 03	12 48	9 12
500,5	12 23 06,411	0 28	3 03	16 03	13 45	13 49
501,5	12 27 02,963	0 32	3 26	16 03	14 43	17 30
502,5	12 30 59,518	0 35	+ 3 50	16 02	15 41	—20 02

Föld: 21-én 6^h57^m-kor tavasz kezdete (KözEI)

DÁTUM	A HÉT napjai	Év hányadik hete	Év hányadik napja	KÖZÉP-EURÓPAI zónaidőben (KözEI) Budapesten A NAP kel	A NAP delel	A NAP nyugszik	A HOLD kel	A HOLD nyugszik	A HOLD fény-változásai
				h m	h m	h m	h m	h m	h m
1	K	(14)	91	5 24	11 48	18 14	—	8 22	
2	Sz		92	5 22	11 48	18 15	0 21	9 17	
3	Cs		93	5 20	11 48	18 16	1 05	10 16	☾ 13 26
4	P		94	5 19	11 47	18 18	1 43	11 18	
5	Sz		95	5 17	11 47	18 19	2 15	12 20	
6	V		96	5 15	11 47	18 20	2 42	13 21	
7	H	15	97	5 13	11 46	18 21	3 07	14 23	
8	K		98	5 11	11 46	18 23	3 29	15 25	
9	Sz		99	5 09	11 46	18 24	3 51	16 26	
10	Cs		100	5 07	11 46	18 25	4 13	17 29	
11	P		101	5 05	11 45	18 27	4 37	18 33	● 17 40
12	Sz		102	5 03	11 45	18 28	5 03	19 37	
13	V		103	5 01	11 45	18 30	5 33	20 42	
14	H	16	104	4 59	11 45	18 31	6 09	21 44	
15	K		105	4 57	11 44	18 33	6 52	22 43	
16	Sz		106	4 55	11 44	18 34	7 42	23 35	
17	Cs		107	4 53	11 44	18 36	8 41	—	
18	P		108	4 51	11 44	18 37	9 47	0 22	
19	Sz		109	4 49	11 43	18 38	10 58	1 02	☽ 05 42
20	V		110	4 48	11 43	18 40	12 13	1 37	
21	H	17	111	4 46	11 43	18 41	13 30	2 08	
22	K		112	4 44	11 43	18 42	14 47	2 37	
23	Sz		113	4 42	11 43	18 44	16 06	3 05	
24	Cs		114	4 41	11 42	18 45	17 25	3 33	
25	P		115	4 39	11 42	18 47	18 43	4 05	○ 20 56
26	Sz		116	4 37	11 42	18 48	19 58	4 41	
27	V		117	4 35	11 42	18 50	21 07	5 22	
28	H	18	118	4 34	11 42	18 51	22 07	6 10	
29	K		119	4 32	11 42	18 53	22 57	7 04	
30	Sz		120	4 30	11 41	18 54	23 40	8 03	

Hold: 7-én 17^h-kor földtávolban
23-án 14^h-kor földközelben

Julián dátum 2442...	Csillagidő ($\lambda = 0^h$-nál)	NAP RA	NAP D	NAP látszó sugara	HOLD RA	HOLD D
	0^h világidőkor					
	h m s	h m	° ′	′ ″	h m	° ′
...503,5	12 34 56,075	0 39	+ 4 13	16 02	16 39	—21 19
504,5	12 38 52,633	0 43	4 36	16 02	17 35	21 23
505,5	12 42 49,190	0 46	4 59	16 01	18 29	20 22
506,5	12 46 45,746	0 50	5 22	16 01	19 20	18 22
507,5	12 50 42,300	0 54	5 45	16 01	20 09	15 37
508,5	12 54 38,853	0 57	6 08	16 01	20 56	12 14
509,5	12 58 35,403	1 01	6 31	16 00	21 42	8 25
510,5	13 02 31,952	1 05	6 53	16 00	22 26	— 4 16
511,5	13 06 28,500	1 08	7 16	16 00	23 11	+ 0 02
512,5	13 10 25,047	1 12	7 38	16 00	23 55	4 23
513,5	13 14 21,595	1 16	8 00	15 59	0 41	8 35
514,5	13 18 18,144	1 19	8 22	15 59	1 28	12 30
515,5	13 22 14,695	1 23	8 44	15 59	2 17	15 56
516,5	13 26 11,248	1 27	9 06	15 58	3 08	18 41
517,5	13 30 07,804	1 30	9 28	15 58	4 02	20 33
518,5	13 34 04,361	1 34	9 49	15 58	4 57	21 23
519,5	13 38 00,920	1 38	10 11	15 58	5 54	21 02
520,5	13 41 57,479	1 42	10 32	15 57	6 51	19 30
521,5	13 45 54,036	1 45	10 53	15 57	7 48	16 49
522,5	13 49 50,592	1 49	11 14	15 57	8 44	13 07
523,5	13 53 47,144	1 53	11 34	15 57	9 39	8 36
524,5	13 57 43,695	1 56	11 55	15 56	10 33	+ 3 31
525,5	14 01 40,243	2 00	12 15	15 56	11 28	— 1 49
526,5	14 05 36,792	2 04	12 35	15 56	12 23	7 04
527,5	14 09 33,342	2 08	12 55	15 56	13 20	11 54
528,5	14 13 29,894	2 11	13 14	15 55	14 17	15 58
529,5	14 17 26,450	2 15	13 34	15 55	15 16	19 00
530,5	14 21 23,008	2 19	13 53	15 55	16 15	20 49
531,5	14 25 19,567	2 23	14 12	15 55	17 13	21 22
532,5	14 29 16,127	2 27	+14 31	15 54	18 09	—20 43

DÁTUM	A HÉT napjai	Év hányadik hete	Év hányadik napja	KÖZÉP-EURÓPAI zónaidőben (KözEI) Budapesten A NAP kel	A NAP delel	A NAP nyugszik	A HOLD kel	A HOLD nyugszik	A HOLD fény-változásai
				h m	h m	h m	h m	h m	h m
1	Cs	(18)	121	4 29	11 41	18 55	—	9 04	
2	P		122	4 27	11 41	18 57	0 15	10 07	
3	Sz		123	4 26	11 41	18 58	0 44	11 10	☾ 06 44
4	V		124	4 24	11 41	18 59	1 09	12 13	
5	H	19	125	4 23	11 41	19 01	1 32	13 14	
6	K		126	4 21	11 41	19 02	1 54	14 16	
7	Sz		127	4 20	11 41	19 04	2 16	15 18	
8	Cs		128	4 18	11 41	19 05	2 39	16 21	
9	P		129	4 17	11 41	19 06	3 05	17 25	
10	Sz		130	4 15	11 41	19 08	3 34	18 31	
11	V		131	4 14	11 40	19 09	4 08	19 35	● 08 06
12	H	20	132	4 12	11 40	19 10	4 48	20 35	
13	K		133	4 11	11 40	19 11	5 37	21 32	
14	Sz		134	4 10	11 40	19 12	6 35	22 20	
15	Cs		135	4 08	11 40	19 13	7 40	23 03	
16	P		136	4 07	11 40	19 14	8 49	23 39	
17	Sz		137	4 06	11 40	19 16	10 02	—	
18	V		138	4 05	11 40	19 17	11 18	0 10	☽ 11 30
19	H	21	139	4 03	11 41	19 19	12 33	0 39	
20	K		140	4 02	11 41	19 20	13 49	1 07	
21	Sz		141	4 01	11 41	19 21	15 05	1 34	
22	Cs		142	4 00	11 41	19 22	16 21	2 04	
23	P		143	3 59	11 41	19 23	17 36	2 37	
24	Sz		144	3 58	11 41	19 24	18 47	3 14	
25	V		145	3 57	11 41	19 25	19 51	3 58	○ 06 51
26	H	22	146	3 56	11 41	19 27	20 47	4 49	
27	K		147	3 55	11 41	19 28	21 33	5 46	
28	Sz		148	3 54	11 41	19 29	22 11	6 48	
29	Cs		149	3 53	11 41	19 30	22 44	7 52	
30	P		150	3 53	11 42	19 31	23 11	8 56	
31	Sz		151	3 52	11 42	19 32	23 35	10 00	

Hold: 5-én 11^h-kor földtávolban
20-án 21^h-kor földközelben

0^h világidőkor						
Julián dátum 2442...	Csillagidő ($\lambda = 0^h$-nál)	NAP			HOLD	
		RA	D	látszó sugara	RA	D
	h m s	h m	° ′	′ ″	h m	° ′
...533,5	14 33 12,685	2 30	+14 49	15 54	19 02	—19 01
534,5	14 37 09,242	2 34	15 07	15 54	19 53	16 27
535,5	14 41 05,797	2 38	15 25	15 54	20 42	13 13
536,5	14 45 02,350	2 42	15 43	15 53	21 28	9 30
537,5	14 48 58,902	2 46	16 01	15 53	22 13	5 26
538,5	14 52 55,452	2 50	16 18	15 53	22 57	— 1 11
539,5	14 56 52,001	2 53	16 35	15 53	23 41	+ 3 08
540,5	15 00 48,551	2 57	16 51	15 52	0 27	7 23
541,5	15 04 45,102	3 01	17 08	15 52	1 13	11 24
542,5	15 08 41,654	3 05	17 24	15 52	2 02	15 00
543,5	15 12 38,209	3 09	17 40	15 52	2 53	17 58
544,5	15 16 34,766	3 13	17 55	15 52	3 47	20 07
545,5	15 20 31,326	3 17	18 10	15 51	4 43	21 14
546,5	15 24 27,886	3 21	18 25	15 51	5 40	21 10
547,5	15 28 24,448	3 25	18 40	15 51	6 38	19 53
548,5	15 32 21,008	3 29	18 54	15 51	7 35	17 26
549,5	15 36 17,566	3 33	19 08	15 51	8 31	13 58
550,5	15 40 14,121	3 37	19 22	15 50	9 26	9 40
551,5	15 44 10,674	3 41	19 35	15 50	10 19	+4 49
552,5	15 48 07,226	3 45	19 48	15 50	11 12	—0 20
553,5	15 52 03,776	3 49	20 01	15 50	12 06	5 29
554,5	15 56 00,328	3 53	20 13	15 50	13 00	10 21
555,5	15 59 56,881	3 57	20 25	15 49	13 56	14 36
556,5	16 03 53,438	4 01	20 37	15 49	14 53	17 58
557,5	16 07 49,997	4 05	20 48	15 49	15 52	20 15
558,5	16 11 46,558	4 09	20 59	15 49	16 50	21 17
559,5	16 15 43,120	4 13	21 09	15 49	17 47	21 05
560,5	16 19 39,682	4 17	21 19	15 49	18 42	19 45
561,5	16 23 36,242	4 21	21 29	15 48	19 35	17 27
562,5	16 27 32,800	4 25	21 39	15 48	20 25	14 23
563,5	16 31 29,355	4 29	+21 48	15 48	21 12	—10 47

DÁTUM	A HÉT napjai	Év hányadik hete	Év hányadik napja	KÖZÉP-EURÓPAI zónaidőben (KözEI) Budapesten A NAP kel	A NAP delel	A NAP nyugszik	A HOLD kel	A HOLD nyugszik	A HOLD fény-változásai
				h m	h m	h m	h m	h m	h m
1	V	(22)	152	3 51	11 42	19 33	23 57	11 01	
2	H	23	153	3 51	11 42	19 34	—	12 03	☾ 00 23
3	K		154	3 50	11 42	19 35	0 19	13 05	
4	Sz		155	3 50	11 42	19 35	0 41	14 07	
5	Cs		156	3 49	11 42	19 36	1 06	15 11	
6	P		157	3 49	11 43	19 37	1 33	16 16	
7	Sz		158	3 48	11 43	19 38	2 05	17 20	
8	V		159	3 48	11 43	19 38	2 44	18 24	
9	H	24	160	3 47	11 43	19 39	3 29	19 23	● 19 50
10	K		161	3 47	11 43	19 40	4 24	20 15	
11	Sz		162	3 47	11 44	19 41	5 27	21 02	
12	Cs		163	3 46	11 44	19 41	6 38	21 41	
13	P		164	3 46	11 44	19 42	7 51	22 14	
14	Sz		165	3 46	11 44	19 43	9 07	22 44	
15	V		166	3 46	11 44	19 43	10 22	23 12	
16	H	25	167	3 46	11 45	19 44	11 38	23 39	☽ 15 59
17	K		168	3 46	11 45	19 44	12 54	—	
18	Sz		169	3 46	11 45	19 44	14 08	0 07	
19	Cs		170	3 46	11 45	19 45	15 22	0 38	
20	P		171	3 46	11 45	19 45	16 33	1 12	
21	Sz		172	3 46	11 46	19 45	17 38	1 52	
22	V		173	3 46	11 46	19 45	18 37	2 40	
23	H	26	174	3 47	11 46	19 46	19 27	3 34	○ 17 55
24	K		175	3 47	11 46	19 46	20 09	4 34	
25	Sz		176	3 47	11 47	19 46	20 44	5 37	
26	Cs		177	3 48	11 47	19 46	21 13	6 41	
27	P		178	3 48	11 47	19 46	21 38	7 45	
28	Sz		179	3 49	11 47	19 45	22 01	8 49	
29	V		180	3 49	11 47	19 45	22 23	9 50	
30	H	27	181	3 50	11 48	19 45	22 45	10 52	

Hold: 2-án 5^h-kor földtávolban
14-én 23^h-kor földközelben
30-án 0^h-kor földtávolban

Julián dátum 2442...	Csillagidő ($\lambda = 0^h$-nál)	NAP RA	NAP D	NAP látszó sugara	HOLD RA	HOLD D
	0^h világidőkor					
	h m s	h m	° ′	′ ″	h m	° ′
564,5	16 35 25,909	4 33	+21 56	15 48	21 58	—6 48
565,5	16 39 22,462	4 37	22 05	15 48	22 43	—2 35
566,5	16 43 19,013	4 41	22 12	15 48	23 27	+1 43
567,5	16 47 15,565	4 45	22 20	15 48	0 11	5 59
568,5	16 51 12,117	4 49	22 27	15 47	0 57	10 04
569,5	16 55 08,671	4 54	22 34	15 47	1 45	13 49
570,5	16 59 05,227	4 58	22 40	15 47	2 35	17 02
571,5	17 03 01,785	5 02	22 46	15 47	3 29	19 30
572,5	17 06 58,346	5 06	22 52	15 47	4 24	20 59
573,5	17 10 54,908	5 10	22 57	15 47	5 22	21 20
574,5	17 14 51,471	5 14	23 01	15 47	6 21	20 24
575,5	17 18 48,034	5 18	23 06	15 47	7 20	18 14
576,5	17 22 44,594	5 23	23 10	15 46	8 17	14 57
577,5	17 26 41,152	5 27	23 13	15 46	9 13	10 46
578,5	17 30 37,707	5 31	23 16	15 46	10 07	5 59
579,5	17 34 34,260	5 35	23 19	15 46	11 00	+0 52
580,5	17 38 30,812	5 39	23 21	15 46	11 53	—4 16
581,5	17 42 27,364	5 43	23 23	15 46	12 47	9 08
582,5	17 46 23,918	5 47	23 25	15 46	13 41	13 29
583,5	17 50 20,475	5 52	23 26	15 46	14 36	17 04
584,5	17 54 17,034	5 56	23 26	15 46	15 33	19 38
585,5	17 58 13,596	6 00	23 26	15 46	16 30	21 04
586,5	18 02 10,158	6 04	23 26	15 46	17 27	21 18
587,5	18 06 06,721	6 08	23 26	15 46	18 23	20 22
588,5	18 10 03,282	6 12	23 25	15 46	19 17	18 24
589,5	18 13 59,841	6 17	23 23	15 46	20 08	15 36
590,5	18 17 56,398	6 21	23 21	15 46	20 56	12 09
591,5	18 21 52,954	6 25	23 19	15 46	21 43	8 15
592,5	18 25 49,507	6 29	23 16	15 45	22 28	—4 05
593,5	18 29 46,059	6 33	+23 13	15 45	23 12	+0 12

Föld: 22-én 1^h27^m-kor nyár kezdete (KözEl)

DÁTUM	A HÉT napjai	Év hányadik hete	Év hányadik napja	KÖZÉP-EURÓPAI zónaidőben (KözEI) Budapesten A NAP kel	A NAP delel	A NAP nyugszik	A HOLD kel	A HOLD nyugszik	A HOLD fény-változásai
				h m	h m	h m	h m	h m	h m
1	K	(27)	182	3 50	11 48	19 45	23 09	11 53	☾ 17 38
2	Sz		183	3 51	11 48	19 45	23 34	12 56	
3	Cs		184	3 51	11 48	19 45	—	14 00	
4	P		185	3 52	11 48	19 45	0 03	15 03	
5	Sz		186	3 53	11 49	19 44	0 38	16 07	
6	V		187	3 53	11 49	19 44	1 20	17 08	
7	H	28	188	3 54	11 49	19 43	2 10	18 05	
8	K		189	3 55	11 49	19 43	3 10	18 54	
9	Sz		190	3 56	11 49	19 42	4 18	19 37	● 05 11
10	Cs		191	3 56	11 49	19 42	5 33	20 14	
11	P		192	3 57	11 50	19 41	6 50	20 46	
12	Sz		193	3 58	11 50	19 40	8 09	21 16	
13	V		194	3 59	11 50	19 40	9 26	21 43	
14	H	29	195	4 00	11 50	19 39	10 43	22 12	
15	K		196	4 01	11 50	19 38	11 58	22 41	☽ 20 48
16	Sz		197	4 02	11 50	19 37	13 12	23 15	
17	Cs		198	4 03	11 50	19 36	14 23	23 53	
18	P		199	4 04	11 50	19 35	15 30	—	
19	Sz		200	4 05	11 50	19 34	16 30	0 37	
20	V		201	4 06	11 50	19 33	17 22	1 27	
21	H	30	202	4 08	11 50	19 32	18 06	2 24	
22	K		203	4 09	11 51	19 31	18 44	3 26	
23	Sz		204	4 10	11 51	19 30	19 15	4 29	○ 06 29
24	Cs		205	4 11	11 51	19 29	19 42	5 33	
25	P		206	4 13	11 51	19 28	20 06	6 36	
26	Sz		207	4 14	11 51	19 27	20 28	7 38	
27	V		208	4 15	11 51	19 26	20 50	8 40	
28	H	31	209	4 16	11 51	19 25	21 12	9 42	
29	K		210	4 18	11 51	19 24	21 37	10 43	
30	Sz		211	4 19	11 51	19 22	22 04	11 45	
31	Cs		212	4 20	11 50	19 21	22 35	12 48	☾ 09 49

Hold: 11-én 21^h-kor földközelben
27-én 16^h-kor földtávolban

HÓNAP

Julián dátum 2442...	Csillagidő ($\lambda = 0^h$-nál)	NAP RA	NAP D	NAP látszó sugara	HOLD RA	HOLD D
	0^h világidőkor					
	h m s	h m	° ′	′ ″	h m	° ′
...594,5	18 33 42,611	6 37	+23 10	15 45	23 56	+4 28
595,5	18 37 39,163	6 41	23 06	15 45	0 41	8 36
596,5	18 41 35,717	6 46	23 02	15 45	1 28	12 27
597,5	18 45 32,272	6 50	22 57	15 45	2 17	15 51
598,5	18 49 28,829	6 54	22 52	15 45	3 08	18 36
599,5	18 53 25,389	6 58	22 46	15 45	4 03	20 29
600,5	18 57 21,951	7 02	22 41	15 45	5 00	21 19
601,5	19 01 18,514	7 06	22 34	15 45	5 59	20 54
602,5	19 05 15,076	7 10	22 28	15 45	6 59	19 11
603,5	19 09 11,638	7 14	22 20	15 45	7 58	16 14
604,5	19 13 08,196	7 18	22 13	15 45	8 56	12 15
605,5	19 17 04,752	7 23	22 05	15 45	9 52	7 30
606,5	19 21 01,305	7 27	21 57	15 45	10 47	+2 21
607,5	19 24 57,856	7 31	21 48	15 46	11 41	—2 54
608,5	19 28 54,408	7 35	21 39	15 46	12 35	7 55
609,5	19 32 50,961	7 39	21 30	15 46	13 29	12 26
610,5	19 36 47,516	7 43	21 20	15 46	14 24	16 11
611,5	19 40 44,074	7 47	21 10	15 46	15 20	19 00
612,5	19 44 40,634	7 51	21 00	15 46	16 16	20 43
613,5	19 48 37,195	7 55	20 49	15 46	17 12	21 17
614,5	19 52 33,756	7 59	20 38	15 46	18 07	20 43
615,5	19 56 30,316	8 03	20 27	15 46	19 01	19 05
616,5	20 00 26,875	8 07	20 15	15 46	19 52	16 34
617,5	20 04 23,432	8 11	20 03	15 46	20 42	13 21
618,5	20 08 19,986	8 15	19 50	15 46	21 29	9 36
619,5	20 12 16,539	8 19	19 37	15 46	22 14	5 32
620,5	20 16 13,090	8 23	19 24	15 46	22 59	—1 17
621,5	20 20 09,640	8 27	19 11	15 47	23 43	+3 00
622,5	20 24 06,191	8 31	18 57	15 47	0 28	7 09
623,5	20 28 02,742	8 34	18 43	15 47	1 13	11 03
624,5	20 31 59,295	8 38	+18 29	15 47	2 00	+14 34

Föld: 6-án 3^h 54^m-kor naptávolban (KözEl)

DÁTUM	A HÉT napjai	Év hányadik hete	Év hányadik napja	KÖZÉP-EURÓPAI zónaidőben (KözEI) Budapesten A NAP kel	A NAP delel	A NAP nyugszik	A HOLD kel	A HOLD nyugszik	A HOLD fény-változásai
				h m	h m	h m	h m	h m	h m
1	P	(31)	213	4 21	11 50	19 20	23 12	13 50	
2	Sz		214	4 23	11 50	19 18	23 58	14 52	
3	V		215	4 24	11 50	19 17	—	15 50	
4	H	32	216	4 25	11 50	19 15	0 53	16 42	
5	K		217	4 26	11 50	19 14	1 57	17 28	
6	Sz		218	4 28	11 50	19 12	3 08	18 09	
7	Cs		219	4 29	11 50	19 11	4 25	18 44	● 12 58
8	P		220	4 30	11 50	19 09	5 44	19 16	
9	Sz		221	4 31	11 50	19 08	7 05	19 45	
10	V		222	4 33	11 50	19 06	8 24	20 14	
11	H	33	223	4 34	11 49	19 05	9 43	20 44	
12	K		224	4 35	11 49	19 03	10 59	21 17	
13	Sz		225	4 36	11 49	19 01	12 13	21 54	
14	Cs		226	4 38	11 49	19 00	13 22	22 36	☽ 03 24
15	P		227	4 39	11 49	18 58	14 24	23 25	
16	Sz		228	4 40	11 49	18 56	15 19	—	
17	V		229	4 41	11 48	18 54	16 05	0 21	
18	H	34	230	4 43	11 48	18 53	16 44	1 19	
19	K		231	4 44	11 48	18 51	17 18	2 20	
20	Sz		232	4 45	11 48	18 49	17 46	3 23	
21	Cs		233	4 47	11 47	18 47	18 11	4 26	○ 20 48
22	P		234	4 48	11 47	18 45	18 34	5 29	
23	Sz		235	4 50	11 47	18 43	18 56	6 31	
24	V		236	4 51	11 47	18 41	19 19	7 32	
25	H	35	237	4 52	11 46	18 39	19 42	8 33	
26	K		238	4 54	11 46	18 37	20 07	9 35	
27	Sz		239	4 55	11 46	18 35	20 37	10 37	
28	Cs		240	4 56	11 46	18 33	21 11	11 38	
29	P		241	4 58	11 45	18 31	21 52	12 38	
30	Sz		242	4 59	11 45	18 30	22 40	13 36	☾ 00 20
31	V		243	5 01	11 45	18 28	23 38	14 30	

Hold: 8-án 21^h-kor földközelben
24-én 4^h-kor földtávolban

Julián dátum 2442...	Csillagidő ($\lambda = 0^h$-nál)	NAP RA	NAP D	NAP látszó sugara	HOLD RA	HOLD D
	0^h világidőkor					
	h m s	h m	° ′	′ ″	h m	° ′
...625,5	20 35 55,849	8 42	+18 14	15 47	2 50	+17 31
626,5	20 39 52,406	8 46	17 59	15 47	3 42	19 43
627,5	20 43 48,965	8 50	17 44	15 47	4 37	20 58
628,5	20 47 45,526	8 54	17 28	15 47	5 35	21 06
629,5	20 51 42,087	8 58	17 12	15 47	6 34	19 58
630,5	20 55 38,647	9 02	16 56	15 48	7 33	17 34
631,5	20 59 35,205	9 05	16 40	15 48	8 32	14 00
632,5	21 03 31,760	9 09	16 23	15 48	9 31	9 29
633,5	21 07 28,312	9 13	16 06	15 48	10 27	+4 21
634,5	21 11 24,862	9 17	15 49	15 48	11 23	—1 02
635,5	21 15 21,411	9 21	15 31	15 48	12 19	6 17
636,5	21 19 17,961	9 24	15 14	15 48	13 15	11 04
637,5	21 23 14,514	9 28	14 56	15 49	14 10	15 07
638,5	21 27 11,069	9 32	14 37	15 49	15 07	18 13
639,5	21 31 07,626	9 36	14 19	15 49	16 03	20 13
640,5	21 35 04,185	9 40	14 00	15 49	16 59	21 04
641,5	21 39 00,744	9 43	13 41	15 49	17 55	20 47
642,5	21 42 57,302	9 47	13 22	15 49	18 48	19 27
643,5	21 46 53,859	9 51	13 03	15 50	19 40	17 13
644,5	21 50 50,414	9 54	12 44	15 50	20 29	14 13
645,5	21 54 46,967	9 58	12 24	15 50	21 16	10 40
646,5	21 58 43,518	10 02	12 04	15 50	22 02	6 44
647,5	22 02 40,067	10 06	11 44	15 50	22 47	—2 33
648,5	22 06 36,615	10 09	11 24	15 51	23 31	+1 41
649,5	22 10 33,163	10 13	11 03	15 51	0 16	5 51
650,5	22 14 29,712	10 17	10 43	15 51	1 01	9 48
651,5	22 18 26,262	10 20	10 22	15 51	1 47	13 23
652,5	22 22 22,814	10 24	10 01	15 51	2 35	16 28
653,5	22 26 19,368	10 28	9 40	15 52	3 26	18 52
654,5	22 30 15,924	10 31	9 18	15 52	4 19	20 25
655,5	22 34 12,481	10 35	+8 57	15 52	5 14	+20 57

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

Hold: 6-án 5^h-kor földközelben
20-án 8^h-kor földtávolban

HÓNAP

Julián dátum 2442...	Csillagidő ($\lambda = 0^h$-nál)	NAP RA	NAP D	NAP látszó sugara	HOLD RA	HOLD D
	0^h világidőkor					
	h m s	h m	° ′	′ ″	h m	° ′
...656,5	22 38 09,040	10 38	+ 8 35	15 52	6 11	+20 22
657,5	22 42 05,598	10 42	8 14	15 53	7 08	18 33
658,5	22 46 02,155	10 46	7 52	15 53	8 07	15 34
659,5	22 49 58,709	10 49	7 30	15 53	9 05	11 31
660,5	22 53 55,260	10 53	7 08	15 53	10 02	6 40
661,5	22 57 51,808	10 57	6 45	15 53	11 00	+ 1 21
662,5	23 01 48,356	11 00	6 23	15 54	11 57	— 4 04
663,5	23 05 44,903	11 04	6 01	15 54	12 54	9 11
664,5	23 09 41,453	11 07	5 38	15 54	13 52	13 38
665,5	23 13 38,006	11 11	5 16	15 54	14 50	17 08
666,5	23 17 34,561	11 15	4 53	15 55	15 48	19 32
667,5	23 21 31,118	11 18	4 30	15 55	16 45	20 43
668,5	23 25 27,676	11 22	4 07	15 55	17 41	20 43
669 5	23 29 24,233	11 25	3 44	15 55	18 35	19 38
670,5	23 33 20,788	11 29	3 21	15 56	19 27	17 38
671,5	23 37 17,342	11 33	2 58	15 56	20 17	14 51
672,5	23 41 13,894	11 36	2 35	15 56	21 05	11 29
673,5	23 45 10,444	11 40	2 12	15 56	21 51	7 41
674,5	23 49 06,992	11 43	1 49	15 57	22 36	— 3 36
675,5	23 53 03,539	11 47	1 25	15 57	23 20	+ 0 35
676,5	23 57 00,086	11 50	1 02	15 57	0 04	4 45
677,5	0 00 56,633	11 54	0 39	15 58	0 49	8 44
678,5	0 04 53,182	11 58	+ 0 16	15 58	1 36	12 24
679,5	0 08 49,732	12 01	— 0 08	15 58	2 23	15 34
680,5	0 12 46,284	12 05	0 31	15 58	3 13	18 07
681,5	0 16 42,838	12 08	0 55	15 59	4 04	19 52
682,5	0 20 39,394	12 12	1 18	15 59	4 58	20 41
683,5	0 24 35,951	12 16	1 41	15 59	5 53	20 26
684,5	0 28 32,508	12 19	2 05	15 59	6 49	19 05
685,5	0 32 29,065	12 23	— 2 28	16 00	7 45	+16 37

Föld: 23-án 16^h55^m-kor ősz kezdete (KözEI)

DÁTUM	A HÉT napjai	Év hányadik hete	Év hányadik napja	KÖZÉP-EURÓPAI zónaidőben (KözEI) Budapesten A NAP kel	A NAP delel	A NAP nyugszik	A HOLD kel	A HOLD nyugszik	A HOLD fény-változásai
				h m	h m	h m	h m	h m	h m
1	Sz	(40)	274	5 42	11 34	17 25	0 50	15 07	
2	Cs		275	5 44	11 34	17 23	2 06	15 37	
3	P		276	5 45	11 33	17 21	3 26	16 08	
4	Sz		277	5 47	11 33	17 19	4 45	16 38	
5	V		278	5 48	11 33	17 17	6 07	17 11	● 04 24
6	H	41	279	5 50	11 32	17 15	7 28	17 47	
7	K		280	5 51	11 32	17 13	8 46	18 27	
8	Sz		281	5 52	11 32	17 11	9 58	19 14	
9	Cs		282	5 54	11 32	17 10	11 01	20 07	
10	P		283	5 55	11 31	17 08	11 57	21 05	
11	Sz		284	5 56	11 31	17 06	12 42	22 06	
12	V		285	5 58	11 31	17 04	13 19	23 09	☽ 02 16
13	H	42	286	5 59	11 31	17 02	13 51	—	
14	K		287	6 01	11 30	17 00	14 19	0 12	
15	Sz		288	6 02	11 30	16 58	14 43	1 14	
16	Cs		289	6 03	11 30	16 56	15 06	2 15	
17	P		290	6 05	11 30	16 54	15 28	3 16	
18	Sz		291	6 06	11 29	16 52	15 52	4 18	
19	V		292	6 07	11 29	16 50	16 17	5 19	
20	H	43	293	6 09	11 29	16 48	16 44	6 21	○ 06 06
21	K		294	6 10	11 29	16 47	17 16	7 23	
22	Sz		295	6 12	11 29	16 45	17 52	8 24	
23	Cs		296	6 13	11 29	16 43	18 35	9 23	
24	P		297	6 15	11 28	16 41	19 25	10 18	
25	Sz		298	6 16	11 28	16 40	20 22	11 07	
26	V		299	6 18	11 28	16 38	21 26	11 52	
27	H	44	300	6 19	11 28	16 36	22 35	12 31	☾ 23 08
28	K		301	6 21	11 28	16 34	23 47	13 05	
29	Sz		302	6 22	11 28	16 33	—	13 36	
30	Cs		303	6 24	11 28	16 31	1 02	14 05	
31	P		304	6 25	11 28	16 29	2 19	14 35	

Hold: 4-én 16^h-kor földközelben
17-én 12^h-kor földtávolban

Julián dátum 2442...	Csillagidő ($\lambda = 0^h$-nál)	0^h világidőkor				
		NAP			HOLD	
		RA	D	látszó sugara	RA	D
	h m s	h m	° ′	′ ″	h m	° ′
...686,5	0 36 25,619	12 26	— 2 51	16 00	8 41	+13 07
687,5	0 40 22,171	12 30	3 15	16 00	9 38	8 44
688,5	0 44 18,720	12 34	3 38	16 00	10 34	+ 3 43
689,5	0 48 15,267	12 37	4 01	16 01	11 30	— 1 37
690,5	0 52 11,814	12 41	4 24	16 01	12 28	6 52
691,5	0 56 08,363	12 45	4 47	16 01	13 26	11 41
692,5	1 00 04,914	12 48	5 11	16 02	14 26	15 40
693,5	1 04 01,469	12 52	5 34	16 02	15 25	18 35
694,5	1 07 58,026	12 56	5 56	16 02	16 25	20 14
695,5	1 11 54,584	12 59	6 19	16 02	17 23	20 38
696,5	1 15 51,142	13 03	6 42	16 03	18 20	19 51
697,5	1 19 47,698	13 07	7 05	16 03	19 13	18 04
698,5	1 23 44,253	13 10	7 27	16 03	20 04	15 28
699,5	1 27 40,806	13 14	7 50	16 04	20 53	12 14
700,5	1 31 37,357	13 18	8 12	16 04	21 39	8 33
701,5	1 35 33,906	13 21	8 34	16 04	22 24	4 34
702,5	1 39 30,454	13 25	8 56	16 04	23 08	— 0 26
703,5	1 43 27,002	13 29	9 18	16 05	23 53	+ 3 43
704,5	1 47 23,550	13 33	9 40	16 05	0 38	7 44
705,5	1 51 20,099	13 36	10 02	16 05	1 24	11 29
706,5	1 55 16,650	13 40	10 24	16 05	2 11	14 47
707,5	1 59 13,203	13 44	10 45	16 06	3 01	17 29
708,5	2 03 09,758	13 48	11 06	16 06	3 52	19 26
709,5	2 07 06,314	13 51	11 27	16 06	4 45	20 27
710,5	2 11 02,872	13 55	11 48	16 07	5 40	20 27
711,5	2 14 59,431	13 59	12 09	16 07	6 34	19 23
712,5	2 18 55,989	14 03	12 30	16 07	7 29	17 15
713,5	2 22 52,545	14 07	12 50	16 07	8 24	14 08
714,5	2 26 49,099	14 11	13 10	16 08	9 19	10 10
715,5	2 30 45,650	14 15	13 30	16 08	10 13	5 32
716,5	2 34 42,200	14 18	—13 50	16 08	11 07	+ 0 29

DÁTUM	A HÉT napjai	Év hányadik hete	Év hányadik napja	KÖZÉP-EURÓPAI zónaidőben (KözEI) Budapesten A NAP kel	A NAP delel	A NAP nyugszik	A HOLD kel	A HOLD nyugszik	A HOLD fény-változásai
				h m	h m	h m	h m	h m	h m
1	Sz	(44)	305	6 27	11 28	16 28	3 38	15 05	
2	V		306	6 28	11 28	16 26	4 57	15 39	
3	H	45	307	6 30	11 28	16 25	6 17	16 17	● 14 06
4	K		308	6 31	11 28	16 23	7 33	17 01	
5	Sz		309	6 33	11 28	16 22	8 42	17 51	
6	Cs		310	6 35	11 28	16 20	9 43	18 49	
7	P		311	6 36	11 28	16 19	10 34	19 51	
8	Sz		312	6 38	11 28	16 17	11 16	20 55	
9	V		313	6 40	11 28	16 16	11 51	21 59	
10	H	46	314	6 41	11 28	16 15	12 20	23 04	☽ 19 22
11	K		315	6 43	11 28	16 13	12 46	—	
12	Sz		316	6 44	11 28	16 12	13 10	0 06	
13	Cs		317	6 46	11 28	16 11	13 33	1 07	
14	P		318	6 47	11 29	16 10	13 55	2 08	
15	Sz		319	6 49	11 29	16 09	14 19	3 09	
16	V		320	6 50	11 29	16 08	14 46	4 10	
17	H	47	321	6 51	11 29	16 07	15 17	5 13	
18	K		322	6 53	11 29	16 06	15 51	6 15	○ 23 29
19	Sz		323	6 54	11 29	16 05	16 32	7 15	
20	Cs		324	6 55	11 30	16 04	17 21	8 13	
21	P		325	6 57	11 30	16 03	18 16	9 05	
22	Sz		326	6 58	11 30	16 02	19 19	9 51	
23	V		327	7 00	11 30	16 01	20 26	10 32	
24	H	48	328	7 01	11 31	16 00	21 36	11 07	
25	K		329	7 02	11 31	15 59	22 49	11 39	
26	Sz		330	7 04	11 31	15 59	—	12 09	☾ 07 53
27	Cs		331	7 05	11 32	15 58	0 03	12 36	
28	P		332	7 06	11 32	15 57	1 19	13 05	
29	Sz		333	7 07	11 32	15 57	2 34	13 34	
30	V		334	7 09	11 33	15 56	3 50	14 10	

Hold: 2-án 2^h-kor földközelben
14-én 1^h-kor földtávolban
30-án 2^h-kor földközelben

Julián dátum 2442...	Csillagidő ($\lambda = 0^h$-nál)	NAP RA	NAP D	NAP látszó sugara	HOLD RA	HOLD D
	0^h világidőkor					
	h m s	h m	° ′	′ ″	h m	° ′
...717,5	2 38 38,749	14 22	—14 09	16 08	12 03	—4 40
718,5	2 42 35,298	14 26	14 29	16 09	13 00	9 37
719,5	2 46 31,850	14 30	14 48	16 09	13 58	13 57
720,5	2 50 28,406	14 34	15 07	16 09	14 58	17 22
721,5	2 54 24,964	14 38	15 25	16 09	15 59	19 36
722,5	2 58 21,524	14 42	15 44	16 10	16 59	20 32
723,5	3 02 18,084	14 46	16 02	16 10	17 58	20 12
724,5	3 06 14,644	14 50	16 19	16 10	18 54	18 43
725,5	3 10 11,202	14 54	16 37	16 10	19 47	16 19
726,5	3 14 07,758	14 58	16 54	16 11	20 38	13 12
727,5	3 18 04,312	15 02	17 11	16 11	21 25	9 36
728,5	3 22 00,864	15 06	17 28	16 11	22 11	5 41
729,5	3 25 57,415	15 10	17 44	16 11	22 56	—1 34
730,5	3 29 53,965	15 14	18 00	16 11	23 40	+2 34
731,5	3 33 50,515	15 18	18 16	16 12	0 25	6 38
732,5	3 37 47,067	15 22	18 31	16 12	1 10	10 27
733,5	3 41 43,620	15 27	18 47	16 12	1 58	13 54
734,5	3 45 40,174	15 31	19 01	16 12	2 47	16 49
735,5	3 49 36,731	15 35	19 16	16 13	3 38	18 59
736,5	3 53 33,290	15 39	19 30	16 13	4 32	20 16
737,5	3 57 29,851	15 43	19 44	16 13	5 26	20 32
738,5	4 01 26,412	15 47	19 57	16 13	6 22	19 43
739,5	4 05 22,973	15 52	20 10	16 13	7 17	17 49
740,5	4 09 19,532	15 56	20 23	16 14	8 12	14 55
741,5	4 13 16,089	16 00	20 35	16 14	9 05	11 11
742,5	4 17 12,643	16 04	20 47	16 14	9 59	6 47
743,5	4 21 09,196	16 08	20 58	16 14	10 51	+ 1 58
744,5	4 25 05,747	16 13	21 09	16 14	11 45	— 3 01
745,5	4 29 02,299	16 17	21 20	16 14	12 39	7 54
745	32 58,852	16 21	—21 30	16 15	13 35	—12 21

DÁTUM	A HÉT napjai	Év hányadik hete	Év hányadik napja	KÖZÉP-EURÓPAI zónaidőben (KözEI) Budapesten A NAP kel	delel	nyugszik	A HOLD kel	nyugszik	A HOLD fény-változásai
				h m	h m	h m	h m	h m	h m
1	H	49	335	7 10	11 33	15 56	5 07	14 50	
2	K		336	7 11	11 33	15 55	6 19	15 37	
3	Sz		337	7 12	11 34	15 55	7 25	16 31	● 01 51
4	Cs		338	7 14	11 34	15 55	8 22	17 32	
5	P		339	7 15	11 35	15 54	9 08	18 36	
6	Sz		340	7 16	11 35	15 54	9 48	19 43	
7	V		341	7 17	11 35	15 54	10 20	20 48	
8	H	50	342	7 18	11 36	15 54	10 48	21 52	
9	K		343	7 19	11 36	15 53	11 13	22 54	
10	Sz		344	7 20	11 37	15 53	11 36	23 56	☽ 15 40
11	Cs		345	7 21	11 37	15 53	11 59	—	
12	P		346	7 22	11 38	15 53	12 22	0 57	
13	Sz		347	7 23	11 38	15 53	12 47	1 58	
14	V		348	7 24	11 39	15 53	13 16	2 59	
15	H	51	349	7 25	11 39	15 53	13 49	4 02	
16	K		350	7 26	11 40	15 54	14 27	5 03	
17	Sz		351	7 26	11 40	15 54	15 13	6 02	
18	Cs		352	7 27	11 40	15 54	16 07	6 58	○ 15 40
19	P		353	7 28	11 41	15 54	17 09	7 47	
20	Sz		354	7 28	11 41	14 55	18 16	8 31	
21	V		355	7 29	11 42	15 55	19 27	9 10	
22	H	52	356	7 29	11 42	15 55	20 40	9 42	
23	K		357	7 30	11 43	15 56	21 53	10 13	
24	Sz		358	7 30	11 43	15 57	23 08	10 41	
25	Cs		359	7 31	11 44	15 57	—	11 09	☾ 15 53
26	P		360	7 31	11 44	15 58	0 22	11 38	
27	Sz		361	7 31	11 45	15 59	1 37	12 10	
28	V		362	7 32	11 45	16 00	2 51	12 47	
29	H	53	363	7 32	11 46	16 00	4 02	13 30	
30	K		364	7 32	11 46	16 01	5 09	14 19	
31	Sz		365	7 32	11 47	16 02	6 09	15 15	

Hold: 11-én 20^h-kor földtávolban
26-án 5^h-kor földközelben

Julián dátum 2442...	Csillagidő ($\lambda = 0^h$-nál)	0^h világidőkor NAP RA	NAP D	NAP látszó sugara	HOLD RA	HOLD D
	h m s	h m	° ′	′ ″	h m	° ′
...747,5	4 36 55,409	16 26	—21 40	16 15	14 33	—16 05
748,5	4 40 51,968	16 30	21 50	16 15	15 33	18 48
749,5	4 44 48,530	16 34	21 59	16 15	16 33	20 18
750,5	4 48 45,093	16 39	22 07	16 15	17 33	20 30
751,5	4 52 41,655	16 43	22 16	16 15	18 31	19 29
752,5	4 56 38,217	16 47	22 23	16 15	19 27	17 24
753,5	5 00 34,776	16 52	22 31	16 16	20 19	14 29
754,5	5 04 31,333	16 56	22 38	16 16	21 08	10 59
755,5	5 08 27,888	17 00	22 44	16 16	21 56	7 06
756,5	5 12 24,441	17 05	22 50	16 16	22 41	— 3 00
757,5	5 16 20,994	17 09	22 56	16 16	23 25	+ 1 10
758,5	5 20 17,546	17 14	23 01	16 16	0 10	5 16
759,5	5 24 14,099	17 18	23 05	16 16	0 55	9 11
760,5	5 28 10,653	17 22	23 10	16 16	1 42	12 46
761,5	5 32 07,209	17 27	23 13	16 17	2 30	15 52
762,5	5 36 03,767	17 31	23 17	16 17	3 21	18 20
763,5	5 40 00,327	17 36	23 19	16 17	4 14	19 57
764,5	5 43 56,889	17 40	23 22	16 17	5 09	20 35
765,5	5 47 53,452	17 45	23 24	16 17	6 05	20 07
766,5	5 51 50,015	17 49	23 25	16 17	7 02	18 30
767,5	5 55 46,576	17 53	23 26	16 17	7 58	15 50
768,5	5 59 43,135	17 58	23 26	16 17	8 53	12 14
769,5	6 03 39,691	18 02	23 26	16 17	9 47	7 56
770,5	6 07 36,245	18 07	23 26	16 17	10 40	+ 3 11
771,5	6 11 32,798	18 11	23 25	16 17	11 33	— 1 45
772,5	6 15 29,351	18 16	23 24	16 17	12 26	6 36
773,5	6 19 25,905	18 20	23 22	16 17	13 20	11 06
774,5	6 23 22,461	18 24	23 19	16 17	14 16	14 58
775,5	6 27 19,019	18 29	23 16	16 17	15 13	17 58
776,5	6 31 15,581	18 33	23 13	16 17	16 12	19 53
777,5	6 35 12,144	18 38	—23 09	16 17	17 11	—20 34

Föld: 22-én 12^h46^m-kor tél kezdete (KözEI)

II. A NAP forgási tengelyének helyzete és a napkorong középpontjának héliografikus koordinátái 0^h világidőkor

Dátum	P	B_0	L_0	Dátum	P	B_0	L_0
	°	°	°		°	°	°
I. 5	+ 0,4	—3,5	233,5	VII. 4	— 1,6	+3,2	17,7
10	— 2,0	4,0	167,7	9	+ 0,7	3,7	311,6
15	4,4	4,5	101,8	14	2,9	4,2	245,4
20	6,7	5,0	36,0	19	5,1	4,7	179,2
25	9,0	5,5	330,2	24	7,3	5,1	113,1
30	11,1	5,9	264,3	29	9,4	5,5	46,9
II. 4	13,2	6,2	198,5	VIII. 3	11,4	5,9	340,8
9	15,1	6,5	132,7	8	13,3	6,2	274,7
14	16,9	6,8	66,8	13	17,1	6,5	208,6
19	18,6	7,0	1,0	18	16,8	6,8	142,5
24	20,1	7,1	295,1	23	18,4	6,7	76,4
III. 1	21,4	7,2	229,3	28	19,9	7,1	10,3
6	22,6	7,3	163,4	IX. 2	21,2	7,2	304,3
11	23,7	7,2	97,5	7	22,4	7,3	238,3
16	24,5	7,2	31,6	12	23,4	7,2	172,2
21	25,3	7,0	325,7	17	24,3	7,2	106,2
26	25,8	6,8	259,8	22	25,1	7,1	40,2
31	26,1	6,6	193,8	27	25,6	6,9	334,2
IV. 5	26,3	6,3	127,9	X. 2	26,0	6,7	268,2
10	26,3	6,0	61,9	7	26,3	6,4	202,3
15	26,1	5,6	355,9	12	26,3	6,1	136,3
20	25,8	5,2	289,9	17	26,2	5,7	70,3
25	25,2	4,8	223,8	22	25,9	5,3	4,4
30	24,5	4,3	157,7	27	25,4	4,9	298,5
V. 5	23,5	3,8	91,7	XI. 1	24,6	4,4	232,5
10	22,4	3,3	25,6	6	23,7	3,9	166,6
15	21,2	2,7	319,4	11	22,6	3,3	100,7
20	19,7	2,1	253,3	16	21,3	2,8	34,8
25	18,2	1,5	187,2	21	19,9	2,2	328,8
30	16,4	0,9	121,0	26	18,2	1,5	262,9
VI. 4	14,6	—0,3	54,8	XII. 1	16,4	0,9	197,0
9	12,6	+0,3	348,6	6	14,4	+0,3	131,2
14	10,5	0,9	282,5	11	12,3	—0,4	65,3
19	8,4	1,5	216,3	16	10,0	1,0	359,4
24	6,1	2,1	150,1	21	7,7	1,6	293,5
29	— 3,9	+2,6	83,9	26	5,3	2,3	227,7
				31	+ 2,9	—2,9	161,8

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

III. A HOLDKORONG sugara
0^h világidőkor

	′ ″		′ ″		′ ″
I. 1	16 23	V. 1	15 12	IX. 1	15 48
4	16 05	4	14 48	4	16 31
7	15 33	7	14 49	7	16 42
10	15 07	10	15 08	10	16 10
13	14 50	13	15 34	13	15 27
16	14 43	16	15 56	16	14 57
19	14 54	19	16 10	19	14 43
22	15 28	22	16 12	22	14 44
25	16 14	25	15 53	25	14 59
28	16 42	28	15 20	28	15 30
31	16 26	31	14 54	X. 1	16 13
II. 3	15 45	VI. 3	14 48	4	16 42
6	15 09	6	15 06	7	16 28
9	14 49	9	15 37	10	15 44
12	14 42	12	16 03	13	15 04
15	14 48	15	16 11	16	14 45
18	15 12	18	16 05	19	14 45
21	15 54	21	15 47	22	14 58
24	16 36	24	15 22	25	15 21
27	16 42	27	14 57	28	15 53
III. 2	16 06	30	14 46	31	16 25
5	15 20	VII. 3	14 59	XI. 3	16 32
8	14 51	6	15 33	6	16 01
11	14 42	9	16 09	9	15 18
14	14 47	12	16 23	12	14 50
17	15 05	15	16 10	15	14 46
20	15 36	18	15 44	18	15 00
23	16 15	21	15 18	21	15 22
26	16 39	24	14 57	24	15 46
29	16 23	27	14 45	27	16 08
IV. 1	15 38	30	14 51	30	16 20
4	15 00	VIII. 2	15 21	XII. 3	16 06
7	14 44	5	16 04	6	15 30
10	14 48	8	16 34	9	14 58
13	15 06	11	16 26	12	14 46
16	15 30	14	15 52	15	14 59
19	15 59	17	15 18	18	15 26
22	16 23	20	14 55	21	15 52
25	16 23	23	14 44	24	16 05
28	15 52	26	14 46	27	16 08
		29	15 07	30	15 58

IV. Bolygókorongok megvilágításának adatai

Dátum	MERKUR		VÉNUSZ		MARS	
	K	I	K	I	K	I
	%	°	%	°	%	°
I. 1	97	18	97	18	98	16
11	90	37	96	21	98	18
21	66	71	95	25	97	20
II. 1	15	126	94	29	96	22
11	4	159	92	32	96	24
21	28	117	90	36	95	25
III. 1	49	90	89	38	95	27
11	63	73	87	43	94	29
21	75	59	84	46	93	30
IV. 1	86	43	81	50	92	32
11	95	23	78	55	92	34
21	89	11	75	59	91	35
V. 1	82	49	71	64	90	36
11	53	87	68	69	89	38
21	27	116	63	74	89	39
VI. 1	8	148	59	80	88	40
11	1	171	54	85	88	41
21	9	145	48	92	87	42
VII. 1	27	116	42	100	86	43
11	55	84	35	107	86	44
21	84	47	26	117	86	45
VIII. 1	100	5	18	130	85	45
11	94	28	9	145	85	45
21	85	46	2	162	85	45
IX. 1	76	61	2	165	85	45
11	61	77	7	149	86	45
21	43	98	16	133	86	44
X. 1	17	131	25	119	87	42
11	2	149	33	109	88	40
21	36	103	40	101	90	37
XI. 1	79	52	47	94	92	32
11	94	29	52	87	94	27
21	99	10	57	82	97	21
XII. 1	100	4	62	76	99	13
11	98	15	66	71	100	4
21	93	31	69	67	100	5
31	79	51	73	62	99	13

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

V. A szabad szemmel látható bolygók adatai

Merkur

Dátum	0^h világidőkor					KözEI-ben Budapesten		
	RA	D	látszó sugár	r	m	kel	delel	nyugszik
	h m	° ′	″	cs. e.	magn.	h m	h m	h m
I. 1	19 15,1	—24 27	2,41	1,39	—0,8	8 15	12 21	16 26
11	20 24,8	21 18	2,65	1,26	0,8	8 28	12 51	17 14
21	21 24,6	15 59	3,20	1,04	—0,5	8 19	13 10	18 01
II. 1	21 47,0	11 06	4,42	0,76	+1,0	7 32	12 46	18 00
11	21 08,8	12 34	5,15	0,65	2,2	6 20	11 27	16 34
21	20 47,2	15 40	4,51	0,74	0,9	5 36	10 29	15 21
III. 1	21 02,1	16 23	3,87	0,86	0,4	5 24	10 13	15 02
11	21 43,0	14 56	3,29	1,01	+0,2	5 24	10 15	15 07
21	22 35,6	11 09	2,92	1,15	0,0	5 15	10 29	15 43
IV. 1	23 41,0	—4 35	2,65	1,26	—0,4	5 08	10 51	16 35
11	0 47,3	+3 16	2,51	1,33	1,1	5 01	11 19	17 36
21	2 02,4	12 12	2,53	1,32	1,7	4 56	11 55	18 53
V. 1	3 22,8	20 06	2,82	1,18	—1,0	4 58	12 36	20 14
11	4 33,1	24 25	3,46	0,96	0,0	5 03	13 06	21 09
21	5 18,7	25 03	4,42	0,76	+1,0	5 15	13 10	21 05
VI. 1	5 31,3	22 54	5,60	0,60	2,1	4 43	12 37	20 32
11	5 13,7	19 52	6,07	0,55	3,1	4 03	11 40	19 17
21	4 57,4	18 11	5,44	0,61	2,0	3 17	10 45	18 13
VII. 1	5 08,2	19 11	4,34	0,77	1,0	2 45	10 18	17 51
11	5 51,6	21 39	3,39	0,99	0,0	2 37	10 23	18 10
21	7 04,9	22 56	2,77	1,21	—1,1	3 04	10 59	18 53
VIII. 1	8 42,3	19 57	2,49	1,34	1,7	4 15	11 53	19 30
11	10 01,6	13 47	2,50	1,34	0,9	5 26	12 32	19 38
21	11 06,6	+6 29	2,64	1,26	—0,3	6 25	12 57	19 29
IX. 1	12 05,3	—1 24	2,92	1.14	+0,1	7 14	13 12	19 09
11	12 48,7	7 37	3,32	1,01	0,3	7 45	13 15	18 45
21	13 18,6	11 59	3,93	0,85	0.5	7 55	13 05	18 15
X. 1	13 21,3	12 30	4,76	0,70	1,4	7 18	12 26	17 34
11	12 48,5	6 45	4,97	0,67	2,9	5 39	11 13	16 47
21	12 37,9	2 29	3,85	0,87	+0,4	4 33	10 26	16 19
XI. 1	13 23,2	6 32	2,89	1,16	—0,7	4 55	10 29	16 04
11	14 22,1	12 47	2,50	1,33	0,8	5 43	10 49	15 55
21	15 24,8	18 29	2,34	1,43	0,8	6 34	11 13	15 51
XII. 1	16 30,0	22 45	2,30	1,45	0,8	7 23	11 39	15 54
11	17 38,0	25 07	2,35	1,42	0,7	8 06	12 07	16 09
21	18 47,5	25 12	2,52	1,33	0,6	8 37	12 37	16 38
31	19 53,6	—22 49	2,88	1,16	—0,6	8 49	13 04	17 19

Vénusz

Dátum	0^h világidőkor					KözEI-ben Budapesten		
	RA	D	látszó sugár	r	m	kel	delel	nyugszik
	h m	° ′	″	cs. e.	magn.	h m	h m	h m
I. 1	19 41,8	—22 38	5,11	1,65	—3,4	8 31	12 47	17 03
11	20 34,7	20 11	5,18	1,62	3,4	8 31	13 00	17 29
21	21 25,5	16 46	5,28	1,59	3,4	8 24	13 11	17 58
II. 1	22 18,9	12 08	5,40	1,56	3,4	8 12	13 21	18 31
11	23 05,5	7 21	5,53	1,52	3,4	7 57	13 28	18 59
21	23 50,9	—2 14	5,68	1,48	3,4	7 40	13 34	19 28
III. 1	0 26,7	+1 56	5,82	1,45	3,4	7 26	13 38	19 50
11	1 11,4	7 05	6,02	1,34	3,4	7 09	13 44	20 18
21	1 56,7	11 58	6,25	1,35	3,4	6 52	13 50	20 47
IV. 1	2 47,8	16 49	6,56	1,28	3,5	6 37	13 57	21 18
11	3 35,7	20 30	6,89	1,22	3,5	6 26	14 06	21 46
21	4 25,1	23 19	7,28	1,15	3,5	6 20	14 16	22 13
V. 1	5 15,4	25 08	7,75	1,09	3,6	6 19	14 27	22 35
11	6 05,8	25 50	8,31	1,01	3,7	6 26	14 38	22 50
21	6 55,2	25 25	8,99	0,94	3,7	6 38	14 48	22 57
VI. 1	7 46,8	23 46	9,91	0,85	3,8	6 57	14 56	22 55
11	8 30,3	21 20	10,95	0,77	3,9	7 15	15 00	22 45
21	9 09,6	18 14	12,24	0,69	4,0	7 31	14 59	22 27
VII. 1	9 43,9	14 41	13,87	0,61	4,1	7 44	14 54	22 04
11	10 12,4	10 56	15,94	0,53	4,2	7 50	14 42	21 35
21	10 33,4	7 18	18,57	0,45	4,2	7 48	14 24	20 59
VIII. 1	10 44,9	3 53	22,16	0,38	4,1	7 31	13 51	20 12
11	10 41,9	1 53	25,75	0,33	3,9	6 56	13 08	19 20
21	10 25,4	1 32	28,63	0,29	3,4	6 01	12 12	18 22
IX. 1	9 59,8	3 10	29,08	0,29	3,3	4 46	11 03	17 20
11	9 44,1	5 24	26,78	0,31	3,8	3 41	10 09	16 36
21	9 43,1	7 11	23,34	0,36	4,2	2 54	9 29	16 04
X. 1	9 56,3	7 56	20,01	0,42	4,3	2 25	9 03	15 42
11	10 19,9	7 32	17,22	0,49	4,3	2 11	8 48	15 24
21	10 50,4	6 05	15,00	0,56	4,2	2 09	8 39	15 09
XI. 1	11 29,0	3 28	13,09	0,64	4,1	2 16	8 34	14 53
11	12 07,0	+0 23	11,71	0,72	4,0	2 28	8 33	14 38
21	12 47,1	—3 11	10,61	0,79	3,9	2 44	8 34	14 23
XII. 1	13 28,9	6 59	9,70	0,87	3,8	3 03	8 36	14 09
11	14 12,5	10 48	8,95	0,94	3,7	3 25	8 41	13 56
21	14 58,1	14 25	8,33	1,01	3,7	3 48	8 47	13 45
31	15 45,8	—17 35	7,80	1,08	—3,6	4 12	8 55	13 38

Mars

Dátum	0^h világidőkor					KözEI-ben Budapesten		
	RA	D	látszó sugár	r	m	kel	delel	nyugszik
	h m	° ′	″	cs. e.	magn.	h m	h m	h m
I. 1	16 54,6	—22 48	1,98	2,36	+1,7	5 43	9 58	14 13
11	17 25,8	23 31	2,03	2,31	1,7	5 39	9 50	14 01
21	17 57,5	23 52	2,07	2,26	1,6	5 34	9 42	13 51
II. 1	18 32,8	23 47	2,13	2,20	1,6	5 25	9 34	13 44
11	19 04,9	23 17	2,19	2,14	1,5	5 15	9 27	13 39
21	19 37,0	22 22	2,25	2,08	1,5	5 02	9 20	13 37
III. 1	20 02,5	21 22	2,30	2,04	1,5	4 51	9 14	13 37
11	20 34,0	19 47	2,36	1,98	1,4	4 34	9 06	13 37
21	21 04,9	17 51	2,44	1,92	1,3	4 16	8 57	13 39
IV. 1	21 38,2	15 25	2,52	1,86	1,3	3 53	8 47	13 41
11	22 07,9	12 56	2,60	1,80	1,2	3 32	8 37	13 43
21	22 37,0	10 15	2,68	1,75	1,2	3 09	8 27	13 45
V. 1	23 05,6	7 26	2,76	1,69	1,1	2 45	8 16	13 47
11	23 33,8	4 32	2,85	1,64	1,1	2 21	8 05	13 49
21	0 01,6	—1 35	2,95	1,59	1,0	1 57	7 53	13 50
VI. 1	0 31,9	+1 39	3,06	1,53	0,9	1 30	7 40	13 51
11	0 59,3	4 31	3,16	1,48	0,9	1 05	7 28	13 51
21	1 26,5	7 17	3,28	1,43	0,8	0 40	7 16	13 51
VII. 1	1 53,6	9 53	3,40	1,38	0,7	0 16	7 04	13 51
11	2 20,5	12 19	3,53	1,33	0,7	23 48	6 51	13 50
21	2 47,3	14 31	3,67	1,27	0,6	23 25	6 39	13 48
VIII. 1	3 16,5	16 39	3,85	1,22	0,5	23 00	6 24	13 44
11	3 42,6	18 19	4,03	1,16	0,4	22 38	6 11	13 40
21	4 07,9	19 42	4,23	1,11	0,3	22 17	5 57	13 33
IX. 1	4 34,6	20 56	4,49	1,04	0,2	21 53	5 40	13 23
11	4 57,4	21 48	4,76	0,98	+0,1	21 32	5 24	13 11
21	5 18,3	22 28	5,07	0,92	0,0	21 09	5 05	12 56
X. 1	5 36,8	22 58	5,42	0,86	—0,2	20 45	4 44	12 38
11	5 52,2	23 22	5,83	0,80	0,3	20 19	4 20	12 17
21	6 03,7	23 43	6,29	0,74	0,5	19 49	3 52	11 51
XI. 1	6 10,8	24 09	6,85	0,68	0,8	19 10	3 16	11 17
11	6 11,1	24 36	7,38	0,63	1,0	18 28	2 37	10 41
21	6 05,1	25 08	7,85	0,60	1,2	17 39	1 51	9 59
XII. 1	5 53,0	25 37	8,18	0,57	1,4	16 45	1 00	9 11
11	5 36,7	25 58	8,27	0,57	1,5	15 47	0 04	8 17
21	5 19,5	26 04	8,06	0,58	1,4	14 49	23 02	7 20
31	5 05,0	+25 58	7,61	0,62	—1,2	13 56	22 09	6 26

Jupiter

Dátum	0^h világidőkor					KözEl-ben Budapesten		
	RA	D	látszó sugár	r	m	kel	delel	nyugszik
	h m	° ′	″	cs. e.	magn.	h m	h m	h m
I. 1	23 00,3	—7 38	17,25	5,33	—1,8	10 32	16 02	21 32
11	23 06,9	6 56	16,82	5,46	1,8	9 56	15 29	21 02
21	23 14,0	6 09	16,45	5,59	1,7	9 21	14 57	20 34
II. 1	23 22,5	5 14	16,11	5,70	1,7	8 42	14 22	20 03
11	23 30,7	4 21	15,87	5,79	1,6	8 07	13 51	19 36
21	23 39,1	3 26	15,68	5,86	1,6	7 32	13 20	19 09
III. 1	23 46,1	2 41	15,56	5,91	1,6	7 04	12 56	18 48
11	23 54,9	1 43	15,47	5,94	1,6	6 29	12 25	18 21
21	0 03,8	—0 46	15,44	5,95	1,6	5 55	11 55	17 55
IV. 1	0 13,5	+0 17	15,46	5,95	1,6	5 17	11 21	17 26
11	0 22,3	1 14	15,53	5,92	1,6	4 42	10 51	17 00
21	0 31,0	2 09	15,65	5,87	1,6	4 07	10 20	16 33
V. 1	0 39,5	3 03	15,83	5,80	1,6	3 32	9 49	16 06
11	0 47,6	3 53	16,06	5,72	1,7	2 57	9 18	15 38
21	0 55,5	4 41	16,35	5,62	1,7	2 22	8 46	15 10
VI. 1	1 03,5	5 30	16,73	5,50	1,8	1 44	8 11	14 39
11	1 10,3	6 09	17,13	5,37	1,8	1 08	7 38	14 09
21	1 16,4	6 44	17,58	5,23	1,9	0 32	7 05	13 38
VII. 1	1 21,8	7 14	18,08	5,08	1,9	23 52	6 31	13 07
11	1 26,3	7 39	18,64	4,93	2,0	23 15	5 56	12 34
21	1 29,8	7 57	19,24	4,78	2,1	22 38	5 21	11 59
VIII. 1	1 32,4	8 09	19,93	4,61	2,1	21 56	4 40	11 19
11	1 33,6	8 13	20,57	4,47	2,2	21 18	4 02	10 41
21	1 33,5	8 10	21,21	4,33	2,3	20 38	3 22	10 02
IX. 1	1 32,0	7 58	21,88	4,20	2,3	19 55	2 37	9 16
11	1 29,3	7 40	22,41	4,10	2,4	19 14	1 56	8 33
21	1 25,7	7 17	22,83	4,03	2,4	18 33	1 13	7 48
X. 1	1 21,3	6 50	23,11	3,98	2,5	17 51	0 29	7 02
11	1 16,3	6 20	23,23	3,96	2,5	17 09	23 40	6 16
21	1 11,3	5 50	23,17	3,97	2,5	16 27	22 56	5 29
XI. 1	1 06,1	5 20	22,90	4,01	2,4	15 41	22 08	4 39
11	1 02,1	4 57	22,49	4,09	2,4	14 59	21 24	3 54
21	0 59,1	4 40	21,97	4,18	2,4	14 18	20 42	3 10
XII. 1	0 57,2	4 32	21,36	4,30	2,3	13 38	20 01	2 28
11	0 56,5	4 31	20,70	4,40	2,2	12 58	19 21	1 49
21	0 57,1	4 38	20,03	4,59	2,1	12 19	18 42	1 10
31	0 59,0	+4 53	19,37	4,74	—2,1	11 40	18 05	0 34

Szaturnusz

Dátum	0^h világidőkor					KözEI-ben Budapesten		
	RA	D	sugár látszó	r	m	kel	delel	nyugszik
	h m	° ′	″	cs. e.	magn.	h m	h m	h m
I. 1	7 08,7	+22 06	9,26	8,05	—0,2	16 19	0 13	8 02
11	7 05,1	22 13	9,26	8,05	0,2	15 35	23 26	7 20
21	7 01,7	22 19	9,23	8,08	0,2	14 52	22 43	6 38
II. 1	6 58,3	22 25	9,15	8,15	—0,1	14 05	21 56	5 52
11	6 55,6	22 30	9,05	8,24	0,0	13 23	21 14	5 10
21	6 53,6	22 34	8,92	8,36	+0,1	12 41	20 33	4 29
III. 1	6 52,5	22 37	8,81	8,46	0,1	12 08	20 01	3 57
11	6 51,9	22 39	8,66	8,61	0,1	11 28	19 21	3 17
21	6 52,0	22 40	8,50	8,77	0,2	10 49	18 42	2 38
IV. 1	6 53,1	22 40	8,33	8,95	0,3	10 07	17 59	1 56
11	6 54,9	22 39	8,18	9,12	0,3	9 29	17 22	1 19
21	6 57,4	22 37	8,03	9,28	0,3	8 53	16 45	0 42
V. 1	7 00,5	22 33	7,90	9,44	0,4	8 17	16 09	0 05
11	7 04,2	22 29	7,78	9,58	0,4	7 42	15 33	23 25
21	7 08,4	22 23	7,68	9,71	0,4	7 07	14 58	22 49
VI. 1	7 13,5	22 16	7,59	9,83	0,4	6 30	14 20	22 10
11	7 18,5	22 07	7,52	9,92	0,4	5 56	13 46	21 35
21	7 23 7	21 58	7,46	9,99	0,4	5 23	13 12	21 00
VII. 1	7 29,1	21 48	7,43	10,04	0,4	4 50	12 38	20 25
11	7 34,6	21 37	7,41	10,06	0,4	4 17	12 04	19 51
21	7 40,1	21 25	7,41	10,06	0,4	3 45	11 30	19 16
VIII. 1	7 46,1	21 11	7,43	10,03	0,4	3 09	10 53	18 37
11	7 51,4	20 58	7,47	9,98	0,4	2 36	10 19	18 02
21	7 56,5	20 45	7,52	9,91	0,4	2 03	9 44	17 26
IX. 1	8 01,8	20 32	7 60	9,81	0,5	1 26	9 06	16 47
11	8 06,3	20 19	7,69	9,69	0,5	0 52	8 32	16 11
21	8 10,2	20 08	7,80	9,56	0,5	0 18	7 56	15 35
X. 1	8 13,7	19 59	7,92	9,42	0,5	23 39	7 20	14 58
11	8 16,6	19 50	8,05	9,26	0,5	23 03	6 44	14 21
21	8 18,8	19 44	8,20	9,10	0,4	22 26	6 07	13 43
XI. 1	8 20,5	19 40	8,36	8,92	0.4	21 45	5 25	13 01
11	8 21,2	19 39	8,52	8,75	0,3	21 06	4 46	12 22
21	8 21,1	19 40	8,67	8,60	0,3	20 27	4 07	11 43
XII. 1	8 20,2	19 44	8,82	8,46	0,2	19 46	3 27	11 03
11	8 18,7	19 51	8,95	8,33	0,2	19 05	2 46	10 23
21	8 16,4	19 59	9,06	8,23	+0,1	18 23	2 04	9 42
31	8 13,7	+20 09	9,15	8,15	0,0	17 40	1 22	9 01

VI. A MARS és JUPITER centrálmeridiánjának planetografikus

0^h világidőkor		MARS	JUPITER		SZATURNUSZ	
					a	*b*
		°	°	°	″	″
Január	4	298	I. 284	II. 71	46,65	19,36
	8	259	195	311	46,65	19,43
	12	220	105	191	46,62	19,48
	16	181	16	71	46,57	19,51
	20	142	287	312	46,48	19,53
	24	103	197	192	46,37	19,54
	28	64	108	72	46,23	19,53
Február	1	25	18	312	46,06	19,51
	5	346	289	192	45,87	19,48
	9	307	199	72	45,66	19,43
	13	268	110	312	45,43	19,37
	17	229	20	192	45,18	19,30
	21	190	291	72	44,91	19,22
	25	150	202	312	44,64	19,12
Március	1	111	112	192	44,35	19,02
	5	72	23	72	44,05	18,91
	9	32	293	312	43,74	18,79
	13	353	204	192	43,43	18,67
	17	314	114	72	43,11	18,54
	21	274	25	312	42,80	18,40
	25	235	296	192	42,48	18,26
	29	195	206	72	42,16	18,12
Április	2	156	117	312	41.85	17,97
	6	116	28	193	41.54	17,83
	10	76	298	73	41,24	17,68
	14	37	209	313	40,94	17,53
	18	357	120	193	40,65	17,38
	22	317	31	74	40,37	17,23
	26	278	301	314	40,10	17,08
	30	238	212	194	39,84	16,93
Május	4	198	123	74	39,60	16,79
	8	159	34	315	39,36	16,64
	12	119	305	195	39,13	16,50
	16	79	216	76	38,92	16,36
	20	39	127	316	38,71	16,22
	24	0	38	197	38,52	16,09
	28	320	309	77	38,35	15,96
Június	1	281	220	318	38,19	15,83
	5	241	131	198	38,04	15,71
	9	201	42	79	37,90	15,58
	13	162	313	320	37,78	15,47
	17	122	225	200	37,67	15,35
	21	83	136	81	37,58	15,24
	25	44	47	322	37,49	15,13
	29	4	319	203	37,43	15,03

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

hosszúsága és adatok a SZATURNUSZ gyűrűjére vonatkozólag

0h világidőkor		MARS	JUPITER		SZATURNUSZ	
					a	b
		°	°	°	″	″
Július	3	325	I. 230	II. 83	37,38	14,93
	7	286	141	324	37,34	14,83
	11	247	53	205	37,31	14,74
	15	207	324	86	37,30	14,65
	19	168	236	327	37,31	14,57
	23	129	147	208	37,33	14,49
	27	90	59	89	37,36	14,42
	31	51	331	331	37,40	14,35
Augusztus	4	13	242	212	37,46	14,29
	8	334	154	93	37,54	14,23
	12	295	66	334	37,63	14,17
	16	256	338	216	37,73	14,12
	20	218	250	97	37,85	14,08
	24	179	162	339	37,98	14,04
	28	141	74	220	38,12	14,01
Szeptember	1	102	346	102	38,28	13.98
	5	64	258	343	38,45	13,96
	9	25	170	225	38,63	13,95
	13	347	82	106	38,83	13,94
	17	309	354	348	39,04	13,94
	21	271	266	230	39,26	13,94
	25	233	179	111	39,49	13,95
	29	195	91	353	39,74	13,97
Október	3	157	3	234	39,99	14,00
	7	119	275	116	40,26	14,04
	11	82	187	358	40,54	14,08
	15	44	99	239	40,82	14,13
	19	7	12	121	41,11	14,18
	23	329	284	3	41,41	14,25
	27	292	196	244	41,71	14,32
	31	256	108	126	42,02	14,40
November	4	219	20	7	42,33	14,49
	8	182	291	248	42,65	14,59
	12	146	203	130	42,96	14,69
	16	110	115	11	43,27	14,80
	20	74	27	252	43,58	14,92
	24	38	298	133	43,88	15,04
	28	3	210	14	44,18	15,17
December	2	327	121	255	44,46	15,30
	6	292	33	136	44,74	15,44
	10	257	304	17	45,00	15,58
	14	222	215	258	45,24	15,71
	18	187	127	138	45,47	15,85
	22	152	38	19	45,67	15,99
	26	116	309	260	45,86	16,13
	30	81	220	140	46,02	16,26

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

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

Dátum	h m		Hold	Jelenség
I. 1	20 04	k	1	m
2	17 21	k	1	e
	18 33	k	1	a
	19 38	v	1	e
	20 48	v	1	a
3	17 58	v	1	f
5	18 17	k	3	m
7	17 27	v	4	e
9	19 22	k	1	e
	20 29	k	1	a
10	19 54	v	1	f
	20 14	k	2	m
11	17 13	v	1	a
12	17 30	v	2	e
	19 36	v	2	a
16	17 13	k	3	a
	20 22	v	3	a
17	18 33	k	1	m
18	18 09	v	1	e
	19 08	v	1	a
19	17 29	k	2	e
	19 28	k	2	a
21	17 18	v	2	f
23	17 21	k	3	e
24	19 58	k	4	a
25	17 54	k	1	e
	18 49	k	1	a
26	18 13	v	1	f

Dátum	h m		Hold	Jelenség
VI. 2	2 22	k	3	e
	2 43	k	2	f
3	2 25	k	1	f
4	1 55	v	1	a
	2 14	v	2	e
9	1 47	k	3	a
11	1 38	k	1	a
	2 17	k	2	e
	2 32	v	2	a
	2 50	k	1	e
12	2 17	v	1	m
18	2 25	k	2	a
20	1 10	k	3	m
	1 26	v	1	e
	2 21	v	2	m
26	2 37	k	1	f
27	1 13	k	1	e
	2 04	v	1	a
	2 23	v	2	f
	2 24	k	2	m
	2 37	v	3	f
28	0 41	v	1	m

k vagy *v* betű azt mutatja, hogy a szomszédos oszlop időadata a jelenség kezdetére, ill. végére vonatkozik-e. A többi betű: *f* = fogyatkozás van (a Jupiter-hold fogyatkozásban van, tehát a Jupiter árnyékkúpjába került), *m* = a hold a Jupiter korongja mögött (Földünkről nem látszik), *e* = a hold a Jupiter korongja előtt (a hold látszólagosan a bolygó korongján van), *a* = a hold „fekete" árnyéka vetítődik a Jupiter korongjára (a Jupiteren teljes napfogyatkozás van).

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

Nap	Július		Augusztus	
	A holdak a bolygó		A holdak a bolygó	
	nyugati oldalán	keleti oldalán	nyugati oldalán	keleti oldalán
	1^h		23^h	
1	•4 •13•	•2	•4 1••3	•2
2	3••4	1•2•	•4	1•2• •3
3	•3 2• •4•1		•4 2• •1	3•
4	•3•2	1• •4	•4 •2	1• 3•
5		•3•2 •4	3•	•1 •2
6	1•	•3 •4	3• 1•	2• •4
7	•2	•1 3• •4	•3 •2	•1 •4
8	1•	•2 4•	•1•3	•2 •4
9	3•	1•2• 4•		1•2••3 •4
10	•3 2• •1	4•	2• •1	•3 4•
11	•3•2	1• 4•	•2	1• 3• 4•
12	4•	•3•2	3•	•2 4•
13	4•	2• •3	3• 1•	2•4•
14	4• •2	•1 3•	•3 2• 4•	•1
15	4• 1•	3••2	4• 1••3	•2
16	•4 3•	•12•	4•	1••32•
17	•4 •3 2••1		4• 2••1	•3
18	4• •3•2		4• •2	1• 3•
19	•4 •1	•3 •2	•4 •1	•2
20	•4	1•2• •3	•4 3•	2•
21	2•	•1•4 3•	•32••4	•1
22	1•	3• •4	•31•	•4
23	3•	•1 2• •4		••132• •4
24	3• 2••1	•4	•12•	•3 •4
25	•3 •2	1• 4•	•2	1• 3• •4
26	•1	•3 •2 4•	•1	3• •2 4•
27		1•2• •3 4•	3•	2• 4•
28	2•	4• 3•	•3 2•	4•
29	4•1•	3•	•31•	4•
30	4• 3•	•1 2•		4• ••31•2
31	4• 3• 1•2•		4•1•2•	•3

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

Dátum	h m		Hold	Jelenség
VII. 4	1 48	k	1	a
	2 17	k	2	f
5	2 37	v	1	m
6	2 28	v	2	e
8	2 01	v	3	e
12	0 54	k	1	f
13	0 20	v	1	a
14	23 32	v	2	m
15	0 36	v	3	a
19	2 49	k	1	f
20	0 03	k	1	a
	1 26	k	1	e
	2 13	v	1	a
	2 14	k	2	a
21	0 54	v	1	m
	23 23	v	2	f
	23 30	k	2	m
22	1 52	k	3	a
	2 05	v	2	m
26	0 02	v	3	m
27	1 57	k	1	a
	3 19	k	1	e
	23 12	k	1	f
28	2 47	v	1	m
	23 17	k	2	f
	23 55	v	1	e
29	1 57	v	2	f
	2 02	k	2	m
30	23 34	v	2	e

Dátum	h m		Hold	Jelenség
VIII. 1	22 38	v	3	f
2	1 37	k	3	m
4	22 19	k	1	a
	23 38	k	1	e
5	0 29	v	1	a
	1 46	v	1	e
	1 52	k	2	f
6	23 29	k	2	e
	23 29	v	2	a
7	2 05	v	2	e
8	23 56	k	3	f
9	2 38	v	3	f
12	0 13	k	1	a
	1 28	k	1	e
	2 23	v	1	a
	3 37	v	1	e
13	22 04	v	1	e
	23 23	k	2	a
14	1 58	k	2	e
	2 06	v	2	a
15	22 47	v	2	m
16	3 57	k	3	f
19	2 06	k	1	a
	3 18	k	1	e
	22 55	k	3	e
	23 23	k	1	f
20	1 04	v	3	e
	2 46	v	1	m
	22 45	v	1	a
	23 53	v	1	e
21	2 00	k	2	a
	21 14	v	1	m
26	21 55	k	3	a
27	0 34	v	3	a
	1 18	k	1	f
	2 33	k	3	e
	22 28	k	1	a
	23 32	k	1	e
28	0 39	v	1	a
	1 41	v	1	e
29	22 53	k	2	f
30	3 33	v	2	m

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

Nap	Szeptember		Október	
	A holdak a bolygó		A holdak a bolygó	
	nyugati oldalán	keleti oldalán	nyugati oldalán	keleti oldalán
	21^h		19^h	
1	4• •2	1• 3•		•1 •2 4•
2	4• •1	3••2	3• •1	4•
3	4• 3•	1• 2•	•3 •2 4•	1•
4	•4 3• 2• •1		4• •3•1	•2
5	•4 •3 •2		,4•	1••3 2•
6	•4	•1 •2	4• 2•	•3
7	1••4	•3	•4 •2 1•	3•
8	•2	•41• 3•	•4	3••1 •2
9	1•	•23• •4	•4 3• 1•	2•
10	3•	1• 2• •4	3• •2•4	•1
11	3• 2• •1	•4	•3 •1	•4•2
12	•3 •2	4•		•31• 2• •4
13		•1 •2 4•	2• •1	•3 •4
14	1•	2• •3 4•	•2	3• •4
15	2•	•1 4• 3•		3••1 •2 4•
16	1• 4•	•2 3•	3• 1•	2• 4•
17	4• 3•	1• 2•	3• 2•	•1 4•
18	4• 3•2••1		•3 •1	4•
19	4• •3 •2	1•		•3 1• 2•
20	4• •3	•2	4•2••1	•3
21	•4 1•	2• •3	4• •2	1• 3•
22	•4 2•	•1 •3	4•	•13••2
23	•4 1•	3•	4• 3• 1•	2•
24	3••4	1• 2•	•4 3• 2•	•1
25	3• 2••1	•4	•4 •3 1•	
26	•3 •2	1• •4	•4	1• 2•
27	•3•1	•2 •4	••412•	•3
28		2••3 •4	•2	1• •4 3•
29	2•	•1 •3 4•		•23• •4
30	1••2	3• 4•	3•1•	2• •4
31			3• 2•	•1 •4

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

Dátum	h m		Hold	Jelenség
IX. 4	0 22	k	1	a
	21 41	k	1	f
5	0 48	v	1	m
	21 01	v	1	a
	21 54	v	1	e
6	21 59	v	3	m
7	20 33	k	2	a
	22 21	k	2	e
	23 14	v	2	a
8	0 55	v	2	e
12	21 31	k	1	e
	23 40	v	1	e
13	21 00	v	1	m
	22 39	v	3	f
	23 19	k	3	m
14	1 24	v	3	m
	23 10	k	2	a
15	0 40	k	2	e
	1 51	v	2	a
	3 14	v	2	e
16	21 19	v	2	m
19	22 39	k	1	a
	23 16	k	1	e
20	0 50	v	1	a
	1 25	v	1	e
	19 59	k	1	f
	22 45	v	1	m
21	0 04	k	3	f
	2 40	v	3	f
	2 41	k	3	m
	4 46	v	3	m
	19 19	v	1	a
	19 51	v	1	e
22	1 46	k	2	a
	2 57	k	2	e
	4 27	v	2	a
23	19 57	k	2	f
	23 35	v	2	m
27	0 33	k	1	a
	1 00	k	1	e
	21 53	k	1	f
28	0 29	v	1	m
	9 02	k	1	a

Dátum	h m		Hold	Jelenség
X. 1	19 31	k	3	e
	20 36	v	3	a
	21 37	v	3	e
2	20 22	v	2	a
	20 53	v	2	e
5	20 56	k	1	a
	21 09	k	1	e
	23 08	v	1	a
	23 19	v	1	e
6	20 39	v	1	m
8	22 02	k	3	a
	22 45	k	3	e
9	0 36	v	3	a
	0 53	v	3	e
	20 18	k	2	a
	20 33	k	2	e
	22 58	v	2	a
	23 07	v	2	e
12	22 51	k	1	a
	22 53	k	1	e
13	20 12	k	1	f
	22 23	v	1	f
14	19 28	v	1	e
	19 31	v	1	a
16	22 47	k	2	e
	22 55	k	2	a
17	1 21	v	2	e
	1 35	v	2	a
18	19 44	v	2	f
20	21 56	k	1	m
21	19 02	k	1	e
	19 14	k	1	a
	21 12	v	1	e
	21 26	v	1	a
25	19 04	k	2	m
	22 21	v	2	f
26	18 56	k	3	m
	22 44	v	3	f
28	20 46	k	1	e
	21 10	k	1	a
	22 56	v	1	e
	23 21	v	1	a
29	20 42	v	1	f

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

Nap	November		December	
	A holdak a bolygó		A holdak a bolygó	
	nyugati oldalán	keleti oldalán	nyugati oldalán	keleti oldalán
	18^h		18^h	
1	•3 1••2	4•	1•	•32• •4
2	•3	•1 •2 4•	2•	•1 •3 •4
3	•1	•3 4•	•1•2	3• •4
4	•2	1• 4• 3•		1•3• •2 4•
5	4••1	•2 3•	3• •1	4•
6	4• 3•	2•	3• •2	1• 4•
7	4• 3• 2•	•1	•3	•2 4•
8	4• •3 1••2		1•	4• 2•
9	4• •3	•1 •2	4• 2•	•1 •3
10	•4 1•	2• •3	4• 1••2	3•
11	•4 •2	1• 3•	4•	13••2•
12	•4 •1	•2 3•	4• 3• •1	
13	•4	1• 2•	•4 3• •2	1•
14	3• 2•	•4	•4 •3	•2
15	•3 •2 1•	•4	•4 1••3	2•
16	•3	•1•2 •4	2••4	•1 •3
17	1•	2• •3 •4	•21•	•4 3•
18	2•	1• •3 4•		1•3••2 •4
19	•1	3• 4•	3••1	2• •4
20		3•1• 2• 4•	3• 2•	1• •4
21	3• 2•	4•	•3 •1	4•
22	3• •2 4•		•3	2• 4•
23	4• •3	•1•2	2•	•1 •34•
24	4• 1•	•32•	•2 1•	4• •3
25	4• 2•	1• •3	4•	1• •23•
26	•4 •1	3•	4• •13•	2•
27	•4	3•1• 2•	4• 3• 2•	1•
28	•43•2••1		4• •3 •1	
29	3• •2•4		4• •3	1• 2•
30	•3	•4•1•2	•4 2•	•3
31			•4 •2 1•	•3

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

Dátum	h m		Hold	Jelenség
XI. 3	17 28	k	2	a
	18 59	v	2	e
	20 05	v	2	a
5	19 50	k	1	m
	22 37	v	1	f
6	17 34	k	1	a
	19 08	v	1	e
	19 45	v	1	a
10	18 41	k	2	e
	20 04	k	2	a
	21 16	v	2	e
	22 41	v	2	a
12	21 36	k	1	m
13	0 32	v	1	m
	17 32	v	3	e
	18 13	k	3	a
	18 43	k	1	e
	19 29	k	1	a
	20 42	v	3	a
	20 54	v	1	e
	21 41	v	1	a
17	20 59	k	2	e
	22 41	k	2	a
	23 35	v	2	e
19	19 33	v	2	f
20	18 35	k	3	e
	20 30	k	1	e
	21 01	v	3	e
	22 15	k	3	a
	22 41	v	1	e
21	0 43	v	3	a
	17 50	k	1	m
	20 56	v	1	f
26	17 27	k	2	m
	22 11	v	2	f
27	22 06	k	3	e
	22 19	k	1	e
28	17 11	v	2	a
	19 38	k	1	m
	22 51	v	1	f
29	18 57	v	1	e
	20 00	v	1	a
30	17 20	v	1	f

Dátum	h m		Hold	Jelenség
XII. 1	18 52	v	3	f
3	19 52	k	2	m
5	19 47	v	2	a
	21 27	k	1	m
6	18 36	k	1	e
	19 45	k	1	a
	20 47	v	1	e
	21 56	v	1	a
7	19 15	v	1	f
8	18 08	v	3	m
	20 26	k	3	f
	22 53	v	3	f
12	17 23	k	2	e
	19 49	k	2	a
	20 00	v	2	e
	22 23	v	2	a
13	20 27	k	1	e
	22 38	v	1	e
14	17 45	k	1	m
	21 11	v	1	f
15	18 21	v	1	a
	19 18	k	3	m
	21 54	v	3	m
19	19 53	k	2	e
	22 26	k	2	a
	22 29	v	2	e
21	19 27	v	2	f
	19 38	k	1	m
	23 06	v	1	f
22	18 06	k	1	a
	18 59	v	1	e
	20 17	v	1	a
	23 06	k	3	m
26	18 29	k	3	a
	20 52	v	3	a
28	19 24	v	2	m
	19 26	k	2	f
	21 31	k	1	m
	22 06	v	2	f
29	18 42	k	1	e
	20 02	k	1	a
	20 54	v	1	e
	22 13	v	1	a

DÁTUM	MERKUR		VÉNUSZ		FÖLD	
	λ	β	λ	β	λ	β
	°	°	°	°	°	0,001°-ban
I. 8	328,1	—6,9	322,4	—3,1	106,7	—3
18	12,6	—4,1	338,3	—3,4	116,9	—3
28	70,9	+2,7	354,2	—3,4	127,1	—2
II. 7	131,6	+7,0	10,1	—3,1	137,2	—2
17	178,9	+5,3	26,0	—2,6	147,3	—1
27	214,1	+1,7	42,0	—1,9	157,4	—1
III. 9	243,3	—1,9	58,1	—1,1	167,4	0
19	270,9	—4,8	74,1	—0,1	177,4	0
29	300,5	—6,7	90,3	+0,8	187,3	+1
IV. 8	336,1	—6,7	106,5	+1,7	197,2	+1
18	23,4	—2,9	122,7	+2,5	207,0	+2
28	83,8	+4,1	138,9	+3,0	216,7	+2
V. 8	142,5	+7,0	155,2	+3,3	226,4	+3
18	186,8	+4,6	171,4	+3,4	236,1	+3
28	220,4	+0,9	187,6	+3,2	245,7	+3
VI. 7	248,9	—2,5	203,8	+2,7	255,3	+3
17	276,6	—5,3	219,8	+2,0	264,9	+3
27	307,0	—6,9	235,8	+1,2	274,4	+3
VII. 7	344,6	—6,3	251,7	+0,3	283,9	+3
17	34,8	—1,6	267,6	—0,7	293,5	+3
27	96,5	+5,3	283,4	—1,6	303,0	+3
VIII. 6	152,7	+6,8	299,2	—2,3	312,6	+2
16	194,3	+3,9	315,0	—2,9	322,2	+2
26	226,4	+0,2	330,8	—3,3	331,8	+1
IX. 5	254,5	—3,1	346,7	—3,4	341,5	+1
15	282,5	—5,7	2,6	—3,3	351,2	0
25	313,9	—7,0	18,5	—2,9	1,0	0
X. 5	353,6	—5,7	34,5	—2,3	10,8	—1
15	46,8	—0,2	50,5	—1,5	20,7	—2
25	109,0	+6,1	66,6	—0,6	30,6	—2
XI. 4	162,2	+6,4	82,7	+0,4	40,6	—3
14	201,4	+3,2	98,9	+1,3	50,6	—3
24	232,3	—0,5	115,1	+2,1	60,7	—3
XII. 4	260,1	—3,7	131,3	+2,8	70,8	—3
14	288,4	—6,1	147,6	+3,2	81,0	—4
24	321,1	—7,0	163,8	+3,4	91,2	—4

λ: ekliptikai hosszúság; β: ekliptikai szélesség

koordinátái 0^h világidőkor

DÁTUM	MARS		JUPITER		SZATURNUSZ	
	λ	β	λ	β	λ	β
	°	°	°	°	°	°
I. 8	242,5	—0,4	353,8	—1,3	105,1	—0,3
18	247,8	—0,6	354,7	—1,3	105,5	—0,3
28	253,2	—0,8	355,6	—1,3	105,9	—0,3
II. 7	258,7	—0,9	356,5	—1,3	106,3	—0,3
17	264,3	—1,1	357,4	—1,3	106,6	—0,3
27	270,0	—1,2	358,4	—1,3	107,0	—0,3
III. 9	275,7	—1,3	359,3	—1,3	107,4	—0,3
19	281,6	—1,5	0,2	—1,3	107,7	—0,2
29	287,6	—1,6	1,1	—1,3	108,1	—0,2
IV. 8	293,6	—1,7	2,0	—1,3	108,5	—0,2
18	299,7	—1,7	2,9	—1,3	108,9	—0,2
28	305,9	—1,8	3,8	—1,3	109,2	—0,2
V. 8	312,1	—1,8	4,8	—1,3	109,6	—0,2
18	318,4	—1,8	5,7	—1,3	110,0	—0,1
28	324,7	—1,8	6,6	—1,3	110,3	—0,1
VI. 7	331,1	—1,8	7,5	—1,3	110,7	—0,1
17	337,4	—1,8	8,4	—1 3	111,1	—0,1
27	343,8	—1,7	9,3	—1,3	111,5	—0,1
VII. 7	350,1	—1,6	10,3	—1,3	111,8	—0,1
17	356,4	—1,5	11,2	—1,3	112,2	0,0
27	2,7	—1,3	12,1	—1,3	112,6	0,0
VIII. 6	8,9	—1,2	13,0	—1,3	112,9	0,0
16	15,0	—1,0	13,9	—1,3	113,3	0,0
26	21,0	—0,9	14,8	—1,3	113,7	0,0
IX. 5	27,0	—0,7	15,8	—1,3	114,1	0,0
15	32,9	—0,5	16,7	—1,3	114,4	+0,1
25	38,7	—0,3	17,6	—1,3	114,8	+0,1
X. 5	44,4	—0,2	18,5	—1,3	115,2	+0,1
15	50,1	0,0	19,4	—1,3	115,5	+0,1
25	55,6	+0,2	20,3	—1,3	115,9	+0,1
XI. 4	61,0	+0,4	21,2	—1,3	116,3	+0,1
14	66,3	+0,5	22,2	—1,3	116,6	+0,2
24	71,6	+0,7	23,1	—1,3	117,0	+0,2
XII. 4	76,7	+0,9	24,0	—1,3	117,4	+0,2
14	81,8	+1,0	24,9	—1,3	117,8	+0,2
24	86,8	+1,1	25,8	—1,3	118,1	+0,2

A csillag elnevezése	m	Spektrál típus	RA 1975,0	Évi vált.	D 1975,0	Évi vált.
			h m s	s	° ′ ″	″
30 Psc	4,4	M3 III	0 00 40,6	+3,08	− 6 09 11	+20,0
α And	2,1	B8 III	0 07 05,5	+3,11	+28 57 09	+19,9
β Cas	2,3	F2 IV	0 07 50,0	+3,22	+59 00 43	+19,9
ε Phe	3,9	K0 III	0 08 08,8	+3,04	−45 53 07	+19,9
γ Peg	2,8	B2 IV	0 11 56,7	+3,09	+15 02 41	+20,0
ο And	4,5	A2 V	0 17 01,0	+3,14	+36 38 49	+20,0
ι Cet	3,6	K2 III	0 18 09,2	+3,06	− 8 57 45	+19,9
ζ Tuc	4,2	G2 V	0 18 46,7	+3,11	−65 01 18	+21,1
β Hyi	2,8	G1 IV	0 24 27,7	+3,12	−77 23 42	+20,3
α Phe	2,4	K0 III	0 25 03,1	+2,98	−42 26 30	+19,5
κ Cas	4,2	B1 I	0 31 33,9	+3,43	+62 47 39	+19,9
π And	4,4	B5 V	0 35 32,4	+3,21	+33 34 55	+19,8
ζ Cas	3,7	B2,5 IV	0 35 34,1	+3,36	+53 45 35	+19,8
ε And	4,4	G8 III	0 37 13,8	+3,18	+29 10 35	+19,5
δ And	3,3	K3 III	0 37 59,2	+3,22	+30 43 28	+19,7
α Cas	2,2	K0 II	0 39 04,7	+3,42	+56 24 02	+19,7
β Cet	2,0	K1 III	0 42 20,1	+3,01	−18 07 25	+19,7
ο Cas	4,5	B2 V	0 43 19,4	+3,36	+48 08 52	+19,7
ζ And	4,1	K III	0 46 00,6	+3,19	+24 07 53	+19,6
δ Psc	4,4	K5 III	0 47 23,0	+3,11	+07 26 57	+19,6
γ Cas	2,4	B0 IV	0 55 11,1	+3,64	+60 34 54	+19,5
μ And	3,9	A5 V	0 55 21,6	+3,34	+38 21 51	+19,5
η And	4,4	G8 III	0 55 52,1	+3,21	+23 17 01	+19,5
α Scl	4,3	B8 III	0 57 24,1	+2,89	−29 29 33	+19,4
ε Psc	4,3	K0 III	1 01 38,6	+3,12	+ 7 45 21	+19,3
2 UMi	4,3	K2 III	1 05 01,7	+8,7	+86 07 26	+19,2
η Cet	3,5	K3 II	1 07 19,9	+3,02	−10 18 52	+19,0
β And	2,1	M0 III	1 08 19,6	+3,37	+35 29 18	+19,0
τ Psc	4,5	K0 III	1 10 16,7	+3,31	+29 57 26	+19,1
ϑ Cet	3,6	K0 III	1 22 46,3	+3,00	− 8 18 43	+18,5
δ Cas	2,7	A5 V	1 24 09,9	+3,95	+60 06 22	+18,7
γ Phe	3,4	K5 IIb	1 27 16,9	+2,60	−43 26 45	+18,4
η Psc	3,6	G8 III	1 30 08,5	+3,21	+15 13 03	+18,5
δ Phe	4,0	K0 III	1 30 12,7	+2,49	−49 12 08	+18,7
υ And	4,1	F8 V	1 35 19,3	+3,53	+41 16 52	+18,0
51 And	3,6	K3 III	1 36 26,9	+3,70	+48 30 08	+18,2
α Eri	0,5	B5 IV	1 36 47,1	+2,23	−57 21 48	+18,3
ν Psc	4,4	K3 III	1 40 07,7	+3,13	+ 5 21 42	+18,2
φ Per	4,1	B1 (III, V)	1 42 05,0	+3,78	+50 33 49	+18,1

fényesebb csillagokról

A csillag elnevezése	m	Spektrál típus	RA 1975,0	Évi vált.	D 1975,0	Évi vált.
			h m s	s	° ′ ″	″
τ Cet	3,5	G8 V	1 42 54,3	+2,79	−16 04 07	+18,9
o Psc	4,3	G9 III	1 44 04,2	+3,17	+ 9 01 57	+18,1
ζ Cet	3,7	K2 III	1 50 13,5	+2,96	−10 27 29	+17,7
α Tri	3,4	F6 IV	1 51 39,1	+3,43	+29 27 28	+17,5
ε Cas	3,4	B3 III	1 52 34,7	+4,35	+63 32 52	+17,7
ψ Phe	4,4	M4 III	1 52 38,7	+2,40	−46 25 29	+17,6
β Ari	2,7	A5 V	1 53 15,3	+3,32	+20 41 11	+17,5
χ Eri	3,7	G5 IV	1 54 59,2	+2,33	−51 43 58	+17,9
α Hyi	2,9	F0 V	1 57 59,0	+1,89	−61 41 28	+17,5
υ Cet	4,0	M1 III	1 58 49,6	+2,83	−21 11 54	+17,4
50 Cas	4,0	A2 V	2 01 16,0	+5,18	+72 18 05	+17,3
γ And	2,1	K3 II	2 02 21,4	+3,69	+42 12 38	+17,2
α Ari	2,0	K2 III	2 05 45,6	+3,39	+23 20 42	+17,0
α UMi	2,0	F8 Ib	2 07 26,5	+5,08	+89 09 00	+17,0
β Tri	3,0	A5 III	2 08 03,0	+3,58	+34 52 11	+17,0
ξ^1 Cet	4,4	G8 II	2 11 40,3	+3,18	+ 8 43 49	+16,8
φ Eri	3,6	B8 V	2 15 37.0	+2,14	−51 37 39	+16,6
γ Tri	4,0	A1 V	2 15 49,3	+3,58	+33 43 57	+16,6
δ Hyi	4,1	A2 V	2 21 18,0	+1,08	−68 46 23	+16,4
κ Eri	4,3	B5 IV	2 26 04,1	+2,20	−47 48 56	+16,1
ξ^2 Cet	4,3	B9 III	2 26 49,6	+3,19	+ 8 20 56	+16,1
δ Cet	4,1	B2 IV	2 38 11,9	+3,08	+ 0 13 17	+15,5
ε Hyi	4,1	B9 III	2 39 12,0	+0,93	−68 22 26	+15,4
ι Eri	4,1	K0 III	2 39 40,8	+2,37	−39 57 42	+15,3
ϑ Per	4,1	F7 V	2 42 28,9	+4,11	+49 07 26	+15,1
π Cet	4,3	B7 V	2 42 55,9	+2,86	−13 57 50	+15,2
μ Cet	4,3	F0 IV	2 43 35,2	+3,25	+10 00 34	+15,1
β For	4,5	G6 III	2 48 02,6	+2,51	−32 30 37	+15,0
c Ari	3,6	B8 V	2 48 30,4	+3,54	+27 09 30	+14,8
η Per	3,8	K3 Ib	2 48 51,6	+4,40	+55 47 35	+14,8
16 Per	4,2	F2 III	2 48 59,4	+3,78	+38 13 04	+14,8
τ Per	4,0	G4 III	2 52 28,4	+4,27	+52 39 41	+14,6
η Eri	3,9	K1 III	2 55 12,2	+2,93	− 8 59 49	+14,2
ϑ Eri	2,9	A3 V	2 57 18,7	+2,27	−40 24 15	+14,4
α Cet	2,5	M2 III	3 00 58,2	+3,14	+ 3 59 33	+14,0
τ^3 Eri	4,1	A4 V	3 01 17,3	+2,65	−23 43 18	+14,0
γ Per	2,9	G8 III	3 02 58,5	+4,36	+53 24 35	+14,0
ϱ Per	3,4	M4 II	3 03 34,1	+3,85	+38 44 40	+13,8
β Per	2,1	B8 V	3 06 32,1	+3,91	+40 51 38	+13,8

A csillag elnevezése	m	Spektrál típus	RA 1975,0	Évi vált.	D 1975,0	Évi vált.
			h m s	s	° ′ ″	″
ι Per	4,1	G0 V	3 07 15,2	+4,34	+49 31 09	+13,6
δ Ari	4,3	K2 III	3 10 11,7	+3,44	+19 37 59	+13,5
999 Ari	4,5	K3 II	3 18 49,3	+3,64	+28 57 34	+13,0
e Eri	4,3	G5 V	3 18 55,7	+2,40	−43 09 52	+13,7
α Per	1,8	F5 Ib	3 22 31,7	+4,30	+49 46 25	+12,7
o Tau	3,6	G8 III	3 23 27,9	+3,23	+ 8 56 31	+12,6
ξ Tau	3,8	B8 V	3 25 48,7	+3,26	+ 9 38 48	+12,5
35 Cam	4,2	B9 Ia	3 27 01,8	+4,88	+59 51 17	+12,4
σ Per	4,4	K3 III	3 28 48,2	+4,24	+47 54 37	+12,3
f Tau	4,1	K0 II	3 29 29,4	+3,32	+12 51 07	+12,2
ε Eri	3,7	K2 V	3 31 45,0	+2,83	− 9 32 31	+12,1
τ^5Eri	4,3	B8 V	3 32 40.9	+2,65	−21 42 57	+12,0
10 Tau	4,3	F8 V	3 35 35,7	+3,06	+ 0 19 24	+11,3
δ Per	3,0	B5 III	3 41 08,2	+4,28	+47 42 32	+11,4
δ Eri	3,5	K0 IV	3 42 02,9	+2,88	− 9 50 50	+12,1
17 Tau	3,7	B6 III	3 43 23,2	+3,57	+24 02 09	+11,2
ν Per	3,8	F5 II	3 43 29,3	+4,09	+42 30 03	+11,2
β Ret	3,8	K0 IV	3 43 52,9	+0,76	−64 53 08	+11,3
τ^6 Eri	4,2	F3 V	3 45 46,2	+2,58	−23 19 22	+10,6
η Tau	2,9	B7 III	3 45 59,7	+3,57	+24 01 44	+11,0
27 Tau	3,6	B8 III	3 47 40,3	+3,57	+23 58 41	+10,9
γ Hyi	3.2	M0 III	3 47 36,7	−0,90	−74 18 57	+11,1
g Fri	4,2	G5 III	3 48 31,0	+2,25	−36 16 31	+10,8
ζ Per	2,9	B1 Ib	3 52 33,3	+3.78	+31 48 38	+10,6
ε Per	2,9	B0,5 V	3 56 10,2	+4,03	+39 56 21	+10,3
γ Eri	2,9	M0 III	3 56 51,7	+2,80	−13 34 43	+10,1
ξ Per	4,0	O7	3 57 20,3	+3,90	+35 43 14	+10,2
λ Tau	3,4	B3 V	3 59 17,5	+3,33	+12 25 15	+10,1
ν Tau	3,9	A1 V	4 01 49,4	+3,19	+ 5 55 16	+ 9,9
A^1 Tau	4,4	K0 III	4 03 12,8	+3,55	+22 00 53	+ 9,7
λ Per	4,3	A0 IV	4 04 42,8	+4,48	+50 17 06	+ 9,6
MXPer	4,0	B3 V	4 06 50,4	+4,37	+47 38 50	+ 9,5
o^1 Eri	4,1	F2 II	4 10 38,6	+2,93	− 6 54 06	+ 9,3
μ Per	4,1	G0 Ib	4 13 03,3	+4,42	+48 20 51	+ 9,0
α Hor	3,9	K1 III	4 13 10,3	+1,99	−42 21 20	+ 8,8
α Ret	3,3	G6 II	4 14 06,0	+0,78	−62 32 10	+ 9,0
μ Tau	4,3	B3 V	4 14 10,4	+3,26	+ 8 49 51	+ 8,9
γ Dor	4,2	F5 V	4 15 22,2	+1.57	−51 32 57	+ 9,0
γ Tau	3,7	K0 III	4 18 22,1	+3,42	+15 34 06	+ 8,6

fényesebb csillagokról

A csillag elnevezése	m	Spektrál típus	RA 1975,0	Évi vált.	D 1975,0	Évi vált.
			h m s	s	° ′ ″	″
δ Tau	3,8	K1 III	4 21 29,4	+3,46	+17 29 06	+8,3
υ^1 Eri	4,0	K5 III	4 23 05,8	+2,25	−34 04 27	+8,3
υ Tau	4,3	A8 V	4 24 48,3	+3,59	+22 45 32	+8,1
ε Tau	3,5	K0 III	4 27 09.2	+3,51	+19 07 34	+7,9
α Dor	3,3	A0 III	4 33 27,3	+1,30	−55 05 46	+7,4
α Tau	0,9	K5 III	4 34 29,0	+3,45	+16 27 37	+7,1
υ^2 Eri	3,8	K0 III	4 34 34,6	+2,33	−30 36 46	+7,3
e Per	4,3	K4 III	4 34 57,1	+4,16	+41 12 56	+7,3
γ Eri	3,9	B2 III	4 35 04,1	+3,00	− 3 24 09	+7,3
c^1 Tau	4,3	A6 V	4 36 45,2	+3,35	+12 27 44	+7,1
1 Eri	3,9	K2 III	4 37 02,0	+2,75	−14 21 07	+6,9
α Cae	4,5	F2 V	4 39 45,3	+1,93	−41 54 39	+6,8
τ Tau	4,3	B3 V	4 40 44,5	+3,60	+22 54 37	+6,8
μ Eri	4,0	B5 IV	4 44 15,0	+3,00	− 3 17 58	+6,5
π^3 Ori	3,2	F6 V	4 48 28,8	+3,26	+ 6 55 08	+6,2
π^4 Ori	3,7	B2 III	4 49 52,3	+3,20	+ 5 33 49	+6,0
α Cam	4,3	09.5 Ia	4 51 33,2	+5,98	+66 18 09	+5,9
ω Eri	4,4	A9 IV	4 51 39,9	+2,95	− 5 29 36	+5,9
π^5 Ori	3,7	B2 III	4 52 56,8	+3,13	+ 2 24 03	+5,8
ι Aur	2,7	K3 II	4 55 21,7	+3,91	+33 07 41	+5,6
ε Aur	3,0	F0 Ia	5 00 10,2	+4,31	+43 47 16	+5,2
ζ Aur	3,7	K5 II	5 00 43,6	+4,20	+41 02 27	+5,1
β Cam	4.0	G0 Ib	5 01 11.2	+5,35	+60 24 28	+5,1
ε Lep	3,2	K5 III	5 04 24,1	+2,54	−22 24 13	+4,7
η Aur	3,2	B3 V	5 04 45,5	+4,21	+41 12 08	+4,7
β Eri	2,8	A3 III	5 06 37,1	+2,95	− 5 07 04	+4,5
λ Eri	4,3	B2 IV	5 07 56,9	+2,87	− 8 47 06	+4,5
μ Lep	3,3	B9 III	5 11 48,4	+2,70	−16 14 03	+4,2
β Ori	0,1	B8 Ia	5 13 20,1	+2,88	− 8 13 46	+4,1
α Aur	0,1	G8 III:	5 14 50,3	+4,44	+45 58 28	+3,5
τ Ori	3,6	B5 III	5 16 23,4	+2,91	− 6 52 13	+3,8
λ Lep	4,3	B0,5 IV	5 18 25,3	+2,76	−13 12 06	+3,6
γ Ori	1,6	B2 III	5 23 47,3	+3,22	+ 6 19 42	+3,1
β Tau	1,7	B7 III	5 24 42,6	+3,80	+28 35 16	+2,9
β Lep	2,8	G5 III	5 27 10,4	+2,57	−20 46 42	+2,8
ε Col	3,9	K1 II	5 30 19,4	+2,13	−35 29 15	+2,6
δ Ori	2,2	09,5 II	5 30 43,7	+3,07	− 0 18 59	+2,6
α Lep	2,6	F0 Ib	5 31 37,6	+2,65	−17 50 21	+2,5
β Dor	3,4	F8 Ia	5 33 24,4	+0,52	−62 30 22	+2,3

A csillag elnevezése	m	Spektrál típus	RA 1975,0	Évi vált.	D 1975,0	Évi vált.
			h m s	s	° ′ ″	″
φ^1 Ori	4,4	B0 IV	5 33 26,8	+3,30	+ 9 28 26	+2,3
ι Ori	2,8	09 III	5 34 12,5	+2,94	− 5 55 31	+2,3
ε Ori	1,7	B0 Ia	5 34 56,6	+3,05	− 1 13 00	+2,2
ζ Tau	3,0	B2 III:	5 36 08,9	+3,59	+21 07 43	+2,1
α Col	2,6	B8 V	5 38 44,5	+2,17	−34 05 12	+1,8
γ Lep	3,6	F6 V	5 43 25,2	+2,50	−22 27 20	+1,1
δ Dor	4,3	A6 IV	5 44 43,7	+0,11	−65 44 42	+1,3
ζ Lep	3,6	A3 V	5 45 49,3	+2,72	−14 49 49	+1,2
$\varkappa$ Ori	2,1	B0,5Ia	5 46 34,2	+2,85	− 9 40 39	+1,2
γ Pic	4,5	K1 III	5 49 22,3	+1,09	−56 10 21	+0,9
ν Aur	4,0	K0 III	5 49 45,3	+4,16	+39 08 34	+0,9
β Col	3,1	K2 III	5 50 04,6	+2,12	−35 46 37	+1,3
δ Lep	3,9	G8 III	5 50 14,7	+2,58	−20 52 49	+0,2
α Ori	0,4	M2 Ia	5 53 49,0	+3,25	+ 7 24 13	+0,6
η Lep	3,7	F0 V	5 55 15,9	+2,73	−14 10 17	+0,6
γ Col	4,4	B3 IV	5 56 39,0	+2,13	−35 17 07	+0,3
δ Aur	3,7	K0 III	5 57 28,0	+4,94	+54 17 05	+0,1
β Aur	1,9	A2 V	5 57 41,6	+4,40	+44 56 48	+0,2
η Col	4,0	K0 III	5 58 22,8	+1,84	−42 48 57	+0,1
1 Gem	4,2	G5 II	6 02 36,0	+3,65	+23 15 58	−0,3
ν Ori	4,4	B3 V	6 06 08,6	+3,43	+14 46 22	−0,6
γ Mon	4,0	K3 III	6 13 38,1	+2,93	− 6 15 56	−1,2
$\varkappa$ Aur	3.3	G8 III	6 13 47,1	+3,82	+29 30 31	−1,5
$\varkappa$ Col	4,4	G8 III	6 15 39,6	+2,13	−35 07 53	−1,3
2 Lyn	4,5	A2 V	6 17 25,1	+5,29	+59 01 19	−1,5
ζ CMa	3,0	B2,5V	6 19 21,1	+2,30	−30 03 05	−1,7
μ Gem	2,9	M3 III	6 21 26,8	+3,63	+22 31 40	−2,0
β CMa	2,0	B1 II	6 21 35,8	+2,64	−17 56 33	−1,9
ε Mon	4,3	A5 IV	6 22 26,5	+3,18	+ 4 36 24	−1,9
α Car	−0,7	F0 Ib	6 23 23,8	+1,33	−52 40 53	−2,0
ν Gem	4,1	B7 IV	6 27 28,7	+3,56	+20 13 45	−2,4
13 Mon	4,5	A0 Ib	6 31 33,1	+3,24	+ 7 21 09	−2,8
N Car	4,4	B9 III	6 34 25,5	+1,32	−52 57 17	−3,0
ν^2 CMa	3,9	K1 IV	6 35 35,4	+2,61	−19 13 58	−3,1
γ Gem	1,9	A1 IV	6 36 16,0	+3,47	+16 25 19	−3,2
ν Pup	3,2	B8 III	6 36 59,7	+1,84	−43 10 24	−3,2
ε Gem	3,0	G8 Ib	6 42 23,6	+3,69	+25 09 26	−3,7
ξ Gem	3,4	F5 IV	6 43 53,1	+3,37	+12 55 26	−4,0
α CMa	−1,5	A1 V	6 44 02,8	+2,64	−16 40 51	−5,0

A csillag elnevezése	m	Spektrál típus	RA 1975,0	Évi vált.	D 1975,0	Évi vált.
			h m s	s	° ′ ″	′
18 Mon	4,5	K0 III	6 46 33,4	+3,13	+ 2 26 26	−4,1
α Pic	3,3	A5 V	6 47 56,1	+0,6	−61 54 51	−3,9
ϰ CMa	4,0	B2 V	6 48 54,4	+2,24	−32 28 44	−4,2
τ Pup	2,9	K0 III	6 49 18,9	+1,49	−50 35 04	−4,4
ϑ Gem	3,6	A3 III	6 51 08,5	+3,95	+33 59 34	−4,5
τ CMa	4,1	K4 III	6 53 01,6	+2,79	−12 00 23	−4,6
ι CMa	4,4	B3 II	6 55 01,2	+2,68	−17 01 14	−4,8
ε CMa	1,5	B2 II	6 57 38,5	+2,36	−28 56 14	−5,0
σ CMa	3,4	M0 Ia	7 00 43,3	+2,39	−27 53 53	−5,2
o^2 CMa	3,0	B3 Ia	7 01 58,8	+2,51	−23 47 45	−5,4
ζ Gem	3,7	F7 Ib	7 02 37,6	+3,56	+20 36 30	−5,4
γ CMa	4,1	B8 II	7 02 37,6	+2,71	−15 35 43	−5,4
δ CMa	1,8	F8 Ia	7 07 22,4	+2,44	−26 21 09	−5,8
γ^2 Vol	3	G8 III	7 08 58,0	−0,52	−70 27 31	−5,8
δ Mon	4,2	A2 V	7 10 35,2	+3,06	− 0 27 01	−6,1
1 Pup	4,5	F0 V	7 11 50,8	+1,71	−46 43 01	−6,1
π Pup	2,7	K4 III	7 16 15,5	+2,12	−37 03 07	−6,5
λ Gem	3,6	A3 V	7 16 39,4	+3,45	+16 35 12	−6,6
δ Vol	4,0	F8 II	7 16 50,8	−0,04	−67 54 42	−6,6
δ Gem	3,5	F0 IV	7 18 37,8	+3,58	+22 01 47	−6,8
η CMa	2,4	B5 Ia	7 23 06,3	+2,37	−29 15 13	−7,1
ι Gem	3,8	K0 III	7 24 10,5	+3,72	+27 50 57	−7,3
β CMi	2,9	B8 V	7 25 47,7	+3,25	+ 8 20 27	−7,4
ρ Gem	4,2	F0 V	7 27 30,3	+3,86	+31 50 08	−7,3
σ Pup	3,3	K5 III	7 28 26,2	+1,90	−43 15 01	−7,4
2906Pup	4,5	F5 V	7 32 58,9	+2,57	−22 14 29	−7,9
α Gem	1,6	A1 V	7 33 00,3	+3,83	+31 56 40	−8,0
υ Gem	4,1	K5 III	7 34 23,0	+3,69	+26 57 09	−8,1
α CMi	0,4	F5 IV	7 37 59,6	+3,14	+ 5 17 25	−9,3
α Mon	3,9	K0 III	7 40 03,1	+2,87	− 9 29 31	−8,5
ζ Vol	3,9	K0 III	7 42 08,3	−0,75	−72 32 47	−8,6
3 Pup	4,0	A3 II	7 42 48,2	+2,41	−28 53 38	−8,7
ϰ Gem	3,6	G8 III	7 42 56,4	+3,62	+24 27 33	−8,8
β Gem	1,1	K0 III	7 43 47,2	+3,67	+28 05 16	−8,8
c Pup	3,6	K1	7 44 21,8	+2,14	−37 54 25	−8,8
ξ Pup	3,4	G3 Ib	7 48 14,5	+2,52	−24 47 46	−9,1
α Pup	3,7	G5 III	7 51 21,4	+2,06	−40 30 38	−9,4
e Pup	4,2	F8 II	7 55 47,0	+2,58	−22 48 44	−9,7
χ Car	3,5	B2 IV	7 56 08,6	+1,52	−52 54 53	−9,7

A csillag elnevezése	m	Spektrál típus	RA 1975,0	Évi vált.	D 1975,0	Évi vált.
			h m s	s	° ′ ″	″
ζ Pup	2,3	O5	8 02 42,3	+2,11	−39 55 55	−10,2
ϱ Pup	2,8	F6 II	8 06 28,7	+2,56	−24 13 53	−10,5
16 Pup	4,4	B5 V	8 07 54,6	+2,68	−19 10 15	−10,6
γ Vel	1,8	WC7	8 08 45,7	+1,85	−47 15 44	−10,7
β Cnc	3,5	K4 III	8 15 09,6	+3,25	+ 9 15 49	−11,2
q Pup	4,5	A7 III	8 17 37,1	+2,25	−36 34 52	−11,2
31 Lyn	4,3	K5 III	8 21 07,7	+4,10	+43 16 10	−11,7
ϑ Cha	4,3	K0 III	8 21 25,3	−1,84	−77 24 16	−11,6
ε Car	1,9	K0 II	8 22 00,1	+1,23	−59 25 43	−11,6
30 Mon	3,9	A0 V	8 24 24,7	+3,00	− 3 49 26	−11,8
β Vol	3,8	K2 III	8 25 28,2	+0,65	−66 03 12	−12,0
o UMa	3,4	G5 II	8 28 12,0	+4,96	+60 48 12	−12,2
δ Hya	4,1	A1 V	8 36 20,0	+3,17	+ 5 47 31	−12,6
e Vel	4,1	A9 II	8 36 45,8	+2,11	−42 54 04	−12,7
σ Hya	4,4	K2 III	8 37 27,0	+3,13	+ 3 25 48	−12,7
β Pyx	4,0	G5 III	8 39 07,3	+2,35	−35 13 07	−12,8
o Vel	3,6	B3 III	8 39 34,6	+1,72	−52 49 57	−12,8
b Vel	3,8	F2 Ia	8 39 47,8	+1,99	−46 33 33	−12,9
d Car	4,3	B1 III	8 40 04,0	+1,32	−59 40 17	−12,9
η Hya	4,3	B3 V	8 41 55,1	+3,14	+ 3 29 23	−13,0
α Pyx	3,7	B2 III	8 42 35,2	+2,41	−33 05 44	−13,0
δ Cnc	3,9	K0 III	8 43 15,9	+3,41	+18 14 50	−13,3
ι Cnc	4,0	G8 II	8 45 11,2	+3,62	+28 51 09	−13,3
γ Pyx	4,0	K3 III	8 49 28,2	+2,55	−27 36 59	−13,4
ζ Hya	3,1	K0 II	8 54 04,4	+3,17	+ 6 02 30	−13,8
c Car	3,8	B8 II	8 54 28.9	+1,36	−60 32 55	−13,8
α Cnc	4,3	A5 III	8 57 07,2	+3,28	+11 57 19	−14,0
ι UMa	3,1	A7 V	8 57 30,1	+4,10	+48 08 27	−14,2
10 UMa	4,0	F5 V	8 59 01.3	+3,89	+41 52 58	−14,4
w Vel	4,5	F8 III	8 59 09,3	+2,24	−41 09 21	−14,1
ϰ UMa	3,6	A1 V	9 01 55,5	+4,08	+47 15 23	−14,3
α Vol	4,0	A5 V	9 02 03,4	+0,94	−66 17 46	−14,4
c Vel	3,8	K2 III	9 03 17,4	+2,07	−46 59 52	−14,4
G Car	4,5	F6 II	9 05 05,8	+0,14	−72 30 07	−14,5
λ Vel	2,2	K4 Ib	9 07 04,5	+2,21	−43 19 52	−14,6
f UMa	4,5	A1	9 07 04,4	+4,23	+51 42 26	−14,6
β Car	1,7	A1 V	9 12 56,0	+0,65	−69 36 51	−14,8
ϑ Hya	3,9	B9,5 V	9 13 03,8	+3,12	+ 2 25 14	−15,3
ι Car	2,2	F0 Ib	9 16 25,3	+1,61	−59 10 12	−15,1

fényesebb csillagokról

A csillag elnevezése	m	Spektrál típus	RA 1975,0	Évi vált.	D 1975,0	Évi vált.
			h m s	s	° ′ ″	″
α Lyn	3,1	M0 III	9 19 32,1	+3,65	+34 29 57	−15,3
κ Vel	2,5	B2 IV	9 21 20,3	+1,86	−54 54 12	−15,4
κ Leo	4,5	K2 III	9 23 12,1	+3,49	+26 17 27	−15,6
α Hya	2,0	K3 IIIa	9 26 21,5	+2,95	− 8 32 59	−15,7
ε Ant	4,5	M0 III	9 28 12,7	+2,48	−35 50 30	−15,8
h UMa	3,7	F0 IV	9 29 34,4	+4,70	+63 10 20	−15,9
λ Leo	4,3	K5 III	9 30 17,8	+3,42	+23 04 46	−15,9
N Vel	3,1	K5 III	9 30 27,7	+1,82	−56 55 25	−15,9
ϑ UMa	3,2	F6 IV	9 31 11,6	+4,00	+51 47 32	−16,5
M Vel	4,4	dA5	9 35 56,1	+2,16	−49 14 33	−16,2
ι Hya	3,9	K3 III	9 38 34,7	+3,06	− 1 01 43	−16,4
o Leo	3,5	A5 V	9 39 49,0	+3,20	+10 00 24	−16,4
ε Leo	3,0	G0 II	9 44 26,1	+3,40	+23 53 24	−16,7
α Car	3,4	cG2	9 44 33,6	+1,65	−62 23 32	−16,6
υ UMa	3,8	F2 IV	9 49 13,5	+4,24	+59 09 26	−17,0
υ¹ Hya	4,1	G8 III	9 50 16,4	+2,88	−14 43 42	−16,9
μ Leo	3,9	K2 III	9 51 20,7	+3,41	+26 07 31	−17,0
φ Vel	3,5	B5 II	9 55 59,0	+2,11	−54 26 54	−17,2
21 LMi	4,5	A7 V	10 05 57,5	+3,53	+35 22 03	−17,6
η Leo	3,5	A0 Ib	10 05 58,3	+3,27	+16 53 06	−17,6
α Sex	4,5	A0 III	10 06 39,5	+3,07	− 0 14 55	−17,6
α Leo	1,4	B7 V	10 07 02,5	+3,19	+12 05 24	−17,7
λ Hya	3,6	K0 III	10 09 22,1	+2,93	−12 13 48	−17,8
ω Car	3,3	B7 IV	10 13 08,7	+1,43	−69 54 49	−17,9
q Vel	3,9	A2 V	10 13 41,0	+2,52	−41 59 52	−17,9
ζ Leo	3,4	F0 III	10 15 18,1	+3,33	+23 32 33	−18,0
λ UMa	3,5	A2 IV	10 15 35,7	+3,61	+43 02 23	−18,0
q Car	3,4	K5 Ib	10 16 14,7	+2,01	−61 12 25	−18,0
μ UMa	3,1	M0 III	10 20 50,7	+3,56	+41 37 33	−18,2
I Car	4,0	F3 IV	10 23 54,2	+1,18	−73 54 15	−18,3
μ Hya	3,8	A5 III	10 24 52,8	+2,90	−16 42 30	−18,4
α Ant	4,3	K4,5III	10 26 00,3	+2,75	−30 56 24	−18,4
β LMi	4,2	G8 III	10 26 26,5	+3,46	+36 50 09	−18,5
s Car	3,8	F0 II	10 26 57,5	+2,21	−58 36 41	−18,4
p Car	3,3	B5 V	10 31 07,9	+2,14	−61 33 23	−18,5
ρ Leo	3,9	B1 Ib	10 31 29,7	+3,16	+ 9 26 08	−18,6
γ Cha	4,1	M0 III	10 35 11,1	+0,69	−78 28 40	−18,7
x Vel	4,3	G2 II	10 38 18,4	+2,39	−55 28 22	−18,8
ϑ Car	2,8	09,5 V	10 42 03,6	+2,15	−64 15 47	−18,9

IX. Katalógus a (4,5 víz. magnitúdóná

A csillag elnevezése	m	Spektrál típus	RA 1975,0	Évi vált.	D 1975,0	Évi vált.
			h m s	s	° ′ ″	″
δ^2 Cha	4,5	B2 IV	10 45 33,7	+0,53	−80 24 30	−19,0
ν Hya	3,1	K2 III	10 48 23,4	+2,96	−16 03 45	−18,9
46 LMi	3,8	K1 III	10 51 55,0	+3,35	+34 21 00	−19,4
α Crt	4,1	K0 III	10 58 33,2	+2,92	−18 09 55	−19,2
i Vel	4,4	A2 IV	10 59 00,2	+2,76	−42 05 30	−19,3
β UMa	2,4	A1 V	11 00 20,5	+3,60	+56 31 00	−19,3
b Leo	4,4	A1 V	11 00 59,9	+3,20	+20 18 51	−19,4
α UMa	1,8	K0 III	11 02 11,8	+3,68	+61 53 10	−19,5
x Car	3,9	G0 Ia	11 07 31,0	+2,57	−58 50 22	−19,5
ψ UMa	3,0	K1 III	11 08 15,8	+3,36	+44 38 04	−19,6
β Crt	4,5	A2 III	11 10 25,5	+2,95	−22 41 21	−19,7
δ Leo	2,6	A4 V	11 12 46,8	+3,19	+20 39 39	−19,8
θ Leo	3,4	A2 V	11 12 55,7	+3,15	+15 33 59	−19,7
φ Leo	4,5	A7 IV	11 15 23,4	+3,05	− 3 30 53	−19,7
ν UMa	3,5	K3 III	11 17 07,9	+3,23	+33 13 51	−19,7
δ Crt	3,6	G8 III	11 18 05,3	+3,00	−14 38 35	−19,5
σ Leo	4,1	B9,5V	11 19 50,8	+3,09	+ 6 10 00	−19,7
π Cen	3,9	B5 V	11 19 51,7	+2,75	−54 25 14	−19,7
γ Crt	4,1	A7 IV	11 23 37,8	+3,00	−17 32 48	−19,8
λ Dra	3,9	M0 III	11 29 56,2	+3,53	+69 28 09	−19,9
ξ Hva	3,5	G7 III	11 31 46,1	+2,96	−31 43 09	−19,9
λ Cen	3,1	B9 II	11 34 37,2	+2,78	−62 52 53	−19,9
υ Leo	4,3	G9 III	11 35 40,1	+3,07	− 0 41 08	−19,9
λ Mus	3,6	A7 II	11 44 25,0	+2,85	−66 35 24	−20,0
ν Vir	4,0	M1 III	11 44 34,4	+3,08	+ 6 40 10	−20,2
χ UMa	3,7	K0 III	11 44 44,1	+3,16	+47 55 05	−20,0
4522Cen	4,1	G3 III	11 45 17,7	+2,92	−61 02 21	−20,0
β Leo	2,1	A3 V	11 47 47,1	+3,06	+14 42 43	−20,1
j Cen	4,3	B3 V	11 48 27,4	+2,94	−63 38 58	−20,0
β Vir	3,6	F8 V	11 49 23,5	+3,13	+ 1 54 20	−20,3
B Cen	4,5	K4 III	11 49 53,3	+3,01	−45 02 04	−20,0
γ UMa	2,4	A0 V	11 52 31,3	+3,14	+53 50 01	−20,0
o Vir	4,1	G8 III	12 03 56,1	+3,06	+ 8 52 18	−20,0
η Cru	4,1	F0 III	12 05 33,7	+3,14	−64 28 26	−20,0
δ Cen	2,7	B2 V	12 07 03,3	+3,12	−50 34 59	−20,0
ε Crv	3,0	K2 III	12 08 50,1	+3,09	−22 28 51	−20,0
δ Cru	2,8	B2 IV	12 13 48,4	+3,20	−58 36 35	−20,0
δ UMa	3,3	A3 V	12 14 11,7	+2,96	+57 10 17	−20,0
γ Crv	2,6	B8 III	12 14 31,0	+3,09	−17 24 12	−20,0

fényesebb csillagokról

A csillag elnevezése	m	Spektrál típus	RA 1975,0	Évi vált.	D 1975,0	Évi vált.
			h m s	s	° ′ ″	″
β Cha	4,3	B6 V	12 16 50,8	+3,57	−79 10 24	−20,0
η Vir	3,9	A2 V	12 18 37,5	+3,07	− 0 31 41	−20,0
ε Cru	3,6	K3 II	12 20 00,4	+3,28	−60 15 49	−20,0
α Cru	0,8	B1 IV	12 25 11,8	+3,36	−62 57 38	−19,9
γ Com	4,4	K1 III	12 25 41,8	+2,99	+28 24 28	−19,9
σ Cen	3,9	B2 V	12 26 40,8	+3,26	−50 05 33	−19.9
δ Crv	2,9	B9 V	12 28 34,0	+3,11	−16 22 35	−20,0
γ Cru	1,6	M3 II	12 29 46,1	+3,34	−56 58 24	−20,1
γ Mus	3,9	B5 V	12 30 57,2	+3,62	−71 59 42	−19,9
κ Dra	3,9	B5 III	12 32 25,4	+2,55	+69 55 33	−19,8
β CVn	4,3	G0 V	12 32 33,4	+2,84	+41 29 35	−19.6
β Crv	2,6	G5 III	12 33 04,2	+3,16	−23 15 31	−19,9
α Mus	2,7	B3 IV	12 35 40,5	+3,61	−68 59 52	−19,8
β Cru	1,2	B0,5IV	12 46 14,9	+3,52	−59 33 08	−19,7
e Cen	4,3	K2 II	12 51 41,5	+3,42	−48 48 27	−19,6
n Cen	4,3	A7 III	12 52 02,7	+3,33	−40 02 35	−19,6
e UMa	1,8	A0 V	12 52 56,0	+2,63	+56 05 43	−19,5
δ Vir	3,4	M3 III	12 54 20,5	+3,02	+ 3 31 59	−19,5
α^2 CVn	2,8	B9,5I	12 54 51,6	+2,80	+38 27 11	−19.4
δ Mus	3,6	K2 III	13 00 31,7	+4,17	−71 24 52	−19,4
ε Vir	2,8	G9 II	13 00 55,9	+2,99	+11 05 36	−19,3
ξ^2 Cen	4,3	B2 V	13 05 26,5	+3,52	−49 46 21	−19,2
ϑ Vir	4,4	A1 V	13 08 39,2	+3,11	−05 24 21	−19.2
β Com	4,3	G0 V	13 10 42,4	+2,80	+28 00 16	−18,2
γ Hya	3,0	G8 III	13 17 33,5	+3,27	−23 02 24	−19,0
ι Cen	2,7	A2 V	13 19 11,1	+3,38	−36 34 51	−18,9
ζ^A UMa	2,1	A2 V	13 22 55,2	+2,41	+55 03 20	−18,8
α Vir	1,0	B1 V	13 23 52,4	+3,16	−11 01 53	−18,7
ζ Vir	3,4	A3 V	13 33 25,0	+3,06	− 0 28 07	−18,4
ε Cen	2,3	B1 V	13 38 17,6	+3,82	−53 20 23	−18,2
l Cen	4,2	F2 III	13 44 15,7	+3,42	−32 55 04	−18.2
τ Boo	4,5	F7 V	13 46 04,4	+2,85	+17 34 51	−17,9
η UMa	1,9	B3 V	13 46 33,4	+2,36	+49 26 15	−17.9
μ Cen	2,9	B2 V:	13 48 06,2	+3,63	−42 20 59	−17.9
η Boo	2,7	G0 IV	13 53 29,6	+2,86	+18 31 21	−18,0
ζ Cen	2,6	B2 IV	13 53 58,2	+3,76	−47 09 57	−17,7
υ^1 Cen	3,9	B2 V	13 57 07,5	+3,72	−44 40 56	−17,5
τ Vir	4,3	A3 V	14 00 22,3	+3,06	+ 1 39 54	−17,4
β Cen	0,6	B1 II	14 02 02,7	+4,26	−60 15 11	−17,3

A csillag elnevezése	m	Spektrál típus	RA 1975,0	Évi vált.	D 1975,0	Évi vált.
			h m s	s	° ′ ″	″
α Dra	3,7	A0 III	14 03 42,6	+1,63	+64 29 42	−17,2
π Hya	3,3	K2 III	14 04 56,6	+3,42	−26 33 45	−17,3
ϑ Cen	2,1	K0 III	14 05 12,3	+3,54	−36 14 52	−17,6
κ Vir	4,2	K3 III	14 11 33,5	+3,20	−10 09 29	−16,7
α Boo	−0,1	K2 III	14 14 31,2	+2,74	+19 18 43	−18,7
ι Vir	4,1	F7 III	14 14 42,0	+3,15	− 5 52 55	−17,1
λ Boo	4,2	A0	14 15 26,0	+2,28	+46 12 09	−16,5
λ Vir	4,5	A2	14 17 45,2	+3,25	−13 15 24	−16,5
ν Cen	4,3	B5 II	14 18 33,9	+4,21	−56 16 20	−16,5
ψ Cen	4,1	A0 IV	14 19 01,7	+3,66	−37 46 16	−16,5
ϑ Boo	4,1	F7 V	14 24 20,7	+2,04	+51 57 57	−16,6
5 UMi	4,3	K4 III	14 27 33,4	−0,10	+75 48 26	−16,0
ϱ Boo	3,6	K3 III	14 30 45,1	+2,59	+30 28 50	−15,7
γ Boo	3,0	A7 III	14 31 04,2	+2,41	+38 25 01	−15,7
σ Boo	4,5	F2 V	14 33 35,4	+2,61	+29 51 11	−15,6
η Cen	2,3	B1,5V:	14 33 54,7	+3,82	−42 02 56	−15,7
ϱ Lup	4,1	B5 V	14 36 15,6	+4,05	−49 19 05	−15,6
α Cen	0,1	G2 V	14 37 53,4	+4,10	−60 43 59	−14,8
α Lup	2,3	B1 III	14 40 15,5	+4,00	−47 16 54	−15,4
α Cir	3,2	F0 V	14 40 28,0	+4,88	−64 52 03	−15,6
μ Vir	3,9	F3 IV	14 41 44,4	+3,17	− 5 33 01	−15,6
c¹ Cen	4,1	K5 III	14 42 07,3	+3,68	−35 04 01	−15,4
α Aps	3,8	K5 III	14 44 40,9	+7,57	−78 56 25	−15,1
109 Vir	3,7	A0 V	14 44 58,9	+3,04	+ 1 59 51	−15,1
α² Lib	2,8	A3 IV	14 49 29,5	+3,32	−15 56 20	−14,9
β UMi	2,1	K4 III	14 50 45,6	−0,15	+74 15 28	−14,7
16 Lib	4,5	F0 IV	14 55 52,6	+3,14	− 4 14 41	−14,4
β Lup	2,7	B2 IV	14 56 53,2	+3,94	−43 02 03	−14,4
κ Cen	3,1	B2 V	14 57 31,6	+3,91	−42 00 18	−14,4
β Boo	3,5	G8 III	15 01 00,2	+2,26	+40 29 19	−14,1
σ Lib	3,3	M4 III	15 02 36,1	+3,52	−25 15 05	−14,1
κ¹ Lup	3,9	B9 V	15 10 11,2	+4,18	−48 38 38	−13,6
ζ Lup	3,4	G8 III	15 10 28,7	+4,33	−52 00 19	−13,6
δ Boo	3,5	G8 III	15 14 29,6	+2,42	+33 24 26	−13,4
β Cir	4,1	A3 V	15 15 32,6	+4,72	−58 42 33	−13,3
β Lib	2,6	B8 V	15 15 39,5	+3,23	− 9 17 30	−13,2
2 Lup	4,3	K0 II	15 16 18,2	+3,66	−30 03 29	−13,1
γ TrA	2,9	A1 V	15 16 33,1	+5,64	−68 35 19	−13,1
δ Lup	3,2	B2 IV	15 19 43,4	+3,95	−40 33 30	−12,9

fényesebb csillagokról

A csillag elnevezése	m	Spektrál típus	RA 1975,0	Évi vált.	D 1975,0	Évi vált.
			h m s	s	° ′ ″	″
φ^1 Lup	3,6	K5 III	15 20 12,8	+3,82	−36 10 18	−13,0
γ UMi	3,1	A3 II	15 20 45,2	−0,08	+71 55 23	−12,8
μ Boo	4,3	F0 IV	15 23 32,7	+2,27	+37 27 51	−12,6
ι Dra	3,3	K2 III	15 24 22,1	+1,34	+59 03 11	−12,6
β CrB	3,7	F0 III	15 26 47,8	+2,47	+29 11 28	−12,3
ϑ CrB	4,1	B7 V	15 31 55,2	+2,42	+31 26 34	−12,1
α CrB	2,2	A0 V	15 33 37,7	+2,54	+26 47 53	−12,0
γ Lib	3,9	G8 III	15 34 07,4	+3,36	−14 42 26	−11,9
ε TrA	4.1	K0 III	15 34 24,8	+5,52	−66 14 05	−12,0
υ Lib	3,6	K3 III	15 35 30,1	+3,65	−28 03 12	−11,8
ω^1 Lup	4,3	K4,5 III	15 36 21,9	+4,07	−42 29 14	−11,8
α Ser	2,6	K2 III	15 43 02,1	+2,96	+ 6 30 12	−11,2
ζ UMi	4,3	A3 V	15 44 55,0	−2,09	+77 52 19	−11,1
β Ser	3,7	A3 V	15 45 01,9	+2,77	+15 29 57	−11,2
$\varkappa$ Ser	4,1	M1 III	15 47 36,8	+2,70	+18 13 04	−11,0
μ Ser	3,5	A0 V	15 48 18,8	+3,13	− 3 21 17	−10,9
χ Lup	4,0	A0 III	15 49 21,9	+3,82	−33 33 08	−10,8
ε Ser	3,7	A2	15 49 34,0	+2,99	+ 4 33 07	−10,7
β TrA	2,9	F2 IV	15 52 55,5	+5,31	−63 21 18	−10,9
γ Ser	3,9	F6 V	15 55 17,8	+2,77	+15 44 32	−11,7
ϱ Sco	3,9	B2 V	15 55 20,1	+3,71	−29 08 33	−10,4
ε CrB	4,2	K3 III	15 56 33,0	+2,48	+26 56 58	−10,3
π Sco	2,9	B1 V	15 57 20,1	+3,63	−26 02 36	−10,2
δ Sco	2,3	B0 V	15 58 51,1	+3,55	−22 33 06	−10,1
ϑ Dra	4,0	F8 IV	16 01 21,0	+1,13	+58 37 54	− 9,6
β Sco	2,6	B0,5 V	16 03 58,8	+3,49	−19 44 17	− 9,7
ϑ Lup	4,2	B2 V	16 04 56,7	+3,95	−36 44 08	− 9,7
φ Her	4,3	B9 V	16 07 58,8	+1,89	+44 59 59	− 9,4
δ Oph	2,8	M1 III	16 13 02,0	+3,15	− 3 37 52	− 9,2
δ TrA	3,8	G2 II	16 13 08,9	+5,48	−63 37 25	− 9,0
ε Oph	3,2	G9 III	16 16 59,7	+3,18	− 4 37 58	− 8,7
γ^2 Nor	4,0	G8 III	16 17 57,7	+4,50	−50 05 45	− 8,7
τ Her	3,9	B5 IV	16 18 59,2	+1,80	+46 22 20	− 8,5
σ Sco	2,9	B1 III	16 19 39,9	+3,65	−25 32 03	− 8,5
γ Her	3,8	A9 III	16 20 48,9	+2,65	+19 12 39	− 8,4
χ Oph	4,4	B2 V	16 25 34,2	+3,48	−18 24 04	− 8,0
α Sco	0,9	M1 Ia	16 27 52,2	+3,68	−26 22 40	− 7,9
β Her	2,7	G8 III	16 29 08.6	+2,58	−21 32 35	− 7,8

A csillag elnevezése	m	Spektrál típus	RA 1975,0	Évi vált.	D 1975,0	Évi vált.
			h m s	s	° ′ ″	″
γ Aps	3,9	K0 IV	16 29 34,0	+9,29	−78 50 39	−7,8
N Sco	4,2	B2 III	16 29 44,6	+3,93	−34 39 04	−7,7
ω Oph	4,5	A7 I	16 30 39,0	+3,56	−21 24 53	−7,6
σ Her	4,2	A0 V	16 33 17,7	+1,94	+42 29 16	−7,4
τ Sco	2,8	B0 V	16 34 19,3	+3,74	−28 09 56	−7,3
ζ Oph	2,6	O9,5 V	16 35 46,8	+3,31	−10 31 04	−7,2
β Aps	4,2	K0 III	16 39 29,6	+8,72	−77 28 00	−6,9
η Her	3,5	G7 III	16 42 02,2	+2,06	+38 58 09	−6,8
α TrA	1,9	K4 III	16 46 00,2	+6,38	−68 59 02	−6,4
η Ara	3,8	K5 III	16 47 37,1	+5,19	−58 59 55	−6,3
ε UMi	4,2	G5 III	16 48 28,3	−6,06	+82 04 50	−6,2
ε Sco	2,3	K2,5 III	16 48 32,4	+3,89	−34 14 57	−6,4
μ^1 Sco	3,0	B1,5 V	16 50 10,3	+4,07	−38 00 22	−6,0
ι Oph	4,4	B8 IV	16 52 49,4	+2,84	+10 12 19	−5,8
κ Oph	3,2	K2 III	16 56 29,0	+2,84	+ 9 24 46	−5,5
ζ Ara	3,1	K5 III	16 56 32,7	+4,97	−55 57 09	−5,5
ε^1 Ara	4,1	K4 III	16 57 35,1	+4,79	−53 07 26	−5,4
ε Her	3,9	A0 V	16 59 19,9	+2,30	+30 57 45	−5,2
ζ Dra	3,2	B6 III	17 08 42,5	+0,18	+65 44 43	−4,4
η Sco	3,3	F0 IV	17 10 21,5	+4,30	−43 12 28	−4,6
δ Her	3,1	A3 V	17 14 00,2	+2,47	+24 52 04	−4,2
π Her	3,2	K3 II	17 14 10,5	+2,09	+36 50 11	−4,0
ν Ser	4,3	A1 V	17 19 25,1	+3,37	−12 49 24	−3,5
θ Oph	3,3	B2 IV	17 20 28,3	+3,69	−24 58 33	−3,5
β Ara	2,8	K3 Ib	17 23 13,0	+4,99	−55 30 29	−3,2
b Oph	4,2	A9 V	17 24 50,5	+3,67	−24 09 13	−3,2
σ Oph	4,3	K3 II	17 25 16,3	+2,98	+ 4 09 39	−3,0
d Oph	4,3	F5 IV	17 25 45,3	+3,83	−29 50 45	−3,1
δ Ara	3,6	B8 V	17 28 50,2	+5,42	−60 39 54	−2,8
υ Sco	2,7	B3 Ib	17 29 03,7	+4,08	−37 16 39	−2,7
λ Her	4,4	K4 III	17 29 43,6	+2,43	+26 07 43	−2,6
β Dra	2,8	G2 II	17 29 51,9	+1,36	+52 19 10	−2,6
α Ara	3,0	B2,5 V	17 29 54,4	+4,64	−49 51 29	−2,7
λ Sco	1,6	B1 V	17 31 54,5	+4,08	−37 05 13	−2,5
α Oph	2,1	A5 III	17 33 46,3	+2,79	+12 34 38	−2,5
ϑ Sco	1,9	F0 Ib	17 35 31,2	+4,31	−42 59 01	−2,1
ξ Ser	3,5	F0 IV	17 36 09,2	+3,44	−15 23 03	−2,1
ι Her	3,8	B3 V	17 38 45,4	+1,69	+46 01 08	−1,9

fényesebb csillagokról

A csillag elnevezése	m	Spektrál típus	RA 1975,0	Évi vált.	D 1975,0	Évi vált.
			h m s	s	° ′ ″	″
o Ser	4,2	A2 V	17 40 00,6	+3,38	−12 51 48	−1,8
δ UMi	4,4	A1 V	17 40 13,6	−19,33	+86 36 02	−1,7
κ Sco	2,4	B2 IV	17 40 45,3	+4,15	−39 01 07	−1,7
β Oph	2,8	K2 III	17 42 14,1	+2,96	+ 4 34 36	−1,4
η Pav	3,6	K1 III	17 43 16,5	+5,89	−64 42 50	−1,5
μ Her	3,4	G5 IV	17 45 28,7	+2,35	+27 44 04	−2,0
ι Sco	3,0	F2 Ia	17 45 50,0	+4,20	−40 07 08	−1,2
γ Oph	3,8	A0 V	17 46 38,2	+3,01	+ 2 42 56	−1.2
G Sco	3,2	K1 III	17 48 09,3	+4,09	−37 02 13	−1,0
ξ Dra	3,8	K2 III	17 53 05,6	+1.04	+56 52 34	−0,5
ϑ Her	3,9	K1 II	17 55 23,6	+2,06	+37 15 11	−0,4
γ Dra	2,2	K5 III	17 56 01,4	+1,39	+51 29 29	−0,4
ξ Her	3,7	K0 III	17 56 47,5	+2,33	+29 14 59	−0,3
ν Oph	3,3	G9 III	17 57 38,9	+3,30	− 9 46 19	−0,3
67 Oph	4,0	B5 Ib	17 59 23,5	+3,01	− 2 55 54	−0,1
γ Sgr	3,0	K0 III	18 04 12,0	+3,85	−30 25 33	+0,2
ϑ Ara	3,7	B0,5 II	18 04 41,0	+4,67	−50 05 42	+0,4
72 Oph	3,7	A4 IV	18 06 09,8	+2.84	+ 9 33 33	+0,6
π Pav	4,3	A5 V	18 06 10,3	+5,77	−63 40 16	+0,5
o Her	3,8	B9,5 V	18 06 33,9	+2,34	+28 45 29	+0,6
102 Her	4,4	B2 V	18 07 41,3	+2,57	+20 48 33	+0,7
μ Sgr*X*	3.9	B8 Ia	18 12 16.0	+3.59	−21 04 00	+1,1
η Sgr	3,1	M3 III	18 15 56,1	+4,06	−36 46 15	+1,2
κ Lyr	4,3	K2 III	18 18 59,0	+2,10	+36 03 09	+1,7
δ Sgr	2,7	K2 III	18 19 23,6	+3,84	−29 50 25	+1.7
η Ser	3,3	K0 III	18 20 00,9	+3,10	− 2 54 23	+1,0
ξ Pav	4,4	K2 III	18 20 55,4	+5,53	−61 30 26	+1,8
κ Dra	3,6	F7 V	18 21 30,4	−1,08	+72 43 21	+1,5
ε Sgr	1,9	A0 V	18 22 30,7	+3,98	−34 23 53	+1,8
109 Her	3,8	K2 III	18 22 37,9	+2,56	+21 45 27	+1,7
α Tel	3,5	B3 III	18 25 07,2	+4,45	−45 59 01	+2,1
λ Sgr	2,8	K2 III	18 26 25,6	+3,70	−25 26 13	+2,1
α Sct	3,8	K3 III	18 33 50,7	+3,26	− 8 15 46	+2,6
α Lyr	0,0	A0 V	18 36 05,4	+2,03	+38 45 34	+3,4
ζ Pav	4,0	K2 III	18 40 07,4	+7,00	−71 27 08	+3,3
φ Sgr	3,2	B8 III	18 44 05,6	+3,75	−27 01 04	+3,8
110 Her	4,2	F6 V	18 44 35,1	+2,58	+20 31 17	+3,5
β Sct	4,2	G5 II	18 45 50,8	+3,18	− 4 46 33	+4,0

A csillag elnevezése	m	Spektrál típus	RA 1975,0	Évi vált.	D 1975,0	Évi vált.
			h m s	s	° ′ ″	″
111 Her	4,4	A3 V	18 45 54,9	+2,65	+18 09 09	+4,1
β Lyr	3.4	Bpe	18 49 09,3	+2,22	+33 19 58	+4,3
λ Pav	4,2	B2 II	18 49 54,3	+5,55	−62 13 06	+4,3
σ Sgr	2,1	B2 V	18 53 42,9	+3,72	−26 19 45	+4,6
R Lyr	4,0	M5 III	18 54 34,4	+1,83	+43 54 45	+4,8
ϑ^2Ser	4,1	A5 V	18 54 58,5	+2,98	+ 4 10 12	+4,8
ξ^2Sgr	3,5	K1 III	18 56 14,3	+3,58	−21 08 27	+4,9
γ Lyr	3,2	B9 III	18 58 00,4	+2,24	+32 39 16	+5,0
ε Aql	4,0	K2 III	18 58 29,2	+2,72	+15 02 00	+5,0
ζ Aql	3,0	B9,5 V	19 04 15,6	+2,76	+13 49 31	+5,5
λ Aql	3,4	B9 V	19 04 55,3	+3,18	− 4 55 16	+5,5
τ Sgr	3,3	K1 III	19 05 22,8	+3,74	−27 42 30	+5,4
α CrA	4,1	A2	19 07 46,3	+4,08	−37 56 42	+5,7
π Sgr	2,9	F2 II	19 08 16,6	+3,57	−21 03 53	+5,8
δ Dra	3,1	G9 III	19 12 33,1	+0,01	+67 37 03	+6,3
ϑ Lyr	4,4	K0 II	19 15 29,9	+2,08	+38 05 18	+6.5
τ Dra	4,5	K3 III	19 16 02,3	−1,17	+73 18 34	+6,6
κ Cyg	3,8	G9 III	19 16 31,4	+1,39	+53 19 19	+6,7
β^1Sgr	3,9	B8 V	19 20 50.6	+4,31	−44 30 27	+6,9
α Sgr	4,0	B9 III	19 22 09,3	+4,15	−40 39 52	+6,9
δ Aql	3,4	F0 IV	19 24 14,2	+3.02	+ 3 03 50	+7,3
α Vul	4,5	M0 III	19 27 39,8	+2,50	+24 36 48	+7,4
ι Cyg	3,8	A5 V	19 29 04,5	+1,51	+51 40 33	+7,7
β Cyg	3,1	K3 II	19 29 42,7	+2,42	+27 54 23	+7,6
μ Aql	4.5	K3 III	19 32 52,0	+2,93	+ 7 19 29	+7,7
ϑ Cyg	4,5	F4 V	19 35 46,2	+1,61	+50 09 45	+8,4
β Sge	4,4	G8 II	19 39 55,5	+2,69	+17 25 02	+8,4
γ Aql	2,7	K3 II	19 45 04,2	+2,85	+10 33 05	+8,9
δ Sge	3,8	M2 II	19 46 16,3	+2,68	+18 28 18	+9,0
α Aql	0,8	A7 IV	19 49 33,8	+2,93	+ 8 48 05	+9,6
η Aql	3,5	F6 Ib	19 51 11,9	+3,05	+ 0 56 26	+9,3
ι Sgr	4,1	K0 III	19 53 32,4	+4,13	−41 56 08	+9,6
β Aql	3,7	G8 IV	19 54 05,0	+2,95	+ 6 20 36	+9,1
η Cyg	3,9	K0 III	19 55 22,0	+2,25	+35 00 58	+9,6
γ Sge	3,5	K5 III	19 57 38,6	+2,67	+19 25 24	+9,9
ε Pav	3,9	A0 V	19 57 43,6	+6,89	−72 58 44	+9,7
ϑ^1Sgr	4,4	B3 IV	19 58 06,7	+3,90	−35 20 43	+9,9
ρ Dra	4,5	K3 III	20 02 42,6	+0,26	+67 48 07	+10,2

fényesebb csillagokról

A csillag elnevezése	m	Spektrál típus	RA 1975,0	Évi vált.	D 1975,0	Évi vált.
			h m s	s	° ′ ″	″
δ Pav	3,6	G5 IV	20 06 17,2	+5,86	−66 14 52	+ 9,4
κ Cep	4,4	B9 III	20 09 45,4	−2,07	+77 38 13	+10,8
ϑ Aql	3,2	B9,5 III	20 10 00,9	+3,09	− 0 53 48	+10,8
33 Cyg	4,3	A3 IV	20 12 49,0	+1,39	+56 29 27	+11,1
o^2 Cyg	3,8	K3 Ib	20 12 50,6	+1,89	+46 39 54	+11,0
α^1 Cap	4,3	G3 Ib	20 16 15,7	+3,32	−12 35 12	+11,2
α^2 Cap	3,6	G9 III	20 16 40,0	+3,33	−12 37 24	+11,3
β Cap	3,1	F8 V	20 19 36,4	+3,37	−14 51 41	+11,5
γ Cyg	2,2	F8 Ib	20 21 19,8	+2,15	+40 10 34	+11.6
39 Cyg	4,4	K3 III	20 22 51,5	+2,39	+32 06 30	+11,7
α Pav	1,9	B3 IV	20 23 40,7	+4,73	−56 49 00	+11,7
41 Cyg	4,0	F5 II	20 28 22,3	+2,45	+30 17 04	+12,1
ϑ Cep	4,2	A7 III	20 29 09,8	+1,00	+62 54 35	+12,1
ε Del	4,0	B6 III	20 32 01,0	+2,87	+15 13 03	+12,3
α Ind	3,1	K0 III	20 35 48,9	+4,21	−47 22 48	+12,7
α Del	3,8	B9 V	20 38 28,5	+2,79	+15 49 23	+12,8
α Cyg	1,3	A2 Ia	20 40 34,7	+2,05	+45 11 26	+12,9
δ Del	4,4	A7 III	20 42 17,4	+2,80	+14 59 03	+13,0
β Pav	3,4	A5 IV	20 42 43,4	+5,38	−66 17 40	+13,1
ψ Cap	4,1	F5 V	20 44 37,0	+3,55	−25 21 43	+13,0
7955Cep	4,5	K8 IV	20 44 43,8	+1,49	+57 29 23	+13,0
η Cep	3,4	K0 IV	20 44 46,9	+1,22	+61 44 29	+14,0
ε Cyg	2,5	K0 III	20 45 11,9	+2,43	+33 52 33	+13.6
γ Del	3,9	K1 IV	20 45 29,8	+2,78	+16 02 00	+13,1
ε Aqr	3,8	A2 V	20 46 19,4	+3,24	− 9 35 18	+13,3
k Aqr	4,4	M3 III	20 46 25,1	+3,16	− 5 07 13	+13,3
ω Cap	4,1	M1 III	20 50 19,9	+3,57	−27 00 49	+13,6
β Ind	3,6	K0 III	20 52 52,0	+4,67	−58 32 59	+13,7
ν Cyg	3,9	A1 V	20 56 14,4	+2,24	+41 04 13	+13,9
ξ Cyg	3,7	K5 Ib	21 04 01,2	+2,18	+43 49 39	+14,4
ϑ Cap	4,1	A1 V	21 04 32,6	+3,37	−17 19 59	+14,4
A Cap	4,5	M1 III	21 05 40,0	+3,50	−25 06 24	+14,5
ν Aqr	4,5	G8 III	21 08 14,0	+3,26	−11 28 26	+14,7
ζ Cyg	3,2	G8 II	21 11 52,2	+2,55	+30 07 26	+14,8
α Equ	3,9	G0 III	21 14 34,4	+3,00	+ 5 08 37	+15,0
σ Cyg	4,2	B9 Iab	21 16 25,9	+2,36	+39 17 22	+15,1
υ Cyg	4,4	B2 V	21 16 53,2	+2,47	+34 47 29	+15,2
α Cep	2,5	A7 IV	21 17 58,9	+1,43	+62 28 46	+15,3
ι Cap	4,3	G8 III	21 20 51,3	+3,34	−16 56 31	+15,4
l Peg	4,1	K1 III	21 20 55,7	+2,78	+19 41 49	+15,5

A csillag elnevezése	m	Spektrál típus	RA 1975,0	Évi vált.	D 1975,0	Évi vált.
			h m s	s	° ′ ″	″
γ Pav	4,2	F8 V	21 24 23,8	+4,93	−65 28 50	+16,4
ζ Cap	3,7	G4 Ib	21 25 14,5	+3,42	−22 31 14	+15,7
β Cep	3,2	B2 III	21 28 20,5	+0,76	+70 27 03	+15,8
β Aqr	2,9	G0 Ib	21 30 14,6	+3,16	− 5 40 55	+15,9
ϱ Cyg	4,0	G8 III	21 33 02,3	+2,26	+45 28 51	+16,0
γ Cap	3,7	F0 III	21 38 42,4	+3,32	−16 46 34	+16,3
ν Oct	3,8	K0 III	21 38 45,4	+6,58	−77 30 09	+16,1
ε Peg	2,4	K2 Ib	21 42 57,4	+2,95	+ 9 45 35	+16.6
ι PsA	4,3	A0 VSi	21 43 27,7	+3,57	−33 08 26	+16,5
ν Cep	4,3	A2 Ia	21 44 43,5	+1,73	+61 00 18	+16,7
δ Cap	2,8	A6	21 45 39,7	+3,31	−16 14 29	+16,4
π^2 Cyg	4,2	B3 III	21 45 52,0	+2,22	+49 15 37	+16,7
γ Gru	3,0	B8 III	21 52 25,1	+3,62	−37 28 29	+17,0
α Aqr	2,9	G2 Ib	22 04 30.0	+3,08	− 0 26 31	+17,5
λ Gru	4,5	M0 III	22 04 36,8	+3,61	−39 39 53	+17,4
ι Aqr	4,3	B8 V	22 05 05,2	+3,24	−13 59 30	+17,5
ι Peg	3,8	F5 V	22 05 50,7	+2,80	+25 13 21	+17,6
α Gru	1,7	B5 V	22 06 39,8	+3,77	−47 04 58	+17,5
μ PsA	4,5	A2 V	22 06 55,7	+3,49	−33 06 41	+17,6
π Peg	4,3	F5 II	22 08 52,4	+2,67	+33 03 18	+17,7
ϑ Peg	3,5	A3 V	22 08 56,2	+3,03	+ 6 04 28	+17,8
ζ Cep	3,4	K1 Ib	22 09 59,0	+2,08	+58 04 40	+17,8
8485 Lac	4,5	K3 III	22 12 48,1	+2,58	+39 35 26	+17,9
ϑ Aqr	4,2	G8 III	22 15 30,9	+3,16	− 7 54 30	+18,0
α Tuc	2,9	K3 III	22 16 48,2	+4,09	−60 23 06	+18,0
γ Aqr	3,8	A9 III	22 20 21,9	+3,10	− 1 30 50	+18,2
β Lac	4,4	G9 III	22 22 34,4	+2,36	+52 06 12	+18,1
δ^1 Gru	4,0	G5 I	22 27 46,8	+3,58	−43 37 26	+18,4
δ Cep	4,3	F5 Ib	22 28 14,3	+2,23	+58 17 13	+18,5
5 Lac	4,4	M0 Iab	22 28 29,0	+2,50	+47 34 42	+18,5
6 Lac	4,5	B2 I	22 29 24,2	+2,59	+42 59 41	+18,5
β PsA	4,3	A0 V	22 30 05,2	+3,40	−32 28 29	+18,5
α Lac	3,8	A1 V	22 30 15,4	+2,48	+50 09 13	+18,5
η Aqr	4,0	B8 V	22 34 04,3	+3,08	− 0 14 48	+18,6
ε PsA	4,2	B8 V	22 39 16,5	+3,31	−27 10 28	+18,8
ζ Peg	3,4	B8 V	22 40 12,8	+2,99	+10 42 02	+18,8
β Gru	2,1	M5 III	22 41 10,8	+3,57	−47 00 57	+18,9

fényesebb csillagokról

A csillag elnevezése	m	Spektrál típus	RA 1975,0	Évi vált.	D 1975,0	Évi vált.
			h m s	s	° ′ ″	″
η Peg	3,0	G8 II	22 41 49,6	+2,82	+30 05 25	+18,9
β Oct	4,1	A9 V	22 43 35,6	+5,98	−81 30 48	+18,9
λ Peg	3,9	G8 II	22 45 19,5	+2,89	+23 26 02	+19,0
ε Gru	3,5	A2 V	22 47 03,1	+3,61	−51 26 55	+19,0
τ Aqr	4,0	M0 III	22 48 16,1	+3,17	−13 43 30	+19,0
ι Cep	3,5	K1 III	22 48 47,1	+2,14	+66 04 08	+19,0
μ Peg	3,5	G8 III	22 48 47,6	+2,90	+24 28 09	+19,0
λ Aqr	3,8	M2 III	22 51 18,6	+3,13	− 7 42 47	+19,2
δ Aqr	3,3	A3 V	22 53 19,4	+3,18	−15 57 15	+19,2
α PsA	1,2	A3 V	22 56 16,3	+3,31	−29 45 18	+19,1
ζ Gru	4,1	G5 III	22 59 24,7	+3,53	−52 53 19	+19,3
o And	3,6	B6 I	23 00 46,0	+2,77	+42 11 29	+19,4
β Peg	2,4	M2 II	23 02 33,5	+2,91	+27 56 49	+19,6
β Psc	4,5	B5 Ve	23 02 36,2	+3,05	+ 3 41 07	+19,4
α Peg	2,5	B9 V	23 03 30,8	+2,99	+15 04 14	+19,4
55 Peg	4,5	M2 III	23 05 44,6	+3,02	+ 9 16 27	+19,5
c^2 Aqr	3,6	K2 II	23 08 06,9	+3,19	−21 18 30	+19,6
ι Gru	3,9	K0 III	23 08 56,9	+3,39	−45 22 57	+19,5
φ Aqr	4,2	M2 III	23 13 01,6	+3,11	− 6 11 02	+19,4
φ^1 Aqr	4,3	K0 III	23 14 34,9	+3,14	− 9 13 27	+19,6
γ Psc	3,7	G8 III	23 15 52,1	+3,11	+ 3 08 44	+19,7
γ Tuc	4.0	F0 III	23 15 58,8	+3,48	−58 22 23	+19,8
γ Scl	4.4	G8 III	23 17 28,6	+3,23	−32 40 06	+19,6
b^1 Aqr	4,0	K0 III	23 21 39,5	+3,15	−20 14 14	+19,7
υ Peg	4,4	F8 IV	23 24 07,7	+3,00	+23 15 59	+19,8
θ Psc	4,3	K1 III	23 26 45,9	+3,04	+ 6 14 29	+19,8
β Scl	4,4	B9 V	23 31 38,0	+3,21	−37 57 25	+19,9
λ And	3,8	G8 III	23 36 20,1	+2,94	+46 19 22	+19,5
ι And	4,3	B8 V	23 36 54,3	+2,95	+43 07 47	+19,9
γ Cep	3,2	K1 IV	23 38 18,4	+2,48	+77 29 34	+20,1
ι Psc	4,1	F7 V	23 38 39,8	+3,09	+ 5 29 27	+19,5
κ And	4,1	B9 IV	23 39 10,3	+2,96	+44 15 44	+19,9
λ Psc	4,5	A7 V	23 40 46,2	+3,06	+ 1 38 33	+19,8
ω^2 Aqr	4,5	B9,5 V	23 45 25,5	+3,11	−14 41 00	+19.9
ϱ Cas	4,3	G0 Ia	23 53 07,5	+3,01	+57 21 37	+20,0
ω Psc	4,0	F4 IV	23 58 01,5	+3,08	+ 6 43 30	+19,9
ε Tuc	4,5	B8 V	23 58 37,7	+3,10	−65 42 59	+20,0

R_0 átlagos refrakció

Zenittávolság				Zenittávolság			
°	0′	20′	40′	°	0′	20′	40′
	″	″	″		″	″	″
0	0,0	0,3	0,7	30	34,7	35,2	35,6
1	1,0	1,3	1,7	31	36,1	36,5	37,0
2	2,1	2,5	2,8	32	37,5	37,9	38,4
3	3,1	3,5	3,8	33	39,0	39,4	39,9
4	4,2	4,6	4,9	34	40,5	41,0	41,5
5	5,2	5,6	5,9	35	42,1	42,6	43,1
6	6,3	6,6	6,9	36	43,6	44,1	44,7
7	7,4	7,7	8,1	37	45,3	45,8	46,4
8	8,4	8,7	9,1	38	46,9	47,4	48,0
9	9,5	9,9	10,2	39	48,6	49,2	49,7
10	10,6	10,9	11,3	40	50,4	51,0	51,5
11	11,7	12,1	12,4	41	52,2	52,8	53,4
12	12,9	13,2	13,6	42	54,0	54,7	55,4
13	13.9	14,3	14,6	43	56,0	56,6	57,3
14	15,0	15,4	15,7	44	58,0	58,7	59,4
15	16,1	16,4	16,8	45	60,0	60,7	61,4
16	17,2	17,5	17,9	46	62,2	62,9	63,6
17	18,4	18,7	19,1	47	64,4	65,1	65,9
18	19,5	19,8	20,2	48	66,7	67,4	68,3
19	20,7	21,1	21,4	49	69,0	69,8	70,7
20	21,9	22,3	22,7	50	71,5	72,4	73,2
21	23,1	23,4	23,8	51	74,1	75,0	75,9
22	24,3	24,7	25,1	52	76,8	77,7	78,6
23	25,5	25,9	26,3	53	79,6	80,6	81,6
24	26,8	27,2	27,6	54	82,6	83,6	84,6
25	28,0	28,4	28,8	55	85,6	86,7	87,8
26	29,3	29,8	30,2	56	88,9	90,0	91,2
27	30,6	31,0	31,5	57	92,3	93,5	94,7
28	32,0	32,4	32,9	58	95,9	97,2	98,4
29	33,3	33,7	34,2	59	99,7	101,0	102,4
30	34,7	35,2	35,6	60	103,8	105,2	106,6

TÁBLÁZAT

R_0 átlagos refrakció

	Zenittávolság					
°	0′	10′	20′	30′	40′	50′
	′ ″	′ ″	′ ″	′ ″	′ ″	′ ″
60	1 43,8	1 44,5	1 45,2	1 45,2	1 46,6	1 47,3
61	1 48,0	1 48,8	1 49,5	1 50,3	1 51,0	1 51,8
62	1 52,6	1 53,4	1 54,2	1 55,0	1 55,8	1 56,6
63	1 57,5	1 58,3	1 59,2	2 00,0	2 00,9	2 01,8
64	2 02,7	2 03,6	2 04,5	2 05,4	2 06,4	2 07,3
65	2 08,2	2 09,2	2 10,2	2 11,2	2 12,2	2 13,2
66	2 14,3	2 15,3	2 16,4	2 17,4	2 18,5	2 19,6
67	2 20,7	2 21,9	2 23,0	2 24,2	2 25,4	2 26,6
68	2 27,8	2 29,0	2 30,2	2 31,5	2 32,8	2 34,1
69	2 35,4	2 36,8	2 38,1	2 39,5	2 40,9	2 42,3
70	2 43,8	2 45,2	2 46,8	2 48,3	2 49,8	2 51,4
71	2 53,0	2 54,6	2 56,2	2 57,9	2 59,6	3 01,3
72	3 03,1	3 04,9	3 06,7	3 08,6	3 10,5	3 12,4
73	3 14,4	3 16,3	3 18,4	3 20,4	3 22,6	3 24,7
74	3 26,9	3 29,1	3 31,4	3 33,7	3 36,1	3 38,5
75	3 41,0	3 43,5	3 46,1	3 48,7	3 51,4	3 54,2
76	3 57,0	3 59,8	4 02,8	4 05,8	4 08,9	4 12,0
77	4 15,2	4 18,5	4 21,9	4 25,4	4 28,9	4 32,6
78	4 36,3	4 40,1	4 44,0	4 48,1	4 52,2	4 56,4
79	5 00,8	5 05,3	5 09,9	5 14,7	5 19,6	5 24,6
80	5 29,8	5 35,1	5 40,6	5 46,3	5 52,2	5 58,3
81	6 04,5	6 11,0	6 17,7	6 24,6	6 31,7	6 39,1
82	6 46,8	6 54,7	7 03,3	7 11,5	7 20,4	7 29,7
83	7 39,3	7 49,3	7 59,7	8 10,6	8 21,9	8 33,8
84	8 46,1	8 59,0	9 12,5	9 26,7	9 41,6	9 57,2
85	10 13,5	10 30,7	10 48,9	11 08,0	11 28,1	11 49,3
86	12 11,8	12 35,6	13 00,9	13 27,7	13 56,2	14 26,5
87	14 58,8	15 33,3	16 10,2	16 49,7	17 32,1	18 17,6
88	19 06,6	19 59,4	20 56,4	21 58,2	23 05,1	24 17,8
89	25 37,0	27 03,3	28 37,6	30 20,9	32 14,2	34 18,8
90	36 36,0					

Xb. REFRAKCIÓTÁBLÁZAT

Hőmérsékleti korrekció

°C	F_t	°C	F_t
—20	+0,083	+10	—0,037
18	0,074	12	0,044
16	0,065	14	0,051
14	0,056	16	0,058
12	0,048	18	0,064
10	0,040	20	0,071
8	0,032	22	0,078
6	0,024	24	0,085
4	0,016	26	0,091
— 2	+0,008	28	0,097
0	0,000	30	0,104
+ 2	—0,008	32	0,110
4	0,015	34	0,116
6	0,022	36	0,122
+ 8	—0,030	38	0,128
		+40	—0,134

Légnyomási korrekció

B mm	F_B
630	—0,171
640	0,158
650	0,145
660	0,132
670	0,118
680	0,105
690	0,092
700	0,079
710	0,066
720	0,053
730	0,040
740	0,026
750	—0,013
760	0,000
770	+0,013
780	0,026
790	0,040
800	+0,053

A Xa. táblázatban megadott R_0 átlagos refrakció értéke 0 °C hőmérsékletre és 760 higany mm légnyomásra értendő. Az ettől eltérő hőmérsékleten és légnyomáson a *R* korrigált refrakció értékét a következő összefüggés adja:

$$R = R_0 (1 + F_t + F^B)$$

XI. EXTINKCIÓTÁBLÁZAT

Zenit-távolság	Extinkció	Zenit-távolság	Extinkció	Zenit-távolság	Extinkció
°	magn.	°	magn.	°	magn.
15	0,00	40	0,06	65	0,32
16	0,00	41	0,07	66	0,34
17	0,01	42	0,07	67	0,36
18	0,01	43	0,08	68	0,39
19	0,01	44	0,08	69	0,42
20	0,01	45	0,09	70	0,45
21	0,01	46	0,09	71	0,48
22	0,01	47	0,10	72	0,52
23	0,01	48	0,11	73	0,56
24	0,02	49	0,11	74	0,60
25	0,02	50	0,12	75	0,63
26	0,02	51	0,13	76	0,70
27	0,02	52	0,14	77	0,76
28	0,02	53	0,15	78	0,82
29	0,03	54	0,16	79	0,90
30	0,03	55	0,17	80	0,98
31	0,03	56	0,18	81	1,07
32	0,03	57	0,19	82	1,18
33	0 04	58	0,20	83	1,32
34	0,04	59	0,22	84	1,49
35	0,04	60	0,23	85	1,72
36	0,05	61	0,25	86	2,04
37	0,05	62	0,26	87	2,48
38	0,05	63	0,28	88	3,10
39	0,06	64	0,30		

Tudnivalók a táblázatokra vonatkozóan:

„RA" és „D": az I., V. és IX. táblázatokban rektaaszcenziót, ill. deklinációt jelent.

„m": az V., IX. táblázatokban magnitúdókban megadott vizuális, látszólagos fényességek.

I. táblázat: A csillagidő a greenwichi meridiánra vonatkozik.
V. táblázat: Az *r* oszlopban „cs. e." alatt a bolygók geocentrikus távolságai csillagászati egységben.

IX. táblázat: A „Spektráltípus" oszlopban a két dimenziós színképosztályozást közöljük a Harvard- és a Morgan—Keenan-féle klasszifikáció alapján

A CSILLAGOS ÉG 1975-BEN

(Időpontok KözEI-ben)

Január

Bolygók

Merkur 29-ig előretartó, utána hátráló mozgást végez. 7-ig a Nyilas, utána a Bak csillagképben tartózkodik. A hó második felében másfél órával nyugszik a Nap után és az esti délnyugati égbolton figyelhető meg. 23-án legnagyobb keleti kitérésben, 19° távolságra a Naptól. 23-án fázisa 0,59, fényessége —0,4 magnitúdó, mindkettő csökkenő. — *Vénusz* előretartó mozgást végez 5-ig a Nyilas, 5-től 27-ig a Bak, utána a Vízöntő csillagképben. A hó elején egy, végén egy és háromnegyed órával nyugszik a Nap után. Mint alkonycsillag látható az esti szürkületben a délnyugati égbolton. 13-án fázisa 0,96, csökkenő, fényessége —3,4 magnitúdó, növekedő. — *Mars* előretartó mozgást végez 16-ig a Kígyótartó, utána a Nyilas csillagképben. Egy és háromnegyed órával kel a Nap előtt és a hajnali szürkületben látható a délkeleti égbolton. — *Jupiter* előretartó mozgást végez a Vízöntő csillagképben. Az esti órákban nyugszik és a kora esti órákban még látható a délnyugati égbolton. — *Szaturnusz* hátráló mozgást végez az Ikrek csillagképben. Az egész éjszaka folyamán megfigyelhető. 6-án szembenállásban a Nappal. — *Uránusz* előretartó mozgást végez a Szűz csillagképben. Éjfélkor kel és a hajnali órákban figyelhető meg. — *Neptunusz* előretartó mozgást végez a Kígyótartó csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg.

Megfigyelhető jelenségek

Nap	Óra	
3	—	Quadrantidák meteorraj gyakorisági maximuma
6	07	Uránusz 4°-kal északra a Holdtól
9	02,0	Algol minimumban
9	04	Neptunusz 1°-kal északra a Holdtól
10	00	Mars 1°-kal északra a Holdtól
11	22,8	Algol minimumban
14	00	Merkur 6°-kal délre a Holdtól
14	03	Vénusz 6°-kal délre a Holdtól
14	19,6	Algol minimumban

17	07	Jupiter 7°-kal délre a Holdtól
24	—	Mira Ceti maximumban
26	04	Szaturnusz 3°-kal északra a Holdtól
29	03,7	Algol minimumban

Február

Bolygók

Merkur 20-ig hátráló, utána előretartó mozgást végez. A Bak csillagképben tartózkodik 7-től 18-ig a Vízöntő csillagképet érintve. A hó legelején még egy órával nyugszik a Nap után és még felkereshető az esti szürkületben a délnyugati égbolton. 8-án alsó együttállásban a Nappal. A hó második felében egy órával kel a Nap előtt és a hajnali szürkületben újra megfigyelhető a délkeleti égbolton. 2-án fázisa 0,14, fényessége +1,2 magnitúdó, mindkettő csökkenő; 27-én fázisa 0,43, fényessége +0,5 magnitúdó, mindkettő növekedő. — *Vénusz* előretartó mozgást végez 18-ig a Vízöntő, utána a Halak csillagképben. A hó elején egy és háromnegyed, a végén két és negyed órával nyugszik a Nap után. Mint alkonycsillag látható a kora esti délnyugati égbolton. 17-én fázisa 0,91, csökkenő, fényessége —3,4 magnitúdó, növekedő. — *Mars* előretartó mozgást végez a Nyilas csillagképben. Egy és kétharmad órával kel a Nap előtt és a hajnali szürkületben látható a délkeleti égbolton. — *Jupiter* előretartó mozgást végez 20-ig a Vízöntő, utána a Halak csillagképben. A hó elején három, a végén másfél órával nyugszik a Nap után. A hó elején a kora esti, a végén az esti szürkületben látható a délnyugati égbolton. — *Szaturnusz* hátráló mozgást végez az Ikrek csillagképben. A hó elején másfél, a végén két és fél órával nyugszik a Nap előtt és az egész éjszaka folyamán megfigyelhető. — *Uránusz* 6-ig előretartó, utána hátráló mozgást végez a Szűz csillagképben. Éjfél előtt kel és az éjszaka második felében figyelhető meg. — *Neptunusz* előretartó mozgást végez a Kígyótartó csillagképben. Éjfél után két órával kel és a hajnali szürkület előtt újra megkereshető a délkeleti égbolton.

Megfigyelhető jelenségek

Nap	Óra	
1	00,5	Algol minimumban
2	13	Uránusz 4°-kal északra a Holdtól
3	21,3	Algol minimumban
5	11	Neptunusz 1°-kal északra a Holdtól
6	18,1	Algol minimumban
8	00	Mars 4°-kal délre a Holdtól
13	16	Vénusz 7°-kal délre a Holdtól

14	01	Jupiter 6°-kal délre a Holdtól
17	20	Vénusz 0,2°-kal délre a Jupitertől
21	02,2	Algol minimumban
22	12	Szaturnusz 3°-kal északra a Holdtól
23	23,0	Algol minimumban
26	19,8	Algol minimumban

Március

Bolygók

Merkur előretartó mozgást végez 14-ig a Bak, utána a Vízöntő csillagképben. A hó elején egy, a közepén fél órával kel a Nap előtt. A hó első felében még megfigyelhető napkelte előtt a délkeleti égbolton. 6-án legnagyobb nyugati kitérésben, 27° távolságra a Naptól. 4-én fázisa 0,53, fényessége +0,4, mindkettő növekedő. — *Vénusz* előretartó mozgást végez 18-ig a Halak, utána a Kos csillagképben. A hó elején két és fél, a végén három órával nyugszik a Nap után. Mint alkonycsillag látható a nyugati égbolton, a kora esti órákban. 14-én fázisa 0,86, csökkenő, fényessége —3,4 magnitúdó, növekedő. — *Mars* előretartó mozgást végez 2-ig a Nyilas, utána a Bak csillagképben. Másfél órával kel a Nap előtt és a hajnali szürkületben látható a délkeleti égbolton. — *Jupiter* előretartó mozgást végez a Halak csillagképben. A hó elején egy órával nyugszik a Nap után és az esti szürkületben még megfigyelhető a nyugati égbolton. 22-én együttállásban a Nappal. — *Szaturnusz* 14-ig hátráló, utána előretartó mozgást végez az Ikrek csillagképben. A hó közepén három órával nyugszik éjfél után és az éjszaka első felében figyelhető meg. — *Uránusz* hátráló mozgást végez a Szűz csillagképben. Az esti órákban kel és a késő esti óráktól kezdve figyelhető meg. — *Neptunusz* 14-ig előretartó, utána hátráló mozgást végez a Kígyótartó csillagképben. Éjfélkor kel és a hajnali órákban figyelhető meg a délkeleti égbolton.

Megfigyelhető jelenségek

Nap	Óra	
1	21	Uránusz 3°-kal északra a Holdtól
4	18	Neptunusz 0,9°-kal északra a Holdtól
9	04	Mars 6°-kal délre a Holdtól
10	18	Merkur 6°-kal délre a Holdtól
13	03,9	Algol minimumban
15	22	Vénusz 3°-kal délre a Holdtól
16	00,7	Algol minimumban
21	19	Szaturnusz 3°-kal északra a Holdtól

25	—	Hydridák meteorraj (március 21-től április 4-ig) gyakorisági maximuma
28	16	Spica 1°-kal északra a Holdtól
29	06	Plutó szembenállásban a Nappal. 1950,0 epochára vonatkoztatott csillagtérképen rektaszcenziója $12^h57^m,5$, deklinációja +12°37′. Fényessége +14 magnitúdó.
29	06	Neptunusz 3°-kal északra a Holdtól

Április

Bolygók

Merkur előretartó mozgást végez 3-ig a Vízöntő, 3-tól 7-ig a Halak, 7-től 10-ig a Cet, 10-től 19-ig újból a Halak és utána a Kos csillagképben. A hó utolsó napjaiban egy órával nyugszik a Nap után és a délnyugati égbolton figyelhető meg napnyugta után. 18-án felső együttállásban a Nappal. 28-án fázisa 0,90, fényessége —1,3 magnitúdó, mindkettő csökkenő. — *Vénusz* előretartó mozgást végez 9-ig a Kos, utána a Bika csillagképben. Három és fél órával nyugszik a Nap után. Mint alkonycsillag látható az esti órákban a nyugati égbolton. 13-án fázisa 0,78, csökkenő, fényessége —3,5 magnitúdó, növekedő. — *Mars* előretartó mozgást végez 7-ig a Bak, utána a Vízöntő csillagképben. Másfél órával kel a Nap előtt és a hajnali szürkületben látható a délkeleti égbolton. — *Jupiter* előretartó mozgást végez a Halak csillagképben. A hó végén egy órával kel a Nap előtt és újra megkereshető a hajnali szürkületben a keleti égbolton. — *Szaturnusz* előretartó mozgást végez az Ikrek csillagképben. Éjfél után nyugszik és az éjszaka első felében figyelhető meg. *Uránusz* hátráló mozgást végez a Szűz csillagképben. Napnyugtakor kel és az egész éjszaka folyamán megfigyelhető. 21-én szembenállásban a Nappal. — *Neptunusz* hátráló mozgást végez a Kígyótartó csillagképben. Éjfél előtt kel és az éjszaka második felében figyelhető meg a délkeleti égbolton.

Megfigyelhető jelenségek

Nap	Óra	
1	02	Neptunusz 0,7°-kal északra a Holdtól
3	—	Virginidák meteorraj (április 9-től 19-ig) gyakorisági maximuma
5	02,4	Algol minimumban
7	09	Mars 7°-kal délre a Holdtól
9	—	χ Cygni maximumban
10	15	Jupiter 6°-kal délre a Holdtól
13	16,9	Algol minimumban

18	03	Szaturnusz 3°-kal északra a Holdtól
21	—	Lyridák meteorraj (április 19-től 29-ig) gyakorisági maximuma
22	22	Vénusz 7°-kal északra az Aldebarántól
25	03	Spica 1°-kal északra a Holdtól
25	04,1	Algol minimumban
25	15	Uránusz 3°-kal északra a Holdtól
29	11	Neptunusz 0,7°-kal északra a Holdtól

Május

Bolygók

Merkur 29-ig előretartó, utána hátráló mozgást végez. 1-én a Kos, 2-tól a Bika csillagképben tartózkodik. A hó elején és végén egy, a közepén két órával nyugszik a Nap után. Az év folyamán e hónapban kerül megfigyelésére legkedvezőbb helyzetbe. Az esti szürkületben látható a nyugati égbolton. 12-én a τ Tauritól északra figyelhető meg. 17-én legnagyobb keleti kitérésben 22° távolságra a Naptól. 13-án fázisa 0,47, fényessége +0,2 magnitúdó, mindkettő csökkenő. — *Vénusz* előretartó mozgást végez 9-ig a Bika, utána az Ikrek csillagképben. Három és fél órával nyugszik a Nap után. Mint alkonycsillag látható az esti órákban a nyugati égbolton. 18-án fázisa 0,65, csökkenő, fényessége —3,7 magnitúdó, növekedő. — *Mars* előretartó mozgást végez 14-ig a Vízöntő, utána a Halak csillagképben. A hó elején egy és háromnegyed, a végén két és negyed órával kel a Nap előtt és a hajnali szürkületben látható a keleti égbolton. — *Jupiter* előretartó mozgást végez a Halak csillagképben. A hó elején egy, a végén három és fél órával kel a Nap előtt. A hó elején a hajnali szürkületben, a végén már a hajnali órákban látható a keleti égbolton. — *Szaturnusz* előretartó mozgást végez az Ikrek csillagképben. Éjfél előtt nyugszik és az esti órákban figyelhető meg a nyugati égbolton. — *Uránusz* hátráló mozgást végez a Szűz csillagképben. Napkelte előtt nyugszik és az egész éjszaka folyamán megfigyelhető. — *Neptunusz* hátráló mozgást végez a Kígyótartó csillagképben. Az esti órákban kel és a késő esti óráktól kezdve már megfigyelhető.

Megfigyelhető jelenségek

Nap	Óra	
4	—	Aquaridák meteorraj (április 21-től május 12-ig) gyakorisági maximuma
6	14	Mars 7°-kal délre a Holdtól
8	11	Jupiter 5°-kal délre a Holdtól

11	07	Merkur 8°-kal északra az Aldebarantól
11	—	Részleges napfogyatkozás. Észak-Afrikából, Európából, Ázsia északi részeiről és az északi sarkvidék környékéről látható. Magyarországi adatait l. az. 1, 1/a, 2. ábrákon és az 1. táblázatban.
13	02	Merkur 4°-kal északra a Holdtól
14	19	Vénusz 6°-kal északra a Holdtól
15	13	Szaturnusz 4°-kal északra a Holdtól
22	11	Spica 1°-kal északra a Holdtól
22	22	Uránusz 3°-kal északra a Holdtól
24	02	Vénusz 3°-kal északra a Szaturnusztól
25	07	Teljes holdfogyatkozás. Tőlünk nem látható.
25	20	Neptunusz 0,7°-kal északra a Holdtól
26	17,1	Algol minimumban
31	09	Vénusz 4°-kal délre a Polluxtól

1. táblázat. Az 1975 május 11-i részleges napfogyatkozás magyarországi adatai

Állomáshely	Az első kontaktus		A legnagyobb fázis		Az utolsó kontaktus	
	időpontja	pozíció-szöge	időpontja	nagysága	időpontja	pozíció-szöge
Sopron[1]	6ó 21,7p	291°,2	7ó 14,0p	0,380	8ó 10,3p	34°,4
Szombathely[2]	6 21,2	291,6	7 13,1	0,373	8 9,0	33,8
Nagycenk[3]	6 21,7	291,3	7 13,9	0,378	8 10,2	34,2
Tihany[4]	6 21,5	292,6	7 12,8	0,357	8 8,3	32,5
Baja[5]	6 21,3	294,0	7 11,8	0,337	8 6,3	30,8
Budapest[6]	6 22,6	292,6	7 14,4	0,358	8 10,4	32,6
Piszkéstető[7]	6 23,6	292,6	7 15,7	0,357	8 11,9	32,5
Miskolc[8]	6 24,2	292,9	7 16,4	0,353	8 12,7	32,2
Gyula[9]	6 23,1	294,8	7 13,7	0,325	8 8,3	29,9
Debrecen[10]	6 24,2	294,0	7 15,7	0,337	8 11,3	30,9

A pozíciószög a napkorong É-i pontjától K—D—Ny irányban számítandó. A fogyatkozás nagysága napátmérőben értendő

[1] MTA Geodéziai és Geofizikai Kutató Intézet. [2] Szputnyikmegfigyelő Állomás. [3] Az MTA Geodéziai és Geofizikai Kutató Intézet obszervatóriuma. [4] A Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet földmágneses obszervatóriuma. [5] Az MTA Csillagvizsgáló Intézetének Obszervatóriuma [6] MTA Csillagvizsgáló Intézet, Szabadsághegy. [7] MTA Csillagvizsgáló Intézet obszervatóriuma. [8] Szputnyikmegfigyelő Állomás. [9] MTA Napfizikai Obszervatórium megfigyelő állomása. [10] MTA Napfizikai Obszervatórium

A fogyatkozás adatai Magyarország más pontjaira a mellékelt térképekről olvashatók le.

1. ábra.

1/a. ábra.

2. ábra.

Június

Bolygók

Merkur 22-ig hátráló, utána előretartó mozgást végez a Bika csillagképben. A hó legelején egy órával nyugszik a Nap után és az esti szürkületben még megfigyelhető napnyugta után a nyugati égbolton. A hó utolsó napjaiban egy órával kel a Nap előtt és újra megfigyelhető napkelte előtt a keleti égbolton. 10-én alsó együttállásban a Nappal. 2-án fázisa 0,06, fényessége +2,3 magnitúdó, mindkettő csökkenő; 27-én fázisa 0,20, fényessége +1,3 magnitúdó, mindkettő növekedő. — *Vénusz* előretartó mozgást végez 3-ig az Ikrek, 3-tól 23-ig a Rák, utána az Oroszlán csillagképben. A hó elején három és egynegyed, a végén két és egynegyed órával nyugszik a Nap után. Mint alkonycsillag látható a koraesti órákban a nyugati égbolton. 18-án legnagyobb keleti kitérésben 45° távolságra a Naptól. 17-én fázisa 0,50, csökkenő, fényessége —3,9 magnitúdó, növekedő. — *Mars* előretartó mozgást végez a Halak csillagképben. A hó elején másfél órával, a végén fél órával kel éjfél után. A hajnali órákban látható a keleti égbolton. — *Jupiter* előretartó mozgást végez a Halak csillagképben. A hó elején másfél órával éjfél előtt, a végén éjfélkor kel. A hajnali órákban figyelhető meg a keleti égbolton. — *Szaturnusz* előretartó mozgást végez az Ikrek csillagképben. A hó elején két és fél órával, a végén

már csak fél órával nyugszik a Nap után. A hó első felében az esti szürkületben még megfigyelhető a nyugati égbolton. — *Uránusz* hátráló mozgást végez a Szűz csillagképben. Éjfél után nyugszik és az éjszaka első felében figyelhető meg. — *Neptunusz* hátráló mozgást végez a Kígyótartó csillagképben. Az egész éjszaka folyamán megfigyelhető. 1-én szembenállásban a Nappal.

Megfigyelhető jelenségek

Nap	Óra	
4	17	Mars 6°-kal délre a Holdtól
5	06	Jupiter 5°-kal délre a Holdtól
12	01	Szaturnusz 4°-kal északra a Holdtól
13	11	Vénusz 7°-kal északra a Holdtól
14	—	Scorpius-Sagittaridák meteorraj (április 20-tól július 30-ig) gyakorisági maximuma
15	18,8	Algol minimumban
16	07	Mars 0,5°-kal délre a Jupitertől
18	18	Spica 1°-kal északra a Holdtól
19	04	Uránusz 3°-kal északra a Holdtól
22	02	Neptunusz 0,8°-kal északra a Holdtól

Július

Merkur előretartó mozgást végez 12-ig a Bika, 12-től 26-ig az Ikrek, utána a Rák csillagképben. A hó első kétharmadában egy órával kel a Nap előtt és a hajnali szürkületben látható a keleti égbolton. 4-én legnagyobb nyugati kitérésben 22° távolságra a Naptól. 12-én fázisa 0,57, fényessége —0,1 magnitúdó, mindkettő növekedő.—*Vénusz* előretartó mozgást végez 23-ig azOroszlán, utána a Szextáns csillagképben. A hó elején két, a végén egy órával nyugszik a Nap után. Kora este mint alkonycsillag látható a nyugati égbolton. Legnagyobb fényességét (—4,2 magnitúdó) 22-én éri el. Ugyanekkor fázisa 0,27, csökkenő. — *Mars* előretartó mozgást végez 4-ig a Halak, utána a Kos csillagképben. A hó elején éjfélkor, a végén egy órával éjfél előtt kel. A hajnali órákban látható a keleti égbolton. — *Jupiter* előretartó mozgást végez a Halak csillagképben. Éjfél előtt kel és az éjszaka második felében figyelhető meg. — *Szaturnusz* előretartó mozgást végez az Ikrek csillagképben. E hó folyamán a Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. 7-én együttállásban a Nappal. — *Uránusz* 7-ig hátráló, utána előretartó mozgást végez a Szűz csillagképben. Az esti órákban nyugszik és a hó első felében a kora esti órákban még megfigyelhető. — *Neptunusz* hátráló mozgást végez a Kígyótartó csillagképben. Éjfél után nyugszik és az éjszaka első felében figyelhető meg a délnyugati égbolton.

Megfigyelhető jelenségek

Nap	Óra	
1	08	Pallas 1°-kal északra a Holdtól
2	22	Jupiter 5°-kal délre a Holdtól
2	23,7	Algol minimumban
3	17	Mars 4°-kal délre a Holdtól. Ez alkalommal tőlünk is látható amint a Hold a Merkurt az együttállás XX alkalmával elfedi. Ámbár a jelenség nappalra esik, már kisebb távcsővel is megfigyelhető. A jelenség magyarországi adatai: belépés a Holdkorong mögé 14,4 ó-kor 45° pozíciószögnél (É-K-D-Ny irányban számítva), kilépés a Holdkorong mögül 15.0 ó-kor 336 pozíciószögnél.
5	20,5	Algol minimumban
7	14	Merkur 0,5°-kal délre a Holdtól
9	00	Vénusz 0,4°-kal délre a Regulustól
12	10	Vénusz 5°-kal északra a Holdtól
15	22	Spica 1°-kal északra a Holdtól
16	09	Uránusz 3°-kal északra a Holdtól
19	08	Neptunusz 0,7°-kal északra a Holdtól
23	01,4	Algol minimumban
25	22,3	Algol minimumban
27	18	Szaturnusz 7°-kal délre a Polluxtól
28	19,1	Algol minimumban
30	11	Jupiter 4°-kal délre a Holdtól

Augusztus

Bolygók

Merkur előretartó mozgást végez 5-ig a Rák, 5-től 26-ig az Oroszlán, utána a Szűz csillagképben. E hó folyamán nem kerül megfigyelésre kedvező helyzetbe. A hó végén háromnegyed órával nyugszik a Nap után és megkeresése a napnyugta utáni nyugati égbolton kísérelhető meg. 1-én felső együttállásban a Nappal. 26-án fázisa 0,80, fényessége —0,1 magnitúdó, mindkettő csökkenő. — *Vénusz* 3-ig előretartó, utána hátráló mozgást végez a Szextáns csillagképben. A hó elején háromnegyed órával nyugszik a Nap után és napnyugta után a nyugati égbolton még megkereshető. 27-én alsó együttállásban a Nappal. 3-án fázisa 0,16, fényessége —4,1 magnitúdó, mindkettő csökkenő. — *Mars* előretartó mozgást végez 3-ig a Kos, utána a Bika csillagképben. A késő esti órákban kel és az éjszaka második felében látható a keleti égbolton. — *Jupiter* 15-ig előretartó, utána hátráló mozgást végez a Halak csillagképben. Az

esti órákban kel és a késő esti óráktól már megfigyelhető — *Szaturnusz* előretartó mozgást végez 26-ig az Ikrek, utána a Rák csillagképben. A Nappal való szembenállása után újból látható a hajnali keleti égbolton. A hó elején még csak másfél órával, a végén már három és fél órával kel a Nap előtt. — *Uránusz* előretartó mozgást végez a Szűz csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. — *Neptunusz* 21-ig hátráló, utána előretartó mozgást végez a Kígyótartó csillagképben. Éjfél előtt nyugszik és a hó első felében a kora esti órákban még megfigyelhető a délnyugati égbolton.

Megfigyelhető jelenségek

Nap	Óra	
1	14	Mars 2°-kal délre a Holdtól
3	—	Aquaridák meteorraj (július 15-től augusztus 25-ig) gyakorisági maximuma
6	07	Szaturnusz 4°-kal északra a Holdtól
9	08	Vénusz 0,7°-kal délre a Holdtól
11	—	Perseidák meteorraj (július 25-től augusztus 25-ig) gyakorisági maximuma
11	19	Merkur 1,2°-kal északra a Regulustól
12	03,1	Algol minimumban
12	05	Spica 0,7°-kal északra a Holdtól
12	15	Uránusz 3°-kal északra a Holdtól
15	00,0	Algol minimumban
15	13	Neptunusz 0,5°-kal északra a Holdtól
15	23	Merkur 9°-kal északra a Vénusztól
17	20,8	Algol minimumban
18	—	Cepheidák meteorraj gyakorisági maximuma
20	—	Cygnidák meteorraj (augusztus 18-tól 22-ig) gyakorisági maximuma
20	17,6	Algol minimumban
26	18	Jupiter 4°-kal délre a Holdtól
30	06	Mars 0,1°-kal északra a Holdtól

Szeptember

Bolygók

Merkur 26-ig előretartó, utána hátráló mozgást végez a Szűz csillagképben. Az előző hónaphoz hasonlóan nem kerül megfigyelésre kedvező helyzetbe. A hó elején háromnegyed órával nyugszik a Nap után. Megkeresése napnyugta után kísérelhető meg a délnyugati égbolton. 13-án legnagyobb keleti kitérés-

ben 27° távolságra a Naptól. 5-én fázisa 0,69, fényessége +0,2 magnitúdó, mindkettő csökkenő. — *Vénusz* 16-ig hátráló, utána előretartó mozgást végez. 16-ig a Szextáns, utána az Oroszlán csillagképben tartózkodik. A hó elején egy, a végén már három órával kel a Nap előtt. Mint hajnalcsillag látható — a hó elején a hajnali szürkületben, a végén már a hajnali órákban is — a keleti égbolton. 20-án fázisa 0,16, fényessége —4,2 magnitúdó, mindkettő növekedő.— *Mars* előretartó mozgást végez a Bika csillagképben. Az esti órákban kel és a későesti óráktól kezdve megfigyelhető. — *Jupiter* hátráló mozgást végez a Halak csillagképben. A kora esti órákban kel és az egész éjszaka folyamán megfigyelhető. — *Szaturnusz* előretartó mozgást végez a Rák csillagképben. Éjfélkor kel és a hajnali órákban látható a keleti égbolton. — *Uránusz* előretartó mozgást végez a Szűz csillagképben: A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. — *Neptunusz* előretartó mozgást végez a Kígyótartó csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg.

Megfigyelhető jelenségek

Nap	Óra	
1	01	Mars 4°-kal északra az Aldebarántól
2	23	Szaturnusz 5°-kal északra a Holdtól
4	01,7	Algol minimumban
6	22,5	Algol minimumban
8	13	Spica 0,5°-kal északra a Holdtól
9	01	Uránusz 3°-kal északra a Holdtól
9	19,3	Algol minimumban
11	19	Uránusz 0,2°-kal északra a Holdtól
12	—	Piscidák meteorraj (augusztus 16-tól október 8-ig) gyakorisági maximuma
18	11	Vesta szembenállásban a Nappal. 1950,0 epochára vonatkoztatott csillagtérképen rektaszcenziója 23^h $58^m,5$, deklinációja —12°50′. Fényessége +6,8 magnitúdó.
20	—	Orionidák meteorraj (október 18-tól 20-ig) gyakorisági maximuma
21	01	Pallas szembenállásban a Nappal. 1950,0 epochára vonatkoztatott csillagtérképen rektaszcenziója 23^h $56^m,0$, deklinációja —5°13′. Fényessége +9,0 magnitúdó
22	20	Jupiter 4°-kal délre a Holdtól
24	03,4	Algol minimumban
24	20	Merkur 1,8°-kal délre a Spicától
27	00,2	Algol minimumban
27	15	Mars 2°-kal északra a Holdtól

Nap	Óra	
29	02	Merkur 1,8°-kal délre a Spicától
29	21,0	Algol minimumban
30	13	Szaturnusz 5°-kal északra a Holdtól

Október

Bolygók

Merkur 17-ig hátráló, utána előretartó mozgást végez a Szűz csillagképben. A hó közepén egy, a végén másfél órával kel a Nap előtt. A hó második felében figyelhető meg a hajnali szürkületben a délkeleti égbolton. 9-én alsó együttállásban a Nappal. 25-én legnagyobb nyugati kitérésben 18° távolságra a Naptól. 25-én fázisa 0,56, fényessége —0,3 magnitúdó, mindkettő növekedő. — *Vénusz* előretartó mozgást végez az Oroszlán csillagképben. A hó elején három és fél, a végén négy órával kel a Nap előtt. A hajnali órákban látható mint hajnalcsillag a délkeleti égbolton. Legnagyobb fényességét (—4,3 magnitúdó) 3-án éri el, fázisa ugyanakkor 0,27, növekedő. — *Mars* előretartó mozgást végez 16-ig a Bika, utána az Ikrek csillagképben. A kora esti órákban kel és az egész éjszaka folyamán megfigyelhető. — *Jupiter* hátráló mozgást végez a Halak csillagképben. Az egész éjszaka folyamán megfigyelhető. 13-án szembenállásban a Nappal. — *Szaturnusz* előretartó mozgást végez a Rák csillagképben. Éjfél előtt kel és az éjszaka második felében figyelhető meg. — *Uránusz* előretartó mozgást végez a Szűz csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. 26-án együttállásban a Nappal. — *Neptunusz* előretartó mozgást végez a Kígyótartó csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg.

Megfigyelhető jelenségek

Nap	Óra	
2	10	Vénusz 1°-kal északra a Holdtól
2	17,8	Algol minimumban
6	01	Vénusz 4°-kal délre a Regulustól
6	14	Uránusz 2°-kal északra a Holdtól
9	04	Neptunusz 0,04°-kal délre a Holdtól
17	01,9	Algol minimumban
19	19	Jupiter 5°-kal délre a Holdtól
19	22,7	Algol minimumban
20	—	Orionidák meteorraj (október 18-tól 20-ig) gyakorisági maximuma
22	19,5	Algol minimumban

Nap	Óra	
25	13	Mars 4°-kal északra a Holdtól
27	23	Szaturnusz 5°-kal északra a Holdtól
31	09	Vénusz 5°-kal északra a Holdtól

November

Bolygók

Merkur előretartó mozgást végez, 10-ig a Szűz, 10-től 25-ig a Mérleg, 25-től 29-ig a Skorpió, utána a Kígyótartó csillagképben. A hó első harmadában egy órával kel a Nap előtt és a délkeleti égbolton figyelhető meg a hajnali szürkületben. 28-án felső együttállásban a Nappal. 4-én fázisa 0,86, fényessége —0,8 magnitúdó, mindkettő növekvő. — *Vénusz* előretartó mozgást végez 2-ig az Oroszlán, utána a Szűz csillagképben. A hó folyamán négy órával kel a Nap előtt és mint hajnalcsillag látható a hajnali órákban a délkeleti égbolton. 14-én fázisa 0,54, növekedő, fényessége —4,0 magnitúdó, csökkenő. — *Mars* 6-ig előretartó, utána hátráló mozgást végez. 28-ig az Ikrek, utána a Bika csillagképben tartózkodik. Napnyugta után kel és az egész éjszaka folyamán megfigyelhető. Decemberi szembenállásához közeledve, átmérője a hó eleji 13″,8-ről, a hó végére 16″,3-re nő, így felületének megfigyelése is megkísérelhető. — *Jupiter* hátráló mozgást végez a Halak csillagképben. A hajnali órákban nyugszik és az egész éjszaka folyamán megfigyelhető. — *Szaturnusz* 15-ig előretartó, utána hátráló mozgást végez a Rák csillagképben. Az esti órákban kel és a késő esti óráktól kezdve már megfigyelhető. — *Uránusz* előretartó mozgást végez a Szűz csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. — *Neptunusz* előretartó mozgást végez a Kígyótartó csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg.

Megfigyelhető jelenségek

Nap	Óra	
1	04	Merkur 4°-kal délre a Spicatól
2	11	Spica 0,4°-kal északra a Holdtól
2	14	Részleges napfogyatkozás, tőlünk nem látható. A fogyatkozás Dél-Amerika déli részéről, Antarktiszról (a Davis-tenger partvidékét kivéve) és az ezeket környező óceáni vidékekről látható
5	16	Neptunusz 0,2°-kal délre a Holdtól
6	03,6	Algol minimumban
8	10	Merkur 1,1°-kal északra az Uránusztól
9	00,4	Algol minimumban

Nap	Óra	
11	21,3	Algol minimumban
13	—	Tauridák meteorraj (szeptember 18-tól december 15-ig) gyakorisági maximuma
14	18,1	Algol minimumban
15	20	Jupiter 5°-kal délre a Holdtól
16	—	Leonidák meteorraj (november 14-től 20-ig) gyakorisági maximuma
18—19	—	Teljes holdfogyatkozás, tőlünk is látható. Belépés a félárnyékba 18-án 20 ó 25,5 p-kor; belépés a teljes árnyékba 18-án 21 ó 38,6 p-kor; teljes fogyatkozás kezdete 18-án 23 ó 2,4 p-kor; fogyatkozás közepe 18-án 23 ó 23,4 p-kor; teljes fogyatkozás vége 18-án 23 ó 44,1 p-kor; kilépés a teljes árnyékból 19-én 1 ó 8,2 p-kor; kilépés a félárnyékból 19-én 2 ó 21,1 p-kor. A fogyatkozás nagysága holdátmérőben kifejezve 1,07.
21	18	Mars 5°-kal északra a Holdtól
24	05	Szaturnusz 5°-kal északra a Holdtól
29	02,2	Algol minimumban
29	20	Spica 0,4°-kal északra a Holdtól
29	20	Vénusz 5°-kal északra a Holdtól
29	21	Vénusz 5°-kal északra a Spicatól
30	16	Uránusz 2°-kal északra a Holdtól

December

Bolygók

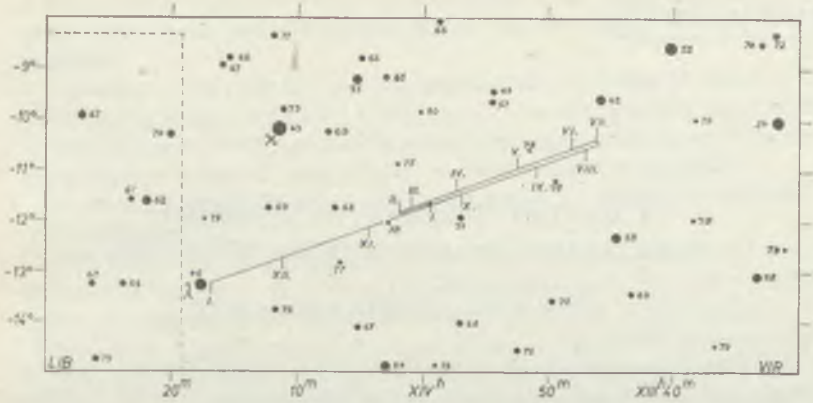
Merkur előretartó mozgást végez 11-ig a Kígyótartó, utána a Nyilas csillagképben. A hó utolsó napjaiban egy órával nyugszik a Nap után és napnyugta után figyelhető meg a délnyugati égbolton. 29-én fázisa 0,84, fényessége —0,6 magnitúdó, mindkettő csökkenő. — *Vénusz* előretartó mozgást végez 12-ig a Szűz, utána az Oroszlán csillagképben. A hó elején négy, a végén három és fél órával kel a Nap előtt. Mint hajnalcsillag látható a délkeleti égbolton a hajnali órákban. 14-én fázisa 0,67, növekedő, fényessége —3,7 magnitúdó, csökkenő. — *Mars* hátráló mozgást végez a Bika csillagképben. Az egész éjszaka folyamán megfigyelhető. 15-én szembenállásban a Nappal. Ez évi oppozíciója folyamán nem kerül olyan közel Földünkhöz, mint 71-ben és 73-ban, de északi deklinációja kedvez megfigyelésének. Átmérője a hó elején 16″41, a végén 15″11. 9-én kerül földközelbe. Ekkor átmérője 16″55, távolsága 84,6 millió km. — *Jupiter* 10-ig hátráló, utána előretartó mozgást végez a Ha-

lak csillagképében. A hó elején két, a végén fél órával nyugszik éjfél után. Az éjszaka első felében figyelhető meg. — *Szaturnusz* hátráló mozgást végez a Rák csillagképben. A kora esti órákban kel és az egész éjszaka folyamán megfigyelhető. — *Uránusz* előretartó mozgást végez a Szűz csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. — *Neptunusz* előretartó mozgást végez a Kígyótartó csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. 4-én együttállásban a Nappal.

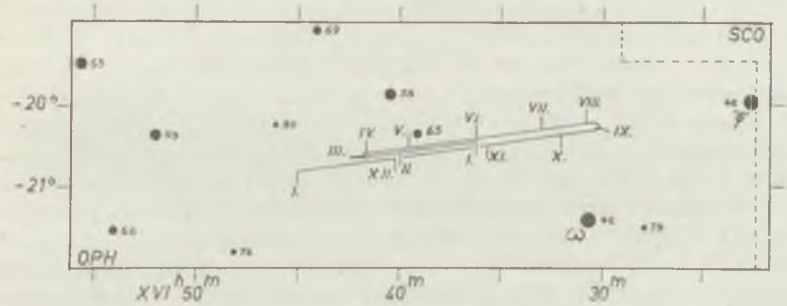
Megfigyelhető jelenségek

Nap	Óra	
1	07	Ceres szembenállásban a Nappal. 1950,0 epochára vonatkoztatott csillagtérképen rektaszcenziója $4^h\ 27^m,8$, deklinációja +18° 12′. Fényessége +7,4 magnitúdó.
1	23,0	Algol minimumban
4	19,8	Algol minimumban
11	06	Vénusz 2°-kal északra az Uránusztól
13	—	Geminidák meteorraj (december 7-től 15-ig) gyakorisági maximuma
13	02	Jupiter 5°-kal délre a Holdtól
18	08	Mars 5°-kal északra a Holdtól
19	03,9	Algol minimumban
21	09	Szaturnusz 5°-kal északra a Holdtól
22	—	Mira Ceti maximumban
22	00,7	Algol minimumban
24	21,5	Algol minimumban
27	03	Spica 0,3°-kal északra a Holdtól
27	18,3	Algol minimumban
28	01	Uránusz 2°-kal északra a Holdtól
29	11	Vénusz 2°-kal északra a Holdtól
30	14	Neptunusz 0,4°-kal délre a Holdtól

G. I.



3. ábra. Az Uránusz látszó útja a Szűz csillagképben 1975. január 1-től 1976. január elsejéig. Az Uránusz a Nappal való szembenállás idején (április 21) 5,7 magnitúdó fényességű. A csillagok melletti számok ezek fényességét jelzik tizedmagnitúdókban.



4. ábra. A Neptunusz látszó útja a Kígyótartó csillagképben 1975. január 1-től 1976. január 1-ig. A Neptunusz fényessége a Nappal való szembenállása idején (június 1), 7 7 magnitúdó. A csillagok melletti számok ezek fényességét jelzik tizedmagnitúdókban.

DETRE LÁSZLÓ

A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA CSILLAGVIZSGÁLÓ INTÉZETÉNEK MŰKÖDÉSE

(1973. április 1-től 1974. március 15-ig)

Az 1974 őszén leszállításra kerülő Zeiss-féle 1 méteres Ritchey—Chrétien-rendszerű teleszkóphoz szükséges kupola építését az Egri Tanácsi Építőipari Vállalat 1973 augusztusában kezdte meg és rövid téli szünet után 1974 februárban nagy ütemben folytatta, úgyhogy a beszámolási időszak végére a létesítménynek körülbelül a fele készült el. Az Országos Bányagépgyártó Vállalat 1973 októberében leszállította a kupola forgó részét és a síneket. Így minden remény megvan arra, hogy az épület a távcső érkezésekor készen lesz.

A kubai Akadémia Havannai Csillagvizsgáló Intézete számára leszállítottuk a műhelyünkben felújított 7″-es refraktort a rászerelhető 6″-es (1: 16) Zeiss-asztrográffal és egy 10″-es (1: 10) Newton-reflektorral együtt. A kombinált műszer kiindulási alapját képezheti a közös kubai—magyar déli állomásnak.

Az Intézet műhelye végezte a Piszkéstetőn levő műszerek rendszeres tavaszi és őszi megelőző karbantartását. Nagyobb javítást a Schmidt-teleszkóp deklinációs közlőművén végezték. A téli időszak beálltával szükségessé vált az 50 cm-es teleszkóp óraművezető egységeit a kupolatérből az alsó — megfigyelések idejére fűthető — helyiségekbe áttelepíteni. Az üzemzavarok legnagyobb része az 50 cm-es teleszkóp kupolaterében elhelyezett EMG voltmérőknél jelentkezett, ezért ezek helyi temperálása vált szükségessé. A karbantartási munkák a munkaidőnek mintegy 30%-át kötötték le. A szabadsághegyi 60 cm-es reflektor karbantartását Elter műszaki tanácsadó látta el.

A műszaki fejlesztési csoport az 50 cm-es teleszkóphoz megépített egy kétcsatornás integráló rendszerű polarimétert. Az első megfigyelések a télen indultak meg teljes sikerrel. Kialakították a piszkéstetői központi órarendszer és számítógépes mérőadatgyűjtőrendszer tervét. Kísérleti munkák folytak a központi órarendszer áramkörein. A hálózaton keresztül terjedő tranziensek vizsgálata arra az eredményre vezetett, hogy a számítógépet, az órarendszert és a VILATI által a Zeiss-cég megbízásából az 1 méteres teleszkóp mozgatásához készülő vezérlőrendszert a hálózatról le kell választani. A szükséges tirisztoros szabályozású motorgenerátort megrendeltük az EVIG-nél és a hálózat, valamint a hozzátartozó műszerföld megtervezéséről külső szakértőkkel tárgyaltunk. Műszakilag átvettük és üzembeállítottuk a laboratóriumban

a KFKI által leszállított TPA/i kisszámítógépet. A DATA-LOOP cégtől vásárolt Miniloggert csak februárban tudtuk üzembe állítani a hiányos szállítás miatt.

November—december hónapokban megkezdtük 3 db integráló rendszerű fotométer építését, egyet az ELTE Csillagászati Tanszéke számára, egyet tartalék berendezésként az 50 cm-es teleszkóphoz, egyet pedig a létesítendő fotometriai laboratórium számára multiplierek paramétereinek vizsgálatához.

A fejlesztési munkákhoz az alábbi műszereket és eszközöket szereztük be 1973 folyamán:

2 db EMG 1362 típusú digitális voltmérőt az 50 cm-es távcső fotométeréhez és polariméteréhez; 1 db EMG 1153 impulzusgenerátort és 2 db EMG 9162 kettős tápegységet fejlesztési munkákhoz; 1 db TPA/i kisszámítógépet; 1 db MBM Mini Loggert az 50 cm-es távcsőhöz, a fotométer adatkijelzéséhez; 1 db Rohde—Schwarz kvarcórát a központi óra vezérléséhez, 1 db UR—10 és 1 db UR—3 ultratermosztátot helyi temperáláshoz; 3 db EMI 9558 QB elektronsokszorozó csövet a fotométerekhez; 2 db ellenálláshőmérőt és 1 db mérőhidat.

Az Intézet személyzete a beszámolási időszak végén a következő volt:

Igazgató: dr. Detre László, c. egy. tanár, akadémiai r. tag.

Igazgatóhelyettes: dr. Szeidl Béla, a fiz. tud. kandidátusa.

Titkárság: Vargha Domokosné könyvtáros, Farádi Andrea és Harsányi Klára (félállásban) titkárnők, Elter János műszaki szakértő (mint nyugdíjas, harmadállásban), Kassai Sándor nyomdai üzemvezető (harmadállásban).

Változócsillagosztály: Osztályvezető dr. Szeidl Béla, a fiz. tud. kandidátusa. Kutatók: Barlai Katalin tud. munkatárs (1973 nagy részében szülési szabadságon), Kanyó Sándor tud. főmunkatárs, Szabados László és Patkós László tud. segédmunkatársak. Kutatási segéderők: Benyovszky Móric és Motajcsek László 1973 október 1-től, Gál Ilona 1973 november 1-től (harmadállásban), Oláh Katalin, Pap Judit 1973 március 1-től július 31-ig (félállásban), Papp László 1973 szeptember 1-től október 31-ig, Vargha Gergely 1973 március 1-től július 31-ig (félállásban).

Stellárstatisztikai osztály: Osztályvezető dr. Balázs Béla, a fiz. tud. kandidátusa, tanszékvezető egyetemi docens (félállásban). Tudományos munkatársak: Balázs Lajos és Jankovics István (jelenleg Bjurakanban aspiráns). Tudományos segédmunkatárs: Kun Mária. Tudományos ügyintéző: Lovas Miklós. Külső tud. munkatárs: Széchényi Gábor egy. tanársegéd. Kutatási segéderők: Kálmánné Udvardy Ilona és Litvay Zsuzsanna.

Égi mechanika és alkalmazásai osztály: Osztályvezető: Ill Márton, a fiz. tud. kandidátusa (a bajai állomáson). Kutatók: Érdi Bálint egy. tanársegéd és

dr. Veres Ferenc (Miskolc) külső munkatársak, Horváth András a fiz. tud. kandidátusa, tud. munkatárs, Halász Pál (Baja) ösztöndíjas gyakornok. Kutatási segéderők: Nagy Mária, Szabó Andrea, a bajai állomáson: Kápolnás Zsoltné, Paál Anikó, Prodán Mária.

Elméleti munkán dolgozók: dr. Csada Imre, a fiz. tud. doktora, dr. Barcza Szabolcs és Paál György tud. munkatársak.

Műszaki fejlesztési csoport. Csoportvezető: Virághalmy Géza fizikus. Technikusok: Wurm Pál, Rédei Alajos. Műszerészek: Kálmán Béla ifj., Kálmán Béla, Ravasz Pál. Műszaki kisegítők a bajai állomáson: T. Kiss Lajos és Tölgyesi Jakab (mint nyugdíjasok, részállásban).

Gazdasági részleg: Gazdasági vezető: Kiss Attila. Pénzügyi csoportvezető: Nyireő Andor. Gazdasági ügyintézők: Nádas Andorné, Tóth Endréné, Vánkos Gyuláné, Bagóczky Csanád (bajai állomáson, részállásban). Mint nyugdíjasok, harmadállásban: Szőnyi Jenő és Tibold Endre. Gépkocsivezetők: Küller Lajos, Szakács István, Szabad József (mátrai állomáson). Gondnok: Iváncsik Miklós szakmunkás I. Karbantartók: Iváncsik Miklósné betanított munkás I. (ellátja a meteorológiai szolgálatot is), Kalas Barnabásné (mint nyugdíjas, harmadállásban), Gubala Sándor, Jakubovics Zoltán, Stork Jenő (utóbbi három a mátrai állomáson). Kerti munkás: Debacher Pál.

Barcza Szabolcs 1972. október 1-től 1973. július 31-ig a Deutsher Akademischer Austauschdienst ösztöndíjasaként az NSZK-ban, a kieli egyetemen dolgozott Institut für theoretische Physik und Sternwarte munkahellyel. Balázs Lajos 1973. október 1-től a heidelbergi csillagdán dolgozik német ösztöndíjjal. Csada Imre dr. 1973. decembertől az irkutszki (SZU) Napfizikai Obszervatóriumban dolgozik mint Keldis-ösztöndíjas. Jankovics István folytatja örményországi aspirantúráját a bjurakani obszervatóriumban. Szabados László két hétig Moszkvában, négy hétig Bjurakanban volt tanulmányúton.

A Sydney-i (Ausztrália) IAU XV. General Assembly-n (1973 aug. 21—30) Detre és Szeidl vettek részt. Az IAU lengyelországi Kopernikusz emlékülléseire és az ezzel kapcsolatos tudományos szimpoziumokra Balázs Béla, Barlai, Csada, Horváth András és Paál György utazott ki. A Lecce-i (Olaszország) 1973. májusban tartott nemzetközi szupernóva-konferencia résztvevői voltak: Detre és Lovas. Ill részt vett a konstanzi COSPAR konferencián. Detre képviselte az Akadémiát a Hallei Academia Leopoldina 1973. októberi közgyűlésén, a szocialista akadémiák IAU-ügyekben Prágában összehívott 1973. februári konferenciáján, valamint decemberben a magyar—román kultúregyezmény megkötésén Bukarestben. Balázs Béla decemberben öt napon át tárgyalt Jénában az 1 méteres teleszkóp ügyében és nyáron két hónapig dolgozott a bécsi csillagdában. Az Asztroszovjet meghívására Ill, mint a légkörkutatási program felelőse részt vett egy 3 napos konferencián Horváth-tal és Illéssel együtt.

Az időjárás 1973-ban rendkívül kedvező volt és így nagy megfigyelési anyag gyűlt össze.

Az egyes tudományos témákban a következő eredményeket kaptuk.

1. Változócsillagok

1973 végére a műszaki fejlesztési csoport Virághalmy tervei szerint elkészített egy kétcsatornás polarimétert a mátrai 50 cm-es Cassegrain-reflektorhoz. Az első mérések a berendezés nagy pontosságát mutatták, úgy, hogy 1974-ben megkezdtük a rendszeres megfigyeléseket.

RR Lyrae-csillagok. Továbbra is főprogramunk a többszörös periódusú RR Lyrae-típusú változók tanulmányozása. Magáról az RR Lyraeről az utóbbi években kapott érdekes eredmények (ld. 1972. és 1973. Évkönyv) arra ösztönöztek, hogy fokozott intenzitással folytassuk ennek a csillagnak megfigyelését. Amikor az időjárás megengedte, a március—novemberi időszakban (télen a csillag nem észlelhető) minden alkalommal megfigyeltük a fénygörbe felszálló ágát és maximumát. A rendkívül kedvező időjárás mellett egyedülálló anyagot sikerült kapnunk: 60 éjszakán a felszálló ágat 46-, a maximumot 45-ször sikerült megfigyelnünk (Detre, Oláh, Szabados, Szeidl). Miután a 40,8 napos ciklus amplitúdója 1972-ben növekedett és az év végére elérte maximumát, 1973 tavaszára az amplitúdó hirtelen kb. 30%-kal csökkent, majd lassan újra növekedni kezdett. A ciklus maximuma, mint azt régebben már kétszer sikerült átfigyelnünk, tehát kettős. A jelenlegi 4 éves harmadik ciklus amplitúdója elég kicsinek adódik. A 4 éves ciklusok hossza és amplitúdója az eddigi eredmények szerint egy sokkal hosszabb periódussal változik, teljes analógiával a napciklussal. Az RR Lyrae régebbi fényelektromos megfigyeléseit az 1957—1970. évekből a KFKI IVT 1900-as gépén a nemzetközi rendszerbe redukáltuk (Szabados).

Hasonló megfigyeléseket végeztünk az XZ Cyg, RS Boo, RV UMa (Kanyó) és az XZ Dra (Szeidl) Blashko-effektusos RR Lyrae csillagokról. Kanyó kandidátusi disszertációját, melyben főleg az RV UMa többszörös változását diszkutálta, 1974. január 25-én sikeresen megvédte. Követtük még az XX And, RR Gem, RR Leo, AV Peg és RU Psc periódusváltozását (Szeidl). Program készült a CDC 3300-as gépre az AC And-ra a hatvanas évek elején Szeidl által kapott nagyszámú fényelektromos megfigyelés teljes redukálásához. Közben a v-magnitúdókat gépi periódusanalízis céljából kiküldöttük az arizonai Steward-obszervatóriumba, ahol Fitch az anyag alapján igen érdekes eredményeket kapott. A munka, mint Fitch és Szeidl közös értekezése, az Astronomy and Astrophysics c. folyóiratban jelenik meg.

A gömbhalmazokban levő változócsillagokról a következőket jelenthetem: Miután Szeidl elkészült az M3-ban lévő összes mérhető RR Lyrae-csillag periódusanalízisével (Budapest Mitt. Nr. 58 és 63), most Oláh a halmaz néhány szemireguláris vörös változóját vagy változógyanús objektumát méri

ki a Becker-féle íriszfotométerünkön. Folytattuk az M5-ben levő RR Lyrae változók periódus- és fénygörbe változásainak vizsgálatát, részben asiagoi felvételeken (Lovas, Szeidl).

Törpe cepheidák. Ezek megfigyelésében is főcélunk a többszörös periodicitások felfedezése. A programba felvettük az eddigiekhez (ld. 1974. évkönyv) az AE UMa törpe cepheida megfigyelését is.

Cepheidák. Szabados folytatta az 5 napnál rövidebb periódusú cepheidák megfigyelését. Az UBV fotoelektromos megfigyelési anyag a cepheidák periódus és esetleges fénygörbe változásainak vizsgálatához nyújt alapot. Újabb 550 megfigyelést gyűjtöttünk össze a következő 42 cepheidára (vagy annak klasszifikált változóra): DQ And, FF Aql, V572 Aql, Y Aur, RT Aur, SU Cas, SY Cas, TU Cas, XY Cas, BD Cas, BY Cas, DF Cas, V395 Cas, V445 Cas, IR Cep, SU Cyg, VZ Cyg, DT Cyg, V402 Cyg, V532 Cyg, V1154 Cyg, V1334 Cyg, BC Dra, AD Gem, BB Gem, DX Gem, BL Her, V Lac, Y Lac, BE Mon, V465 Mon, V508 Mon, AU Peg, SX Per, AS Per, V361 Per, BQ Ser, ST Tau, SW Tau, SZ Tau, EU Tau, T Vul.

Az 1972-es észlelési anyaggal együtt ezen cepheidák legtöbbjére a fénygörbét sikerült teljesen lefedni. Mintegy 10 csillagot a fénygörbe egy-két fázisában még pótlólag észlelni kell.

Az eddigi észlelések alapján a BC Dra és a BQ Ser fénygörbe változással rendelkezik (BQ Ser főperiódusának helyes értéke $4^d,27667$ szemben a katalógusban adott $4^d,3167$-tel).

A TU Cas szekundér periódusos cepheidáról nagy anyag gyűlt össze. A csillag fénygörbéje leszálló ágain érdekes dudor jelenik meg, melynek nagysága a szekundér fázis függvénye. A csillag O—C diagramja egyenes, mely arra utal, hogy a másodlagos periódusú cepheidák természete eltér az RR Lyrae-k Blasko-effektusától és a fénygörbeváltozós RRs csillagokéval rokon.

V445 Cas fedési változónak bizonyult (ld. „Fedési változók"-nál). V361 Per nem cepheida, hanem irreguláris változó. Az 1972/73-as észlelési időszakban fénygörbéje 20—30 napos $0^m,1$—$0^m,4$ amplitúdójú ciklusokból állt, míg az 1973/74-es időszakban a változó néhány század magnitúdót oszcillált. B—V görbéje a V görbe tükörképe. A DT Cyg mellett lévő V389 Cyg nem mutatott változóságot (Szabados).

A különleges viselkedésű RU Cam megfigyelését folytattuk és az anyagot folyamatosan feldolgozzuk (Detre, Szabados, Szeidl).

Szemireguláris változók. Tovább folytattuk a Z Aur, RU Cep, AI CMi, VW Dra, IS Gem, SX Her, UU Her, V463 Her, AB Leo, CK Ori, WW Tau és SV UMa SRd változók megfigyelését. Ugyancsak folytattuk az UZ Aur és VZ Cam vörös félig-szabályos változók vizsgálatát (Barlai, Patkós, Szabados, Szeidl).

Flare csillagok. A nemzetközi kooperációs program keretében megfigyeltük az EV Lac flare csillagot 2 éjszakán át (Patkós). Néhány éjszakán ugyancsak észleltük a BY Dra-t (Oláh). Ezen idő alatt flare nem mutatkozott.

Fedési változók. Az SV Cam-ot 36 éjszakán figyeltük meg (Patkós). Fénygörbéje és periódusa érdekes változásokat mutat. Az AI Dra (18 éjszaka) fénygörbéjét néhány további észleléssel teljesen lefedtük három színben. A pontos fénygörbe alapján pályaelem-meghatározás lehetséges lesz. A TW Cas (10 éjszaka) teljes fénygörbéjét bár nem sikerült még átfedni, mind a fő-, mindpedig a mellék-minimum többszörösen át van észlelve. A csillag periódusa változást mutat (Patkós). V445 Cas fedési változónak bizonyult. Típusa EB, Min I = $0^{m}_{,}45$, B—V színindexe alig változik, periódusa 0,67352 nap (Szabados).

Egyéb vizsgálatok. Vardanjan byurakani csillagásszal együtt késői típusú csillagokon (melyek többsége változó) polarizációs méréseket és statisztikus vizsgálatokat végeztünk. A saját polarizációval rendelkező M típusú csillagok I—K infravörös színindexe nagyobb az ugyanolyan színképosztályú, de nem polarizált csillagokénál (Szabados, IBVS 819).

2. *Sztellárstatisztika*

A sztellárstatisztikai alapműszerünkkel, a piszkéstetői 60:90:180 cm-es Schmidt-teleszkópunkkal 1973 folyamán 86 éjszakán (csak holdtalan éjszakákon lehet felvételeket készíteni) 663 lemezt vettünk fel a különböző programokra a következő megoszlással:

szupernóvák keresésére	379
többszínfotometriához	123
flare-kutatáshoz	46 (à 8—10 felvétellel)
spektrumfelvétel	90 (5°-os objektív prizmával)
egyéb (üstökös stb.)	25

A megfigyelési éjszakák megoszlása a különböző hónapokban a következő volt: január 13, február 3, március 8, április 6, május 10, június 5, július 5, augusztus 10, szeptember 6, október 10, november 5, december 5.

A szupernóva- és flare-program a byurakani obszervatóriummal való szoros kooperációban folyik. Ez az összes külföldi kooperációnk közül messze a legeredményesebb.

Szupernóvák. A hat héten át nálunk dolgozó Mnatsakanian byurakani csillagásznő egy 1968 évi lemezünkön, amelyen Lovas annakidején az NGC 4981-ben az 1968g jelzésű szupernóvát találta, az NGC 4975-ben egy 15. rendű szupernóvát talált (IBVS 785). Ezzel az Intézetben 10 év alatt felfedezett szupernóvák száma 15-re emelkedett, ami nemzetközileg is igen jó eredmény és Intézetünk ezzel a szupernóvakutatás terén az elsők között van. Az eddigi munkánkról beszámoltunk (Detre) az 1973 májusban a Lecce-i egyetem által rendezett nemzetközi szupernóva-konferencián.

Nyílthalmazok és asszociációk. R. White (Steward Observatory) és J. Ruprecht (Ondrejov) közreműködésével Balázs Béla folytatta a Catalogue of

Star Clusters and Associations kiegészítésének összeállítását, a tervezett kiegészítések kiadása céljából.

Háromszínfotometriai felvételek és korábbi fotoelektromos mérések alapján publikációra készítettük elő az IC 1396, NGC 2236, 2244 és 2252 nyílthalmazokra vonatkozó anyagunkat. Egy a Lyrában, közepes galaktikai szélességben fekvő terület sztellárstatisztikai feldolgozása alapján Balázs Lajos kandidátusi disszertációt írt, „A spektrálklasszifikáció és többszínfotometria szerepe a sztellárstatisztikában" címmel. Ennek keretében kimutatta, hogy az *A* csillagok sűrűségeloszlása nem magyarázható meg egy sebességellipszoid alapján. A fellépő dinamikai különbségek keletkezésbeli különbségekre vezethetők vissza. Az eredmény összhangban van a Lin-féle sűrűséghullám-elmélettel.

Dr. Schnell bécsi csillagászn ő 1973. szept. 20. — október 1. és október 22. — november 5. között NGC 7235, 7261 illetve NGC 1907 és 1912 körüli csillagmezőben az 5°-os objektívprizmával készített felvételeket. A használt lemezek Kodak IIIa—J és szenzibilizált I—N lemezek voltak. Három órás felvételeket lehetett készíteni elhajlás nélkül! A felvételek célja az említett mezők együttes színképanalízise és UBV fotometriája.

Kun Mária megkezdte a Cepheus OB2 asszociáció hasonló feldolgozását. A spektrálklasszifikáció már elkészült, jelenleg a fotometriai felvételek kimérése folyik.

Flare-statisztika. A Pleiadok és Praesepe halmazban igen jó eredménnyel folytatódott a flarek felkutatása. A Pleiadokban Balázs Lajos, Kun Mária és Széchényi-Nagy Gábor összesen 10 flaret talált (IBVS 803). Byurakani és piszkéstetői felvételeken a jelenleg Byurakanban dolgozó Jankovics a Praesepeben 17 flare csillagot fedezett fel, közel annyit, mint amennyit eddig a halmazban Tonantzintlaban, Asiagoban és Byurakanban együtt felfedeztek. (IBVS 839.) Azonkívül felfedezett a Praesepe térségében egy U Gem-típusú csillagot (IBVS 840), amely nem tartozik a halmazhoz.

Egyéb. Lovas az Andromeda-ködről eddig a Schmidt-teleszkóppal készült felvételeken kimérte a V Tri változócsillag fotografiai fényességét.

3. Mesterséges égitestek és felsőlégkörkutatás

1973-ban 15 mesterséges holdról 303 vonulás folyamán 1431 felvételt készítettünk. A felvételek a Dinamika, Nagy Hurok, Atmoszféra és a Lambda elnevezésű programok keretében készültek. A bajai és a miskolci állomáson tovább folytak a vizuális észlelések. Az év folyamán végzett vizuális észlelések összesített adatai a következők:

Baja	6526 pozíció (470 vonulás folyamán)
Miskolc	6649 pozíció (789 vonulás folyamán)
Összesen:	13 175 pozíció 1259 vonulás folyamán, mintegy 45 mesterséges holdról.

Horváth András az év folyamán megvédte kandidátusi disszertációját, amelynek témája a mesterséges holdak pályaszámítása köréből való. Illéssel közösen dolgozott az ún. D-témán, amelynek célja az, hogy a felsőlégkör viselkedését tanulmányozza geomágneses viharok idején, az Almár által definiált paraméter segítségével.

Ill az elmúlt év folyamán elsősorban a magaslégköri, F-rétegbeli semleges szelek számításának problémájával foglalkozott. Az előző év végén kapott kezdeti eredmény után sikerült jelentékenyen leegyszerűsíteni a számítástechnikai részt. A számításnál a továbbiakban is a Navier—Stokes-egyenlet kerül felhasználásra, míg a megoldáshoz a Runge—Kutta módszert alkalmazzuk (Falin és Clairemidi francia kutatókkal közösen). A kezdeti próbálkozásokhoz képest lényeges eltérés, hogy míg azelőtt a módszer kipróbálásához csupán modelladatokat használtunk, addig az idén már az előző évben publikált saját sűrűségmodellünket használtuk, amelyet 12 000 pályameghatározásból vezettünk le. Ezen felül a hőmérsékleti adatokat sem elméleti modellből vettük, hanem az inkoherens Thompson-szórási mérésekből kapott Waldteufel-modellt használtuk. Végül, a szükséges elektronkoncentrációkat a legújabb, ún. Pen—State-modellből (Nisbeth-féle) vettük át.

A számításokat a tavaszi ekvinokciumra, közepes naptevékenységre (F = 150 egys.) és 250 km magasságra végeztük, mégpedig a poláris vidékek kihagyásával a $\pm 60°$ szélességi határok között. Az eredményeket részben komponensekre bontva (meridionális és zonális), részben pedig térképszerűen ábrázolt szélvektorok formájában adtuk meg. Így bizonyos eredmények igen szemléletessé váltak, pl. az, hogy nappal a szélsebességek általában lényegesen nagyobbak, mint éjjel. (Számításainkban igen nagy, 400—500 m/s sebességek is adódtak.) A szélirányok a nap folyamán változnak, mégpedig nappal a szelek általában a pólusok felé irányulnak, 18 h—24 h helyi idő között a domináns szélirány Ny—K, míg éjfél és napkelte között a fő szélirány az egyenlítő felé mutat, de ugyanakkor nagyobb szélességeken jelentkezik egy K—Ny irányú szél is.

Leglényegesebb eredmény az, hogy noha az ekvinokciumra való tekintettel a szélirány- és erősség eloszlásban egy az egyenlítőre vonatkozó szimmetriával lehetett volna számolni, egy pregnáns É—D-i aszimmetria jelentkezett. Ennek egy jól kivehető transzekvatoriális szél a jellemzője, más egyéb jelenségek mellett. Azt, hogy ez az aszimmetria más szerzőknél eddig nem jelentkezett, könnyű megmagyarázni azzal, hogy előttünk mindig olyan elméleti modelleket használtak bemenő adatként, amelyek egyszerűségi okoknál fogva mindig szimmetrikusak az egyenlítőre (ekvinokciumkor). Ill az eredményekről a COSPAR kongresszuson Konstanzban előadást tartott.

Csebotarev professzornak, a leningrádi Elméleti Csillagászati Intézet igazgatójának felkérésére kiszámítottuk a 63—053—01 és 66—056—01 mesterséges holdak 197 pozícióját a bajai fotografikus felvételek alapján. Az ITA-nak az adatokra azért volt szüksége, mert nem álltak rendelkezésére megfelelő pon-

tosságú pályaelemek, így a nemzetközi programok előrejelzéseihez a bajai észlelések alapján számították a holdak pályáit.

Egyéb munkák. Csada a napciklus rövidperiódusú változásaira kapott eredményeit beküldte a Solar Physics c. folyóirathoz. Az 1959. augusztus 12. és 1967. szeptember 29. közötti Mt. Wilson-i fotoszférikus mágneses adatokból 7 periódust kapott, amelyek közül három szignifikáns: 2^a,5 6, 4^a, 15^a és az ismert 22^a.

Barcza a korábban a Balmer-vonalak csillaglégkörökben való alakulására számításai folytatásaként Kielben Schlüter professzorral végzett vizsgálatokat a hidrogén plazma optikai sajátosságainak megváltozására, ha a Debye leárnyékolást figyelembe vesszük. Meghatározta a magnézium gyakoriságát a Nap légkörében MGII vonalak alapján a Holweger-féle fotoszféra modell felhasználásával. A kapott lg(Mg) = 7,60 elég jó összhangban van a MgI-ből kapott lg(Mg) = 7,48-cal. Meghatározta egy hidrogénszerű ion és egy elektron kölcsönhatási energiáját távolságuk függvényében, ha mindkettő rögzítve van a térben. A probléma ugyanis egzaktul tárgyalható nem relativisztikus esetben: a Schrödinger egyenlet szeparálható. Ezen számolással a távolabbi cél a kvantummechanikai háromtestprobléma egy új megközelítési módja, illetve annak alkalmazása a Balmer-vonalak kiszélesedési elméletére.

Paál kozmológiai vonatkozású vizsgálatokkal foglalkozott.

A bajai obszervatóriumban 14 csillag Hold általi fedését figyelték meg 1973 folyamán.

Az Intézet kutatóinak 1973-ban megjelent tudományos publikációi

1. L. Detre, B. Szeidl: Development of a New 4-Year Cycle in the 41-Day Period of RR Lyrae. Inf. Bul. Var. Stars, No. 764, pp 1—2.

2. B. Szeidl: A Study of Some Variable Stars in Messier 3. Mitt. St. Ung. Ak. Wiss., Nr. 63, pp 1—33.

3. L. Szabados, R. A. Vardanian: On the Relationship between the I—K Colour Index and the Intrinsic Polarization of the Late-Type Stars. Inf. Bull. Var. Stars., No. 819. pp 1—4.

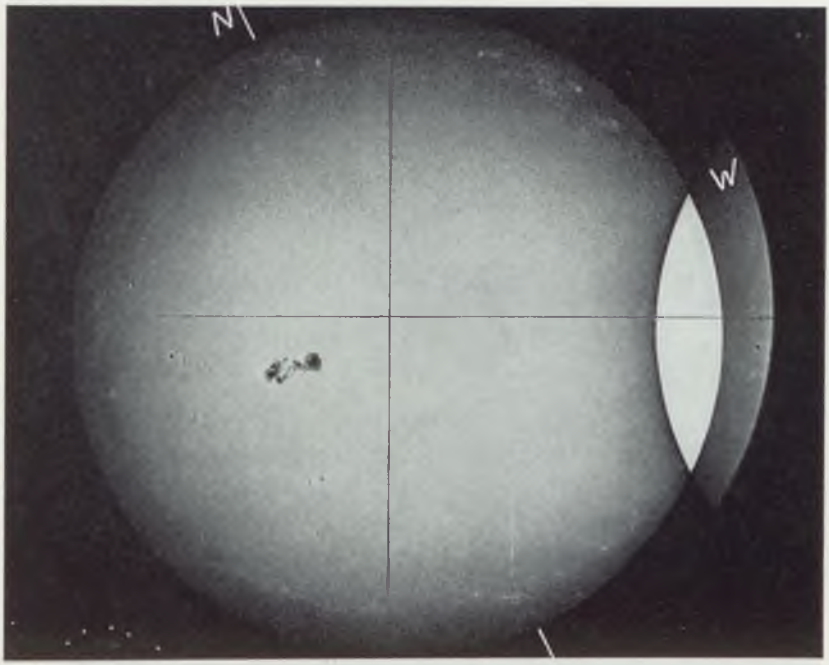
4. Kanyó S.: Vizsgálatok a Blashko-effektusos RR Lyrae változócsillagokról. Kandidátusi értekezés és tézisek.

5. R. G. Mnatsakanian (vendég): Supernova 1968 in NGC 4975. Inf. Bull. Var. Stars, No. 785. p. 1.

6. L. G. Balázs, M. Kun, G. Széchényi-Nagy: New Flares in the Pleiades. Inf. Bull. Var. Star, No 803. p 1.

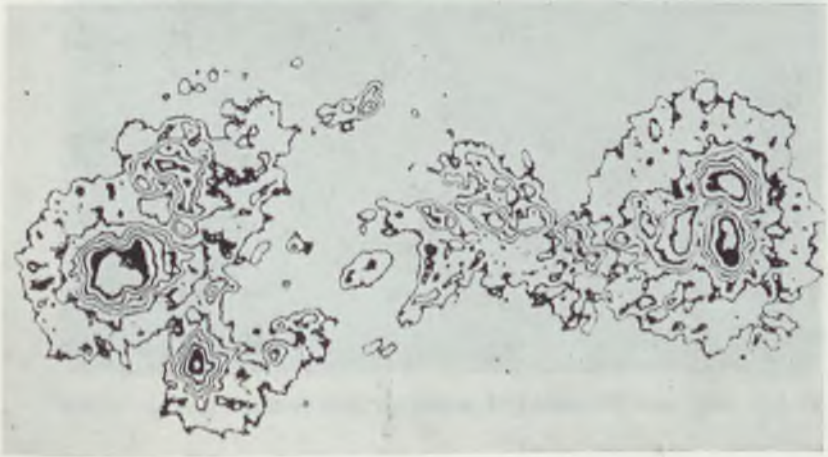
7. I. Jankovics: Seventeen New Flare Stars in the Praesepe-Region. Inf. Bull. Var. Stars, No. 839. pp 1—4.

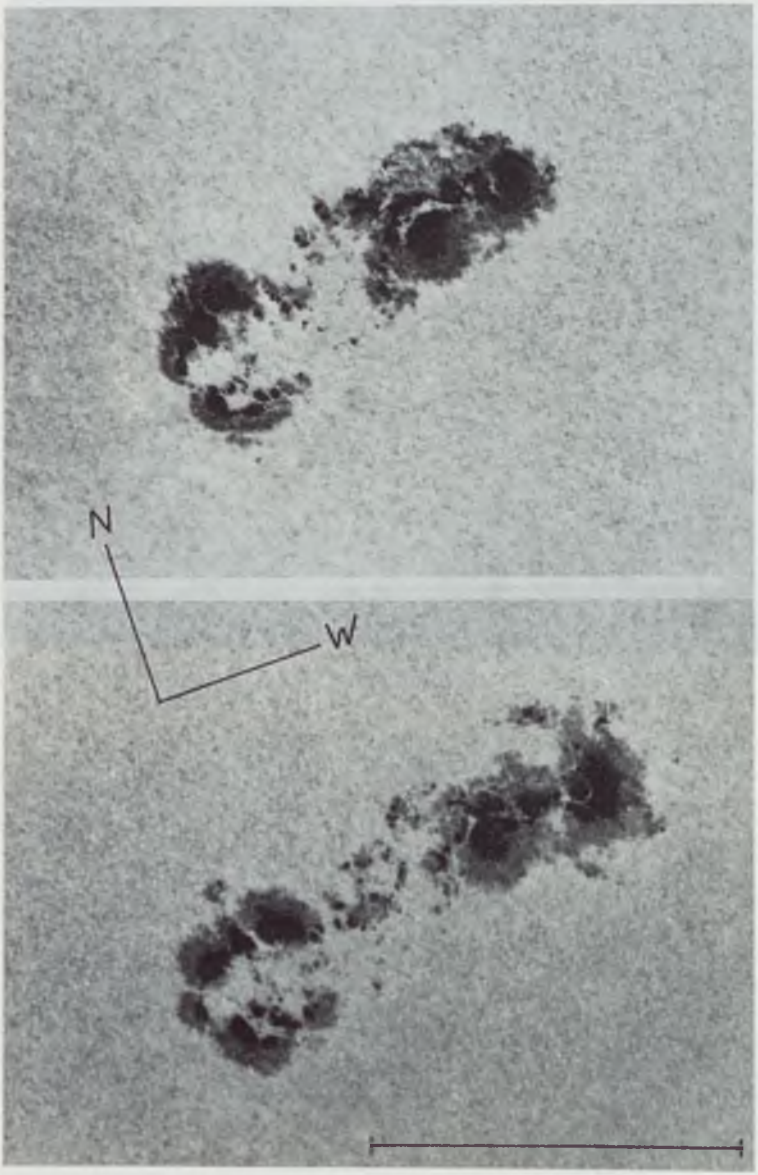
8. I. Jankovics: A New U Geminorum Star in Cancer. Inf. Bull. Var. Stars, No. 840. pp 1—2.



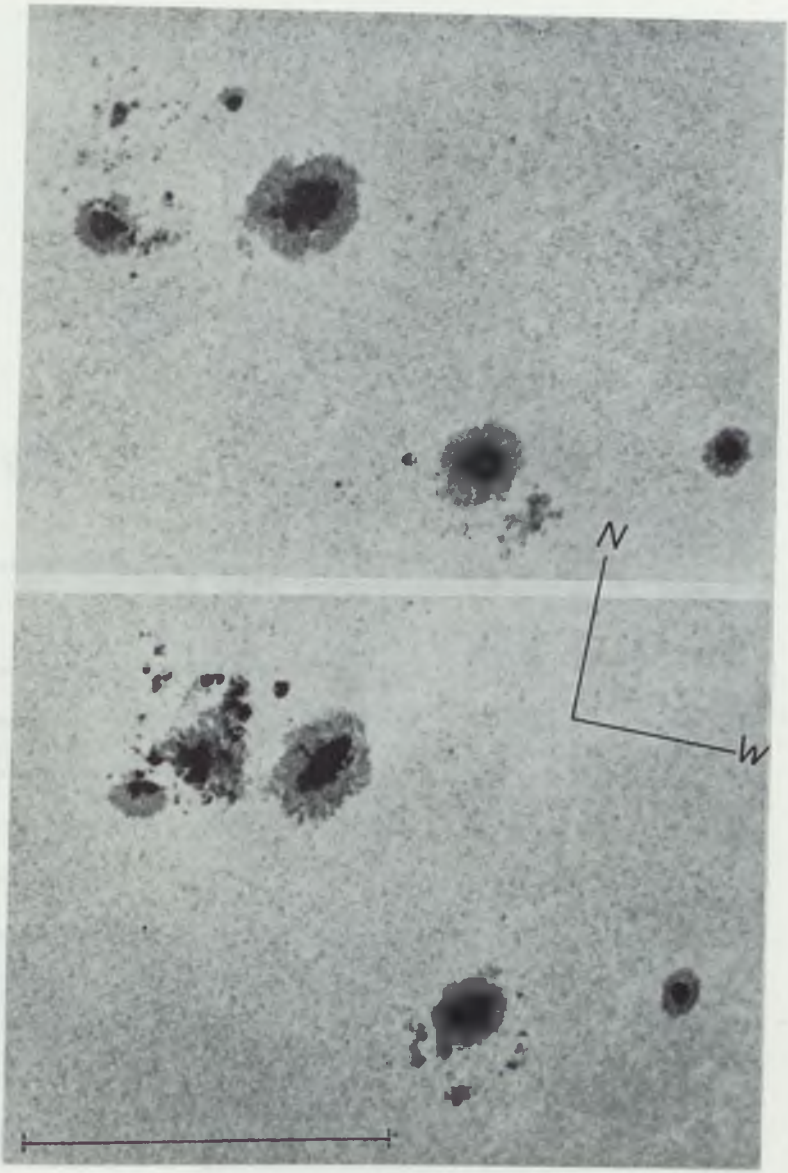
I. kép. 1971. október 20-án készült fotohéliogram

II. kép. A fent látható nagy napfoltcsoport ekvidenzitogramja

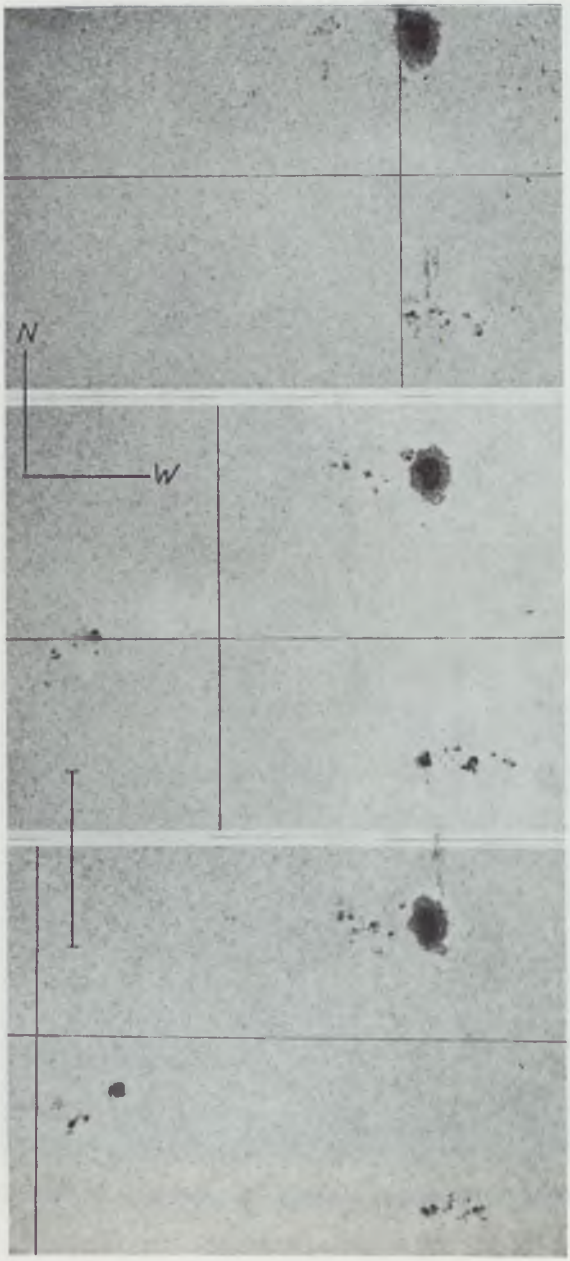




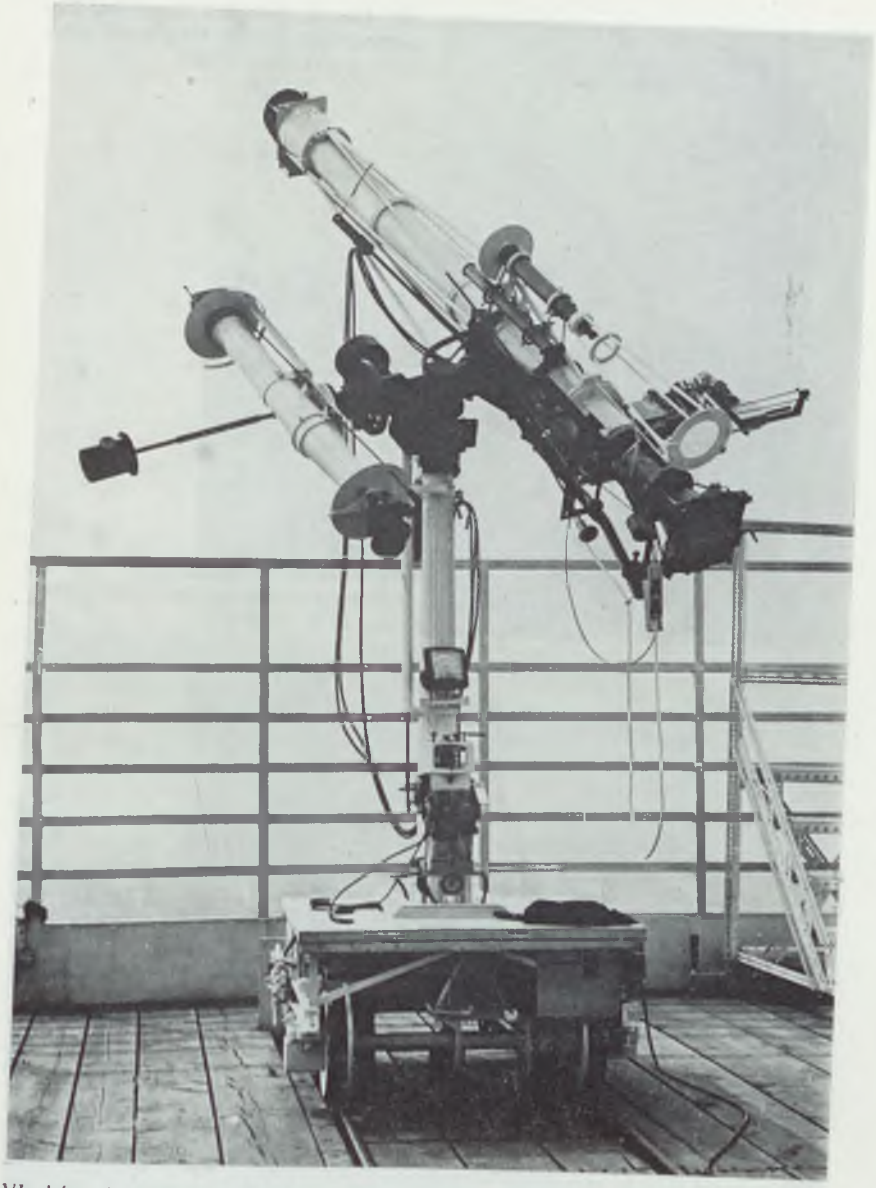
III. kép. Nagy napfoltcsoport 1971. augusztus 21-én és 22-én



IV. kép. Napfoltcsoportok 1972. június 7-én és 8-án



V. kép. Napfoltcsoportok 1973. július 5-én, 6-án és 7-én



VI. kép. A debreceni Napfizikai Obszervatórium 6″-es fotohéliográfja az Obszervatórium Gyulai Megfigyelő Állomásán

VII. kép. A debreceni Napfizikai Obszervatórium Gyulai Megfigyelő Állomása a víztorony tetején

VIII. kép. A Napfizikai Obszervatórium koronagráfalapjának beemelése (Debrecen, 1973. május)

IX. kép. A Napfizikai Obszervatórium debreceni épülete, előtérben a 10″-es refraktor

X. kép. Kilátás déli irányba a Napfizikai Obszervatórium tetőteraszáról a debreceni Egyetemi Botanikus Kertre

XI. kép. A debreceni Napfizikai Obszervatórium 1973 decemberében (észak keletről nézve)

9. I. Jankovics: (T.: Ambarcumjan, Mirzoyan, Parsamian etc.) Flare Stars in Pleiades. Byurakan Reprint No. 6.

10. Balázs Lajos: A spektrálklasszifikáció és többszínfotometria szerepe a stellárstatisztikában. Kandidátusi értekezés.

11. Balázs Béla: Az időmérés problémái. Csill. Évk. 1974-re, 183. o.

12. M. Ill: Statiszticseszkij analiz variacij plotnosztyi atmoszferi na viszotah okolo 300 km. (T.: Barlier, Falin, Janek). Nabl. Iszk. Spu. No. 13, Prage.

13. B. Érdi: Reduction of the elliptic restricted problem of three bodies to Hill's equation. (Astr. Journal, nyomás alatt.)

14. M. Ill: (T.: J. Clairemidi, J. Falin): Neutral winds in the F-region obtained from new models of density and temperature. COSPAR meeting, Konstanz, 1973.

15. A. Horváth: Metod dlja opregyelenyija prosztransztvennovo polozsenija iszkusztvennih szputnyikov. Nauhn. Inf., No. 25.

A felsorolt publikációkon kívül a kutatóknak igen sok ismeretterjesztő cikke jelent meg a hazai szaklapokban és népszerűsítő folyóiratokban.

Megjelentettük az Information Bulletin on Variable Stars c. nemzetközi kiadvány 753—856 számait és a 8. kötet tartalomjegyzékét, név- és tárgymutatóját.

Az Intézet kutatóinak idegennyelvű tudományos előadásai 1973-ban:

1. B. Balázs: Überlegungen zur optimalen Filterwahl in der Mehrfarbenfotometrie. Bécsi egyetemi csillagvizsgáló szemináriuma.

2. L. Detre: The Supernova-Search at the Konkoly Observatory. Lecce, 1973. május, International Supernova Conference.

3. M. Ill: Neutral Winds in the F-region Obtained from New Models of Density and Temperature. COSPAR Meeting, Konstanz. (T.: J. L. Falin és J. Clairemidi)

4. M. Ill: A légkörkutatás helyzete és problémái (oroszul). Asztroszovjet Moszkva (T.: Almár, Horváth, Illés.)

Az Intézet kollokviumain Kippenhahn (Göttingen) és A. H. Cook (Cambridge) adtak elő. A piszkéstetői obszervatóriumban több héten át dolgozott dr. Anneliese Schnell, a bécsi csillagda, és Mnatsakanian a byurakani obszervatórium munkatársa. Az Intézet vendége volt V. Szebehely (Austin), Franzman és Dluzsnevszkaja (Asztroszovjet), S. Isobe (Tokio).

Egyetemi intézményeinkkel, elsősorban az ELTE Csillagászati Tanszékével való kapcsolatunk igen szoros. Detre előadó, Balázs Lajos, Barcza, Kanyó és Szeidl szemináriumvezetők a tanszéken.

DEZSŐ LORÁNT

A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA NAPFIZIKAI OBSZERVATÓRIUMÁNAK MŰKÖDÉSE

az 1971—1973 években

Az Obszervatórium kutatási tevékenységében a korábbi évekhez viszonyítva lényeges változás nem történt. Így továbbra is napfoltcsoportok mozgásainak vizsgálata volt elsődlegesen kutatási célunk és az Obszervatórium észlelőmunkáját csaknem teljesen ez a feladat kötötte le. A kutatások alapjául szolgáló fotografikus fotoszféra észleléseink világviszonylatban is élenjárónak mondhatók, irántuk külföldről egyre nagyobb érdeklődés nyilvánul meg, ezért ezeket mindenképpen előnyben kellett részesíteni és eddigi, bevált módszerünkkel intenzíven folytatni. Külön megemlítendő, hogy már 1972-ben hosszabb méréssorozatot kezdtünk fotoszféra észleléseinknek egy nem napfizikai problémával kapcsolatban történő hasznosítására is, a differenciális refrakció tanulmányozására.

Az Obszervatórium tudományos munkatársai, kutatási tervünk céljai által megkívánt szükségességből, általában egyetlen kollektíva tagjaiként dolgoznak. A különböző részfeladatokkal való foglalkozás azonban elsődlegesen más-más kutatóra hárult. Így észlelési technikánk állandó továbbfejlesztése érdekében főleg Gerlei Ottó dolgozott legtöbbet, míg a napfoltok mozgásának meghatározására irányuló mérések zömét Gyertyános Gyöngyi és Kovács Ágnes végezte. A SZUTA Krími Astrofizikai Obszervatóriumának mágneses méréseiből rendelkezésre bocsátott adatok alapján, Kálmán Béla tanulmányozni kezdte egy nagy napfoltcsoport (Debrecenben észlelt) mozgásainak a mágneses polaritások és térerősségek változásaival kapcsolatos korrelációit. Guman István módszert kísérletezett ki arra, hogy ekvidenzitogramok segítségével is tanulmányozhassuk napfoltcsoportok változásait. (A fotografikus képeken a különböző feketedési szintek szétválasztása a Sabattier-effektus útján történik az ekvidenzitometriai eljárás során.)

Az Obszervatórium fotografikus észlelési anyagából a mellékelt képeken (I—V) mutatunk be néhányat. Az eredeti fotohéliogramok mind 6″-es héliográfunkkal készültek, a sárga színképtartományban. Az észlelési időpontokat és az észlelők nevét a 2. sz. kis táblázatban állítottuk össze.

A képeken látható fonálkereszt a geocentrikus észak—dél és kelet—nyugat irányokat, azaz a deklináció- és óraszög-változások irányát jelöli. A pozíció

2. táblázat

	DÁTUM	KözEl h m	NÉV
I.	1971 X 20	10 4	Horváth E.
II.		11 36	
felül	21	8 11	
III.	1971 VIII.		Kálmán B.
alul	22	8 21	
felül	7	9 42	Gyertyános Gy.
IV.	1972 VI		
alul	8	9 26	Kálmán B.
felül	5	11 39	
V. középen	1973 VII. 6	11 38	Kiss Zs.
alul	7	10 40	

mérésekhez szükséges fonálkereszt beállításának ellenőrzésére időnként úgynevezett zéró-észlelések történnek. Az első (I) kép ilyen felvételt mutat, ahol az expozíció után a távcső óragépének leállításával a látmező szélére — a Föld forgása következtében — kimozdult napkorong keleti pereméről egy második expozícióval újabb felvétel készült. Az egymásra fényképezett napkorong részletek csúcsainál a napperemek metszési pontjait összekötő egyenes adja meg a pontos geocentrumos észak—dél irányt, amennyiben a két expozíció között a távcső a talajhoz viszonyítva tökéletesen mozdulatlan volt.

A képeken a Nap forgási tengelyének irányát az *N* betűvel jelölt vonal adja meg, míg az erre merőlegesen rajzolt vonal *W* felé mutatja a forgás irányát. A napkorong részleteket ábrázoló képeken (III—V.) egy-egy vonalszakasz a napkorong átmérőjének egytizedét tünteti fel. A képek 24 óra alatt lezajlott nagyobb változásokról tanúskodnak.

Mivel a 10″-es refraktor-5″-es fotohéliográf ekvatoriális kettős távcső már közel két évtized óta állandóan (elvileg naponta) használatban volt, ezért elengedhetetlenné vált az Obszervatórium ezen eddigi észlelő főműszerének teljes renoválása, átépítése, hogy az egyre fokozódó észlelési követelményeinknek is megfeleljen. Ez a munka több mint egy évet vett igénybe. A megelőzően felújított 6″-es fotohéliográfunkat 1971-ben állítottuk ismét munkába Debrecenben, majd 1972. május 10-én Gyulára telepítettük át, miután 1971-ben a gyulai víztorony tetején kiépítettük Gyulai Megfigyelő Állomásunkat. (A VII. kép a műszerek víztoronyba történő felvontatásának napján készült.)

Az 1972-es évre szóló Csillagászati Évkönyvben felvázoltuk az Obszervatóri-

um fejlesztésére vonatkozó terveket. Ezeket sikerült csaknem teljes egészében az 1973-as év végéig megvalósítanunk. Csupán az új nagy észlelő műszerünk üzembehelyezésére nem kerülhetett sor, mivel a szovjet szerelő-csoport 1974. március—áprilisra kényszerült elhalasztani debreceni munkáját, hogy a koronagráf-spektográf műszer-komplexumunkat üzembehelyezze. A mintegy 14 tonnányi műszer nehéz fémalkatrészeit már 1973. májusában felállítottuk (lásd: VIII. kép), így a koronagráf távcső tengelykeresztjét.

Az 1971 októberében Moszkvából leszállított műszer a sajátos követelményeket kielégítő speciális épület nélkül, önmagában, gyakorlatilag használhatatlan sok műszeralkatrész volt csupán. Ezért elsődleges feladat volt, hogy a szükséges építkezés mielőbb megvalósuljon. Sajnos igen sok nehézséget kellett leküzdenünk, hogy ezt elérjük. Az Obszervatórium megfelelő épületbővítési munkálatainak tényleges kivitelezése csak 1972 szeptember elején kezdődött, de örvendetes módon gyors ütemben haladt és a négyszintes épület már az 1972. év végére tető alá került. 1973 májusában pedig a műszer felállításához szükséges épületrészek is elkészültek. Az új épületszárny használatba vétele nem sokkal később megtörténhetett és az épület régi részének renoválása is befejeződött hamarosan.

Az Obszervatóriumnak régóta kiterjedt külföldi kapcsolatai vannak, amelyek az 1971—1973-as évek folyamán ismét jelentősen erősödtek. Külföldi felkérésre az Obszervatórium rendezte meg a VI. REGIONÁLIS NAPFIZIKAI KONFERENCIÁT, Gyulán, 1971. szeptember 6. és 11. között. A konferencia tematikája a következő volt: napkitörések és szoláris mágneses terek, különös tetkintettel az INTERKOZMOSZ programokkal kapcsolatban a nem űrkutatási módszerekkel nyerhető napfizikai észlelési adatokra. A konferencia előzményeire vonatkozóan helyénvaló az alábbi tájékoztatás.

Az 1954—55 évektől kezdődőleg a szocializmus útjára lépett államok napfizikával foglalkozó kutatói között egyre fokozódó ütemben kezdett szoros kutatási kooperáció kialakulni. A közös kutatásokra vonatkozó „hivatalos" egyezmények azonban kezdetben nem nyújtottak elegendő támogatást ehhez. Így egyebek között szükségessé vált és célszerűnek mutatkozott, hogy a legidőszerűbb és azonos kutatási témakörökben dolgozó kutatók általában két évenként, egyrészt eredményeik ismertetése és megvitatása, másrészt még folyamatban levő kutatásaik kötetlen megbeszélésére összejöjjenek. A hivatalos egyezmények formalitásainak mellőzésével, de facto az ondrejovi obszervatórium napfizikusainak kezdeményezésére 1961-ben tartották meg a konferencia-sorozat első konferenciáját csehszlovák és lengyel résztvevőkkel. Mivel Csehszlovákia a napfizika terén a Szovjetunió és az USA mellett vitathatatlanul szintén „nagyhatalom", így érthető, hogy ez az „alulról jött" kezdeményezés tudományos körökben mindenhol elismerést nyert. Ma már, — kb. 1966 óta — a regionális napfizikai konferenciák tekinthetők a szocialista államok napfizikai kutató helyei között fennálló több multilaterális egyezmény egyik fontos fórumának. Ilyen hivatalos egyezmény a SZUTA napfizikai bi-

zottsága elnöke által koordinált „szoláris mágneses terek gyors változásainak" sok év óta folyó programja, amely voltaképpen a szocialista akadémiák közötti multilaterális (magyar—szovjet vonatkozásban bilaterális) egyezményekben is szerepel.

A konferencia-sorozathoz tartozó ötödik, a potsdami konferencia, a szocialista akadémiák közötti egyik multilaterális egyezmény keretében, a „planetáris geofizikai kutatások" (azaz a KAPG) napfizikai vonatkozásai jegyében került megrendezésre. A hatodik, a gyulai és 1973-ban a Szlovák Tudományos Akadémia Csillagászati Intézete által Stary Smokovec-ben tartott VII. pedig az INTERKOZMOSZ keretben folyó napfizikai kutatásokhoz kapcsolódott.

Ezen a konferencián az Obszervatórium minden kutatója jelen volt. 1973-ban több egyéb lehetőség is nyílt obszervatóriumi kutatóknak szakmailag jelentős külföldi utazásokra. Így a Copernicus-centenárium alkalmából Lengyelországban megrendezésre került tudományos ülésszakoknak hat obszervatóriumi résztvevője volt. Egy évvel korábban, 1972-ben az Első Európai Csillagászati Konferencián, Athénben is ilyen sokan képviselhették az Obszervatóriumot.

1971—73 folyamán az Obszervatórium kutatói közül többen, egyéb külföldi konferencián vagy tanulmányúton is résztvettek. Hárman voltak jelen azon a moszkvai konferencián 1971 novemberében, amelyen a 3-1K-1 szputnyik napfizikai méréseivel kapcsolatban végzett debreceni kutatási eredményeket ismertettük.

A debreceni koronográffal azonos két másik koronográf felállításának tanulmányozására és egyéb tapasztalatcsere szerzésére 1972 és 1973 nyarán két ízben, összesen öt debreceni kutató járt a Szovjetunióban; Gyertyános és Kálmán Kiszlovodszkban volt; Dezső, Gerlei, Kovács pedig Abasztumániban.

1973-ban Guman egy rövidebb tanulmányút keretében Tautenburgban járt, míg Kálmán, mint szovjet levelező aspiráns közel két hónapot dolgozott a Krímben.

Az INTERKOZMOSZ szervezet Kozmikus Fizikai Munkacsoportjának évenként tartott ülésszakán az Obszervatórium vezetője mindig jelen volt (Prágában 1971-ben, Bulgáriában 1973-ban; az 1972-es budapesti összejövetel résztvevője volt még Kálmán is). Az Obszervatórium vezetője képviselte hazánkat ezen munkacsoport 1971 novemberében megtartott értekezletén is Moszkvában, továbbá a Special Committee for Solar-Terrestrial Physics (ICSU-bizottság) 1973 áprilisi, londoni összejövetelén és a Nemzetközi Csillagászati Unió (IAU) XV. kongresszusán, Sydneyben, 1973 augusztusában. Ezen a kongresszuson az IAU tagjai sorába választotta Gerleit; így ma már két obszervatóriumi kutató is tagja az IAU-nak.

Az Obszervatóriumot az 1971—73-as években, hosszabb-rövidebb időre a következő külföldi csillagászok keresték föl: T. Pettauer (Kanzelhöhe, Ausztria), V. Sevcsenkó (Moszkva), G. Vjal'sin (Pulkovó), Sz. K. Vszehszvjatszkij (Kiev), T. Jarzebowski (Wroclaw), L. Sz. Galkin (Krim) és M. Karabin (Belgrád).

RÓKA GEDEON:

A TIT CSILLAGÁSZATI ÉS ŰRKUTATÁSI SZAKOSZTÁLYAINAK 1973. ÉVI MŰKÖDÉSE

A TIT VI. Küldöttgyűlése alkalmával a választmány és a szakosztályok megújították vezetőségeiket.

A TIT Csillagászati és Űrkutatási Választmány vezetősége: elnök dr. Dezső Loránt, elnökhelyettes dr. Almár Iván, titkár Róka Gedeon, vezetőségi tagok dr. Balázs Béla, dr. Marik Miklós, dr. Kulin György, dr. Szeidl Béla.

Az Országos Választmány tagjai: Nagy István György, Ponori Thwerewk Aurél (Budapest), dr. Tóth László (Baranya), Borbély Ferenc, dr. Ill Márton (Bács), dr. Béres István, Márki Zay Lajos (Békés), Elek Imre, dr. Szabó Gyula (Borsod), dr. Makai Lajos (Csongrád), Dóra László, Kendrovics Miklós (Fejér), Molnár Ottó (Győr), dr. Guman István (Hajdú), Czipó Ferenc, dr. Zétényi Endre (Heves), dr. Jónás László (Komárom), Gergely István (Nógrád), Pelsőci László (Pest), Szentmártoni Béla (Somogy), Kuknyó János, M. Takács Ferenc (Szabolcs), Hidasi Vilmos (Szolnok), Pesti Gyula (Tolna), dr. Tóth György (Vas), Lendvai László, Vértes Ernő (Veszprém), Zöldág Imre (Zala).

A Választmány októberi plenáris ülése sajnálattal volt kénytelen tudomásul venni, hogy Hajmási József (Fejér megye) egészségi állapota miatt választmányi tagságáról lemondott és köszönetét fejezte ki azért, hogy Hajmási József a csillagászati ismeretterjesztés területén végzett sokoldalú eredményes munkája során a Választmány tevékenységéhez is nagy segítséget nyújtott.

A szakosztályok, illetve szakcsoportok vezetőségei.

Budapest:	elnök dr. Marik Miklós, alelnök: Ponori Thewrewk Aurél, titkár Zombori Ottó, vezetőségi tagok: Erdős Tamás, dr. Érdi Bálint, Kanyó Sándor.
Baranya:	dr. Tóth László elnök, dr. Balázsy László titkár
Bács:	dr. Ill Márton elnök, Borbély Ferenc, Károlyi Sándor
Békés:	dr. Béres István elnök, Márki Zay Lajos alelnök, Somogyi József titkár.
Borsod:	dr. Szabó Gyula a szakcsoport elnöke, Hanis Béla titkára.
Csongrád:	dr. Makai Lajos elnök, Károsi Csaba titkár, dr. Habermann Gusztáv.

Fejér:	Kendrovics Miklós elnök, Dóra László titkár, Békési Baltazár, Kerkai Andor, Major Jenő
Győr:	Molnár Ottó elnök, Bognár István, Mórocz István
Hajdú:	dr. Guman István elnök, Kancsura Árpád titkár
Heves:	dr. Zétényi Endre elnök, Tóth Imre titkár, Balogh József, Bereczky Gyula, Gódor Kálmánné, Márta Ferenc
Komárom:	dr. Jónás László szakcsoport vezető, Mécs Miklós, Orbán Dezső (földtudományival összevont)
Nógrád:	Gergely István elnök, Kiss Imre elnökhelyettes
Pest:	Pelsőci László elnök, Szabó Sándor, dr. Szimán Oszkár
Somogy:	Szentmártoni Béla társelnök (földtudományival összevont)
Szabolcs:	M. Takács Ferenc elnök, Kuknyó János titkár, Hülber Gyula, Palicz Győző
Szolnok:	Hidasi Vilmos a szaktudományi bizottság elnöke, Dankó Béla, dr. Dankó Sándor
Tolna:	Pesti Gyula elnök, dr. Pataky László elnökhelyettes
Vas:	dr. Tóth György a szakcsoport elnöke (fiz.- kém.- mat.- szak.o.-lyal összevont).
Veszprém:	Lendvai László elnök, Vértes Ernő titkár, dr. Nagy Zsigmond
Zala:	Zöldág Imre szakcsoportvezető, Kalamár Gábor, Pell László

A Kopernikusz Év

Az UNESCO által „Kopernikusz Év"-nek nyilvánított 1973-ban a TIT csillagászati és űrkutatási szakosztályai, illetve szaktudományi bizottságai 2803 előadást tartottak, 164-el többet, mint az előző, 1972. évben.

A szakosztályok 1973. évi rendezvényei közül főleg a nagy csillagász 500 éves évfordulója tiszteletére rendezett ünnepségek és a kopernikuszi fordulat tudománytörténeti és világnézeti jelentőségét megvilágító előadások tűntek ki.

A Kopernikusz születése 500 éves évfordulónak ünneplését február 19-én a Magyar Tudományos Akadémia emlékülése vezette be, ami után a TIT szakosztályai és szakbizottságai — csatlakozva a Lengyel Kultúra és a Hazafias Népfront rendezvényeihez — egészen az év végéig kiemelt feladatnak tartották, hogy Kopernikusz és tanai jelentőségének a mi korunkra való alkalmazásával foglalkozzanak.

A TIT Filozófiai, valamint Csillagászati és Űrkutatási Választmánya a TIT Természettudományi Studiójában április 9—13-ig közösen rendeztek ünnepi előadássorozatot az alábbi programmal.

Április 9.	Dr. Stefan Kuczynski, a katowicei egyetem professzora: Nikolaj Kopernikusz és kora
Április 10.	Ryszard Palacz, a Lengyel Tudományos Akadémia Szociológiai

és Filozófiai Intézetének munkatársa: Nikolaj Kopernikusz filozófiája.

Április 11. Dr. Helmuth Bernhard, az NDK Pedagógiai Tudományok Akadémiája Csillagászati Kutató csoportjának vezetőségi tagja: Ptolemaiosz kozmológiájának történelmi fejlődése.

Április 12. dr. Kulin György, az Uránia Csillagvizsgáló igazgatója: A halhatatlan Kopernikusz.

Április 13. Dr. Detre László akadémikus: Hol tart ma a csillagászat.

Dr. Helmuth Bernhard ezt az előadását április 12-én a miskolci Uránia kupolatermében is megtartotta.

Kopernikusz emlékülést rendeztek márc. 1-én a székesfehérvári Megyei Művelődési Központ István Termében (Kulin), március 26-án Egerben (dr. Zétényi Endre, dr. Mátrai Tibor, Szilvási Lajos). Ugyancsak március 28-án az esztergomi, Petőfi Sándor Művelődési Központban (dr. Jónás László, Mécs Miklós) valamint a tatai Művelődési Központ színháztermében (Kulin). Május 21-én a gyöngyösi Városi-Járási Művelődési Központban (Kulin), augusztus 13-án a szolnoki Tiszamenti Vegyiművek Művelődési Ház színháztermében (Kulin) Nyíregyházán (dr. Dankó Sándor) a két utóbbi helyen a Tiszamenti Vegyiművek Művelődési Ház Irodalmi színpadának közreműködésével.

Ünnepi megemlékezést tartottak a miskolci, ózdi és leninvárosi Urániákban és Borsod megye több művelődési intézményében.

A reprezentatív emlékülések mellett nagyszámú előadás foglalkozott Kopernikusz életével és munkásságával, amihez jelentős segítséget adtak a Lengyel Kultúra által rendelkezésünkre bocsátott „Kopernikusz életének krónikája" és „Kopernikusz felfedi az igazságot" c. filmek és a TIT Központ által készíttetett diafilm sorozat.

Nagyon sok érdeklődőt vonzott a Lengyel Kultúrától kapott Kopernikusz emlékkiállítás, amelyet a budapesti Uránia forgalmazott. A kiállítás ünnepélyes megnyitó után bemutatásra került Budapesten a Kossuth Klubban, az Urániában, a Láng Művelődési Központban, a 207-es Szakmunkásképző Otthonban, a Kassák Művelődési Központban, a Danuvia Művelődési Központban, az Eötvös Gimnáziumban, a debreceni Református Kollégiumban, az esztergomi Művelődési Központban, Békés megye 7 helyiségében, az oroszlányi Ifjúsági Házban, Egerben a Hámán Kató Megyei Úttörőházban, az aszódi Fegyveres Erők Klubjában, a bicskei, a hatvani, tatai, komáromi és nyíregyházai Művelődési Központban (az utóbbiban bélyegkiállítással egybekötve), a kaposvári Ifjúsági és Úttörőházban.

A Kopernikuszról szóló előadások nagymértékben hozzájárultak magának a csillagászatnak népszerűsítéséhez, hiszen a csillagászati kutatások célját, értelmét, hasznát, a csillagászat jelentőségét az emberiség kultúrájában, a modern természetkutatásban, a kopernikuszi eszmék alapján lehet megérteni.

Az oroszlányi Petőfi Művelődési Központ Csillagászati Szakköre és a budapesti Uránia Csillagvizsgáló szervezésében a Csillagászat Baráti Körének 36

5. ábra. Kopernikusz ünnepély a Láng Művelődési Központban

6. ábra. Kopernikusz kiállítás a Láng Művelődési Központban

tagja augusztus 17—25-ig Kopernikusz emléktúrán vett részt Lengyelországban és a magyar amatőrcsillagászok képviseletében koszorút helyezett el Varsóban, Olsztyinban, Fromborkban, Torunban és Krakkóban.

A hazai Kopernikusz Bizottság közreműködésével a TIT Központ az IUA varsói ünnepi ülésére delegálta dr. Szimán Oszkárt (Vác) és dr. Tóth Lászlót (Pécs).

A Lengyel Kultúrától Kopernikusz emlékérmet kapott a csillagászati szakosztályok tagjai közül dr. Kulin György, aki a legtöbb reprezentatív Kopernikusz-előadást tartotta és Zombori Ottó (Uránia), aki országszerte eredményesen szervezte a kiállításokat.

Mécs Miklós által vezetett esztergomi úttörőházi szakkör a Magyar Rádió és az Országos Úttörőszövetség Kopernikusz vetélkedőjén vett részt. Két szakköri tag II. és III. helyezést ért el és egyik elnyerte a Pajtás szerkesztőségi különdíját is.

A szakosztályok tevékenységének főbb tapasztalatai

A kopernikuszi év tanulságainak korunkra alkalmazásaként a szakosztályok témaajánlásaiban nagyobb súlyt kaptak a csillagászat jelentőségét, a csillagászati kutatások mai hasznát megvilágító témák, mint Csillagászat és űrkutatás, A csillagászat jelentősége az emberiség kultúrájában, Csillagászat és mindennapi élet, Csillagászat és természettudomány, A modern csillagászat megalapítói.

A tapasztalat szerint az ilyen átfogó, természettudományos világképet formáló témák nagyobb érdeklődést keltettek mint a részlettémákkal foglalkozó előadások. Ez irányt mutató a jövőre nézve is, összhangban azzal, hogy ismeretterjesztő munkánk nem szaktudományi részleteredményekkel, hanem a tudományos világnézet megalapozásával kíván hozzájárulni az általános műveltség gyarapításához, a korszerű materialista világkép kialakításához.

Az elmúlt évekhez hasonlóan a tematikában kiemelten szerepelt az űrkutatás, de nemcsak az aktuális események, hanem az „Űrkutatás a Föld szolgálatában" c. előadások is.

„A jövő emlékei" c. filmet 1972-ben játszották a mozik, de az embereket még 1973-ban is élénken foglalkoztatta az a kérdés, hogy jártak-e a Földön más bolygók értelmes lényei. A film tendenciáival ellentétben a tudománynak erre vonatkozólag semmilyen konkrét bizonyítéka nincsen.

A budapesti szakosztály a történelmi szakosztállyal közös rendezésben június 21-én és 28-án vitaestet rendezett a Kossuth klubban. Az első esten Ponori Thewrewk Aurél bevezetője után levetítették a filmet, a második alkalommal pedig dr. Kulin György és Ponori Thewrewk Aurél csillagászok valamint dr. Kákosi László egyiptológus, egyetemi docens és dr. Torma István régész, tudományos munkatárs színes diaképek vetítésével illusztrálták

a közönség kérdéseire adott válaszaikat. A nagy érdeklődésre jellemző, hogy a két rendezvény hallgatósága kb. 320 fő volt és ez a téma még 27 más alkalommal hangzott el Budapesten, összesen 1333 fő hallgatóság előtt és több vidéki város is igényelte (Esztergom, Tata).

Ezeket az előadásokat kiegészítették a „Kapcsolatfelvétel idegen civilizációkkal" ugyancsak kedvelt előadások, rámutatva arra, hogy nem azért helytelenítjük „A jövő emlékei" film kellően meg nem alapozott következtetéseit, mert tagadnánk, hogy távoli bolygókon is élhetnek értelmes lények.

A tudomány és a rádiótechnika mindent megtesz annak érdekében, hogy rádiókapcsolatot létesítsünk velük. Gondosan megvizsgálnak minden, a világűrből jövő különlegesnek látszó rádióhullámot is, de mesterséges rádiójelekre mind ez ideig nincs bizonyíték, ami nem jelenti, hogy a jövőben sem lehet.

A más bolygókon lehetséges élet állandó témája az ismeretterjesztésnek, és gyakori téma volt az 1973. évben is azzal az új vonással gazdagodva, hogy a csillagközi térben felfedezett szerves molekulák még derűlátóbbá teszik ennek a kérdésnek megítélését.

A szakosztályok igyekeztek eleget tenni a VI. Küldöttgyűlés azon határozatának, hogy a társulati tevékenység középpontjába kell állítani az ipari munkásság, a mezőgazdasági fizikai dolgozók és az ifjúság körében végzett munkát.

Ez a törekvés hiánytalanul érvényesült az ifjúság körében, amire az ifjúsági akadémiák és klubok mellett a szakköri mozgalom fellendülése is jellemző. A budapesti Uránia országos szintű felmérése szerint jelenleg 91 ifjúsági csillagászati szakkör működik. Foglalkozásaik az ismeretterjesztés kiscsoportos, elmélyültebb, behatóbb formái, ahol a számonkérés is lehetséges. A szakköri fiatalok közül igen sokan levizsgáznak a levelező csillagászati tanfolyam anyagából. Az esztergomi „Petőfi Sándor" Művelődési Ház Csillagászati Szakköre (vezetője dr. Jónás László) megalakulásának 10 éves évfordulóján miniszteri kitüntetésben részesült. A veszprémi SZMT Kisfaludy Művelődési Ház Csillagászati Szakköre (vezetője Vértes Ernő) első helyezést ért el a megyei műszaki körök kiállításán.

A szakkörök fejlesztése tette szükségessé a szakkörvezetők első országos értekezletének megrendezését, amelyről dr. Dankó Sándor az Évkönyv más helyén számol be.

Nem sikerült viszont az 1973. évben sem lényeges eredményt elérni ismeretterjesztő munkánknak az ipari munkásság és a mezőgazdasági fizikai dolgozók felé kiszélesítésében. Előadásaink kb. 20%-a hangzott el az iparban (Budapesten a 20%-ot sem érte el) és ugyancsak 20%-a a mezőgazdasági dolgozók körében, amivel nem lehetünk elégedettek. Kivétel egyrészt Békés megye, ahol 257 előadásból 125-öt a mezőgazdaságban tartottak, másrészt Veszprém megye, 149 előadásból 81 ipari előadással.

Az előadáspropaganda kiszélesítésének egyik akadálya, hogy a szakosztályoknak a járási előadói bázis kiépítésére való törekvése csak lassan vezet

7. ábra. A Tiszamenti Vegyiművek Művelődési Háza csillagászati szakkörének táv csöve.

eredményre, de hátráltatója az is, hogy még mindig nagy azon üzemek, műve lődési intézmények száma, amelyeknek vezetői — félreismerve a csillagásza jelentőségét — nem igénylik előadásainkat.

Csillagászati Szabadegyetemek

A budapesti József Attila Szabadegyetem 1973/74. évi csillagászati tagozatán a „Barangolás az Univerzumban (Nevezetes égitestek)" sorozatban elhangzot előadások: 1. Dr. Kulin György: Mit jelent ma, hogy a Föld égitest. 2. Dr Kulin György: A Hold kutatása és jelentősége. 3. Dr. Marik Miklós: A m csillagunk a Nap. 4. Erdős Tamás: Legközelebbi szomszédunk, a Vénusz 5. Szabados László: A Mars mai szemmel. 6. Ponori Thewrewk Aurél: Jupiter a bolygók óriása. 7. Dr. Barcza Szabolcs: A Szaturnusz és gyűrűrendszere 8. Dr. Szimán Oszkár: A Halley üstökös. 9. Schalk Gyula: A leghíresebb meteoritok. 10. Dr. Marik Miklós: A nagy Orion köd. 11. Széchényi Nag Gábor: A legfényesebb csillagok. 12. Róka Gedeon: Szupernóvák és a Rák köd. 13. Zombori Ottó: Az Andromeda-köd. 14. Dr. Érdi Bálint: Felfedezzü

az első kvazárt. 15. Dr. Balázs Béla: Szétrobbanó csillagrendszerek. 16. Dr. Horváth András: Mesterséges égitestek.

A komoly érdeklődőknek rendezett „Asztrofizika haladóknak" speciális kollégium előadásai: 1. Szabados László: Állapothatározók I. (Fényesség és felületi hőmérséklet). 2. Tihanyi László: Állapothatározók II. (Csillagok tömege, spektruma). 3. Széchényi Nagy Gábor: Állapothatározók III. (Sugár, rotációs periódus, kémiai összetétel). 4. Dr. Szeidl Béla: Összefüggések a csillagok állapotjelzői között (Tömegfényesség reláció, HR-diagram). 5. Dr. Abonyi Iván: A csillagok energiatermelése. 6. Dr. Marik Miklós: A csillagok belső szerkezete. 7. Dr. Szimán Oszkár: Az intersztelláris anyag. 8. Dr. Balázs Béla: Csillagkozmogónia.

Az esztergomi Csillagászati Szabadegyetem előadásai: Dr. Jónás László és Mécs Miklós: Tíz éves az esztergomi Csillagászati Szakkör. Pifkó Péter: A modern csillagászat megteremtői. Dr. Jónás László: a Nap mint atomerőmű. Dr. Jónás László: A Nap és földi hatásai. Mécs Miklós: Automaták és emberek a Holdon. Zombori Ottó: A bolygókutatás legújabb eredményei. Kelemen János: Radar- és rádiócsillagászat. Zombori Ottó: Légkörön túli csillagászat, Csordás András: Relativitás és világűr. Ponori Thewrewk Aurél: Jártak-e már a Földön idegen űrhajók. Dr. Kulin György: Kapcsolatfelvétel idegen civilizációkkal.

Előadói továbbképző tanfolyam Szolnokon

Augusztus 9—18-ig a TIT Csillagászati és Űrkutatási Választmánya 10 napos bentlakásos továbbképző tanfolyamot rendezett Szolnokon a Tiszamenti Vegyiművek Művelődési Házában amelyen a TIT Központ minden megyéjéből két előadó részére biztosított részvételt.

A tanfolyamon összesen 30 előadásnak előadói és az előadásokat követő 2 órás konzultáció vezetői voltak: dr. Balázs Béla, dr. Dezső Loránt, dr. Ill Márton, dr. Kulin György, dr. Marik Miklós, Ponori Thewrewk Aurél, Róka Gedeon, dr. Szeidl Béla és Zombori Ottó.

A tanfolyam sikeres megrendezését a Tiszamenti Vegyiművek igazgatóságának és Szakszervezeti Bizottságának segítsége és megértő támogatása tette lehetővé. Szimonidesz Lajos a TMV igazgatója díjmentesen engedte át a szálláshelyeket és kedvezményes étkeztetést tett lehetővé. A tanfolyam lebonyolításában és a délutáni és esti szabad programok megszervezésében (városnézés, üzemlátogatás, esti távcsöves megfigyelések, búcsúvacsora a TMV tiszaligeti üdülőjében) nagy ügyszeretettel vett részt dr. Dankó Sándor vezetésével a szolnoki csillagászati szakkör és Három Sándor a Művelődési Ház igazgatója.

8. ábra. A szolnoki továbbképző tanfolyam résztvevői

9. ábra. A szolnoki tanfolyam résztvevői gyárlátogatáson

A Választmány a budapesti Csillagászati Szakosztályal eggyütt dec. 28-án a TIT budapesti Természettudományi Studiójában rendezett központi előadói konferenciát.

A konferencián dr. Barcz Szabolcs a csillgok keletkezéséről, Róka Gedeon a csillagászat időszerü világnézet kérdéseiről tartott előadást, az ebédszünet után pedig Szüle Yénes, sasát gazdag diagyűjeményének bemutatásával az űrkutatási témájú előadások tapasztalatairól számolt be.

Az 1972 decemberi — a Kopernikusz Évet előkészítő központi elóadói konferencia után Baranya (dr. Balázsy László vezetésével), Bacs (dr. Ill Márton, dr. Kulin György, Ponori Thewrewk Aurél), Nógrád (Zombori Ottó), Pest (Vácott Róka Gedeon, Budapesten dr. Kulin György), Szabolcs (Kuknyó János és Zeke Árpád), Vas (dr. Tóth György két alkalommal) megyékben is megrendezték a megyei előadói konferenciákat Kopernikusz munkásságának tudományos és világnézeti jelentőségéről, a Kopernikusz Év feladatairól.

Fejér megyei szakosztály a székesfehérvári „Tiidomáyos" Ismeretek Hete" keretében május 9-én konferenciát rendezett három előadással: Égimchanika, Az élet kutatása a világegyetemben (dr Kulin György), A csil'agászat módszertani kárdései (Zombori Ottó).

Heves megyében novembev 14-én a Kohoutek üstökösről rendeztek megyei előadói konferenciát.

A budapesti szakosztály előadói konferencián dr. Detre László akadémikus, a csillagászat legújabb eredményeiről, Róka Gedeon az űrkutatás világnézeti kérdéseiről tartott előadást, dr. Érdi Bálint, dr. Marik Miklós, Paál György és dr. Szeidl Béla pedig az 1973 évi IAU kongresszusról számoltak be.

Az ELTE Csillagászati Tudományos Diákkörével közös rendezésben Oláh Katalin a változócsillagokról, Gesztesi Lívia a nóvákról, szupernóvákról, Grandpierre Attila a pulzárokról, Kelemen János az extragalaktikus változó objektumokról tartottak referátumokat.

Az 1973. évben váltak rendszeressé az Uránia Csillagvizsgáló továbbképző konferenciái, a budapesti szakosztállyal közös rendezésben. A kéthetente rendezett konferenciákon társadalmi munkában tartottak előadásokat: Kelemen János (Szerves anyag az intersztelláris térben), Tihanyi László (Rövid csillagászati definiciók), Széchényi-Nagy Gábor (Nyílthalmazok többszínfotometriája), dr. Szeidl Béla (A HR diagram), Szabados László (Változócsillagok), Kelemen János (Galaxisok), Piroska György (Rakétahajtóművek indítási folyamatai), Erdős Tamás (Csillagászati kiértékelő műszerek), dr. Almár Iván (A mesterséges holdak mérési eredményeinek felhasználása a földtudományokban), Oláh Katalin (Gömbhalmazok), Szüle Dénes (Az Apolló-program), ifj. Bartha Lajos (A holdkutatás geológiai, geofizikai eredményei), Nagy Sándor (Keringő obszervatóriumok), Kelemen János (Az intersztelláris anyag) Ponori Thewrewk Aurél (Az óriás bolygók), Tihanyi László (Szakirodalmi

tájékoztató), Sinka József (Az űrkutatás gyakorlati vonatkozásai), Róka Gedeon (A csillagászati ismeretterjesztés időszerű világnézeti kérdései), Tihanyi László (A vöröseltolódás), Nagy Sándor (A passzív mesterséges holdak megfigyelésén alapuló kutatások), Tihanyi László (Aktuális csillagászati problémák.

Csillagászati Hét

Az elmúlt évekhez hasonlóan széles körű érdeklődést keltett az 1973 őszén változatos programmal rendezett országos Csillagászati Hét is, amelynek csupán néhány kiemelkedőbb rendezvényéről számolhatunk be.

A budapesti Csillagászati Szakosztály a TIT Természettudományi Stúdiójában „Az élet kutatása a Világegyetemben" címmel az alábbi sorozatot rendezte:

okt. 1. Dr. Fejes István: Kapcsolatfelvétel más civilizációkkal
okt. 2. Dr. Gánti Tibor: Az élet fizikai és kémiai alapjai
okt. 3. Dr. Marik Miklós: Szerves anyag az intersztelláris térben
okt. 4. Dr. Kulin György: Élet a Naprendszerben
okt.5. Dr. Echter Tibor: Élettani kísérletek a világűrben
okt. 6. Ponori Thewrewk Aurél: Van-e a Földhöz hasonló égitest

A Baranya megyei szakosztály programja Pécsett a Leőwey gimnáziumban:

nov. 5. Dr. Tóth László: Csillagászat és természetkutatás
nov. 6. Dr. Balázsy László: A naptevékenység hatásai
nov. 8. Simon Ernő: Űrkutatás az ember szolgálatában
nov. 9. Dr. Görcs László: 500 éve született Kopernikusz

Bács megyében Kalocsán az új távcső ünnepélyes átadása után a Városi Könyvtárban tartott előadások:

okt. 3. Dr. Ill Márton: (Baja) Csillagászat és civilizáció
okt. 5. Dr. Kőháti Attila (Bpest) Mesterséges holdak a Föld szolgálatában
okt. 8. Dr. Kulin György: Élet a Kozmoszban

Békés megyében már hagyománnyá vált a Csillagászati Hétnek a megye egész területére kiterjesztése, 1973-ban azonban felülmúlva a korábbi rendezvényeket, dr. Balázs Béla (Bpest), Bankós Csaba, Bérczi Szaniszló, dr. Béres István, Csáky Kálmán, Csecsei István, Domokos Tamás, dr. Frankó Károly, Kepenyes János, dr. Kőháti Attila (Bpest), Kulin György (Bpest), Márki-Zay Lajos, Rubint Károly, Somogyi József, Soós István, K. Tóth György okt 1. és 10. között a megye 16 helyiségében 47 előadást tartottak, mely programot még távcsöves bemutatások és filmestek egészítettek ki.

A „Borsodi Csillagászati Hetek"-et dr. Zétényi Endre (Eger), „A modern természettudományos világkép" c. előadása nyitotta meg a miskolci Uránia Csillagvizsgálóban. Az október 1—31 között 14 helyiségben még további 58 előadás hangzott el.

Győrött és Pannonhalmán (a Csillagászati Klubban) Molnár Ottó tartotta az ünnepélyes megnyitót az Apolló programról, Pannonhalmán a záró előadást dr. Balázs Béla (Bpest) tartotta „Csillagászat és természetkutatás" címen.

Szabolcs megyében Nyíregyházán elhangzott előadások:

okt. 3. Kellner Ferencné a Hazafias Népfront Városi Bizottságának titkára: Megnyitó
Zombori Ottó (Bpest): A Föld mint égitest

okt. 6. Dr. Szabó Gyula (Miskolc): Az űrkutatás módjai és eredményei

okt. 10. Dr. Dankó Sándor (Szolnok): Ünnepi megemlékezés Kopernikuszról, Az előadás után a Tiszamenti Vegyiművek Irodalmi Színpadának emlékműsora.

okt. 13. Tihanyi László (Bpest): Bolygószomszédaink

A szolnoki rendezvények:

okt. 16. Dr. Ill Márton (Baja): Űrkutatás az ember szolgálatában

okt. 19. Dr. Dankó Sándor: Élet a Világegyetemben

Kitüntetések

Augusztus 20. alkalmával dr. Kulin György a SZOT Művészeti Díját, dr. Szabó Gyula (Miskolc) pedig a Szocialista Kultúráért kitüntetést kapta.

Szitter Béla (Győr) az ógyallai Központi Csillagvizsgálótól Konkoly Thege Miklós díjat kapott.

•

Mély fájdalommal közöljük, hogy RÓKA GEDEON a TIT Csillagászati és Űrkutatási Választmányának titkára 1974. okt. 5-én hajnalban szívbénulásban meghalt.

1946 óta vett részt a csillagászati ismeretterjesztő munkában, előbb mint a Magyar Csillagászati Egyesület alelnöke, 1951-től mint a Természettudományi Társulat Csillagászati Szakosztályának titkára, majd mint a TIT csillagászati és Űrkutatási Választmányának titkára. Ebben a minőségben ismerte meg őt az egész ország számos könyvéből, egyéb írásaiból, előadásaiból, rádió és tv nyilatkozataiból.

Szigorúan következetes világszemlélete tükröződött minden megnyilatkozásában. Példamutató kötelességtudása, munkamorálja és mélységes emberszeretete, mindenkin segíteni akaró készsége és a lényéből áradó derű teszi őt felejthetetlenné mindazok számára, akik ismerték.

Élete nagy ajándék volt közművelődésünk számára, távozása arra kötelez, hogy a közösen vállalt feladatok elvégzésében helytálljunk helyette is.

KULIN GYÖRGY

A TIT URÁNIA BEMUTATÓ CSILLAGVIZSGÁLÓINAK MŰKÖDÉSÉRŐL

Korábban az 1947-ben létesült Budapesti Uránia Csillagvizsgáló példája nyomán épült csillagvizsgálók és állandó hellyel nem rendelkező távcsövek voltak a bemutatások központjai. A nagyobb létesítmények nem mindegyike viseli az Uránia nevet. Tevékenységük azonban szerves része a bemutatásos csillagászati ismeretterjesztésnek.

A korábban létesült és rendszeresen működő csillagvizsgálókon kívül új, 30 cm-es távcsövet kapott Eger és Kalocsa, és megnyílt a szép tatai Csillagvizsgáló. Nehézségekkel küszködnek a szegediek. Ez a város a Baráti Kör szervezésében a legelsők között volt, most a műszert a Béke épület tetejéről eltávolították. Hasonló lett a sorsa a zalaegerszegi távcsőnek is. Az Újpesti Könyves Kálmán Gimnázium szép csillagvizsgálója csak névleges. Hasonló a helyzet az ország első Úttörőházi, Hámán Kató úti csillagvizsgálójával is. Szolnokon a cukorgyári Uránia szerepét a Tiszamenti Vegyiművek szakköre vette át, de a városban épül az új modern csillagvizsgáló. Évekkel ezelőtt kapott 30 cm-es távcsövet a Nyíregyházi Főiskola, aminek működtetéséhez most nyíltak kedvező kilátások Dr. Göőz Lajos lelkes munkája nyomán. A tíz megyének juttatott 16 cm-es reflektorokat alkalmilag használják.

Örvendetes azonban, hogy egyre több iskola és Művelődési Ház létesít bemutató csillagvizsgálót és sok vonatkozásban betöltik azt a szerepet, amit korábban csak az Urániák és hasonló intézmények végeztek.

Nagymértékben megnőtt a szakkörök száma, ahol közös erővel egymás után épülnek a 20—30 cm átmérőjű távcsövek. Nemcsak megfigyeléseket végeznek ezekkel, hanem bemutatásokat is tartanak. A Baráti Kör és a szakkörök munkája ma már része annak az országos munkának, amit korábban az Urániák végeztek, és szorosan összefügg a szakosztályok ismeretterjesztő munkájával. A szakosztályi tagok a legtöbb esetben a Baráti Kör helyi csoportjainak vezetői, segítik a szakkörök munkáját, a Baráti Kör tagjai pedig a megyei, szakosztályi rendezvények szervezésének aktív munkatársai.

Az elmúlt és a jelen időszak jellemzésére a következőket en líthetjük:

1. Kopernikusz születésének 500. évfordulója.
2. A Csillagászat Baráti Körének tíz esztendeje.
3. A fantasztikus irodalom és az előadások témái.
4. Az oktatók fokozott érdeklődése a csillagászat iránt.

1. A Kopernikusz Év az Urániák számára sem csak szokványos feladatokat jelentett. Felhasználtuk ezt az alkalmat, hogy a kopernikuszi fordulat jelentőségére rámutassunk gondolkodásunk, szemléletünk minden vonatkozásában. Jó alkalom volt ez arra is, hogy értékeljük Ptolemaiosz igazi jelentőségét is, minthogy geometriai modelljével a legnagyobbat alkotta, amire kora képes lehetett. Igyekeztünk megmutatni, hogy aki ma is hisz az asztrológiában, még nem értette meg Kopernikuszt.

2. A Csillagászat Baráti Köre tíz éve létesült. Fejlődése, eredményei sok tanulsággal szolgálhatnak mindenki számára, akik velünk együtt az iskolán kívüli közművelődés hatékony formájaként a mozgalmi jelleget felismerték.

A grafikon, amely az elmúlt tíz év fejlődését tükrözi, feltétlenül magára vonja a figyelmet és önkéntelenül is felmerülnek a kérdések, hogyan lehetett ilyen eredményt elérni.

A legfontosabb alapelv az *önkéntesség.* Az lehet tagja a Baráti Körnek, aki akar. Nincsen tagdíj, előfeltétel csupán a Föld és Égnek, a mozgalom lapjának előfizetése, ami tudvalevőleg nem nyereséges, hanem államilag támogatott. A tagság viszont jogot ad ahhoz, hogy az optikai elemeket és távcsöveket kedvezményesen megvásárolhassák, olyan cikkeket, amelyek kereskedelmi forgalomban nem szerepelnek. Ebből adódik második alapelvünk, a *tagság érdekeltsége,* hogy olcsón hozzájuthassanak a távcsövekhez. Az már a mi feladatunk, hogy mindent beszerezzünk, előteremtsünk, ami a hazai viszonyok között lehetséges.

Fontos elvünk az *alkotás örömének megismertetése.* Ennek érdekében a legtöbb esetben csak alkatrészeket adunk, a távcsöveket maguk a tagok készítik el igen nagy leleményességgel. Az alkotás örömének másik területe a megfigyelés, amiben egészen fiatal tagjaink is résztvehetnek, megfigyeléseik nevükkel együtt nemzetközi kiadványokban megjelennek.

Az így önkéntesen vállalt munka magával hozza az *áldozatvállalás készségét.* Vannak fiatalok és felnőttek, akik megtakarított pénzüket könyvek vásárlására, egyre nagyobb távcsövek építésére fordítják.

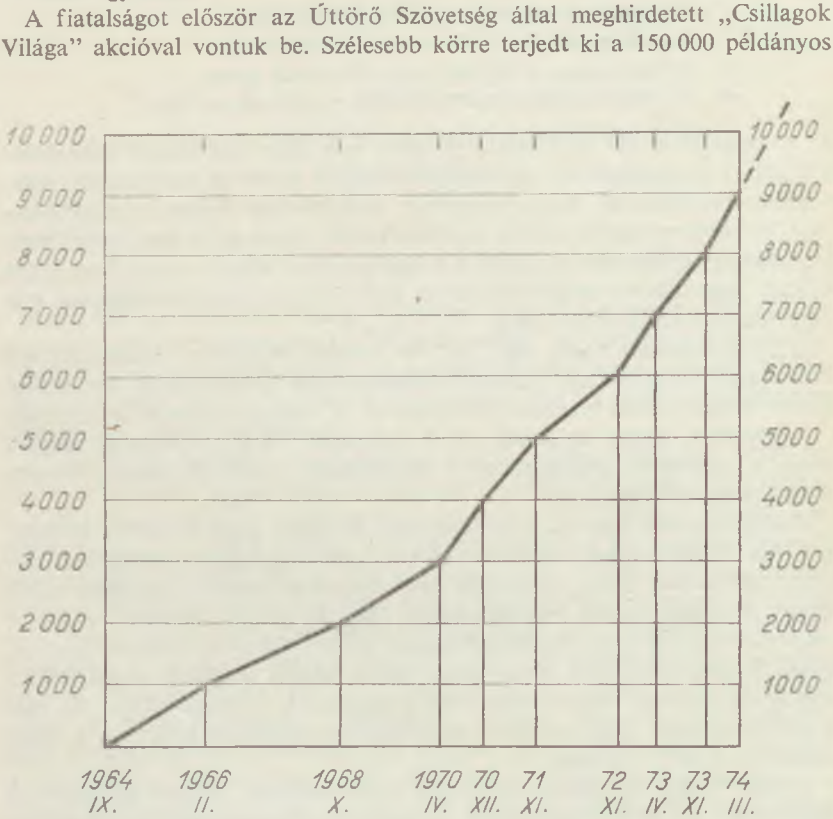
Mindez együttvéve a *szabad idő kulturált kihasználásának* figyelemre méltó formája, aminek már közművelődési szempontból is nagy a jelentősége.

Országos jellegűnek azonban egy mozgalom csak akkor tekinthető, ha mindkét nemre, minden korosztályra, minden foglalkozási ágra és minden városra, községre, tanyára kiterjed.

Az első időkben a tagság túlnyomó százaléka mindössze néhány városból tevődött össze. Legfőbb gondunk az volt, hogy mozgalmunk az egész országot

behálózza, tagjai között ott legyenek a fiatalok, a felnőtt dolgozók, a férfiak és a nők egyaránt.

A fiatalságot először az Úttörő Szövetség által meghirdetett „Csillagok Világa" akcióval vontuk be. Szélesebb körre terjedt ki a 150 000 példányos



9/a. ábra. A Csillagászat Baráti Körének fejlődése 1964. szeptember és 1974. március között.

Élet és Tudományban megjelent Évszakok csillagászata c. cikksorozat. A legnagyobb tömeget a Népszabadságban másfél év alatt közölt cikksorozat mozgatta meg. Az egyes akciók hatása tükröződik a grafikonon. Az első lendületet a 9. évfolyamába lépő Föld és Ég megjelenése hozta. Igaz, a grafikonnak a második szakasza a legenyhébb emelkedésű, de ez adta a legnehezebb szervezési feladatokat. Az országban már meglevő érdeklődők hamarosan csatlakoztak hozzánk, az újabb ezres növekedéshez azonban 32 hónapra volt szükség. Senki nem számított arra, amit a grafikon vége mutat. 1972 novemberében állítottuk ki a 6000. tagsági igazolványt, 1973 áprilisában a 7000.-et, 1973 novemberében

a 8000.-et és reá négy hónapra, 1974 márciusában a 9000.-et. Ebben a legutolsó szakaszban tehát az ezres növekedéshez nyolcad annyi idő volt szükséges, mint az 1000-ről a 2000-es emelkedéshez. Minden reményünk megvan ahhoz, hogy a Baráti Kör megalakulásának 10. évfordulóján, azaz 1974 szeptemberében elérjük a tízezres létszámot. Jól tudjuk, hogy ez a tízezer nem mind aktív tag. Sokan pillanatnyi lelkesedésből csatlakoztak hozzánk s ma már a Föld és Égnek sem előfizetői. A szám azonban mégis kifejez valamit, a csillagászat iránt felfokozódott érdeklődést. Azzal is tisztában vagyunk, hogy munkánk még nem jelent gyökeres változást az emberek gondolkodásában, szemléletében. Az elért eredmények csak kezdetét jelenthetik az ilyen irányú törekvéseinknek.

Nem is csupán a tízezer emberről van szó. A Föld és Ég 15 000 példányban jelenik meg, az utóbbi években minden munkanapon átlagban egy 10—30 cm-es távcsőtükör került az amatőrök birtokába. Az így megépített távcsövek száma, beleértve az amatőrök saját készítésű tükreit is, kétezerre tehető. Az egyszerű Kepler távcsövek száma minden bizonnyal meghaladja már a húszezret. Ezzel igyekszünk megvalósítani mozgalmunk alapvető célkitűzését: minden embernek, vagy minél több embernek megszerezni Galilei élményét, amely a gondolat felszabadulásának, a szemlélet megtisztulásának, az új fizika és csillagászat megszületésének alapja volt. Tagjaink megismerték az öröm új formáját: a távcsövön át meglátott valóság szépségének örömét megosztani másokkal is. Tagjainknak ez a tevékenysége megsokszorozza azt a számot, amit a tízezres taglétszám jelent.

Elértük azt, hogy mozgalmunk legeredményesebb propagálói maguk a tagok. Az új tagok jelentős része azzal kéri felvételét, hogy egyik barátjától hallott a mozgalom létezéséről. Tisztában vagyunk azzal, hogy a mozgalom további erősödése is csak az alapját teremtheti meg annak a törekvésnek, hogy mindaz, amit a természet megismerése ad, az emberek szemléletének szerves részévé váljék, hogy a gondolkodást végképpen megtisztítsa a misztikus és babonás elképzelések maradványaitól.

Örömmel tapasztaljuk, hogy mozgalmunk eljutott a gyárakba, az iskolákba, a tanyákra, de akadnak nehéz területek még nagyközségekben és városokban is egyaránt. Reméljük, hogy egyszer majd ezekre a helyekre is eljutunk.

3. A fantasztikus irodalom és az előadások témái

A csillagászati ismeretterjesztést nehéz lenne előre betervezni, mert az érdeklődést sokszor nem várt aktualitások irányítják. Szigorú tervezés csak a szakkörökben valósítható meg, ahol alapozó ismeretek átadására törekszünk. Ilyen előre nem tervezhető aktualitás volt az elmúlt időszakban a Kohoutek üstökös.

Tükröződtek az előadások témáiban a fantasztikus irodalomban felmerülő problémák és ugyancsak a fantáziából született repülő csészealjak, a Földön már itt járt értelmes lények Däniken féle elképzelései. Eljutnak az olvasókhoz

a tudomány új felfedezései, a csillagközi térben talált szerves molekulák és ennek következtében előtérbe kerül a földönkívüli élet kérdése, más lakott bolygók és a csillagközi űrhajózás kérdései.

Érthető tehát, hogy az elmúlt időszakban megtartott előadások jelentős része ezekhez a problémákhoz kapcsolódott. Általános érdeklődés jelentkezett a különleges égi objektumok, a kvazárok, a pulzárok és a fekete lyukak iránt és még bizonyára sokáig izgalmas kérdés marad az ősrobbanás és a Világegyetem tágulása is.

Természetesen az űrkutatás szenzációi is előtérben voltak. Akadt is bőven téma: a Pioneer-10 útja, a Skylab, a négy szovjet Marsz űrszonda, valamint a Mariner-10 Vénusz—Merkur szonda. A csillagászat érdekes felfedezései és vállalkozásai felkeltik azoknak érdeklődését is, akik különben nem voltak a csillagászat kedvelői. Egyre nyilvánvalóbbá lesz, hogy a csillagászkodás és maga a csillagászat nem csupán az elérhetetlen messzeségben levő csillagokkal foglalkozik, a földi ember jobb életének megvalósítása a cél akkor is, ha kőzetért a Holdra megyünk, vagy életnyomokat kutatunk a Marson.

Arra kell felkészülnünk, hogy az így megnyilvánuló érdeklődésre helyes válaszokat tudjunk adni.

4. Az oktatók fokozott érdeklődése

Mindaz a sok érdekes és izgalmas felfedezés, amelyeknek híre napilapokban, rádióban, tv-ben, ismeretterjesztő lapokban megjelenik, csak hosszú évek múlva kerülhet be az iskolai tankönyvekbe.

A fiatalok kérdésekkel ostromolják tanáraikat, magyarázzák meg azt, amit még nem érthetnek meg. Ehhez azonban a tanárnak is lépést kell tartani az újdonságokkal, amire viszont csak keveseknek van módja és lehetősége. Jelei mutatkoznak annak, hogy a tanárok körében egyre többen érzik a szükségét annak, hogy továbbképző tanfolyamokon, előadói konferenciákon megfelelő tájékozottságra tegyenek szert a fizika, a csillagászat és a biológia legújabb eredményei és törekvései között.

Új feladatot jelent ez nemcsak a szakemberek számára, hanem a mi mozgalmunk számára is, de nemcsak új, hanem egyben örvendetes feladatot is.

E bevezetőben elmondottak általánosan jellemzők az egész országban folyó munkákra. Megfogalmazásának alapját az országban szerzett tapasztalatok adják.

BUDAPEST

A Budapesti Uránia Csillagvizsgáló országos jellegű feladatokat is ellát. Központja a Baráti Kör mozgalomnak, a szakköri munkának és a megfigyelői hálózatnak. Tevékenységének egy részét ezek a feladatok határozzák meg.

Mint fővárosi intézménynek legfőbb területei:

1. Minden derült hétköznapon távcsöves bemutatások, előadások és filmvetítések alkalmi egyéni és előre bejelentett iskolai és más csoportoknak. Itt különösen a tavaszi és őszi időszakban nehezednek reánk súlyos feladatok, minthogy a derült esték és a látnivalók, előadótermünk más irányú lekötöttsége miatt sok esetben egy-egy este 3—5 iskolai csoportot kell fogadnunk. A 27 éve létesült Sánc utcai Uránia kereteit kinőttük már, több látogató fogadására csak az Uránia esedékes bővítése után nyílhat lehetőség.

Növekszik az egyéni látogatók száma, de ma még nem gondolhatunk arra, hogy nagyobb propagandával éljünk.

2. Csütörtöki sorozatok, minden évben tavasszal és ősszel. Az 1973 tavaszi sorozat előadásai voltak: *Róka Gedeon:* A kopernikuszi fordulat, *Barlai Katalin:* Törpecsillagoktól az óriásokig, *Fejes István:* Rádiótávcsövek nyomán Amerikában, *Tihanyi László:* Mik a galaxismagok?, *Kelemen János:* A napkutatás újabb eredményei, *Horváth András:* Szovjet és amerikai űrállomások, *dr. Torma István:* Régészeti kormeghatározás, *dr. Kulin György:* Csillagászati kormeghatározás, *Dr. Kőháti Attila:* Mesterséges égitestek a Föld szolgálatában, *dr. Balázs Béla:* Újabb elképzelések a Tejútrendszer spirális szerkezetéről, *Ponori Thewrewk Aurél:* Kőkori csillagászat.

Az 1973 őszi csütörtöki sorozat előadásai voltak:
Dr. Kulin György: A Kohoutek üstökös, *Zombori Ottó:* Csillagász-túrán Kopernikusz hazájában, *Nagy Sándor:* Keringő obszervatóriumok, *Klopfer Ervin:* A világ anyagi szerkezete, *Kelemen János:* A látható fényen túli csillagászat, *Bérczi Szaniszló:* A Hold története mai szemmel, *Erdős Tamás:* Optikai távcsövek a modern csillagászatban, *Schalk Gyula:* Az észak-amerikai indiánok csillagászati emlékei, *dr. Tänzer Tibor:* Új megfigyelési módszerek a kozmikus meteorológiában, *Kanyó Sándor:* A Tejútrendszer gömbhalmazai.

3. Téli és nyári rendezvények

A csütörtöki sorozatok több hónapos szünetében látogatóink kívánságára *Nagy Ferenc* gondnokunk immár hagyományossá váló sorozatokat szervezett. Ezek az előadások még a csütörtöki sorozatnál is zsúfoltabban megtöltötték előadótermünket. Az 1973. január—februári előadások: *Ponori Thewrewk Aurél:* Ókori építmények csillagász szemmel, *dr. Kulin György:* A csillagközi űrhajózás fizikai feltételei, *dr. Torma István:* „A jövő emlékei" — régész szemmel, *Szüle Dénes:* Az Apollo-17 eredményei.

Az 1973. évi nyári sorozat: *dr. Horváth András:* A szovjet—amerikai közös űrvállalkozások, *Szüle Dénes:* Az Apollo-17 eredményei, *Szüle Dénes:* A Skylab eredményei.

4. Szakkörök

Az egész éven át tartó keddi szakkör munkájáról külön beszámolót adunk. E vegyes, különböző korúakat összefogó szakkörön kívül péntekenkint az iskolai időszakban a „Kis csillagászok" számára két szakkör is működött *Szécsy Ilona* tanár vezetésével. A jelentkezők nagy száma miatt az általános iskolásokat két csoportra kellett osztani. Ugyanúgy, mint a másik, keddi szakkörön, itt is a tagok maguk tartják az előadásokat. Az ifjúság körében megnyilvánuló nagyfokú érdeklődés alapján ezt a munkát bővíteni lehetne, ha helyet tudnánk biztosítani számukra.

5. Citadellai részleg

Minden év májusától október végéig reggel 10-től este 22 óráig nappal panoráma, este égitest bemutatás folyik a Citadellán, amelynek látogatottsága igen nagy. A félévi forgalom minden évben 45 000 fő körül mozog.

6. Megfigyelések

Az amatőrmegfigyelések tájékoztatója a METEOR, amely közli a megfigyelési útmutatásokat és a megfigyelések eredményeit. Az egyes területek gyűjtőpontjaiból az Urániába futnak be a jelentések és innen jutnak tovább a nemzetközi gyűjtőközpontokba. Igen szépen nő a megfigyelők száma, amit a Meteor előfizetőinek emelkedése tükröz. Nemzetközi vonatkozásban a hazai megfigyelők figyelemre méltó rangot értek el.

7. Termelői tevékenység

A kiadott Tájékoztatóban szereplő 39 féle cikk jórészét kis optikai és mechanikai műhelyünkben állítjuk elő. A megnövekedett igényt csak 4—6 hetes határidővel tudjuk kielégíteni. Nagyon kevés a munkaerő. A további fejlődést csak az Uránia bővítése után remélhetjük, amire most már komoly reményeink vannak.

8. Információ

Az Uránia reggeltől késő estig nyitva áll azok számára, akik tanácsért keresnek fel bennünket. Igen eleven a telefonforgalmunk, adatokért, viták eldöntéséért és sok más vonatkozásban sokan fordulnak hozzánk. A Baráti Kör létszámának rohamos emelkedése miatt erősen megnőtt a postaforgalmunk, a beérkező levelek száma havonta 5—600, a kimenő havi postaküldemények száma jóval meghaladja az ezret.

9. Uránián kívüli feladatok

Társadalmi munkatársaink üzemekben, művelődési házakban, iskolákban szakköröket vezetnek, a TIT Budapesti Szervezet felkérésére sok előadást tartanak. Több munkatársunk egyre gyakrabban kap meghívást vidékre. Az

országban működő szakkörök, különösen a megindulóskor még központi támogatásra szorulnak. Ez és a vidéki Urániák látogatása sok vidéki utazást követel.

Tevékenyen részt vesznek munkatársaink az írásos ismeretterjesztésben is, főként az ő írásaik töltik meg a Meteor-t, sok cikket írnak a Föld és Égbe és más ismeretterjesztő lapba.

Jelenleg két státusbelire hárul mind az a sok feladat, amit az előzőkben felsoroltunk, több embernek is bőven adna munkát az országosan, egyre fokozódó mértékben megnyilvánuló érdeklődés.

Gazdasági ügyek

Az Uránia Csillagvizsgáló költségvetési támogatása 250 000 Ft körül mozog. Teljes bevételi tervünk megközelíti a 600 000 Ft-ot. Az állami támogatás fedezi a béreket és részben a fenntartási költségeket, a hiányzó kb. 350 000 Ft-ot az Uránia termeli meg belépőjegyekből, térképek, kiadványok optikai és mechanikai félkész és kész cikkek eladásából. Termelt cikkeinket önköltségi áron kizárólag a Baráti Kör tagoknak adjuk tovább. Nyilvánvaló, hogy nyilvános forgalmazásban, megfelelő munkaerő kapacitással a megtermelt érték többszörösét tudnánk előállítani. Erre nyújt reményt a tervezés alatt levő Uránia kibővítése.

Személyi ügyek

Igazgató: *dr. Kulin György*
Igazgató helyettes: *Ponori Thewrewk Aurél* részfoglalkozásban, (1973 végétől a Planetárium előkészítésével megbízva).
Tudományos munkatárs: *Zombori Ottó*
Gazdasági ügyintéző: *Bársony Bertalanné*
Gondnok: *Nagy Ferenc*
Műszerészek: Vezető műszerész *Orgoványi János* részfoglalkozásban
Kürti Imre teljes állással
Reindl János részfoglalkozásban
Hernádi Károly nyugdíjas, részfoglalkozásban
Takarító: *Lédeczi Sándorné* (6 órás)
Optikus: *Ulrich Ferenc* részfoglalkozásban
Szerződéses, ideiglenes: *Herbert Miklós*
Munkatársak, alkalmilag díjazott bemutatók, előadók: *Bán András, ifj. Bartha Lajos, Dezső Barnabás, Erdős Tamás, Gellért András, Habina József, Kádár Tibor, Kelemen János, Keszthelyi Sándor, Kiss Kálmán, Kiszel Vilmos, Kovács György, Kovács Péter, Kovács Zoltán, Kunovits Jenő, Mátis András, Motajcsek László, Nagy László, Nagy Sándor, Pap Judit, Peringer Miklós, Pintér Ödön, Piroska György, Pócs Mihály, Rigó Zoltán, Schalk Gyula, Szécsy Ilona, Szüle Dénes, Torma Tibor, Turák József*

A budapesti Uránia csillagászati-űrkutatási szakköre

A szakkör 1962 májusában alakult — és azóta 12 szakcsillagászt adott a magyar csillagászatnak, vagyis átlag évenként egyet. Többek között ez is elhangzott a csillagászati szakkörvezetők I. Találkozóján, Szolnokon (1973. VII. 20-án). A szakkörvezető azonban arra is felhívta a szakkörvezetők figyelmét, hogy az ilyen — különben igen szép — eredményeket a szakkörvezető semmiképpen se tekintse saját dicsőségének, hiszen az ország szakköreibe már eleve azok jelentkeznek, akik különösen érdeklődnek a csillagászat iránt, és természetesen ezek köréből kerülnek ki az utánpótlást jelentő, fiatal szakcsillagászok is. A szakkör csak megkönnyítheti, egyengetheti az érdeklődők útját e gyönyörű, de egyáltalán nem könnyű pálya felé.

A szakköri foglalkozások változatlan célja a tagság aktív szerepeltetése választott vagy kiadott témák kiselőadásokká való feldolgoztatása és előadatása útján. A kéthetenkénti foglalkozások idejének nagy részét ezek a beszámolók teszik ki, amelyek egyúttal lehetőleg több témáját is érintik a Választmány által meghirdetett levelező tanfolyamnak. A beszámolási időszakban nyolc szakköri tag vett részt a levelező tanfolyam vizsgáin, s közülük öten a „kiváló" fokozatot érték el.

A beszámolási időszakban zajlott le az ünnepi Kopernikusz Év legnagyobb része. Természetes, hogy a foglalkozások nagy részének témája volt a nagy lengyel csillagász és művének jelentősége. Az időszak azonban más csillagászati és űrkutatási eseményekben is bővelkedett. Július 30-án részleges napfogyatkozás, november 10-én Merkur-átvonulás, december 10-én részleges holdfogyatkozás, majd a rá következő 11-én Szaturnusz-fedés volt látható hazánkból, s a megfigyelésekből a szakköri tagok is kivették részüket — amennyiben az időjárás ezt megengedte. Nagy érdeklődés, sőt izgalom előzte meg a Kohoutek-üstökös nap-, illetve földközelségi idejét is. Az időszak legérdekesebb űrkutatási eseménysorozata volt a Skylab-űrállomáson, váltott legénységgel folyó rengeteg tudományos munka. A Pioneer-10 is ekkor ért Jupiter-közelbe, a szovjet Marsz-4, -5, -6 és -7 is célhoz ért, és részben a Mars térségéből, részben a Mars felszínéről adott jelzéseket. Mindezeket az eseményeket a szakkör figyelemmel kísérte, és beszámolókat hallgatott meg jelentőségükről.

Az 1973 és 1974 márciusa közötti időszakban elhangzott, kiemelkedőbb előadások voltak:

Kiszel Vilmos Gábor: Kopernikusz VI—IX.
Kelemen János: Infravörös csillagászat I—II.
Tekler Vilmos: A fény I—II.
Piroska György: Mesterséges égitest-családok I—VI.
Gálfi István: Anglia csillagászati emlékei: Stonehenge, Greenwich.
Rück József: Kopernikusz hazájában.

Ez utóbbi előadó a Magyar Rádió Kopernikusz-vetélkedőjén vett részt, és megnyerte az első díjat, a lengyelországi körutazáson való részvételt.

A foglalkozások legnagyobb részének végén *Papp János* számolt be csillagászati és űrkutatási újdonságokról. Dicséretes módon úgy tárgyalta a változatos témákat, hogy a megfigyelő amatőrtársak a lehető legtöbb hasznot húzhassák a hallottakból, és tanácsokat, gondolatokat kaphassanak megfigyelés-technikai kérdésekben is.

A szakkör több ízben vett részt testületileg a Kopernikusz Év eseményein, illetve a Kossuth-klubban rendezett, érdekesebb és tanulságosabb szakületeken és konferenciákon.

Ponori Thewrewk Aurél

FŰZFŐ

A Csillagvizsgáló tagságának elsődleges feladata az ismeretterjesztés, amelyet jórészt az egész megyében művelünk akkor is, ha örvendetes módon megszaporodott megyénkben a csillagászati szakkörök, valamint érdeklődő csoportok és a távcső tulajdonosok száma. Részben ezen kialakult közösségek szervezik lakóhelyükön a csillagászat iránt érdeklődő közönség számára az előadásokat.

Ez úgy jöhetett létre, hogy az előző Évkönyvben megjelent beszámolókban már említett felmérési folyamat és személyes találkozás nagyrészt lezajlott a korábbi időben még ismeretlen amatőrcsillagászokkal.

Örvendetesnek tartjuk, hogy az iskolák számára a tananyag kiegészítéseként tartott előadásaink, bemutatóink száma is jelentős mértékben megnövekedett, ami nemcsak az előadások számának növekedését jelentette, hanem sokkal inkább újabb érdeklődőket, és részben már jelenlegi, de jövőbeli távcső tulajdonosokat is jelent.

A TIT legutolsó közgyűlésén hozott határozat, a kiemelt rétegek körében végzett hatékonyabb ismeretterjesztő munka keretében a nálunk már jól bevált munkásakadémiai sorozatokat említeném első helyen, amivel már tulajdonképpen a Csillagvizsgáló megalakulása óta foglalkozunk, és jelentős eredményeket tudunk felmutatni.

Ezek tükröződnek a széles körben megnyilatkozó segítőkészségben is, amit a különböző szocialista brigádok nyújtanak számunkra.

Működésükben az ifjúsági szakköri foglalkozások jelentősek a MÜM intézettel kialakult jó kapcsolat révén, és az ún. klub-foglalkozások a legsikeresebbek.

Tevékenységünk sikerességének bizonyítására közölhetjük, hogy a Megyei Művelődési Központ által immár harmadízben kiírt „Kiváló Műszaki Szakkör"-i pályázatot az idén is megnyertük, és a vándorzászlót ismét birtokba vehettük.

Jelenleg újabb távcsövek építésével már a szakköri tagságból 10 fő rendelkezik 10—20 cm-es tükrös távcsővel, amelyeket a Csillagvizsgálóban építünk.

Ugyanakkor nem hanyagoljuk el a különböző bemutató eszközök készité-

sét sem, amelyek egyrészt a laikus érdeklődök figyelmét kívánják felkelteni, de nem utolsósorban a készítők ismereteit teszik teljesebbé.

Az előző évi bővítési terv sajnos ez idáig még mindig csak terv maradt, de bízunk benne, hogy ez évben a továbbképzéshez elengedhetetlen feltételeket biztosítani tudjuk.

Lendvai László
a Fűzfői Csillagvizsgáló vezetője

LENINVÁROS

A leninvárosi Uránia egyre inkább a Borsod megyei csillagászati ismeretterjesztés egyik központjává válik, és igen népszerű a fiatalság körében is. Városunkban 4 nyolcosztályos általános iskola, 1 négyosztályos gimnázium, 1 négyosztályos szakközépiskola és 1 szakipari tanintézet működik. Megállapodtunk az összes iskola igazgatójával, hogy minden osztály részt vesz csoportosan egy Uránia látogatáson. A tanulók közül sokan jelentkeznek azután egyéni látogatásra is. De jönnek látogatók az állami gazdaságokból, tsz-ekből, sőt a szomszédos megyékből is, pl a debreceni egyetem hallgatói gyakran felkeresnek bennünket.

10. ábra. A Tiszapalkonyai Hőerőmű dolgozói, akik társadalmi munkában készítették el a leninvárosi Uránia Csillagvizsgáló távcsövét.

11. ábra. A leninvárosi Uránia Csillagvizsgáló csillagászati szakköre.

Tervszerű munkával sikerült újabb tagokat szerezni mind a Csillagászat Baráti Körének, mind az Uránia mellett működő csillagászati szakkörnek. Ebben nagy része van a szakkör vezetőjének, *Olasz Gyula* fizika szakos tanárnak, aki a szakköri tagokat a Választmány levelező csillagászati tanfolyamának vizsgájára is felkészíti. A szakköri munkához nagy segítséget adott, hogy *Paska György* mérnök, az Országos Földmérő Hivatal itteni kirendeltségének vezetője, megállapította a csillagvizsgáló helyének pontos földrajzi koordinátáit.

Eddigi eredményeink továbbfejlesztésére reményt nyújt, hogy *Huszár Andor*, a Tiszai Vegyikombinát igazgatója kérésünkre elvállalta a mostani 300 mm-es tükrünk 500 mm-esre lecserélésének patronálását, *Mózes Ödön* főmérnök pedig a kivitelezés védnökségét. A szakrajzokat *Ferge László* mérnök brigádja készítette el *Henzsel János* és társaival. Nagy segítséget adott *Mihalovics Ervin*, a Művelődési Ház igazgatója és *Bédi Gyula* szakszervezeti elnök is. A nyerstükör árát *Sándor Vince* a városi Tanács pénzügyi osztálya vezetőjének javaslatára a tanács folyósította, a csiszolási munkát *dr. Kulin György* a budapesti Urániában társadalmi munkában végezte el.

Mindazokat, akiket említettem — és a most nem említett munkatársaimat is —, ez úton is köszönet illeti, hogy elkészíthetjük Magyarország legnagyobb vidéki amatőr távcsövét.

Dalnoki János
a leninvárosi Uránia Csillagvizsgáló vezetője

SZOLNOK

Az egyre szaporodó csillagászati szakkörök vezetésével, irányításával, munkájuk egybehangolásával, a hatékony szakköri munkamódszerek kialakításával kapcsolatos igények egyre sürgetőbbé tették egy olyan fórumnak a megteremtését, mely kifejezetten e problémák megvitatására nyújt lehetőséget. A szakköri munkával kapcsolatos kérdések már nem voltak beszoríthatók a Csillagászat Baráti Köre országos rendezvényeinek a programjába, illetve ezekben a keretekben már nem lehetett kielégítően megtárgyalni a szakköri munka problémáit.

E felismeréstől indíttatva ajánlotta fel a Tiszamenti Vegyiművek Művelődési Házának Csillagászati Szakköre, hogy megteremti a feltételeket egy háromnapos szakkörvezetői értekezlet számára. A TIT Uránia Bemutató Csillagvizsgálóval és a TIT Csillagászati Választmányával egyetértésben és együttműködve, a csillagászati szakkörvezetők első országos értekezletét 1973. július 20 és 22 között Szolnokon sikerült is megrendezni.

Előzetes felmérés alapján 78 működő csillagászati szakkörről szerzett be adatokat a TIT Uránia Bemutató Csillagvizsgáló és ugyanannyi szakkörvezető kapott meghívást az értekezletre.

Az értekezleten 42 szakkörvezető, szakkörvezetőhelyettes vagy szakköri munkatárs vett részt.

Az értekezlet programján az alábbi hat előadás szerepelt:

Róka Gedeon: A csillagászti szakkörök jelentősége közművelődésünk rendszerében

Ponori Thewrewk Aurél: A szakköri munka tapasztalatai

dr. Kulin György: Távcsőépítés a szakkörben

dr. Dankó Sándor: A szakköri munka személyi problémái

Zombori Ottó: A szakköri munka módszertani kérdései

Nagy Sándor: Megfigyelések a szakkörben.

Az előadásokkal kapcsolatban megnyilvánuló élénk érdeklődés, az előadásokat követő élénk, olykor szűnni nem akaró vita, melyek olykor a szünetekben és szabad időben is tovább folytak, a programon kívüli baráti beszélgetések, tapasztalatcserék mind azt igazolták, hogy az értekezlet elérte célját, meglévő valóságos igényt elégített ki. Bebizonyosodott, hogy a csillagászati szakköri mozgalom dinamikus fejlődése már önálló, sajátszerű fórumot kíván problémáinak, munkamódszereinek tisztázására.

A csillagászati szakkörök összetétele, munkamódszere, felszereltsége rendkívül változatos képet mutat. A szakköri mozgalomban nyugdíjas fizikai munkástól kezdve általános iskolás diákig a legkülönbözőbb rétegek vannak képviselve. Igen különböző a szakkörbe tömörült tagok iskolai végzettsége, előképzettsége. A szakkörök között jelentős különbségek vannak felszereltség tekintetében. E különbségek ellenére a csillagászat szeretete képes szilárdan összetartani a legkülönbözőbb típusú, előképzettségű és anyagi, technikai fel-

12. ábra. A szolnoki országos szakkörvezetői értekezlet résztvevői.

készültséggel rendelkező tagokat. Bebizonyosodott, hogy igen szerény eszközök mellett is lehet eredményes szakköri munkát végezni. Ugyanakkor szinte minden szakkörnek problémája a szakköri távcső. Minden szakkör azt szeretné, ha a szakköri munka érdekében minél használhatóbb, tökéletesebb műszer állna rendelkezésre. Ezzel kapcsolatban megfogalmazódott az az igény, hogy jó lenne, ha országos viszonylatban rendelkeznénk egy olyan megbízható, kipróbált és fokozatosan tovább fejleszthető óragéppel is meghajtott távcső dokumentációval, melynek segítségével a szakkörök azonos típusú teljesítőképességű, jól használható távcsöveket építhetnének.

Ilyen távcsövek megépítése nagyban elősegítené a szakkörökben végzett megfigyelési munka összehangolását is.

Szó volt arról, hogy a szakkörök vezetői a legkülönbözőbb feltételek között dolgoznak, más-más összetételű szakköröket vezetnek, a rendelkezésükre álló anyagi lehetőségek igen különbözők, ennek ellenére meg kell találniuk a hatékony munka feltételeit biztosító módszereket. Ez a szakkörvezetőktől sok áldozatvállalást, időt, rugalmasságot, kitartást, találékonyságot kíván.

A szakkörök munkájával kapcsolatos tapasztalatok rendkívül értékesek a különböző feltételek között dolgozó szakkörvezetők számára. A szakkörök együttműködéssel, állandó kapcsolat kialakításával jelentősen tudják egymás munkáját támogatni, és a szakköri mozgalom ügyét előre vinni.

Az értekezletet a tőserdői természetvédelmi területre történt hangulatos kirándulás tette színesebbé.

Az értekezlet valamennyi résztvevője annak a meggyőződésének adott kifejezést, hogy az ilyen jellegű országos értekezleteket a jövőben is meg kell rendezni, mert ez jelentősen segíti a csillagászati szakkörökben folyó munkát.

dr. Dankó Sándor
a TMV Csillagászati Szakköre vezetője

TATA

Tata egyik legszebb helyén, az Öreg-tó mellett épült fel a Megyei Művelődési Központ „Hermann Ottó" Természettudományi Stúdiójának új amatőr csillagvizsgálója.

Létrehozását elsősorban az segítette elő, hogy a megyei tanács már évekkel ezelőtt megvásárolta a Komárom-megyei Erdőtagyos-pusztán élt neves amatőr csillagász Posztóczky Károly hagyatékát. Egyrészt azzal a céllal, hogy egy értékes tudománytörténeti emlék a megyében maradjon, másrészt pedig, hogy ezzel megvesse egy később felépítendő csillagvizsgáló felszerelésének alapját.

Így az értékes, ma is használható műszerállomány megléte adta és kínálta a lehetőséget a megye területén bemutató csillagvizsgáló építésére.

13. ábra. A tatai Bemutató Csillagvizsgáló.

Az évek során többféle terv és elképzelés született, míg végül a Komárom megyei Művelődési Központ kezdeményezésére Tatán indult meg a konkrét előkészítő és tervező munka. Az építéshez szükséges anyagi fedezetet — a közel félmillió forintot a városi tanács és a társadalmi összefogás biztosította.

A tervezéstől a kivitelezésig ugyan nem kis idő telt el, de a megértő támogatás és tenniakarás, mely minden közreműködő részéről megnyilvánult, nagyszerű eredményt hozott.

Az új létesítmény avatására 1973. november 11-én a III. Komárom Megyei Természettudományos Hetek egyik kiemelkedő rendezvényeként került sor, melyen ünnepélyes keretek között *dr. Varga Gyula* a városi tanács elnöke és *dr. Kulin György* a Budapesti Uránia Csillagvizsgáló igazgatója adta át és nyitotta meg az amatőr csillagvizsgálót.

A száz négyzetméternél nagyobb alapterületű épület 50 személy befogadására alkalmas, korszerűen berendezett és felszerelt előadóteremmel, műhelyteremmel és folyóiratolvasóval rendelkezik. A négy méter átmérőjű kupolában nyert elhelyezést Posztóczky Károly 127 mm-es ekvatorális refraktora, mint a csillagvizsgáló főműszere. A felszereléshez tartozik egy kisebb 88 mm-es refraktor, mely elsősorban bemutatási célokra szolgál. A műszerállomány kiegészítő és segédberendezései — passage műszer, sextans, protuberancia spektroszkóp.

A beindulás óta Praktica LLC fényképezőgéppel, 16×50 binokulárral, 50 mm-es távcsővel, valamint 50 kötetből álló szakkönyvtárral bővült a tárgyi felszerelés.

Házi könyvtárunkba — a Föld és Ég, Élet és Tudomány, Meteor, Albireo, Sky and Telescope, Kosmos folyóiratokat járatjuk.

A szakkör a legkülönbözőbb életkorú és foglalkozású tagokat tömöríti. Jelenlegi taglétszámunk 30 fő. Terveink, céljaink alapvetően megegyeznek a „Hermann Ottó" Természettudományi Stúdió többi szakkörének célkitűzésével. Nevezetesen a természettudományok, így a csillagászat adta lehetőségekkel megalapozni tagjaink világnézetét, helyes természetszemléletét. Mindezt olyan formában, hogy a résztvevők ne csak egyszerű befogadói legyenek az ismereteknek, hanem aktív művelői is.

A szakkör munkaprogramjában az alábbi feladatokat, mint tevékenységi formákat jelölte meg:

— a tagság elméleti és gyakorlati képzése, továbbképzése, amatőr megfigyelési munka.
— az iskolai oktató-nevelő munka segítése — előadások, távcsöves bemutatók, rendhagyó földrajzórák szervezésével.
— a csillagászati ismereteket oktató tanárok továbbképzésének elősegítése.
— csillagászati és űrkutatási ismeretterjesztés a látogatók részére.

A foglalkozásokat hetenként hétfői napon tartjuk, melyeken témaként váltakozva elméleti és gyakorlati csillagászati ismeretek szerepelnek.

Folyamatosan megindult a szakkörön belül az amatőr távcsőépítő munka,

melynek során tagjaink egy 30 cm-es tükrös és egy 7 cm-es lencsés távcsövet építenek.

Kísérleteket tettünk a csillagászati fotózás területén. Megfigyelőcsoportot alakítottunk a Nap, Hold és bolygók foto és vizuális észlelésére.

Jelentősebb rendezvényeink az elmúlt időszakban:

— Kopernikusz emlékév keretében közel 300 fős hallgatóság előtt megrendezett előadás, melyet dr. Kulin György tartott meg a művelődési központ színháztermében, „A halhatatlan Kopernikusz" címen.
— a csillagvizsgáló átadásával egyidejűleg rendeztük meg Kopernikusz életét és munkásságát bemutató kiállítást.
— továbbképzési nap keretében tekintették meg a csillagvizsgálót a tatai járás földrajzszakos pedagógusai. Részükre dr. Kulin György tartott előadást a csillagászat legújabb eredményeiről.

A legtöbb látogatót a szabadtéri távcsöves bemutatóink vonzanak, különösen a tanulóifjúság részéről igen nagyfokú az érdeklődés. Az aránylag rövid fennállásunk óta több százan vettek részt magyarázattal egybekötött távcsöves bemutatóinkon.

Úgy véljük, hogy tevékenységünkkel hozzájárultunk megyénkben az eredményesen kibontakozó amatőr csillagászati mozgalomhoz és hatékonyan elősegítettük a csillagászati ismeretterjesztést.

Dinga László,
a Tatai Bemutató Csillagvizsgáló
vezetője

DETRE LÁSZLÓ

A CSILLAGÁSZAT LEGÚJABB EREDMÉNYEI

Rádióemissziót mutató csillagok

Az 1972—4 évkönyvekben már beszámoltunk arról, hogy a flarecsillagokon és a pulzárokon kívül még egész sor csillag rádiósugárzását sikerült detektálni a rövid hullámhosszokon (Sco X—1, Antares B, HDE 226 818 = Cygnus X—1, Algol, β Lyr, AR Lac, b Per).

Legújabban *H. J. Wender, S. W. M. Bears* és *W. J. Altenhoff* a hollandiai Westerbork Synthesis Radio Telescope-pal, valamint a 100 méteres Effelsberg-(NSZK) teleszkóppal 5 és 10,68 GHz frekvenciákon sugárzást mutattak ki a P Cyg-ról. A közepes fluxus 0,009±2 f.u. a hosszabb, $0{,}015 \pm 3 \cdot 10^{-29}$ f.u. a rövidebb hullámhosszon. (1f.u. = 10^{-26} $Wm^{-2}Hz^{-1}$) A csillag színképe B1Ia és az FU Orionis-típusú csillagokhoz tartozik. Az optikai spektroszkópiai megfigyelések szerint a csillag 10 000 évenkint egy naptömeget dob ki magából és a rádiósugárzás valószínűleg ettől a kidobott tömegtől származik. Érdekes, hogy négy hasonló O7—B5 csillagról (HD 108, MWC 374, AG Peg, Z And) nem kaptak mérhető rádiósugárzást. De aránylag erős rádiósugárzás jön az MWC 137 és a LK H_α 101 pekuliáris emisszióvonalas csillagokról a 2,8 cm hullámhosszon 0,056, illetve 0,158 f.u. fluxussal, mint az effelsbergi 100 méteres rádióteleszkóppal Altenhoff és társai kimutatták (IAU Circ. 2569).

Az erős infravörös excesszust mutató korai típusú emissziós obiektumokról általában várható rádiósugárzás, feltéve hogy az erős infravörös sugárzás circumstelláris portól származik és ennek termális sugárzása, valamint a circumstelláris gáz szabad-szabad emissziója mérhető fluxust adhat a mikrohullámú rádiótartományban is. Így a canadai Algonquin Radio Observatoryban 2,8 cm-en 1973. február 5—7-én felfedezték a V 1016 Cyg = M Hα 328—116 = MWC(15)373 sugárzását (Feldman et al. IAU Cir. 2543). Ez a csillag hasonló a V 1329 Cyg-hez, melyről az effelsbergi obszervatóriumban szintén kimutatták (Nature *241*, 37, 1973) a rádiósugárzást, ugyanúgy mint a HD 167 362 = MWC 288, Vy 2—2, M1—11, MWC 957, RY Sct, HD 167 362, VI 2—2, és HD 378 806 infravörös excesszust mutató csillagokról (Nature Phys. Sc. *245*, 7—8).

Kiderült, hogy mikrohullámú rádióemisszió a vörös hideg csillagok közös tulajdonsága és hogy az OH és H_2O molekuláris emisszió leggyakoribb forrásai

csillagok. Mint *Ball* és *Bechis* a Harvard csillagdán kimutatták, az OH-tól eredő 18,6 cm. hullámhosszú emisszió sok infravörös csillagban változó, mégpedig néha periodikusan, megfelelően az asszociált csillag infravörös sugárzásában mutatkozó hosszú periódusnak.

A csillagokkal asszociált forrásoknak két fajtáját ismerjük: 1. H_2O és OH emisszió együtt mutatkozik. 2. Csak OH-emisszió van. Az OH emisszióban általában két különböző radiális sebességű vonal van, a sebességkülönbségből meghatározható az anyagkifolyás a csillagokból. A veszteség kb. 1 millió évenként 1 naptömeg.

Nincs OH-emisszió és ezért különlegesek a következő vörös óriás és szuperóriás változók: R And (Sbe), Mira (Mbe), TX Cam (M9), α Ori (M2I), α Sco (M1I), χ Cyg (Mbc), μ Cep (M2I), R Mon, FU Ori. Vörös törpék legnagyobb részében nincs mérhető hidroxil emisszió, kivéve SU Aur és RY Tau változókat.

A kontinuumos rádiófluxus változását figyelték meg az Algonquin Radio Observatoryban két hosszúperiódusú változócsillagra. R Aqr-ban 1973. április 23-án a fluxus 0,095 f.u. volt, május 19-én csak 0,022 f. u. Az R Aql (M 6,5e színkép, 300 nap periódusú változó) a rádiótartományban 1973. október 9-én két órán át a 2,8 cm-es normális fluxus tízszeresével sugárzott, úgyhogy itt tulajdonképpen egy rádióflaret figyeltek meg (Nature Phys. Sc. 246, 111, 1973).

Planetáris köd centrális csillagának novakitörése

Van den Bergh kanadai csillagász a V605 Aquilae „lassú" nóváról az 5 méteres Palomar tükörrel készített felvételeket. Kiderült, hogy a nóva egy planetáris ködön belül fekszik. Ez az első eset, hogy egy planetáris köd centrális csillaga gyanúba került, hogy nóvakitörést produkált.

Röntgen-forrás a Cygnus-gyűrű centrumában

Már 1970-ben felfedezték puha röntgensugárzás detektorokkal, hogy a nagy Cygnus-gyűrű erős röntgensugárzást bocsát ki. A röntgenfluxust a gyűrű egy átmérője mentén mérték és ezen átmérő mentén az X-emisszió kitöltötte az egész optikai héjat. Az első kétdimenziós X-térképet *Stevens* és *Gamire* készítette (ApJ *180*, L 19, 1973): a térkép héjstruktúrát mutatott, északi részben erős emisszióval és héjon belül a centrumtól fél fokra egy „forró folt" volt.

Most egy Aerobee 170 rakéta 1973. március 30-i felszállása alkalmából kapott új mérések alapján jobb számlálási statisztikával *S. Rappaport, W. Cash, D. Docsey, G. Moore* és *R. Borken* új térképet készített a gyűrű X-sugárzásáról (ApJ *115*, L 186, 1973). A térkép egy centrális X-forrást mutat, amely a gyűrűt

létrehozó szupernóvarobbanás maradékától származhat. Ez lenne a Crab és a Vela X után a harmadik szupernóva-remoant, amely egy sztelláris objektummal esik egybe és az első, amelyet X-sugárzásban fedeztek fel.

A centrális X-forrás kimondottabban keményebb sugárzású, mint a Loop külső diffuz része. Átmérője okvetlenül kisebb 30′-nél és nagyon valószínűen pontszerű, de a mérések feloldása ezt nem engedi bizonyítani. A forrás koordinátái:

$$\alpha(1950) = 20^h49^m7, \quad \delta(1950) = +30°45',$$

néhány szögpercen belül van a centrumtól. Sugárzása 4%-a az egész gyűrű sugárzásának.

X Comae változócsillag—galaxis

X Comae fényváltozását 1914-ben *Max Wolf* fedezte fel Heidelbergben. Fényessége általában 17,5 mag. volt ebben az évben, de 1911-ben egy lemezen 3 fényrenddel volt fényesebb.

H. E. Band, aki a Louisiana State University Observatoryban gyenge változócsillagokon végzett vizsgálatokat a Palomar Sky Atlas felhasználásával, azt találta, hogy X Comae egy galaxis, melynek fénye túlnyomórészt a csillagszerű magból jön, de ezt igen gyenge külső halo veszi körül.

Erre *W. Sargent* felvette az X Comae spektrumát az 5 méteres Palomar-tükörrel. Olyan a színkép, mint a Seyfert-galaxisoké: széles emissziós vonalak és erős kék kontinuum a jellemzők. A vörös eltolódásból 4 millió fényévnél nagyobb távolság adódik. A galaxis a Coma-halmaz mögött van. A normális 17,5 mag. fényességnek —21,2 abszolút fényesség felelne meg, ami nem szokatlanul nagy galaxisoknál. De 1911 márciusában az abszolút fényesség —24,2 volt, nagyobb mint némely quasaré. Nyilván 1911-ben időlegesen quasisztelláris objektum jelent meg a galaxis magjában.

Újabb vegyületek az intersztelláris térben

Az 1973. Évkönyv 169. oldalán és az 1974. Évkönyv 128. oldalán felsoroltuk az addig ismertté vált intersztelláris molekulákat. Azóta *C. A. Gottlieb* és *J. A. Ball* a Harvard-csillagdának az NKPO obszervatóriumban elhelyezett 12 méteres mikrohullámú teleszkópjával a kompakt infravörös ködben, az Orion A-ban, felfedezték az SO molekula vonalait. A felfedezést megerősítették a texasi Mount Locke mikrohullámú rádióteleszkóppal.

P. Taddeus és *M. L. Kutner*, a Goddard Institute for Space Study kutatói, valamint *A. A. Penzias* a Bell Telephone Laboratory-ból az NRAO Kitt

Peak-i 12 méteres mikrohullámú teleszkópjával hét különböző gázfelhőben találták meg a H_2S molekula 1,78 mm-es sugárzását. A legerősebb H_2S forrás az Orion A-ban mutatkozott (ApJ L 1972. Sept. 1. sz.).

A Pluto tengelyforgása és tengelyhajlása

A Pluto rotációs periódusát először 1955-ben határozta meg *M. Walker* amerikai csillagász fényelektromos mérésekből. 0,11 magnitúdójú fényingadozást kapott 6,39 napos periódussal, a közepes oppozíció-fényességre 14,90 magnitúdót kapott. 1964-ben megismételt megfigyelésekből ugyanazzal a periódussal — amely nyilván a bolygó tengelyforgási idejével azonosítható — nagyobb amplitúdót kapott, az oppozíció-fényesség pedig kisebb volt.

Andersson és Fix most újra fotometrálták a bolygót az UBV tartományokban (Icarus *20,* 279, 1973). Ők is megerősítették a 6,39 napos tengelyforgási időt. A tengelyforgással összefüggő fényváltozás tovább nőtt, a közepes fényesség tovább csökkent.

Ezeket az eredményeket megérthetjük, ha a rotációs tengely nagy szöget zár be a látóiránnyal és feltételezzük, hogy az egyenlítői és pólus vidékeknek lényegesen más az albedója. Minden, 1930 óta rendelkezésre álló anyagot felhasználva, a tengelyhajlásra 50° adódik.

Az Apolló kisbolygót újra megtalálták

A Földhöz igen nagy közelségbe jövő kisbolygók egyikét 1932. április 24-én *K. Reinmuth* fedezte fel a heidelbergi csillagda Bruce-asztrográfjával és az 1932 HA, illetve Reinmuth-objektum ideiglenes elnevezést, majd az Apolló nevet kapta. Minthogy május 15-ig tudták követni, a pályát sikerült jól meghatározni. A pályaszámítások szerint 1939- és 1941-ben közel kellett ismét jönnie a Földhöz, de — nyilván a háború miatt — meg sem kísérelték újramegtalálását. *G. Marsden* szerint, aki nemrég új pályát számított, 1950-ben Apolló 1,5 millió km-re közelítette meg a Földet és 1968-ban is 10,5 millió km-re jött szomszédságunkba. Marsden ösztönzésére 1971-ben nagy keresés indult meg, de nem sikerült a bolygót megtalálni.

1973. március 28-án R. E. *McCrosby* és *Chang-Yuan Shao* végre a Harvard obszervatórium Agassiz-állomásán levő 155 cm-es reflektorral 41 év után újra megtalálták az Apollót. Fényessége mindössze 18. rendű volt.

Az Apolló azon kevés kisbolygóhoz tartozik, amelyeknek van ugyan nevük, de nem számozták be őket.

Quasarok rendkívül nagy vöröseltolódással

A kb. 200 ismert quasar közül eddig csak háromnál találtak $z > 2{,}2$ vöröseltolódást és a rekord $z = 2{,}88$ volt. Most *R. Cauvell* és *P. Strittmatter*, az University of Arizona csillagászai felvették a Steward Observatory 90″-es reflektorával az OH 471 quasar spektrumát és a benne identifikált két emissziós vonalból $z = 3{,}40$ adódott, ami megfelel 270 000 km s^{-1} radiális sebességnek és 9 milliárd fényév távolságnak (Nature, *242*, 394, 1973).

Alig publikálták ezt az eredményt, pár hétre egy másik quasart találtak, még nagyobb vöröseltolódással. Az OQ 172 quasarnak a 3 méteres Lick-teleszkóppal készült spektrumfelvételén az emissziós vonalak $z = 3{,}53$ vöröseltolódást mutattak (E. J. Wampler et at., Nature *243*, 336, 1973). A quasar koordinátái

$$\alpha\ (1950) = 14^h2^m50{,}48^s,\quad \delta\ (1950) = +10^0 11' 12''{,}4$$

Az abszorpciós színképe rendkívül gazdag, az abszorpciós vonalrendszer z-je sokkal kisebb, kb. 2,56.

Fekete lyukak?

A csillagfejlődésnek a csillag tömegétől függően háromfajta végállomása lehet. Három naptömegnél kisebb tömegű csillagok, miután tömegük egy részét elvesztették a fejlődés folyamán, mint *fehér törpék* végzik életüket. Ebben a stádiumban tömegük kisebb 1,2 naptömegnél (Chandrasekhar-féle határ). A fehér törpék sűrűsége kb 10^6 napsűrűség, sugaruk akkora mint a Földé. Ezeknél a csillagoknál a gravitációs erőkkel szemben az elfajult elektronok nyomása tart egyensúlyt.

A 3—9 naptömegű csillagok életük folyamán szupernóva-robbanáson mennek át, amikor is tömegük nagyrészét kidobják a világűrbe, a maradék tömeg ún. *neutroncsillaggá* sűrűsödik össze. A szupernóva explózió után ennek a maradék neutroncsillagnak tömege nem lehet két naptömegnél több (Oppenheimer-Volkoff határ). Ezeknél a csillagoknál a neutronok nyomása tart egyensúlyt a gravitációval, sűrűségük 10^{12}—10^{14} g/cm^3, sugaruk egy naptömeg esetén mindössze 15 km. Miután már 35 évvel ezelőtt *Oppenheimer* és *Snyder* elméletileg megjósolták ilyen csillagok létezését, néhány évvel ezelőtt sikerült a pulzárokban megtalálni az ilyenfajta égitesteket.

A 9 naptömegnél nagyobb tömegű csillagok végstádiuma még ennél is sűrűbb anyagot produkálhat, néhány kilométeres átmérővel, a felületen akkora gravitációval, hogy a fénykvantumok nem tudnak kilépni az égitestből. Ezért ezek az égitestek nem sugároznak, így *fekete lyuk*nak nevezik őket. Ilyen lehetőségre *Laplace* már 1798-ban rámutatott.

De léteznek-e a valóságban fekete lyukak és hogy lehet kimutatni őket, ha

nem látszanak? Nyilván, kizárólag a gravitációs hatásukból. De erre is csak akkor van remény, ha a fekete lyuk egy kettősrendszer egyik tagja. Elsősorban olyan kettősrendszerekben sejthetünk fekete lyukat, amelyekben csak egy komponenst látunk, holott az ennek mozgásából a másik komponens tömegére kapott érték elég nagy ahhoz, hogy a másik komponenst is látni kellene. Így 1971-ben sokat diszkutálták az Epszilon Aurigae-t, de nem sikerült egyértelműen bizonyítani, hogy a láthatatlan komponens tényleg fekete lyuk.

Most a Cyg X-1 lépett elő elsőrendű jelöltnek. Ez egyike a legerősebb röntgenforrásoknak és összeesik egy 9. rendű BOI csillaggal, egy kettős rendszer egyik nagytömegű komponensével. Mármost itt az az érdekes, hogy a másik komponens nem látható, holott tömegére a BO1 csillag mozgásából 15 naptömeg adódik! Minthogy ilyen nagytömegű csillag sem fehér törpe, sem neutroncsillag nem lehet, igen valószínű, hogy itt egy fekete lyukról van szó. Ez az egyetlen eset, ahol minden megfigyelési tény fekete lyukra mutat. Maga az is, hogy a rendszer röntgenforrás. Ugyanis a Cyg X-1 röntgenforrás erősen változik, éspedig rendkívül gyorsan, néha 0,1 másodpercen belül és néha periódusosan. Ez arra mutat, hogy a röntgensugárzás kis átmérőjű (~ 30 000 km) térrészből bocsátódik ki. Minthogy a BO1 komponens az L_1 Langrange-ponton át állandóan tömeget veszít, és ez azután gyűrű alakban körülveszi a fekete lyukat, ennek nagy gravitációs mezeje annyira felgyorsítja közelében a gázrészecskéket, hogy a gyűrű hőmérséklete a 10 millió fokot is elérheti és így a röntgentartományban sugároz. Mint *Zeldovics* és *Novikov* kimutatták, a röntgenfluxus gyors változásait is megérthetjük: a gyűrűplazmában hidrodinamikai instabilitások következtében igen forró részek keletkeznek, és ezek élettartama néha megegyezhet a gyűrűnek a fekete lyuk körüli keringési periódusával. Így a röntgenfluxus periódusosan változhat.

Az 1973. év üstökösei

1973a: André Heck és *Gerard Sance* fedezték fel jan. 11 és 12-én, a Haute Provence-i csillagda Schmidt-teleszkópjával kapott felvételeken, melyeket a Virgo galaxishalmazról szupernóva keresés céljából készítettek. A Heck-Sance üstökös legnagyobb fényessége 11 magnitúdó volt január végén. A *Marsden* által végzett pályaszámítás szerint 1972. október 5-én haladt át a perihéliumon 2,51 Cs. E-re a Naptól. A pályahajlás 139°. Január 13-án *Andrillat* az Haute Provence-i 193 cm-es reflektor coudé spektrográfjával színképet vett fel 210 perc expozícióval, 39 A/mm diszperzióval. Csak gyenge kontinuum mutatkozott több abszorpciós vonallal. A nagy heliocentrikus távolság megmagyarázza, hogy hiányzanak a szokásos molekuláris emissziók.

1973b: Ez a periodikus Tuttle—Giacobini—Kresák üstökös volt. *Elizabeth Roemer* találta meg a Steward Observatory 229 cm-es reflektorával január 29-én, miután már egy január 8-i felvételen is sejteni lehetett. Fényessége

21,0 magnitúdó volt. Az üstökös május 23 és 27 között hirtelen kifényesedett, 14 fényrendről 4-re! Ez volt az eddig észlelt legnagyobb üstökös-flare.

1973c: A Wild periódusos üstökös volt. A felfedező, a távcső és a felfedezés dátuma ugyanaz volt, mint az 1973b-re, de az efemeris bizonytalansága a Wild üstökösre 5° volt és ezért sok felvételt kellett készíteni, amíg felfedezése sikerült.

1973d: Tom Gehrels fedezte fel mint 19. rendű objektumot, a Palomar-hegyi nagy Schmidt-teleszkóppal február 8- és 9-én készült felvételeken. Gehrelsnek egy éven belül ez volt a harmadik üstökösfelfedezése. Február 25-ig követték, a rövid pályából is meg lehetett állapítani, hogy rövid-periódusú üstökösről van szó. *Marsden*-nek feltűnt a Swift I, 1889 sz. üstökös pálya-elemeivel való hasonlatosság és ezért új elemeket számított, feltételezve a két üstökös azonosságát és tekintetbe véve a pályaperturbációkat. Az identifikáció végleges bizonyítására nagy erőfeszítések történtek, hogy a fényesség erős gyengülése dacára minél tovább kövessék az üstököst. *Roemernek* a nagy Steward-reflektorral ez március 26-ig sikerült. A periódus *Marsden* pályaszámítása szerint 9,2 évnek adódott és így csak 9 revolúció volt 1889 óta.

1973e: Kohoutek fedezte fel február 28-án a hamburgi Schmidt-teleszkóppal δ Leonis közelében mint 14. rendű objektumot. *Marsden* szerint a pálya nagyon hasonlít a Vico-Hind 1846 V. üstököshöz. A perihélium átmenet június 7-én volt, a = 4,4 Cs. E., c = 0,69, i = 121°63.

1973f: Március 18-án *Kohoutek* újabb üstököst fedezett fel március 7- és 9-én készült hamburgi felvételeken. Az üstökös ekkor 16. rendű és diffúz volt. Utólag megtalálta egy januári felvételen is. Már az első pályaszámítás *(Marsden)* arra mutatott, hogy az üstökös napközelben fényes lesz és előre a század üstökösének emlegették. A perihélium átmenet (dec. 28) előtt az üstökös tényleg jól látszott szabadszemmel, de a Nap közelsége igen zavarta a megfigyeléseket. A perihélium átmenet után fényessége rohamosan csökkent és így nagy csalódást okozott. De mivel megfigyelésére a csillagászok jól felkészültek, egész sor érdekes eredmény adódott. Így pl. *Greenstein* az 5 méteres Palomar-teleszkóppal egy coudé image tube spekirogrammon 30A/mm diszperzió mellett 1974 jan. 13- és 14-én 5600—8300 Å között 200 eddig üstökösben nem ismert emissziós vonalat fedezett fel. Mariner-megfigyelések szerint a Lyman-alfa kóma az üstökös magjától a Nappal szemben 12°-ra terjedt ki (IAU Cir. 2623).

Igen érdekesek voltak a rádióteleszkópokkal elért eredmények. *B. L. Ulich* és *B. K. Couklin* a 11 m-es Kitt teleszkóppal felfedezték a metilcianid (CH_3CN) 11 072,5 és 110 709,7 MHz emissziós vonalakat. Ezeket régebben mint intersztelláris molekulákat a Sgr A és Sgr B2 vidékeken találták meg (IAU Cir 2607). A Nancy-i rádiótávcsővel az OH molekulát detektálták (IAU Cir 2607).

1973g: A periódusos Reinmuth II üstökös volt. *Elizabeth Roemer* találta

meg a Steward reflektoron április 26, *Marsden* efemerise alapján. Fényessége 20,0 magn. volt.

1973h: John B. Huchra fedezte fel a nagy Palomar—Schmidt-teleszkóppal április 25-én a Bootes csillagképben, mint 13. rendű diffúz, csóvanélküli objektumot. Perihéliumon március 11-én haladt át, 2,4 Cs. E. heliocentrikus távolságban. i = 48°. A pálya *Marsden* szerint elliptikus, kb. 1000 éves periódussal.

1973i: Michael Clark fedezte fel a Mount John University Observatoryban, június 9-i felvétel alapján, mint 13. rendű objektumot. Később identifikálta az üstököst egy június 1-i felvételen is. A perihélium átmenet május 25-én volt. *Marsden* pályaszámítása szerint az üstökös rövidperiódusú, 5,48 év keringési idővel. e = 0,49795, a = 3,10687 Cs. E., i = 9,°5.

1973j: Ez a periódusos Brooks II üstökös volt. *Elizabeth Roemer* és *J. Latta* találta meg a Steward-reflektorral július 1-én. Az üstökös fényessége kb. 20,0 magn. volt.

1973k: Allan R. Sandage fedezte fel július 4-én a nagy Palomar—Schmidttel készített felvételeken, mint 15. rendű, rövid csóvával rendelkező objektumot. Perihélium átmenete november 9-én volt.

1973l: Ez a periódusos Schwassmann—Wachmann II üstökös volt. *Antal* Ondrejovban és *G. Schwartz* a Harvard-obszervatóriumban egymástól függetlenül találták meg augusztus 28-án mint 19,7 rendű objektumot.

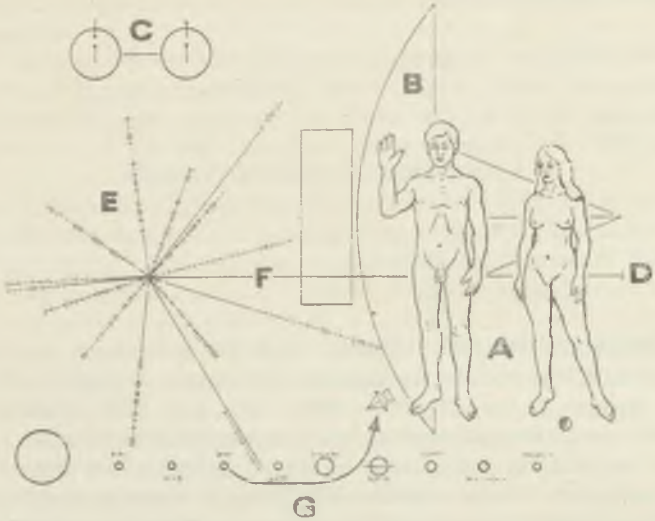
1973m: Ez a periódusos Borrelly üstökös volt. *Peregra* találta meg aug. 23-án a Cordoba-obszervatóriumban. Ekkor 19,5 rendű volt.

1973n: Tom Gehlers fedezte fel szeptember 29-én a palomari 122 cm-es Schmidt-teleszkóppal. Fényessége ekkor 15. rendű volt és 2′-es csóvát is mutatott. *Marsden* pályaszámítása szerint az üstökös rövidperiódusú, 7,93 év keringési idővel. Ezért P/Gehlers II jelölést kapta. (A P/Gehlers I = 1972k, 1973d = P/Swift-Gehlers). a = 3,97518 Cs. E., e = 0,40922, i = 6°,66.

SZÉCSÉNYI-NAGY GÁBOR

A PIONEER-10 EREDMÉNYEIRŐL

A Csillagászati Évkönyv 1974-ben *Érdi Bálint* részletes összefoglalóját olvashattuk a Naprendszer kutatásának legfrissebb eredményeiről. Az űrkutatás szerepének hangsúlyozása mellett igen nagy súlyt fektetett a Föld felszínéről végzett klasszikus csillagászati megfigyelések bemutatására. A Naprendszer kutatásának legfontosabb eseményei és legnagyobb sikerei az értekezés megjelenése óta kétségkívül a külső bolygók felderítésére küldött szondák indítása, mérési eredményeik folyamatos összegyűjtése és elemzése voltak. Nyugodt lelkiismerettel elmondhatjuk, hogy az Apolló-program első kísérletei óta nem volt olyan űrkutatási esemény, amely a szakemberek oly széles körének érdeklődését keltette fel, mint a *Pioneer-10* (majd a *Pioneer-11* indítása, és útjának első szakasza) missziója. Nemcsak azok a kutatók várták izgalommal az indulás perceit, akik tudományos vizsgálataik célpontjául a Jupitert, vagy tágítva a kört az óriásbolygókat választották, hanem minden természettudományos érdeklődésű ember, aki bolygórendszerünket, a földi életet és a csillagok világát szerves egészként tekinti. A küldetés technikai részletei főleg a híradástechnika, az anyagszerkezeti kutatás, az égimechanika és a rakéta-, valamint a számítás- és irányítástechnika szakértői és amatőrjei számára jelentettek különleges csemegét, és jó alkalmat a jelenlegi lehetőségek felmérésére. Ne feledkezzünk el ugyanis arról, hogy e két űrszonda indítását megelőzően egyetlen kísérlet sem történt a Mars és a Jupiter pályája között fekvő kisbolygóövezeten való áthatolás lehetőségének és biztonságosságának kipuhatolására, sőt olyan mesterséges bolygókat sem indítottak ez idáig, amelyek értékes információikat olyan hatalmas távolságból küldték volna felénk, mint amely a külső bolygók esetében elkerülhetetlen. A siker nem volt eleve biztosított, amikor 1972. március 3-án útjára bocsátották az első olyan emberkéz alkotta szerkezetet, amely minden bizonnyal elhagyja majd otthonunkat, a Naprendszert, és amelynek először nyílhat lehetősége arra, hogy a földi civilizáció létezésének tárgyi bizonyítékait szolgáltassa „azok" számára, akik oly szerencsések lesznek, hogy fellelik azt. A nagyszerű lehetőség felvillanyozta az űrkísérlet vezetőit is, és néhány dekagramm súlytöbbletet is hajlandók voltak engedélyezni a 14. ábrán bemutatott aranyozott alumínium lemezke számára,



14. ábra. A Pioneer-10 emléktáblája

amely az emberiség első „levele" a Naprendszer határain túl esetleg élő civilizációknak címezve.

A Pioneer-10 fedélzeti berendezései

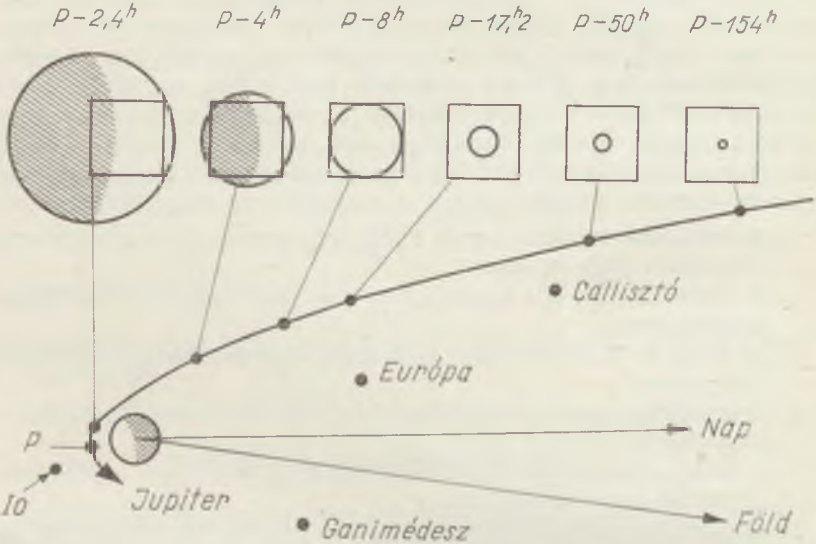
Az indítás technikai részleteinek ismertetése helyett foglalkozzunk inkább a bolygószonda műszereivel és az azokat kiszolgáló egységekkel. Minthogy a Jupiter környezetének fizikai állapotáról a kutatók eddig nem sokat tudtak, nem terveztek túl drága készüléket, hogy a fölösleges veszteségekkel ne terheljék az amúgy is költséges űrkísérletek finanszírozóit. A két *Pioneer* jelzésű Jupiter-szondát mintegy százmillió dolláros költséggel úgy építették meg, hogy választ adjanak a legfontosabb kérdésekre, mind az óriásbolygóra, mind az interplanetáris térre vonatkozókra, és egyszersmind segítséget nyújtsanak a későbbi, jobban felszerelt *Mariner* típusú Jupiter-kutató mesterséges bolygók megtervezéséhez. Minthogy a *Pioneer-10* igen távol kerül a Naptól, a szokásos napelem-táblák nem szolgáltatnának elegendő energiát a kísérletek elvégzésére. Ezért a bolygókutatás történetében először radioaktív izotóppal fűtött hőelem segítségével működtették az elektromos energiát igénylő műszereket. Négy radioaktív termikus generátort helyeztek el a műszerhordó vázon, attól centrumától mindkettőt mintegy három méter távolságban. A két nyúlványra szerelt négy egység így egymástól öt méterre került. Ezzel az elrendezéssel sikerült biztosítani a műszerek sugárvédelmét, ami a mérési eredmények pon-

tosságának növelése érdekében igen fontos volt, ugyanakkor a két egymástól független generátorpár révén az esetleges balesetek, vagy összeütközések miatt bekövetkező roncsolódás miatti kudarc valószínűségét is csökkenteni lehetett. Az elrendezés mechanikai szempontból is igen kedvező volt, minthogy a mesterséges égitest stabilizálását a fizikából ismert impulzusmomentum-megmaradási törvényt alkalmazva, a berendezés 270 centiméter átmérőjű paraboloid antennájának tengelye körüli pörgetésével oldották meg. Ily módon az antenna mindig a földi irányítóállomás felé nézett, míg a készülék percenként öt fordulatot végzett. E stabilizáló eljárás eredményeként — egyetlen gázfúvóka munkája révén — már két esztendeje kifogástalan a kétoldalú rádiókapcsolat. A nagyobb *Mariner* űrszondákat ezzel szemben három, egymásra merőleges tengely mentén elhelyezett, sokszorosan nagyobb tömegű segédrakétákkal szokták a kívánatos pozícióban tartani. Még egy feltűnő csápja van a két és fél mázsa súlyú készülékeknek, a magnetométer, amely a műszertartálytól mintegy öt méter távolságban végzi méréseit. A *Pioneer-10*, ill. *-11* műszereinek összsúlya harminc kilogramm. A miniatürizálás eredményeképpen az alábbi kísérletek elvégzésére alkalmas eszközök fértek el e piciny dobozban:

1. Az interplanetáris és a Jupiter körüli mágneses tér szerkezetének megállapítására (magnetométer)
2. Az interplanetáris és a Jupiter körüli térségben lévő plazma vizsgálatára (plazma-elemző)
3. Az út során fellelhető töltött részecskék természetének és eloszlásának vizsgálatára
4. A kozmikus sugárzás összetételének és erősségének elemzésére (kozmikus sugárzás teleszkóp)
5. A szonda által elfogott, ill. távolról megfigyelt meteorok statisztikájának elkészítésére (meteor-detektor)
6. A kiválasztott égitestek színes képének, illetve polarizált fényben készített felvételeinek elkészítésére (nagy felbontású foto-polariméter)
7. Az égitestek ultraibolya és infravörös térképeinek elkészítésére (ultraibolya és infravörös fotométer)

A kísérletet megszervező Jet Propulsion Laboratory munkatársain kívül még hat nagy kutatóintézet, ill. egyetem kutatói vettek részt a különböző kísérletek végrehajtásában, a hozzájuk szükséges berendezések elkészítésében. Az eddig felsoroltakon kívül mint nélkülözhetetlen segédeszközök, természetesen televíziós képfelbontó, erősítő és adóberendezések, a küldendő jeleket kódoló számítógép, és fedélzeti memória-egységek is voltak a *Pioneer-10* műszerkamrájában. Az utóbbiak fontosságát megérthetjük, ha arra gondolunk, hogy a Jupiter megközelítése idején a készülék már olyan távol van a Földtől, hogy az elektromágneses hullámok 46 perc alatt érnek el hozzá. Ez azt jelenti, hogy a legizgalmasabb pillanatokban nem tudnók irányítani a kísérleteket, mert a másfél órás dialógus -idő alatt a mesterséges bolygó majd kétszázezer kilométert tesz meg. A néhány óra leforgása alatt összegyűjtött adatokat sem tudja a rádió-

adó azonnal leadni. A képalkotó berendezés optikai része egy *Makszutov* rendszerű nagy látómezejű (egy hüvelyk — 25,4 mm — nyílású), irányítható teleszkóp, amely 14° · 14°-os térszögből ad nagy mélységi élességű képet. (15. ábránk azt mutatja, hogy a Jupiter megközelítése előtti órákban mekkora volt az óriásbolygó a teljes látómezőhöz viszonyítva. A képtovábbító rendszer a nyolc hüvelyk oldalhosszúságú televíziós képet sok száz sorra bontva közvetítette, ennek köszönhető, hogy — a várakozásnak megfelelően — valóban jobb, részletdúsabb felvételeket sikerült készíteni, mint a földi távcsövekkel.



15. ábra. A Jupiter-szonda Makszutov teleszkópjának látómezeje, a bolygó látszólagos méretével, a periapszis-átmenet (P) előtti órákban. Az ábrán a négy Galilei-hold helyzetét P időpontjában adtuk meg.

Út a Földtől a Jupiterig

A *Pioneer-10* 51 800 km/óra sebességgel indult el 22 hónapos útjára Naprendszerünk legnagyobb bolygója felé, így az utat, melyet a holdszondák két napnál hosszabb idő alatt tesznek meg, már 11 óra elteltével maga mögött tudhatta. Az első héten elvégzett pályamódosítás után nyilvánvalóvá vált, hogy a mesterséges bolygó a Jupitertől 130 000 km távolságban fog elhaladni, miközben az óriásbolygó *Io* nevű holdját 400 000 km-re közelíti meg. A műszerek és fedélzeti berendezések rutin-vizsgálata során semmilyen rendellenességet nem fedeztek fel, és így az út első szakasza — szerencsére — viszonylag

eseménytelenül zajlott le. A szonda 1972 júniusában érte el a kisbolygók övezetét, azt a zónát, amelyet sokan az út legkritikusabb részének tekintettek. Nem sokat tudtunk ugyanis annak anyageloszlásáról, a benne található egyes részecskék méretéről, így azt sem sejtettük, milyen mértékben veszélyeztethetik a kísérlet sikeres végrehajtását. Csak a nagyobb méretű (néhány száz km átmérőjű) aszteroidák pályáját ismerjük, így kiszámítható volt, hogy ezek egyike sem sodorhatja veszélybe a *Pioneer-10*-et, minthogy amelyikhez legközelebb jut, azt is hatmillió km-re elkerüli. A mesterséges bolygó meteor és kisbolygó megfigyelő berendezései között a legérzékenyebbek 10^{-9} gramm tömegű részecskék detektálására is alkalmasak voltak. Érdekes módon az ilyen méretű intersztelláris por sokkal gyakoribbnak bizonyult, mint vártuk. A Mars és a kisbolygók pályája közötti területen mintegy ötször annyit sikerült észlelni.

A 0,1—1,0 mm átmérőjű részecskéket számláló berendezés csak később jelezte ezek maximális gyakoriságát, lényegében az előre kiszámított tartományban, 2,9 csillagászati egység távolságban a Naptól. Az optikai aszteroida-meteor számláló a kisbolygó övezet belső részén átlagosan 2—10-szer több port észlelt, mégpedig legalább tízszer fényesebbet, mint azt gondoltuk. E részecskék sebessége a Napra vonatkoztatva 16 000 km/óra. A legnagyobb megfigyelt szilánkok néhány cm átmérőjűek. Bár még mindig nem mondhatunk biztosat a kisbolygók keletkezéséről, egyre valószínűbbnek látszik az az elképzelés, hogy ezek nem egy Föld-típusú bolygó törmelékei, hanem az ősi protoplanetáris anyag tömörülni képtelen darabkái. *John H. Wolfe* (NASA) szerint egy Holdnál kisebb bolygó keletkezéséhez nem alkalmas környezet a Föld-típusú és az óriásbolygók pályái közt fekvő kisbolygó-öv.

Figyelemre méltó, hogy a *Pioneer-10* egész útja során nem találkozott a fantasztikus regényekben oly gyakori háztömb méretű sziklameteorokkal, sőt még néhány decimétereseket sem regisztrált. A bolygóközi térség kutatásának programjában szerepelt a Naprendszerbe érkező intersztelláris szél összetételének, sűrűségének és sebességének megállapítása. Minthogy a napszéllel való találkozása után már nem nagyon ismerhető fel, ezért csak a Mars pályáján kívül észlelhető. A *Pioneer-10* műszerei megállapították, hogy a főként hidrogénből és csekély mennyiségű héliumból álló intersztelláris eredetű gáz az ekliptika síkja mentén sűrűsödik, mégpedig a R. A. = 240° irányból áramlik. Minthogy ez az érték 15°-kal eltér az 1968-ban megállapított irányétól, arra kell következtetnünk — amennyiben nem kételkedünk a mérések pontosságában —, hogy az intersztelláris anyag mozgása a vártnál sokkal turbulensebb. A kozmikus sugárzást figyelő teleszkópok megállapítása szerint az alacsony energiájú komponens intenzitása alig csökken a Naptól távolodva. Ha a szonda továbbra is működőképes marad, lehetőségünk lesz a Nap hatásának és a galaktikus eredetű kozmikus sugárzásnak a Plutó távolságáig való feltérképezésére.

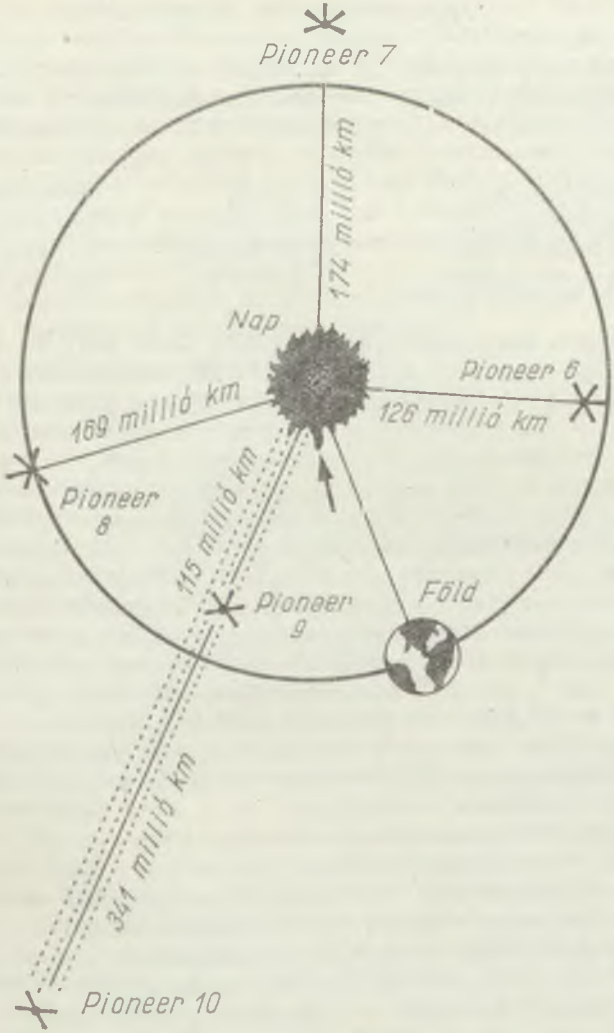
A Naptól három csillagászati egység távolságban a napszél hőmérsékletének hirtelen emelkedését jelezte a Jupiter-szonda. *Thomas E. Holzer* szerint a mint-

egy 400 km/sec sebességgel száguldó, elektromosan töltött részecskék, amelyek mágneses teret is szállítanak magukkal, ebben a tartományban találják szemben magukat az intersztelláris eredetű hidrogén és héliumfelhőkkel, azokkal összeütközve kinetikus energiájuk egy része termikus energiává alakul, így a napszél hőmérséklete a 100 000 °K normális értékről kétmillió fokra emelkedik. Jóllehet a Napból jövő részecskék veszítenek mozgási energiájukból, a napszél még mindig szuperszónikus sebességgel halad tovább. (E sebesség *nem* a földi, hanem a helyi, interplanetáris szuperszónikus sebesség.)

A napfizikusok ritka eseményről szerezhettek adatokat a *Pioneer* család néhány tagjának mérései alapján. 1972 augusztusában négy, soha nem látott méretű flare-jelenség játszódott le a Napon. Dacára annak, hogy ebben az évben a periodikus Nap-aktivitás minimális volt, aug. 2-án olyan hatalmas erupciót figyeltek meg, amelynek energiaprodukciója egyetlen óra leforgása alatt annyi volt, mint az Egyesült Államok jelenlegi évi elektromos energiatermelésének százmilliószorosa. A jelenség hatalmas plazmaáramot keltett, aminek eredményeként a Földön rádió-vételi zavarok, mágneses viharok léptek fel, és kis földrajzi szélességeken is megfigyelhetővé vált a sarki fény. A flare által keltett protonáram 45 óra alatt ért el a Földre, és az átlagos háttérsugárzás nyolcszázszorosát produkálta. Az egész folyamat különlegessége volt, hogy egyidejűleg a cm-es rádiótartományban is igen erős kitörést lehetett regisztrálni.

A napkutatók különös szerencséje az volt, hogy a jelenség idején öt működő mesterséges bolygó, a *Pioneer-6, -7, -8, -9,* és *-10* is alkalmas pozícióban volt, így a Naptól különböző távol végzett mérések során a zavarok terjedési sebességére, a különböző irányokban elhelyezkedő űrszondák mérési eredményeiből a Nap felszínén kialakult aktív területtel való kapcsolatukra lehetett következtetni. A 16. ábráról könnyen leolvasható e készülékek pozíciója, illetve a Naptól való távolságuk a kérdéses pillanatokban. A Pioneer-9 műszerei megállapították, hogy a napszél sebessége az ezer km/sec-ot is elérte, míg az addig valaha észlelt maximum 800 km/sec volt. A Jupiter felderítésére küldött társa, amely ugyanolyan irányban tartózkodott, 76 órával később észlelte a sugárzás csúcsértékét. Ebből meg lehetett állapítani, hogy a napszél sebessége a két űrszonda közti úton feleződött. A Pioneer-9 helyén a kozmikus sugárzás Nap-komponense négyezerszeresére nőtt, míg a Pioneer-6 nagy energiájú részecskéket számláló berendezése a legnagyobb értéket jelezte, amit a Naprendszerben valaha megfigyeltek. Az interplanetáris térben jelenlévő mágneses mező térerősségének növekedését — mintegy százszorosára — a *Pioneer-10* regisztrálta.

A Jupiter-szonda 1973 októberében kezdte „érezni" az óriásbolygó gravitációs hatását, és egyre nagyobb sebességgel közeledett felé.



16. ábra. A napkitörést megfigyelő öt Pioneer űrszonda helyzete 1972 augusztusának elején. A nyíl az aktív területet jelzi a Napon.

A Jupiter környezetében végzett kutatások

E fejezetben a november 27. és december 8. között lezajlott mérésekről fogok beszámolni. A *Pioneer-10* mozgásállapotát jól jellemzik az itt következő adatok, amelyek 1973. nov. 27. $00^h00^m00^s$ GMT-re vonatkoznak:

a mesterséges bolygó	távolsága	sebessége
a Földre vonatkoztatva	804 000 000 km	39,43 km/sec
a Napra vonatkoztatva	750 000 000 km	9,97 km/sec
a Jupiterre vonatkoztatva	7 615 000 km	10,29 km/sec

Ezekből az is kiolvasható, hogy a rádiójelek ekkor már több mint háromnegyed órát „utaztak" a földi irányítóállomás és az űrszonda között. Ilyen távolból a készülék harminc színes felvételt küldött a Jupiterről, ill. két holdjáról, az Ioról és a Ganimédeszről, továbbá polarizációs méréseket is végzett azokról. Az elektrooptikai rendszer felbontása már ekkor oly nagy volt, hogy az óriásbolygó korongja negyven sor szélességű volt, néhány képen fel lehetett ismerni a Vörös Foltot, sőt a legutolsón még az Ionak a bolygó felhőire vetett árnyékát is. December elsejére a Jupiter már csak száz képpontsorral volt lefedhető, míg a legnagyobb felbontású képet december harmadikán közvetítette a *Pioneer-10*, ekkor a bolygó átmérője 1000 sornak látszott volna, ha az egész ráférf volna a képre. A periapszis-átmenet idején azonban csak a bolygó felszínének alig tíz százaléka fedte be a 8×8 hüvelykes Tv-képernyőt. Régóta tudjuk, hogy a Jupiternek sokkal erősebb a mágneses tere, mint a Földé, azonban kevés olyan információval rendelkeztünk, amelyből e tér szerkezetét megállapíthattuk volna. Éppen ezért igen nagy izgalommal és reménykedéssel várták a kísérlet résztvevői a mesterséges bolygó és a Jupiter mágneses terét burkoló lökéshullám-front találkozását. Ez a görbe felület választja el az interplanetáris mágneses teret az óriásbolygó „felségterületétől". Az izgalmat az okozta, hogy semmit sem tudtunk arról, milyen erősségű sugárzási vagy elektromos térbe kerülnek az érzékeny műszerek. Azokat ugyanis nemcsak a magas hőmérséklet, vagy erős radioaktív sugárzás károsíthatja, de a roppant mennyiségű félvezetőt és integrált elektronikus egységet tartalmazó készülékek néhány kóbor töltött részecske hatására — amelyet tévesen a földi irányítóállomás parancsainak tekint — a szonda irányított antennáit elfordíthatják, ami számunkra a *Pioneer-10* süketnémává válásával egyenlő. Az is könnyen előfordulhat, hogy a protonok vagy elektronok meghamisítják a mérési eredményeket. Különösen a fotométerek (ultraibolya és infravörös) és a fényelektronsokszorozókat tartalmazó meteor-aszteroida számlálók forogtak veszélyben. Szerencsére néhány átmeneti zavartól eltekintve egyetlen berendezés sem sérült meg, amikor november 27-én hajnalban az űrszonda átlépte a Jupiter mágneses határát. Ez a bolygó felszínétől 7 600 000 km-re — 108 Jupiter rádiusz — húzódott, szemben a földi mágneses térével, amelynek ma-

gassága csupán 13 Föld-sugár. Már ez a különbség is arra utal, hogy a Jupiter mágneses terének erőssége a föld'ének sokszorosa, valószínűleg 20 gauss körül van. A Földről végzett mérések alapján csak 5 gausst becsültek. A *Pioneer-10* irányítói ezután ismét beállították a mesterséges bolygó irányított antennáját, hogy a rádiókapcsolat zavartalanságát biztosítsák a találkozás idejére. A periapszis-átmenet pillanatát megelőző 24 órában harminc percenként ellenőrizték a műszereket, és azt, vajon az egyes készülékek „szót fogadnak-e?" Arra is felkészültek, hogy amennyiben baj érné a *Pioneer-10* fedélzeti berendezéseit, úgy a szintén a Jupiter felé tartó *Pioneer-11*-et más pályára irányítsák, olyanra, amelyen kisebb veszélynek van kitéve.

A bolygó közvetlen közelében az alábbi kísérleteket kívánták elvégezni, ill. az alábbi objektumokat szándékoztak megfigyelni:

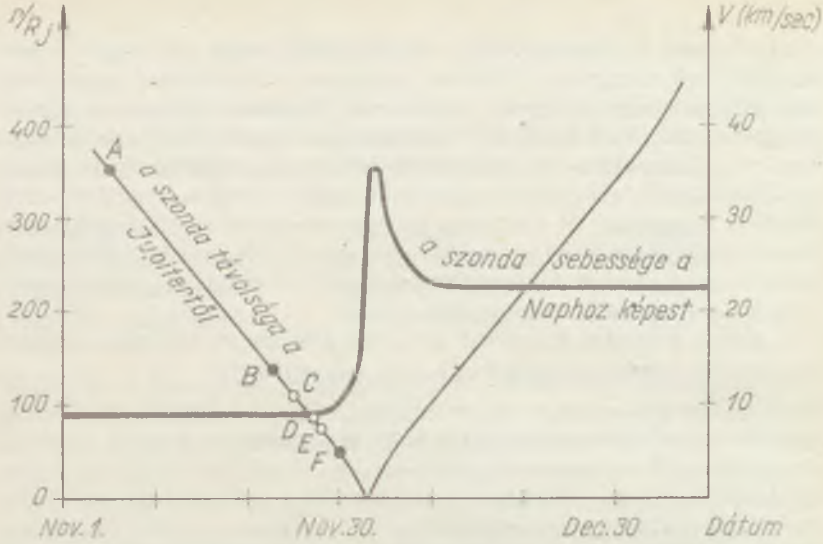
1. Megállapítani a magnetoszféra határát
2. Mérni a befogott sugárzás összetételét, intenzitását
3. Meghatározni a Jupiter mágneses mezejét
4. Megfigyelni a Jupiter rádiósugárzását
5. Vizsgálni a bolygó ionoszféráját
6. Megállapítani a Jupiter légkörének kémiai összetételét
7. Feltérképezni a bolygó felhőinek szerkezetét, meghatározni felépítésüket
8. Megvizsgálni a Vörös Foltot
10. Megvizsgálni a bolygó hőháztartását
11. Meghatározni a hidrogén és a hélium mennyiségének viszonyát
12. Megállapítani a Jupiter és holdjai tömegének arányát
13. Megfigyelni a Jupiter holdjainak jellegzetességeit

A *Pioneer-10* november 27-én lépte át az ún. magnetopauzát, azt a zónát, ahol a bolygóközi mágneses tér erőssége és iránya egyre inkább a Jupiter magnetoszférájához igazodik. E tartomány az óriásbolygó felszínétől mintegy 48 Jupiter átmérőnyire volt. A 17. ábrán az űrszonda Jupitertől számított távolságát, ill. Napra vonatkoztatott sebességét adtuk meg. Nagyon jól látható, hogy a *Pioneer-10* majdnem kétszer olyan gyorsan hagyja el a Jupiter környezetét, mint ahogy odaérkezett. Ennek eredményeként a szonda hiperbolikus pályára kerül, mégpedig olyanra, melynek aszimptotája a Taurus (Bika) csillagkép felé mutat. A számítások szerint e pályán másfélmillió év múlva ér az első csillag közelébe; akik üzenetünk első Földön kívüli olvasói lehetnek, azok tehát e csillag valamely — esetleg létező — bolygójának talán élő lakói.

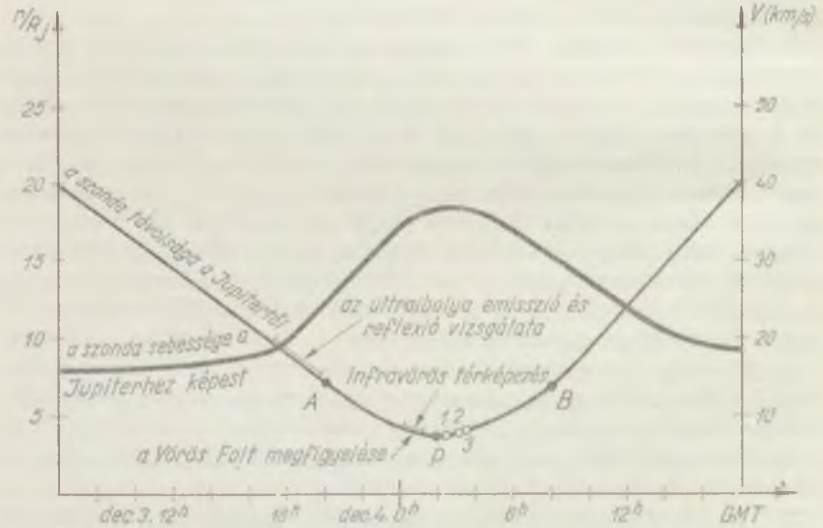
A 18. ábrán azt igyekeztünk szemléltetni, hogy a találkozás napjaiban hogyan alakult a bolygó és mesterséges társa távolsága, ill. relatív sebessége. Néhány kísérlet elvégzésének időpontját is feltüntettük e kis tér-idő-képen. A most következőkben pedig a periapszis-átmenet időpontjára (*P*) vonatkoztatva adjuk meg december 3. és 4. eseményeit:

P—16^h: a szonda áthalad a Jupiter legnagyobb holdjának, a Ganimédesznek pályáján, a Jupitertől 999 208 km-re.,

P—15^h: infravörös képet küld a Ganimédeszről



17. ábra. A Pioneer-10 távolsága a Jupitertől, ill. sebessége a Naphoz képest 1973 novemberében és decemberében. Néhány fontosabb esemény: A — első felvételek a Ganimédeszről, a Callisztóról és a Jupiterről; B — az utolsó pályaigazítás helye; C — a lökésfronttal való találkozás 108 R_J távolságban; D — belépés a Jupiter mágneses terébe; E — mérések az ultraibolya fotométerrel; E — mérések a fotopolariméterrel.



18. ábra. A Pioneer-10 sebessége a Jupiterhez képest a periapszis-átmenet (P) idején. A — belépés a legveszélyesebb sugárzási övezetbe; B — kilépés ebből az övezetből; 1 — a szonda az Io mögé kerül; 2 — a szonda a Jupiter mögé kerül, 3 — a szonda belép a Jupiter árnyékába. (R_J—71 372 km).

P—14^h: 410 000 km-re megközelíti a Callisto-t

P—12^h: ekkor közelíti meg legjobban a Ganimédeszt, 446 250 km-re

P—9^h: megkezdi a második ultraibolya térkép sugárzását a Jupiterről. A kísérlet négy óra negyvennyolc percig tart

P—8^h: az óriásbolygótól 599 400 km-re áthalad az Európa pályáján

P—7^h: elküldi az Európáról készített infravörös felvételt, majd 321 000 km-re megközelíti ezt az égitestet

P—5^h: infravörös képet szolgáltat a bolygóhoz legközelebb keringő Galilei-holdról, az Ioról, amely a Naprendszerbeli égitestek közül a legjobban visszaveri a fényt, belép a Jupiter kemény sugárzási övébe

P—4^h: a bolygótól 349 720 km-re áthalad az Io pályáján, a Jupiter teljesen kitölti a 14° × 14°-os látómezőt

P—3^h: 357 000 km-re megközelíti az Io-t, megkezdi a Vörös Foltról készített felvételek közvetítését, amelyet 196 380 km-től 142 830 km-ig hajt végre

P—2^h: a képalkotó rendszer egyszerre a Jupiter korongjának csak mintegy negyedét képes már bemutatni, elkezdi a bolygó infravörös térképének sugárzását, amely 82 percig tart majd

P—1^h: megvizsgálja a Jupiter atmoszférájának összetételét, hőmérsékleti gradiensét és termikus egyensúlyát

P—11^m: infravörös képet küld az Amaltheáról

P—00^s: periapszis-átmenet, 14^{h}24^m GMT, legkisebb távolságra a Jupiter felhőtakarójától — 131 000 km-re, majd két perccel később 18 500 km-re megközelítette az Amaltheát, a bolygó legkisebb, s egyben a legbelül keringő holdját

P+10^m: áthalad az óriásbolygó egyenlítői síkján, ahol valószínűleg a legtöbb porrészecskével találkozik útja során

P+15^m: a *Pioneer-10*-et másfél percre elfedi előlünk az Io, ez alkalmat ad a kutatónak, hogy a rádiójelek eltűnéséből, illetve irányváltozásából a hold — Földről meg nem figyelhető — légkörére vagy ionoszférájára vonjanak le következtetéseket

P+1^h: a szonda 65 percre a Jupiter mögé kerül, ez alkalmat ad ionoszférája szerkezetének meghatározására, a kapcsolat 15^{h}42^m-16^{h}47^m GMT-ig szünetel

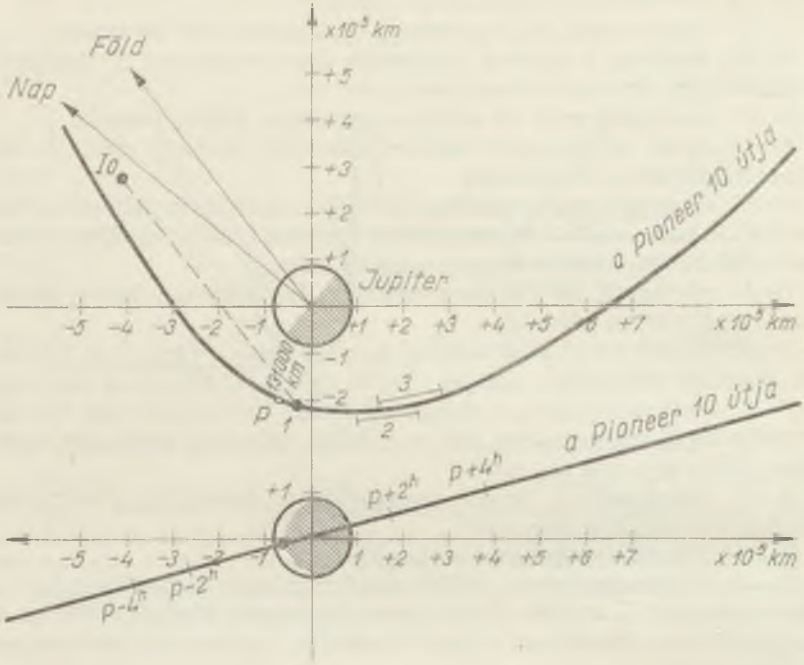
P+2^h: a mesterséges bolygó 51 percre a Jupiter árnyékába kerül, a Nap sugárzása nem zavarja méréseit

P+3^h: visszatekintve a bolygóra huszonhárom képet készít annak keskeny sarlójáról, majd polarizációs méréseket végez a Jupiteren és az Io-n

P+18^h: a *Pioneer-10* működő műszereivel kilép a Jupiter kemény sugárzási övezetéből

P+1 nap: az űrszonda 1 526 200 km-re távolodott már el a Jupitertől

A 19. ábrán a periapszis-átmenet időpontja körüli intervallumban ábrázoltuk a *Pioneer-10* pályáját, ill. annak speciális szakaszait. Érdemes megemlíteni, hogy a pálya bolygóközeli pontját tíz km pontossággal sikerült meghatározni,



19. ábra. A Pioneer-10 pályája a Jupiter környezetében. A tengelyek beosztása 100 000 km-es, az időskálát az alsó ábrán, a szonda útjának vetületén tüntettük fel. A felső ábra jelölései: P,1,2,3; mint a 18. ábrán.

továbbá, hogy a 641 napos út után az űrszonda mindössze 660 km-rel haladt el a kijelölt útvonal mellett. A pályaadatok ismeretében a Jupiter-rendszer tömegét több nagyságrenddel pontosabban lehet meghatározni, mint az eddigi megfigyelések alapján.

A *Pioneer-10* gyorsulását rádiójeleinek Doppler-eltolódása alapján sikerült meghatározni. Ehhez a kritikus időben a Goldstone és a Canberra Obszervatóriumok 64 méteres rádióteleszkópjait használták fel. November 4. és december 10. között 12 500 parancsot továbbítottak a *Pioneer-10*-nek, amelyeket az végre is hajtott. A fotopolariméter háromszáz felvételt készített a Jupiterről, és további néhányszáz rádióparancsot jelentett e műszer ellenőrzése is. Összesen csak féltucat utasítás veszett el! Az út során bebizonyosodott, hogy a korunk legtökéletesebb elektronikus egységeiből megépített berendezések nem károsodnak a Jupiter erős sugárzási övezetében sem, legalábbis akkor nem, ha a bolygó centrumát 2,86 Jupiter-rádiusznál jobban nem közelítik meg. Bár csekély változások következtek be a *Pioneer-10* energiatermelő rendszeré-

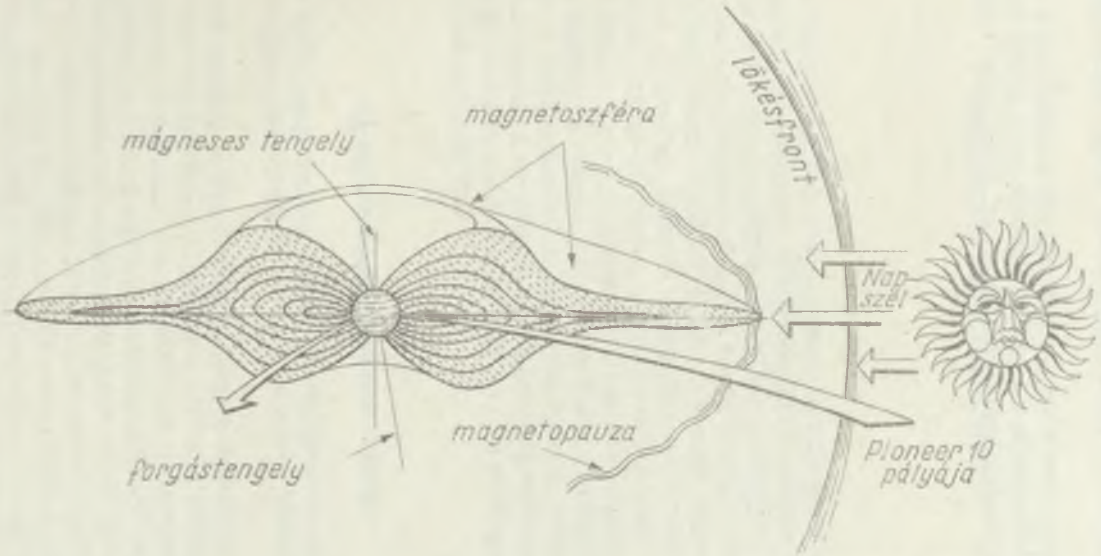
ben és az *S*-sávon dolgozó erősítőjében, ezek nem befolyásolták a mérések pontosságát, sőt később regenerálódtak. Az egyetlen maradandó változás, a meteor-aszteroida számláló optikai elemeinek átlátszósága romlott. A szonda a sugárzási övezetben tett rövid útja során az emberek számára halálos sugárdózis ezerszeresét kapta. A kísérlet irányítói nagy megelégedéssel tapasztalták, hogy az űrszonda tengely körüli pörgetése tökéletesen biztosította az irányított antennák állandó Földre tekintését. A forgástengely irányát az út folyamán százszor pontosították. A négy termoelektromos generátor hibátlanul ellátta feladatát, ezzel lehetővé vált a napelem-táblák nélkülözése. Minthogy pedig a rádiókapcsolat ugyanolyan biztos és tökéletes volt, mint a Mars-szondák esetében, ma már semmi akadálya, hogy akár a Plutó közelébe küldött Pioneer--űrhajókkal is „társalogni" tudjunk.

Az információáramlás sebességét az aktuális feltételek szerint 64 és 2048 bit/sec között kettő egész kitevős hatványaival határozhatták meg, ily módon is biztosítva a leggyorsabb, de még hibamentes közvetítést. Szinte valamennyi üzenetet olyan kódolt formában küldtek mind a földi irányítóállomásról, mind a *Pioneer-10* fedélzetéről, amely érzéketlen a műszaki zajok, vagy kóbor rádióhullámok okozta zavarokra. A Jupiterrel való találkozás két hetében a *Pioneer-10* által küldött adatok hatvan darab, egyenként ezer oldalas kötetet töltenének meg. Ezen információk feldolgozása megkezdődött, és néhány előzetes adat már napvilágra is került.

A bolygó holdjairól megállapították, hogy az Io nem hasonlít egyik társához sem. Tömege a Földéhez hasonló, de csak híg légköre és igen ritka ionoszférája van. Egyelőre nem találtak magyarázatot az Io körül megfigyelt ultraibolya „dicsfényre". Valószínűnek látszik, hogy a hold felszínének igen jó reflexióképességét az azt borító vékony metánhó-réteg okozza. A Ganimédesznek ugyancsak van atmoszférája — meglehetősen gyér —, felszíni hőmérséklete —145 °C. A Callisztóé —163 °C. Az Európáról megállapították, hogy átlagos sűrűsége nagyobb, mint a földi mérések alapján hittük — 3,00 helyett 3,07 g/cm³ és azt is, hogy bár ismeretlen mértékben, de annak „tisztogató" hatása is elősegítette a *Pioneer-10* munkáját a Jupiter kemény sugárzási övezetében. Minden bizonnyal ez a hold fogta el a legtöbb nagy energiájú protont az űrszonda elől. A Ganimédesz és a Callisztó átlagos sűrűsége 1,93 ill. 1,65 g/cm³ a becsült 2,03 ill. 1,30 g/cm³ helyett. *John Anderson* feltételezi, hogy az Io a bolygótól távol keletkezett, esetleg belső bolygó volt, majd a Jupiter befogta.

Az egyik legérdekesebb eredmény, hogy a rádió-mérések alapján gyanított sugárzási többletet meg lehetett mérni. Kiderült, hogy a Jupiter két és félszer annyi elektromágneses energiát sugároz ki, mint amennyit a Naptól felvesz. A bolygó légkörének hőkapacitása oly nagy, hogy alig észlelhető hőmérséklet-különbség az égitest megvilágított és sötét félgömbje között. A felhősávok hőmérséklete között mintegy 15 °C eltérés van, a Vörös Folt a legmelegebb „felszíni" alakzat. Mindezeket az értékeket az infravörös radiométer által

készített hőtérképről lehetett leolvasni, és annak alapján sikerült megállapítani, hogy a Jupiter átlagos felszíni hőmérséklete —133 °C. A bolygó mágneses tere a Földéhez hasonló dipólus; a mechanikai forgástengely és a mágneses tengely 15°-os szöget zár be, és a feltételezéssel szemben a mágneses centrum nem a déli, hanem az északi félgömbben van. A térerősség átlagosan négy gauss a bolygó felszínén, a dipól iránya pedig éppen ellentétes a Föld mágneses teréhez viszonyítva. A Jupiter körüli elektromágneses tér szerkezete sokkal inkább lapos lepényhez hasonló (20. ábra), minthogy övnek nevezhetnők. Ma már tudjuk, hogy miért kellett oly sokat várnunk, míg a lökésfront átszelése után a mesterséges bolygó beért a bolygó feltérképezhető struktúrát mutató terébe. A 108 Jupiter-rádiusz és 92 Jupiter-rádiusz távolság között észlelt turbulens tér nem állandó jelenség, hanem a bolygó rendezett mágneses mezejének a *Pioneer-10* látogatásakor a Nap aktivitása által megzavart része volt. A mágneses tér által befogott és megtartott töltött részecskék sugárzási övezetet alkotnak a bolygó körül. Ennek legveszélyesebb része a Jupiter centrumától egymillió kilométer távolságig terjed. Több mint kétmillió km távol is elég erős a sugárzás ahhoz, hogy a védelem nélküli eszközöket tönkretegye. A bolygó centrumától 150 000 km-re a hárommillió elektronvoltnál nagyobb energiájú elektronokból másodpercenként több mint $5 \cdot 10^8$ darab haladt át egyetlen négyzetcentiméteres felületen, ugyanott ez az érték a harmincmillió elektronvoltnál nagyobb energiájú protonokra $4 \cdot 10^8$. A gyors tengelyforgás következtében a bolygó erősen lapult. Eddig úgy tudtuk, hogy a lapultság értéke 0,060, most azonban kiderült, hogy 0,065. Az űrszonda pályaadataiból azt is kiszámították, hogy a bolygó tömege 0,0024 %-kal nagyobb, mint az eddigi legpontosabbnak tartott érték. A porsűrűség a Jupiter környékén háromszázszorosa az interplanetáris térben mérhetőnek. Míg az út legnagyobb részén átlagosan 600 óránként ütközött meteor a *Pioneer-10*-be, a találkozás napjaiban minden két órában előfordult ilyen esemény. A Jupiter atmoszférájában az ultraibolya fotométer segítségével sikerült a hidrogénen kívül a hélium jelenlétét is kimutatni. Bár a Vörös Folt továbbra sem ismert szerkezetű jelenség, mégis sok újat tudtunk meg róla. Az ovális alakú képződmény hosszanti átmérője a *Pioneer-10* látogatásakor 43 000 km volt. A folt pereme — a leképező rendszer felbontóképességét figyelembe véve — élesen kirajzolódik, két vége kissé hegyesnek tűnik. A jelenség felületi fényessége nem egyforma, a széle sötétebb. Minthogy az űrszonda megkerülte a Jupitert, alkalma nyílt arra is, hogy olyan szögből vegye „szemügyre" az alakzatot, amelyre a földi megfigyelőknek semmi esélyük sincs. A Nap—Jupiter—Föld rendszer által az óriásbolygónál meghatározott szög általában kicsiny, majdnem mindig tele-Jupitert látunk. Ezzel szemben a mesterséges bolygó által felvett több száz színes kép között több olyan is akadt, amelyen a Jupiter csak keskeny sarlóként látszik. Az egyik ilyen felvételt megvizsgálva jutott arra a következtetésre *Tom Gehrers*, az arizonai egyetem kutatója, hogy a Vörös Folt esetleg öt kilométerre is kiemelkedik a felhők nyugalmi szintjéből. A képen ugyanis határozott árnyéka van!



20. ábra. A Jupiter mágneses terének legújabb modellje, benne a Pioneer-10 útvonala.

Valószínűnek látszik, hogy a titokzatos képződmény egy — a bolygó felhőtakarójában szabadon úszó — hatalmas örvény, amely a nagy nyomású, de alacsony hőmérsékletű Jupiter-atmoszférában esetleg évszázadokig is fennmaradhat.

A friss adatok birtokában a planetológusok hozzáláthatnak az elméleti modellek felülvizsgálatához, a kísérlet irányítói pedig a kívánalmaknak és lehetőségeknek megfelelően utasíthatják a dec. 5.-én Jupiter-közelbe érkező *Pioneer-11*-et.

RÓKA GEDEON

CSILLAGÁSZAT ÉS VILÁGNÉZET

A hazai népszerűsítő irodalomban is számos írás szólt már arról, hogy helyes nézeteket a világról a csillagászat nélkül lehetetlen kialakítani, hiszen a Föld csak egy nagyon kis része a világnak. És valóban, a tudomány története arról tanúskodik, hogy a csillagászat tudománya mindig alapvető szerepet játszott az emberiség világnézetének alakulásában. Már a régmúlt korban, az égitestek megfigyelhető mozgásában felismert szabályosság vetett véget a természetet megszemélyesítő ősi animizmusban a csillagistenek hitének és vezetett az objektív természeti törvény fogalmához. A középkor végén a kopernikuszi fordulattal kezdődött a tudomány és a gondolkodás felszabadulása a teológia uralma alól[1]. A XVIII. században az első naprendszerkeletkezési elméletek fordultak először szembe a teremtett és változatlan világ eszméjével. A történeti példákat még lehetne folytatni, de a csillagászat világnézeti hatása korunkban vált legnagyobb jelentőségűvé.

Egységes természettudományos világkép

Korunk egyik sokat vitatott kérdése a természettudományos műveltség fogalma, tartalma, kialakításának módszere, és helye közművelődésünk rendszerében.

Azzal többé-kevésbé mindenki egyetért, hogy a tudományos technikai forradalom, a természettudomány, a technika és a termelés integrációjának folyamata társadalmi szükségletté teszi a természet alapvető törvényeinek, nagy elvi összefüggéseinek közkinccsé tételét. A termelés mai színvonalán ezt már nemcsak a termelés irányítói, de a szakmunkások sem nélkülözhetik. A természettudomány társadalmi jelentősége az is, hogy alapot ad a helyes világnézet kialakításához, ami előre lenuítője a tudatos cselekvésnek. Legfeljebb a humán tudományok egyes képviselői adnak olykor hangot olyan aggodalomnak, hogy a természettudomány bevonulása az általános műveltség területére nem vezet-e majd a művészet, a költészet háttérbe szorításához, az egyéniség elszürkülésére.

Ez a félelem félreértésen alapul. A természettudományos műveltség egyrészt nem jelenti a modern technika mindennek fölébe helyezését, másrészt még inkább nem jelenti adathalmazok, lexikális részismeretek minél nagyobb mennyiségben elraktározását az emberek fejében. Ha valaki arra szánná magát, hogy a mai szaktudományi szinten elsajátítsa a fizikát, kémiát, biológiát, földtudományokat, csillagászatot, valóban nem maradna ideje pl. szépirodalom olvasására. De attól eltekintve, hogy a tudomány korunkban elért fejlődése miatt reneszánsz típusú polihisztor nem is lehetne, tehát nemcsak szakemberré nem válna egyik tudományban sem, de valójában még természettudományos műveltséget sem szerezne. Nem válna ilyen értelemben műveltté akkor sem, ha valamilyen reálisan járható utat választana egész életében pl. csak a műanyagok kémiájába ásná bele magát.

Arra a kérdésre, hogy mi a korszerű természettudományos műveltség, maga a természettudomány adhat feleletet. A természettudomány legújabbkori fejlődését először a nagymértékű differenciálódás jellemezte. Ma már nincs olyan fizikus, aki szaktekintély lenne az egész fizikában, tudósa csak egy részterületnek, pl. a magfizikának lehet és hasonló a helyzet a természettudomány más ágaiban is. A differenciálódás mellett, mintegy ezzel párhuzamosan azután mindinkább kibontakozott a természettudomány egyes ágai közti interdiszciplináris, -vagy határtudományok — mint a fizikális kémia, molekuláris biológia, asztrofizika stb. — megszületésének folyamata. Ezek a határtudományok megizmosodván, azután kezdték elmosni a természettudomány egyes ágai közti határokat. Megkezdődött a természettudomány különféle ágainak egységes természettudománnyá integrációja.

Ez az integráció szükségszerű velejárója a tudomány fejlődésének, hiszen egységes maga a természet is. A természetben nincs külön kémia, biológia, csillagászat, csak mi osztályoztuk így, részben metodikai, részben didaktikai alapon gyakorlati célból a természet jelenségeit. Most már azonban ott tartunk, hogy a tudományos kutatás gyakorlata bontja le a mesterséges válaszfalakat.

A modern fizika kvantumelmélete adott olyan egységes leírást a természetről, hogy a fizika jelentősége a természetkutatás minden területén erősen megnőtt. A kémikusok a kvantumelméletet alkalmazzák a molekulák elektronszerkezetére, a kémiai reakciók elméletére, a biológusok az élő szervezetek óriásmolekuláinak szerkezetére és számos életjelenség magyarázatára. Fizika és asztrofizika pedig már annyira áthatják egymást, hogy csupán a kutatás módszere miatt hívják a csillagászati obszervatóriumban dolgozókat csillagászoknak, a fizikai laboratóriumok munkatársait pedig fizikusoknak.

Az egységessé váló természettudomány határozza meg, hogy a természettudományos műveltség tartalma sem lehet más, mint egységes természettudományos világkép.

Nem kíséreljük meg teljes egészében körvonalazni a kialakuló egységes természettudományos világképet, csupán néhány jellemző vonását emeljük ki:

1. Az egységes világlátás, a földi és a Földön kívüli természet lényegi egysége.

2. A természet legáltalánosabb törvényeinek ismerete. Nincsen sok ilyen törvény. Ha valaki elfelejti a sokszoros súlyviszonyok törvényét, vagy a Biot—Savart törvényt, természettudományos műveltségén ettől még nem esik csorba. De van néhány olyan elvi jelentőségű törvény, amely megadja az alapot a természet jelenségei oksági magyarázatához, összefüggéseik megértéséhez és a technika vívmányainak helyes értékeléséhez.

3. A természet dinamikus, mozgásában, változásában, fejlődésében való szemlélete. Elvi szinten megértése annak a nagyszabású történetnek, amelyet 20 milliárd évre, az ősrobbanásig tudunk visszavezetni és aminek része a Naprendszer és ezen belül a Föld kialakulása, a Földön az élet megjelenése, a biológiai törzsfejlődés, az ember, a társadalom származása a természetből.

A természettudományos műveltség azonban nem egyszerűen ezen — és a hozzájuk hasonló jelentőségű, de ezúttal nem említett — ismeretek passzív birtokbavétele. A műveltséghez még készség is szükséges, az ismeretek világnézeti alkalmazására és a technika vívmányaiban a természet törvényei érvényesülésének felismerésére.

A természettudományos műveltség ilyen címszószerű felvázolásából kitűnik, hogy messze áll mind a technikai hobbyktól, mind adathalmazok betanulásától. A természet elvi szintű megértése pedig olyan élmények forrása, amelyek — gyakorlati hasznosságukon túlmenőleg — szervesen hozzátartoznak a személyiség megvalósításához. A természettudományos műveltség nem a humán kultúrát helyettesíti, mert vitathatatlan, hogy csak a kettő kölcsönhatása adhat általános műveltséget. Nincs „két kultúra", a kultúra is egységes. A személyiség beszűkítésére éppen az vezetne, ha valaki a XX. században semmit sem értene meg a természettudomány őhozzá szóló hangjából.

A Föld és ég problémája

Az egységes természettudomány része a csillagászat is. Már pusztán ezért is beszélhetnénk a csillagászatnak korunkban megnövekedett világnézeti hatásáról. A csillagászati ismeretek azonban nemcsak fontos elemei egységes természettudományos világképünknek, hanem mintegy előfeltételei ilyen világkép kialakításának és ezen túlmenőleg világképünk minden vonásánál kiemelt szerepet játszanak. Egységes természettudományos világképünk első vonásaként említettük a földi és a Földön kívüli természet lényegi egységét. Ez más szóval azt jelenti, hogy az „ég"-ben — a Világegyetemben — is a természet törvényei és csakis a természet törvényei érvényesülnek. A csillagászat alapvető világnézeti jelentősége, hogy ezt sokoldalúan kimutatta.

Nem lehet azonban figyelmen kívül hagyni, hogy ez csak a kopernikuszi korszakban, néhány száz évvel ezelőtt kezdődött el és ez előtt az emberiség

évezredekig csak a Földet tekintette a természet világának. A természetfölötti, magasabb rendű ég eszméjének hagyománya ma is él művészetben, irodalomban, vallásos nézetekben, a mindennapi gondolkodásban. Iskolai oktatásunk hiányossága, hogy csillagászatról a középiskolából kikerülők is csak nagyon keveset hallanak. A TIT több évtizedes ismeretterjesztő munkája is csak a felnőtt lakosság kisebb hányadához jutott még el. Az emberek többsége még nem értette meg Kopernikusz tanainak lényegét.

1973-ban ünnepeltük Kopernikusz születésének 500 éves évfordulóját. Az ünnepségek, előadások során szerzett tapasztalatok szerint a köztudat Kopernikusz legfőbb érdemét abban látja, hogy „megállította a Napot és elindította a Földet." Nem kétséges, hogy a Föld mozgásainak — éspedig égitestként mozgásainak — eszméje abban a korban világnézetileg is fordulatot jelentett. Ma már azonban a Föld tengelyforgása és napkörüli keringése nem elmélet, hanem kísérletekkel, megfigyelésekkel bizonyítható tény. Ezt jelenleg már — leszámítva egy-két hóbortos „elmélet" gyártót — senki sem vitatja.

Kopernikusz világképe azonban sokkal többet jelent, mint a Föld és a Nap geometriai helycseréjét, nem ez a leglényegesebb különbség Ptolemaiosz és Kopernikusz világképe között. Ptolemaiosz kozmológiájában a tér inhomogén és anizotróp, vagyis nem mindenütt ugyanolyan és a függőleges irány kitüntetett. A függőleges irány mentén a világ alsó és felsőbb szférákra oszlik. Az ilyen világban nincs anyagi egység, nem érvényesülhetnek azonos törvények a különböző szférákban. A kopernikuszi kozmológiai elv viszont megszüntette a függőleges irány kitüntetettségét. A Földnek az égitestek közé sorolásával megszűnt a világ alsó és felső szférába osztása, amiből következik, hogy nemcsak a Földön, hanem a Világegyetemben is a természet törvényei érvényesülnek. Ezt szokták az ismeretterjesztők — szinte már közhelyszerűen — úgy mondani, hogy a kopernikuszi világkép ledöntötte az ég és Föld közé képzelt válaszfalat. De sokszor hiába mondják, ezt a kopernikuszi eszmét már sokkal nehezebben teszik magukévá az emberek. Azt elfogadják, hogy a Föld a Nap egyik bolygója, de ehhez nem tudatosul, hogy ha a Föld — a természet világa — az égitestek körébe sorozható, akkor az égitestek sem tartozhatnak máshoz, mint a természethez.

A hiányos csillagászati ismereteik és a bennük élő régi hagyományok miatt tudják az emberek nehezen elképzelni, hogy a Földön kívüli világ egylényegű a földivel. A csillagászat ugyanis nem csupán a Föld és a bolygók hasonló mozgásából kiinduló logikus következtetéssel jutott erre. Newton gravitációs törvénye bebizonyította, hogy ugyanazon természeti törvény, az általános tömegvonzás törvénye érvényesül mind a Földön, mind a Világegyetemben. A színképelemzés tényszerűen kimutatta a földi atomos anyag és a Világegyetem atomos anyagának azonosságát. A XX. században pedig eljutottunk oda, hogy nemcsak a fizikának a földi laboratóriumban megismert törvényeit lehetett alkalmazni a Világegyetem jelenségeinek és folyamatainak magyaráza-

tára, hanem fordítva is: a Világegyetemben megismert új törvényszerűségeket fel tudta használni a „földi" fizika is.

Az űrkutatás korában pedig teljesen értelmetlenné vált azon vitatkozni, hogy a Hold a természethez tartozik-e, amikor az ember a Holdon járkált, dolgozott, járművekkel közlekedett. És mégis, ha a csillagászaton teljesen kívül állók az újságokból az űrkutatás eseményeiről értesülnek, nem alkalmazzák ezeket a világról alkotott képük formálására. Sokan csupán céltalan, haszontalan, sőt káros technikai manővernek minősítik az űrkutatást, ami megzavarhatja az „égi harmóniát", rendkívüli időjárást és más bajokat okoz. Lehet, hogy a technika ördöge elvitte az embert a Holdra — gondolják —, de ettől még az ég marad a nagy ismeretlen, az értelmünkkel meg nem közelíthető világ.

A csillagászatban való tájékozatlanság nagy akadálya az egységes természettudományos világkép elterjedésének. Ez nemcsak késlelteti a természettudományos műveltség valóra válását, hanem utat enged mindenféle misztikus tanoknak, az ember és a természet viszonyát eltorzító áltudományos elképzeléseknek. Mi sem bizonyítja ezt kirívóbban, mint az a furcsa kortünet, hogy az űrkutatás sem vágta még le az asztrológia hétfejű sárkányának fejeit. Az asztrológia ma is világszerte széleskörűen elterjedt és nálunk is sok embernek bogarat tesz a fülébe, hogy ki tudja, hátha mégis van benne valami. A csillagjóslás babonája pedig már akadálya a társadalom tudományos szemléletének is, ami a másik összetevője a tudatos cselekvést pozitívan befolyásoló tudományos világnézetnek.

Az asztrológia kísértete

Az asztrológia teljes fogalomkészlete a mozdulatlan Föld hitéből származik. Annak az elképzelésnek ugyanis, hogy valaki az Oroszlán, Mérleg stb. vagyis annak az állatövi csillagképnek jegyében születik, amelyben a Nap éppen tartózkodik, csak addig lehetett valamilyen értelmet tulajdonítani, amíg azt hitték, hogy a Nap egy esztendő alatt körbejárja a mozdulatlan Földet. De megtudtuk, hogy a Föld kering a Nap körül és a Nap emiatt nem jut hónapról hónapra valahová máshova. Az, hogy a Nap valamelyik csillagképben „tartózkodik" csupán azt jelenti, hogy a keringő Földről nézve a Nap melyik területén látható az égboltnak. A csillagképek nem valóságos, hanem látszólagos csoportosulásai a csillagoknak, a csillagkép nem jelent sem helyet, sem objektumot, sem valamilyen kozmikus anyagot. Csak a régiek hitték, hogy a csillagok tőlünk mind egyforma távolságra helyezkednek el és amely csillagok egymáshoz közel látszanak, azok össze is tartoznak. A mai csillagászatban a csillagképeket a képzeletbeli éggömb egy-egy területének megjelölésére használják. Értelmetlenség azon tűnődni, van-e valamilyen jellemi és sorsformáló hatása a csillagképeknek. Ami nem valóságos dolog, annak semmilyen hatása nem lehet.

Az asztrológia cáfolata benne volt már Kopernikusz világképében. Kopernikusz nem is hitt az asztrológiában, de világképe eleinte még csak bizonyításra váró elmélet volt, amit nem minden csillagász fogadott el. A kopernikuszi rendszer igazságát Newton pontos bolygópálya előreszámításai igazolták és az asztrológia ezzel került ki véglegesen a tudományból.

Newton valószínűleg nevetségesnek találta volna azt a jóslatot, hogy a megdőlt asztrológia majd még a XX. században is kísértetként visszajár és magazinok, folyóiratok, kalendáriumok horoszkópokkal szórakoztatják az olvasókat. De nemcsak szórakozgatnak az emberek a horoszkópokkal — mint a szilveszteri ólomöntéssel —, hanem időnként jóakaratúlag figyelmeztetik a csillagászokat, ne hamarkodják el az asztrológia merev elutasítását. Inkább alaposan és tárgyilagosan vizsgálják meg, mi igaz az asztrológiából, hiszen a csillagászok sem tudhatnak már mindent, a tudomány története pedig már eddig is sok meglepetéssel szolgált.

Csillagász sohasem állította, hogy már mindent tud és reméli, hogy a csillagászat is még meglepő felfedezésekkel fogja gazdagítani a tudományt. Azt is tudjuk, hogy a tudományban végleges eredmények nincsenek. A tényszerű, bebizonyított eredmények azonban nem hullanak ki a tudományból, hanem abban az értelemben nem véglegesek, hogy a későbbi kutatások vagy egyre pontosítják ezeket, vagy kijelölve korlátozott érvényességi körüket részévé teszik egy átfogóbb ismeretkörnek. A csillagászatban, sok minden más mellett, ilyen tény a Föld napkörüli keringése. Sohasem lehet olyan meglepetésben részünk, hogy kiderül, a Föld mégiscsak mozdulatlanul áll a világ közepén. Enélkül pedig hozzá sem lehet fogni az asztrológia földközéppontú elképzeléseinek felülvizsgálásához.

Akik az asztrológiában hisznek, vagy rehabilitálását várják, még nem jutottak el Kopernikusz világképének lényegéig. Lehet, hogy az iskolában tanulták a Föld napkörüli keringését, de emellett megmaradt szemléletükben az égnek a természettől elkülönülése. Az ilyen felfogású ember úgy hiszi, hogy az égi dolgokról a tudomány nem sokat mondhat és nem illetékes megállapítani, hogy milyen hatások érnek onnan bennünket, mert ezek a tudomány eszközeivel nem közelíthetők meg.

Az egységes természettudományra épülő természettudományos műveltség előfeltétele, hogy túljussunk az ilyen középkori felfogáson.

Newton axiómái

Ha ki akarnánk választani, hogy a természet mely legfontosabb alaptörvényeinek megértése szükséges a természettudományos műveltséghez, nem hiányozhatnának ezek közül *Newton* axiómái, másszóval Newton három mozgástörvénye.

Kevés olyan középiskolát végzett akad, aki ne tudná: *Newton* első axiómája úgy szól, hogy minden test megtartja nyugalmi helyzetét, vagy egyenes vonalú, egyenletes mozgását, míg egy külső erő nem kényszeríti mozgásállapotának megváltoztatására. Sokan ismerik a második és harmadik axiómát is (az erő egyenlő a tömeg és gyorsulás szorzatával, és a hatás-ellenhatás törvénye).

Az axiómák mélyebb, a természet lényeges tulajdonságait kifejező tartalmának megértését és világnézeti alkalmazását azonban a csillagászat nyújtja. A csillagászat szerepe tehát nem merül ki abban, hogy megnyitja az útját az egységes világlátásnak, hanem a természet lényeges alaptörvényeit sem lehet a csillagászat nélkül természettudományos világképünkben a helyükre tenni.

Nézzük ebből a szempontból először az első axiómát, ami voltaképpen a *Galilei* által felismert tehetetlenség törvényének pontosabb megfogalmazása. A köztudatban a tehetetlenség törvényét rendszerint úgy értelmezik, hogy a test, az anyag tehetetlen és mindaddig nyugalomban marad, amíg valamilyen külső erő nem hozza mozgásba és addig mozog, ameddig ez az erő hat rá. Azt értjük tehát, hogy a nyugalomban lévő test magától nem indul el, de a tehetetlenség törvényének azt a még ennél is lényegesebb tartalmát, hogy a testek megtartják egyenes vonalú, egyenletes mozgásukat, már nem értelmezzük úgy, hogy a mozgó test magától nem tud megállni.

Ez természetes, mert a Földön még senki sem tapasztalta és nem is tapasztalhatja, hogy egy egyenes vonalú, egyenletes mozgást végző test magától mozog és soha nem áll meg. Ha valaki egyenes vonalú úton tol egy taligát és elereszti, a taliga nem megy tovább, hanem megáll. A kocsi addig megy, amíg a ló húzza, az autó amíg a motor működik. A perpetuum mobilén, az örökmozgón hiába törte a fejét rengeteg feltaláló jelölt, a Földön valamilyen hajtómű nélkül sohasem fogunk közlekedni. Teljesen érthető, hogy a Föld mozgását nem ismerő ókori és középkori ember magától értetődőnek találta: mindenféle mozgás sebességének a fenntartásához külső erő szükséges.

Galilei zsenialitása kellett ahhoz, hogy rájöjjön, ez nem igazság, hanem az ókori fizika tévedése. Kopernikusz ellenfelei az ókori fizika alapján azzal érveltek a Föld napkörüli keringése ellen, hogy ha valaki felugrana a mozgó Földről, a Föld kiszaladna alóla. Galilei belátta, hogy nem a Föld mozgásával, hanem az ókori fizikával van baj. A földi természetben azért állnak meg a mozgó testek, mert a meg nem szüntethető súrlódó erő, valamint a levegő és hajó esetében a víz közegellenállása lefékezi a mozgást. Más a helyzet a Világegyetemben, ahol gyakorlatilag sem súrlódás, sem közegellenállás nincsen. Itt a külső behatás által nem zavart testek irány és nagyság szerint megtartják sebességüket. A mozgás, a sebesség fenntartásához nincs szükség erőre, csupán a sebesség megváltoztatásához. Így teljesen érthetővé vált, hogy a Föld mozgásában résztvevő földi testek öröklik a Föld mozgását és nem állnak meg, ha pl. az ugrás közben elszakadnak a Földtől.

A tehetetlenség törvénye azonban nemcsak a Föld mozgását egyeztette össze a földi tapasztalatokkal, hanem ezzel a törvénnyel született meg a mozgást az

anyag természetes, külső erőre nem szoruló állapotának felismerő újabbkori fizika. Ezzel a törvénnyel kezdődik a természet azon lényegének megértése, hogy mozgató erő nincs, a világ nem más, mint magától mozgó anyag.

A Földnek, a Holdnak — vagy bármely égitestnek sem motorja, sem külső mozgatója nincsen. Mérettől, alaktól, fizikai állapottól eltekintve égitesteknek, a Világegyetemben maguktól mozgó testeknek hívjuk, akár a gombostűfejnél is kisebb meteorról, akár a Földnél sokszorosan nagyobb csillagokról van szó.

És amikor az ember a rakéták segítségével földi testeket kivitt a légkör fékező határán túlra, a földi testek égitestekké változtak. A megfelelő sebességgel pályára állított szputnyikok már maguktól mozogva, hajtómű nélkül keringenek a Föld körül. Éppen így, motor nélkül repül az űrszonda sok millió km-en át a Vénuszra vagy a Marsra.

Az űrséták alkalmával égitest lett az emberi testből is. Aki a tehetetlenség törvényét nem ismeri, borzalommal gondol arra, hogy egy 300 km magasban keringő űrhajóból kiteszik az űrbe. *Leonov* és követői azonban jól tudták, hogy nem zuhanhatnak le, mert az űrhajón kívül is az űrhajóval együtt kell mozogniuk.

Az űrhajózás most már a kísérlet erejével is bizonyítja a tehetetlenség törvényének igazságát.

Az égitestek azonban sohasem mozognak egyenes vonalú, egyenletes mozgással, mert teljesen magára hagyott, más égitestekkel kölcsönhatásban álló égitest nincs a Világegyetemben. A kölcsönhatás pedig megváltoztatja az égitestek mozgásállapotát: sebességük nagyság és irány szerint megváltozik. A sebesség változását a fizikában gyorsulásnak, a mozgásállapotot megváltoztató kölcsönhatás mértékét pedig erőnek hívják. Mozgató erő tehát nincsen, hanem gyorsulás esetén beszélhetünk erőről. Erről szól Newton II. axiomája, mely szerint az erőhatás (P) mértéke a test tömege (m) szorozva a gyorsulással (a). Képlettel kifejezve: $P = m \cdot a$

A II. axióma lényege, hogy ki lehet számítani, hogyan változtatja meg valamilyen erőhatás a mozgás sebességét, vagy valamilyen megkívánt sebességváltozáshoz mekkora erő szükséges. Pl. ki lehet számítani, hogy mekkora fékező erő szükséges egy 15 tonnás, óránként 80 km sebességgel haladó tehergépkocsi 20 mp alatti megállításához. Ez a törvény az alapja mindenféle gépek szerkesztésének. Köztudomású, hogy a mérnökök sok mindent kiszámítanak, de kevesen gondolnak arra, hogy az ilyen technikai számításokat, tervezéseket a természet egyik alaptörvényének ismerete teszi lehetővé.

A II. axióma is mélyebb, szemléleti tartalmat akkor nyer, ha az égitestekre vetítjük.

Newton óta ismerjük, hogy milyen erőhatást gyakorolnak egymásra az égitestek. Newton gravitációs törvénye szerint az égitestek kölcsönösen vonzzák egymást, a vonzóerő egyenesen arányos az égitestek tömegével és fordítva arányos a közöttük lévő távolság négyzetével. A gravitációs törvényre és a

II. axiómára épülő égimechanika tudománya módot ad arra, hogy az égitestek pályáját, múltbeli és jövőbeni mozgását pontosan kiszámítsuk.

A csillagászat története az égimechanikának olyan bámulatos sikereiről tanúskodik, mint a Neptunusz bolygó elméleti úton történt felfedezése, üstökösök visszatérésének előre jelzése. De a csillagászaton teljesen kívül álló, újságolvasó ember is értesül ma már a fogyatkozások percnyi pontosságú előre jelzéséről. Az ilyen előre jelzett égi jelenségek csalhatatlan bekövetkezése bizonyítja legszemléletesebben, hogy ismerjük a testek mozgásának törvényeit és biztonsággal levonhatjuk ezen törvények világnézeti következtetéseit.

A mozgások leírásához csatlakozik Newton III. axiómája: a hatás-ellenhatás (akció-reakció) törvénye. Eszerint, ha egyik test erőhatást gyakorol a másikra, akkor az ugyanakkora, de ellentétes irányú erővel hat rá vissza. Ennek az axiómának fő tartalma, hogy az erő mindig két test — vagy ha a fizikának a mechanikán túli területére is kitekintünk, két anyagfajta, pl. az elektromágneses tér és az elektron — kölcsönhatása. Anyagtól független, anyagon kívüli erők feltételezése fizikai lehetetlenség.

A III. axióma érvényesülését jól meg lehet érteni földi tapasztalatok alapján is, hiszen járni is csak úgy tudunk, hogy lábunk kölcsönhatásba jut a talajjal: amekkora erővel nyomja a láb a talajt, ugyanakkora, de ellentétes irányú súrlódási erő nyomja a lábat. A jégen, ahol a súrlódás sokkal kisebb a láb és a talaj között, ezért nehezen létesíthető erőhatás, a járás szinte lehetetlen. Szemléletes és nagyszabású példáit azonban a Világegyetemben is megtaláljuk.

A hatás-ellenhatás egyenlősége jellemzi az égitestek mozgástörvényeit is. Beugrató kérdés, hogy melyik vonzza nagyobb erővel a másikat, a Nap a Földet, vagy a Föld a Napot. Téved, aki úgy véli, hogy a 330 000-szer nagyobb tömegű Nap nagyobb vonzóerővel hat a Földre, mint a Föld a Napra, mert a Föld pontosan ugyanakkora erővel vonzza a Napot, mint a Nap a Földet. Csakhogy ugyanazon nagyságú erő hatására a Nap gyorsulása 330 000-szer kisebb lesz, mint a Földé, ami a mozgás közelítő leírásánál elhanyagolható. Úgy szoktuk ezért mondani, hogy a hatalmas tömegű Nap vonzása keringeti a Nap körül a Földet. A valóságban a kölcsönös vonzás — és persze a tehetetlenségüknél fogva végzett haladó mozgás eredőjeként — a Föld is meg a Nap is a Nap—Föld rendszer tömegközéppontja körül keringenek. A tömegközéppont a Nap és Föld középpontját összekötő egyenest a tömegekkel fordított arányban osztja. A Nap tömege annyiszor nagyobb, hogy ez a tömegközéppont benn van a Nap belsejében. Az az állítás tehát, hogy a Föld a Nap körül kering, megközelíti a valóságot. De ezen tömegközéppont körül a Nap is kering néhány száz km-es sugarú pályán. (Most csak a Nap—Föld rendszert vettük figyelembe, ténylegesen a többi bolygót is számításba kellene venni és a keringés a Naprendszer tömegközéppontja körül történik.)

A hatás-ellenhatás elve működteti a Világegyetem közlekedési eszközeit, az űrrakétákat. Amint a puska elsütésekor a puska hátrafelé visszalök, mert a

puskagolyót előre lökő erő párja ellenkező irányban hat a puskára, a rakétából kiáramló gázok reaktív ereje mozgatja a rakétát ellentétes irányba. Ehhez nem kell semmilyen külső közeg, kizárólag csak a kiáramló gázok és a rakétatest kölcsönhatása. De az űrkutatás második évtizedének vége felé is sokszor felmerül a kérdés: hogyan közlekedhet a rakéta légüres térben.

A megmaradási törvények

A természet megértésének igen fontos általános törvényei a fizika megmaradási törvényei is. A természeti anyagnak számos olyan lényeges, mindig velejáró tulajdonsága van, amelyekre különféle megmaradási tételek érvényesek, vagyis a kölcsönhatási folyamatokban ezek a tulajdonságok mindig megmaradnak, ezeket sem megsemmisíteni, sem a semmiből előteremteni nem lehet. A megmaradási törvényeket a földi természetben ismerték fel, de ezekről is azt mondhatjuk, hogy a Világegyetemre alkalmazásuk fejezi ki világnézeti jelentőségüket.

Az egyik ilyen fontos megmaradási tétel az ún. impulzustétel. Az impulzus — magyarul = mozgásmennyiség — valamely anyagi rendszer mozgásállapotát jellemző mennyiség. Ha a mozgó test tömege m és sebessége v, akkor impulzusa $m \cdot v$, vagyis tömegének és sebességének szorzata. Az impulzus, vektormennyiség, nagysága és iránya jellemzi. Két ugyanolyan nagyságú, de ellenkező irányú impulzus összege nulla.

Az impulzustétel azt fejezi ki, hogy a kölcsönhatások se nem szülik, se nem semmisítik meg a mozgásmennyiséget. Az impulzus átmehet egyik anyagi rendszerről a másikra, de amennyi mozgásmennyiséget az egyik felvesz, a másik ugyanannyit lead.

Ez az impulzustétel a mélyebb alapja a Newton-féle három axiómának.

A nyugalomban lévő magára hagyott test nyugalomban marad, mert ahhoz, hogy mozgásba jöjjön egy másik testtől mozgásmennyiséget kellene kapnia. De ugyanígy, ha a magára hagyott test egyenes vonalú, egyenletes mozgást végez, nem tud megállni, mert ehhez mv impulzusát egy másik testnek kellene átadnia, vagy egy másik testből pontosan ugyanakkora, de ellenkező irányú impulzust kellene kapnia. A tehetetlenség törvénye tehát az impulzustételen alapul.

A forgó mozgásnak is van ilyen megmaradó tulajdonsága. A magára hagyott, súrlódás és közegellenállás által nem befolyásolt forgó test is akármeddig forog. Ilyen pl. a tengelye körül forgó Föld. A forgómozgás megmaradó tulajdonságát impulzusmomentumnak, vagy impulzusnyomatéknak hívják. A tehetetlenség törvénye tehát forgó mozgásra is érvényes.

Az impulzustétel vezet el a II. és III. axiómához is. Mint láttuk, mozgató erő nincsen, de az egymással kölcsönhatásban álló testek megváltoztathatják egymás mozgásállapotát, vagyis impulzusát. Az erőhatás voltaképpen az

impulzusátadás képessége. Az erőhatás mértéke az időegység alatt közölt impulzus (Maga Newton is így határozta meg). Ha az erőt ismét P-vel jelöljük: $P = \frac{mv}{t}$, amit így is írhatunk $P = m\frac{v}{t}$, a $\frac{v}{t}$ a sebesség időegység alatt történő változása, ami a gyorsulást jelenti, ezt pedig a-val szoktuk jelölni, így megkapjuk az ismert $P = m \cdot a$ képletet.

Az erőhatás az impulzusátadás képessége, de önmagában egy test nem adhat le impulzust, csak akkor, ha azt egy másik test felveszi. Az impulzusmegmaradás tétele értelmében a másodperc alatt az egyik test által leadott impulzusnak egyenlőnek kell lenni a másik test által felvett impulzussal. Ha az impulzusnyereséget +, a veszteséget — jellel látjuk el,

$$\frac{m_1 \cdot v_1}{t_1} = -\frac{m \cdot v_2}{t_2},$$ ami az előbbiek értelmében az erőket jelenti: $P_1 = -P_2$, vagyis megkapjuk a III. axiómát. A III. axióma tehát az impulzus megmaradásának elvét fejezi ki kölcsönhatások esetén.

A rakéta működésének is alapja így az impulzustétel. A rakéta üzemanyagának elégéséből származó gázok nagy sebességgel áramolnak ki a rakéta fúvókáján. A kiáramlás előtt a rakéta impulzusa nulla. Az impulzus megmaradása miatt a kiáramló gázok impulzusával egyidejűleg a rakétatestnek ugyanakkora, de ellenkező irányú impulzust kell kapnia, hogy összegük ismét nulla legyen, tehát a rakétának a kiáramlás irányával ellenkező irányba kell mozognia.

A mozgásmennyiség megmaradásának tétele a természet általános törvénye. Mindenki által ismert tény, hogy egy biliárdgolyó csak úgy indul el, ha egy másik golyóval, vagy a dákóval mozgásmennyiséget közlünk vele. Világnézeti — mondhatjuk filozófiai — jelentőségét azonban e tétel csillagászati alkalmazása adja. Ebből a tételből ugyanis az is következik, hogy nemcsak mozgatója nincs a Világegyetem égitestjeinek, de az sem lehetséges, hogy valamikor nyugalomban voltak és valamilyen nem anyagi, szellemi lény indította el a mozgásukat. Mozgásmennyisége csak valamilyen anyagi rendszernek lehet, ha az égitestek valahonnan mozgásmennyiséget kaphattak, ez a valami szellem nem lehetett, mert mozgásmennyiséggel bíró szellem olyan abszurd ellentmondás, mint a fából vaskarika.

A megmaradási tételek közül jól ismert a tömeg- és energia megmaradásának tétele, amelyek a modern fizikában egy tétellé olvadtak össze, mert Einstein óta tudjuk, hogy tömeg és energia egymástól elválaszthatatlanok. De ezzel is úgy vagyunk, hogy a köztudatban főleg gyakorlati vonatkozásai ismeretesek, — pl. energia csak valamilyen energiahordozóból nyerhető — és a tétel ismerői között is sokan vannak, akik el tudják képzelni, hogy a világnak valaha kezdete volt. A megmaradási tétel pedig kizárja, hogy bármilyen anyag a semmiből keletkezhetett.

A természet mozgásában, változásában való szemlélete

A természettudományos műveltséghez tartozik a természet dinamikus, mo gásában, változásában, fejlődésében való szemlélete. Ez nem jelenti azt, ho szaktudományi szinten ismerni kell mindazt, amit a tudomány a galaxiso a csillagok, a Naprendszer kialakulásáról, az élet keletkezéséről, a biológ törzsfejlődésről, az ember származásáról mondhat.

Annak elvi szintű megértéséről van csupán szó, hogy a mai tudomány min ezt csodák, természetfeletti beavatkozás feltételezése nélkül meg tudja magy rázni. De éppen ez nem lehetséges, ha szemléletünkben csak a Földet teki jük a természetnek és nem látjuk a Földnek, a földi életnek a Világegyetemn való összefüggését.

A Föld anyaga a Világegyetemből származik, az élethez szükséges szen oxigént és nitrogént egykor óriáscsillagok gyártották és szupernova robban sok szórták szét a csillagközti anyagba, melyből a csillagok és bolygók kia kultak.

Ahhoz, hogy az élet megjelenésében a Földön ne keressünk csodás elem igen lényeges, hogy már a csillagközti anyagban megkezdődik a kémiai e mek olyan széntartalmú molekulákká szerveződése, amelyek kiinduló állomá az anyag biológiai óriásmolekulákká fejlődésének.

Az élet kialakulásában, a biológiai törzsfejlődésben fontos szerepet játsz tak a valóságos kozmikus hatások. Az élet fenntartásához ma is, kívülr a Világegyetemből kapjuk az energiát és egyre többet tudunk a naptevéke ség biológiai hatásáról.

Ezen valóságos, a tudomány eszközeivel megismerhető kozmikus hatás elválasztása az asztrológia tévtanaitól, fontos mozzanata a természet megér sének.

Mindezt egy meghatározott terjedelmű írás keretében csak igen vázlatos lehetett tárgyalni. De talán ezekből is kiviláglik, hogy a csillagászati ismeret sokkal szélesebb körű elterjesztése szükséges az egységes természettudomány világképre épülő természettudományos műveltséghez.

BARCZA SZABOLCS

A CSILLAGOK KIALAKULÁSA

Az égbolton igen különböző korú objektumokat látunk: a csillag fejlődési elméletek alapján a gömbhalmazok körülbelül 10^{10} évesek, a Nap mintegy $5 \cdot 10^9$ éves, míg a fiatalabb nyílthalmazok és az asszociációk a legfeljebb néhány millió évükkel valóságos csecsemőknek hatnak ezek mellett. Igaz, kor adataink meglehetősen bizonytalanok, de ha hozzájuk vesszük még azt, hogy a legfiatalabb objektumok kinematikai adatai is inkább arra utalnak, hogy azokban egy éppen széjjelmenő képződményt látunk, akkor már aligha kételkedhetünk abban, hogy a csillagok képződése ma is tart.

A továbbiakban sorra fogjuk venni, hogy mit tudunk arról, hogy hol és hogyan keletkeznek a csillagok, s mit mondanak a megfigyelések az elméleteinkről.

Hol keletkeznek a csillagok?

A Nap a környezetéhez képest mintegy 20 km/s sebességgel mozog. Ez évenként több mint négy csillagászati egység, a Nap egész életkora alatt pedig a félmillió fényévet is meghaladja, tehát a Nap már igen messzi került keletkezési helyétől, jelenlegi környezete nem jellemző azokra a zónákra, ahol a csillagok létrejönnek. Egészen más a helyzet a nyílthalmazoknál, ezekben még nem volt idejük a csillagoknak a bölcsőt elhagyni. Az igen fiatal *O* és *B* csillagok még szinte keletkezési helyükön vannak, s az ott megfigyelt nagy kiterjedésű gáz- és porfelhők sugallják a gondolatot, hogy kialakulásuk mikéntje ezekkel függ össze. A felhők tömege gyakran oly nagy, hogy valószínűtlen, hogy a felhő a csillag terméke.

Az utóbbi években jelentősen megjavult az infravörös érzékelési technika, s a különböző felhőkben fölfedezett igen kis kiterjedésű források szintén erősítik gyanúnkat, hogy az intersztelláris gáz- és porfelhők a csillag-keletkezés színhelyei.

Kizárólagos színhelyei? Ezt nyilván túlzás lenne állítani, amint arról később még lesz szó. Vannak ugyanis olyan jelenségek is, melyeket éppen a legfiata-

labb csillagok produkálnak, s amelyek sehogyan sem férnek bele elképzeléseinkbe, ha a csillagok keletkezésére csak az intersztelláris felhőből való összeállás modelljét fogadjuk el. Kettőt meg is említünk ezekből: a flérezés és az, hogy néhány igen fiatal törpe határozottan a fősorozat alatt van a Hertzsprung-Russel diagramon, olyan helyen, ahová egy összehúzódó gázfelhő sohasem juthat el.

Kicsit a problémához tartozik a Nap neutrinóinak rejtélye is, ami az utóbbi fél évtizedben került erősen az érdeklődés homlokterébe: eddig még nem sikerült a Nap közepéből várható neutrinókat detektálni. Ha a baj oka az, hogy a Nap ténylegesen kevesebb neutrinót termel, mint azt elvárjuk, akkor nyilván még hiányosak az ismereteink a Nap, és ezzel együtt természetesen a csillagok belsejéről. Ez viszont maga után vonhatja egy sereg feltevésünk illuzórikussá válását, érintheti esetleg a csillagok koráról való elképzeléseinket is.

A protocsillag kialakulása gáz- vagy porfelhőből

Intersztelláris gáz- és porfelhőket szép számmal látunk az égen, s a bevezető megfontolások alapján nyilván érdemes lesz közelebbről megvizsgálni: alakulhatnak-e ki bennük csillagok, s ha igen, hogyan.

Egy-egy ilyen felhő az elvégzett tömeg-becslések szerint párezer naptömegnyi anyagból áll. Igen híg képződmények, a sűrűségük néhány atom köbcentiméterenként, hőmérsékletük pedig 2—3 °K. Az egyensúlyt a tömegvonzással szemben a gáznyomás és a bennük lévő mágneses tér nyomása tartja, ennek következtében stabilak, azaz anyaguk nem hullik be súlypontjukba. Ez így is maradna az idők végezetéig, ha nem tudnának önmagukat erősítő perturbációk támadni egy ilyen felhőben.

Perturbációk — sűrűség és hőmérséklet inhomogenitások — azonban nyilván gyakran föllépnek, s a tulajdonképpeni feladat, kideríteni, hogy melyek nem csengenek le a zavar helyén megnövekedett nyomás és hőmérséklet következtében. Szemléletünk rögtön súgja, hogy azok lesznek ilyenek, melyekben a zavar központjából elegendő gyorsan el tud távozni az általa termelt energia, gyorsabban, mint a zavar karakterisztikus lecsengési ideje. Más szavakkal kifejezve: a folyamat izoterm. *A zavar erősödésének, azaz a kondenzáció kialakulásának oka az, hogy a por és a gáz a zavar helyén létrejött néhány Kelvin fokkal magasabb hőmérsékletű anyag távoli infravörös hőmérsékleti sugárzása számára gyakorlatilag átlátszó. Az összesűrűsödés kialakulása hőt termel, azonban ez nem arra fordítódik, hogy az összesűrűsödést újra fölhígítsa az átlagos sűrűségre, hanem a hő szépen eltávozik, s megbomlik ezáltal az egyensúly.* Az így kialakult kondenzációs mag tömegvonzása a nagyobb sűrűség miatt erősebb lesz, mint a környezeté, s ismét létrejön a verseny az egyensúlyt megbontó és helyreállító hatások között. Bizonyos esetekben a kontrakció tempója

olyan, hogy a kondenzációs magot nem tudja már szétvetni egy esetleges túlhevülés, vagy egy ilyen felhőben szinte menetrendszerűen közlekedő „hang" — azaz sűrűség — hullámok egyike, vagy egy rosszkor jött lökéshullám. Az imént vázolt kondenzációs-magképződés azért borulhat föl könnyen, mert a kezdeti és a megnövekedett sűrűség egyaránt elképzelhetetlenül csekély, például 10 atom/cm^3-ről 100 atom/cm^3-re. A folyamat nagy sebességű számítógépekkel való szimulálása azonban azt mutatja, hogy létezik önmagát erősítő zavar is egy intersztelláris felhőben.

A kondenzációs magvak méretének az szab határt, hogy a mag központi részében keletkező távoli infravörös sugarak — ha igen csekély mértékben is — el tudnak nyelődni egy bizonyos nagy út után a felhő anyagában, többnyire néhány fényévnyi távolságban a magtól, s itt fölhevítik az anyagot. Emiatt nő a nyomás ott, s az ezen zónán kívüli anyagot megakadályozza abban, hogy az behulljon a kondenzációs magba. A részletes számítások azt mutatják, hogy a kialakuló protocsillag maximálisan tíz naptömegű lehet.

Ha a felhő impulzusmomentuma zérus, egy kondenzációs mag tud csak kialakulni. Ez azonban távolról sincs így, aminek következtében azt kell várnunk, hogy a protocsillagok csoportosan keletkeznek, térbeli eloszlásuk s impulzusmomentumuk a szülő felhő kezdeti viszonyait tükrözi vissza. A protocsillag maga is forogni fog, mert az valószínűtlen, hogy a létrejött töredék impulzusmomentuma zérus legyen. A kondenzációs magon belüli kaotikus mozgások, valamint az ebből később kialakuló tengelyforgás a protocsillag lehetséges maximális tömegét növeli.

A szülő felhő hőmérsékletétől is függ a kialakuló protocsillag lehetséges maximális tömege, mégpedig T^3 szerint. Mindezeket összevetve azt kapjuk, hogy egy széttöredezésnek, fragmentálódásnak indult felhőben a protocsillagok maximális tömege húsz naptömeg körül van. Eleinte kis tömegű protocsillagok képződnek, amelyek kissé fölmelegítik a felhőt, s emiatt később már a nagy tömegű protocsillagok kialakulására kedvezőbbek a viszonyok. A hőmérséklet és a kezdeti sűrűség függvényében elvileg lehetséges az is, hogy megszerkesszük a kialakuló csillaghalmaz zérus korú csillagtömeg hisztogramját a protocsillagokra. Kvalitatíve érezzük, hogy ennek maximuma a néhány naptömegnyi protocsillagok táján lesz, azonban ezt még pontosan nem számolta végig senki, mert a befektetés nincs arányban a várható eredménnyel, és annyi minden függ a sokféleképpen variálható kezdeti feltételektől, hogy nem érdemes túlzott részletességre, illetve kvantitatív információkra törekedni. Ráadásul a protocsillag még tekintélyes tömeget veszít el csillaggá válása során, mint erről később szó lesz, s ez ugyancsak megnehezítené a megfigyelésekkel való összevetést, mert azok csak a már kialakult csillagokról szállítanak információt. Szóval irdatlan tömegű számolás után sem kapnánk többet, mint amit már kvalitatíve úgyis láttunk.

A számítások szerint a protocsillagok jellemzői a következők:

— átmérője körülbelül egy fényév

— átlagsűrűsége 10^6atom/cm^3 körül

— átlaghőmérséklete mintegy 20 °K, gyakorlatilag egyenletes, azaz helyfüggetlen.

Az objektum nincs hidrosztatikus egyensúlyban, kialakulásához pedig a kondenzáció kezdetétől számítva 10^6—10^8 évre van szükség a tömegétől függően.

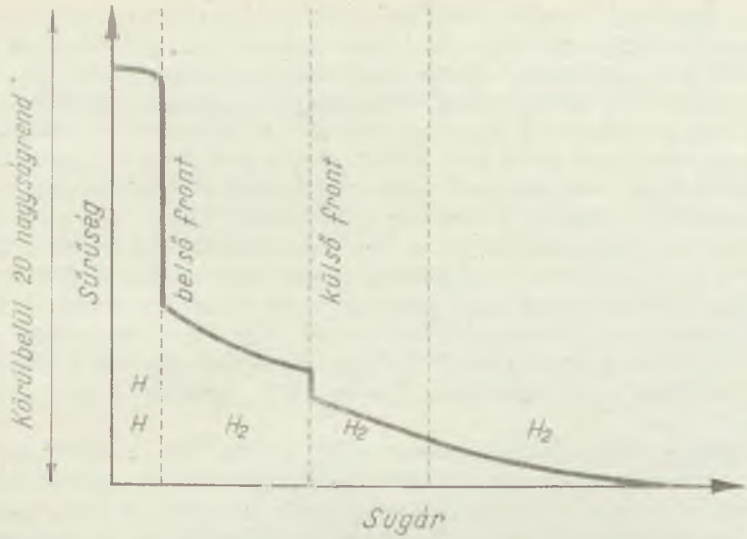
A protocsillag fejlődése csillaggá

A fent említett sűrűségű anyag már elég jól nyeli el a távoli infravörös sugarakat, aminek következtében a protocsillagnál lényegesen kisebb perturbációk is tudnak már növekedni. Ez arra vezet, hogy rohamos tempóban megindul egy központi mag képződése, míg a külső rétegek gyakorlatilag változatlanok maradnak. Az össztömegnek körülbelül egy százalékából lesz ez a központi mag, mely már hidrosztatikus egyensúlyban van, sűrűsége még mindig igen kicsi, 10^{11} atom/cm^3 körül van. A protocsillag többi része szabadon esik ezen mag felé.

A hidrosztatikus mag határa mint egy front áll, s az erre hulló anyag kinetikus energiája hővé alakul. A mag hőmérséklete így gyorsan növekedni kezd, amit csak az fékez időnként, hogy az eredeti gázban jelen volt molekulák disszociációs energiáját fedezni kell. Például mintegy 2000 °K-nál a hidrogén molekulák szétesése visz el tetemes hőmennyiséget. Az ilyesmi azonban a kontrakció sebességét csak fokozza, mert a gáz nem hevül tovább, tehát a hőmérséklete nem nő ezalatt, s így a nyomás majdnem stagnál, annak ellenére, hogy a mag tömege nő, tehát vonzása erősödik, fokozva a külső rétegekben a szabadesés tempóját. Mikor a mag sűrűsége eléri a 10^{22} atom/cm^3-t, annak közepén kialakul egy második, hidrosztatikus egyensúlyban lévő mag, melynek hőmérséklete 20 000 °K körül van. A sűrűség eloszlása a 21. ábrán látható sematikusan. Az itt leírt folyamat körülbelül száz évig áll fenn, azután a külső front megindul kifelé, magával vive persze jelentős mennyiségű anyagot, míg az azon belüli rész befelé hullik, növelve a hidrosztatikus mag tömegét. (A folyamat számítógépes szimulálásának eredménye a 22. ábrán látható. A protocsillag tömege egy naptömegnyi.)

A további fejlődés már lényegesen lassúbb. A számítások szerint több millió éven át tartó összehúzódás következik, a hő azonban, ami eközben felszabadul, már teljes egészében a fölmelegedésre fordítódik, egészen addig, míg a centrum el nem éri a pár millió fokos hőmérsékletet. Ekkor a magreakciók megindulása a csillagot lényegesen hatékonyabb energiaforráshoz juttatja, ami új egyensúly beállásához vezet, s ami aztán a fősorozatú csillagoknál sok milliárd évig fennáll. Ezen új egyensúly beállásának folyamata a különböző becslések szerint sok ezer évig tart, s közben a csillag jelentősen kifényesedik.

A kialakuló csillag tömegének az szab határt, hogy a kifelé haladó felület



21. ábra. A sűrűség eloszlása egy fejlődésnek indult protocsillagban.

(21. ábra) bizonyos kritikus tömeg fölött már túl gyorsan viszi el a behullásra váró anyagot, úgyhogy nincs annak ideje ráesni a hidrosztatikus magra. Ezen külső front „szállító képessége" a mag energiatermelésének a függvénye: minél jelentősebb az, annál hatékonyabban dolgozik a front. A mag energiatermelése viszont éppen a tömegével nő. Így jön ki a már korábban említett tíz naptömeges felső határ zérus impulzusmomentumú fragmentációra, míg a gyors tengelyforgás, lassítván a hidrosztatikus mag kontrakcióját, lehetővé tesz körülbelül húsz naptömeges felső határt.

A csillagok kialakulásának egyéb lehetőségei

Az intersztelláris felhők fragmentációja egy lehetséges út a csillagok kialakulására. Mielőtt sorra vennénk a megfigyeléseket, s azt, hogy azok milyen elképzeléseket támasztanak alá, s melyek ellen szólnak, elidőzünk egy kicsit amellett, hogy milyen egyéb megfontolásokat érdemes a tapasztalattal összevetni. Nem szabad izgulnunk amiatt, hogy ebben a fejezetben olyan elképzelésekről lesz szó, melyek a korábban vázoltakkal akár homlokegyenest ellenkezőek, mert hiszen célunk nem az, hogy a világra ráhúzzunk egy képet, hanem az, hogy olyan képet alakítsunk ki elménkben, ami a valóságnak megfelel. A modell alkotás természetéből következik, hogy egyszerűsítésekkel élünk, egymásnak ellentmondó modelleket állítunk föl, hogy aztán majd megfigyelé-

sekkel szűrjük ki a helyeset. A csillagok világában még bonyolítja a helyzetet, hogy például a csillagok keletkezése a Tejútrendszeren belül jó 10^{10} évvel ezelőtt kezdődött, s valószínűleg ma is tart. Egyáltalán nem biztos az, hogy ugyanúgy zajlott le a Tejútrendszer életének korai szakaszában, mint ma; például a halo és a korong populáció kialakulása alapvetően is különbözhetett egymástól.

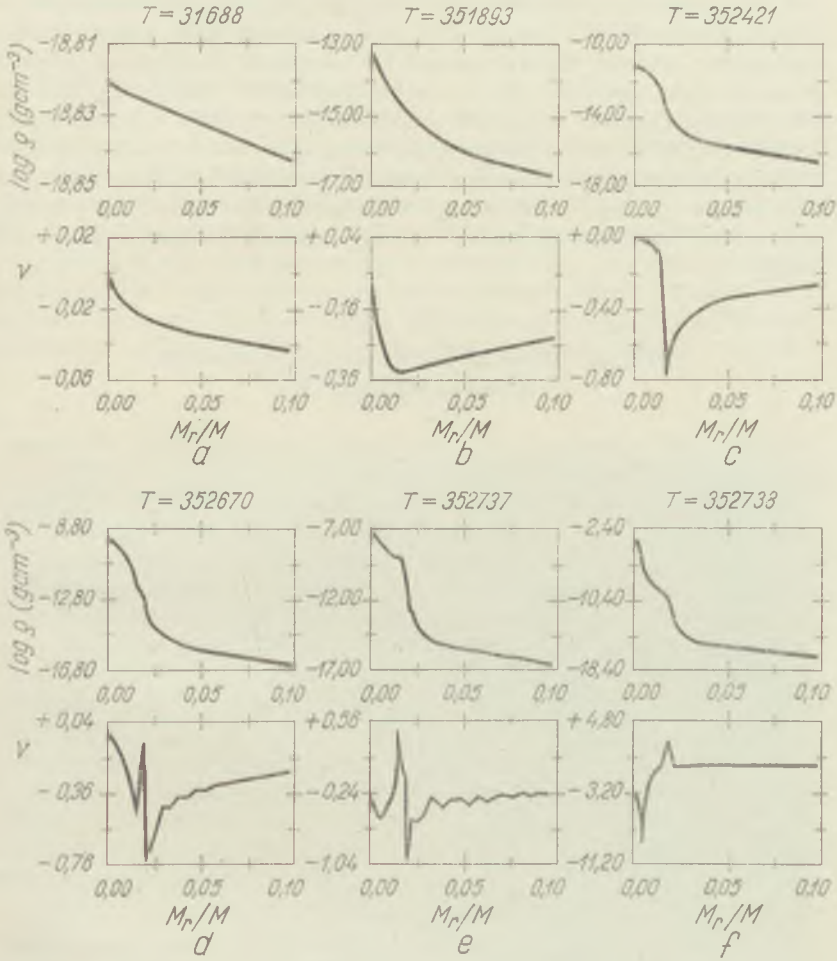
A hatvanas évek végén több kísérlet történt arra, hogy a fragmentáció elméletét alkalmazzák az ősrobbanás utáni időszakra. A protocsillagok kialakulásáról és fejlődéséről korábban mondottakból világos, hogy a csillagot szülő anyag kezdeti sűrűségét, hő és fény átbocsátó képességét jól kell ismerni ahhoz, hogy valamelyest is megbízható kijelentéseket tehessünk az önmagát erősíteni tudó zavar méretéről, s aztán sorsának további alakulásáról. Elég kevésen múlt, hogy önmagukat erősítő zavarok — pozitív visszacsatolás — tudott kialakulni; a leglényegesebb a hősugarak nagyfokú áteresztése volt a gáz által, mert így tudott eltávozni az energia, mely egyébként a zavart ellensúlyozta volna.

Az anyag állapotát elég kevéssé ismerjük egy esetleges ősrobbanás után; itten most az olyan nehezen számolható dolgokról van szó, mint opacitás, hővezető képesség, hidrodinamikai sajátosságok alakulása. Mérésekre sajnos nem hagyatkozhatunk, mert nem voltunk ott. Emiatt eléggé megoszlanak a vélemények arról, hogy mennyire megbízhatóak a most következő kijelentések. Mindenesetre figyelemre méltó, hogy léteznek olyan reális paraméterek az anyag sajátosságaira, melyekkel számolva (némi jóindulattal) kijön az, hogy az ősrobbanás után kavargó anyagban növekvő perturbációt kaphatunk galaxis méretű fragmentumokkal, kicsit később pedig gömbhalmaz méretűekkel.

Az ősrobbanás után az anyag lényegesen sűrűbb állapotban volt, mint ma. Az ilyen igen nagy sűrűségű anyagból álló „cseppek" stabilitásának a feltételeit inkább csak sejtjük. Azt azonban reálisnak kell tartanunk, hogy az ilyen anyagnak lehetnek metastabil állapotai is, miként metastabil egy hordó nitroglicerin is, éppen csak meg kell rázni egy kicsit, s a bekövetkező detonáció meggyőzi a leghitetlenebbeket is. Kutatnunk kell tehát olyan helyek után az Univerzumban, ahol ezen lényegesen sűrűbb — presztelláris — anyagból nagyobb mennyiség örződhetett meg. S ha tényleg metastabil, akkor aktivitása el fogja árulni jelenlétét. Ha nagyobb tömegben volt jelen valamikor, akkor lehet, hogy bizonyos csillagokban éppen e széttöredezett anyagot látjuk. Ott is fragmentáció — felaprózódás — játszódott le, csakhogy nem a híg, hanem az eredetileg sűrű anyagé. Ezt a folyamatot nem tudjuk olyan szépen rekonstruálni, szimulálni a számítógépeken, mert itt a bölcső mibenlétével nem vagyunk annyira tisztában, mint az intersztelláris felhőknél.

Sok intersztelláris felhőt látunk az égen, s kapcsolódásuk a Tejútrendszer fiatal csillagaihoz szinte sugallta a gondolatot, hogy a csillagok keletkezésének színterét környékükön keressük. A presztelláris anyaggal úgy vagyunk, hogy mégha látjuk is, elkerülheti figyelmünket, besoroljuk egyszerűen a különleges

— pekuliáris — objektumok közé. Kutatásuk nyilván lassabban halad, mert összehasonlítási alapunk nincsen, az extrapoláció pedig ilyenkor különösen nehéz, a laboratóriumi sűrűségek világából oda, ahol Földgolyónk tömegű anyag mindössze pársz köbcentiméter térfogatot foglal el.



22. ábra. A sűrűség és a sebesség eloszlásának alakulása a protocsillag T életkorának függvényében. Ha v negatív, az anyag befelé esik, ha pozitív, eltávozik. A protocsillag tömege egy naptömegnyi. (M_r/M az r sugáron belüli tömeghányad, tehát a belső hidrosztatikus mag képződését látjuk.)

A Seyfert galaxisok magjában gigantikus robbanások zajlanak le, a színképek tanúsága szerint igen kis tartományban. Néhány parszeknél kisebb mag nem termikus sugárzást bocsát ki, amit aztán körülvesznek a robbanás termékei, hatalmas felhők, melyek több ezer km/s sebességgel mozognak. Emellett a galaxismagtól kicsit távolabb nála nem sokkal kisebb méretű fényes filamentumok röpködnek akkora sebességekkel, hogy fantáziánkat egyelőre meghaladja az, ami ott történik. Nem zárhatjuk ki, hogy a csillagok előtti állapot anyaga produkálja a kavargó tűzijátékot, melynek energiáját magfúzióval üzemelő objektum aligha fedezhetné. Ha az ilyen sűrű anyagból valamilyen metastabil állapotban megőrződik egy kevés, az előidézheti például a fiatal csillagok flérezését, amiről tudjuk, hogy termikus jelenség aligha lehet. Itt tehát egyelőre kvalitatív megfontolásokra vagyunk utalva a probléma nehézsége miatt, de számíthatunk rá, hogy a jövőben eljutnak ismereteink odáig, hogy egyszer majd ugyanolyan „forgatókönyvet" tudunk megadni, amilyen a 22. ábrán látható.

Csillagok intersztelláris felhőben való kialakulására vonatkozó megfigyelések

Először sorra vesszük azokat a megfigyelési tényeket, melyek a csillagok gázfelhőben való kialakulására vonatkoznak.

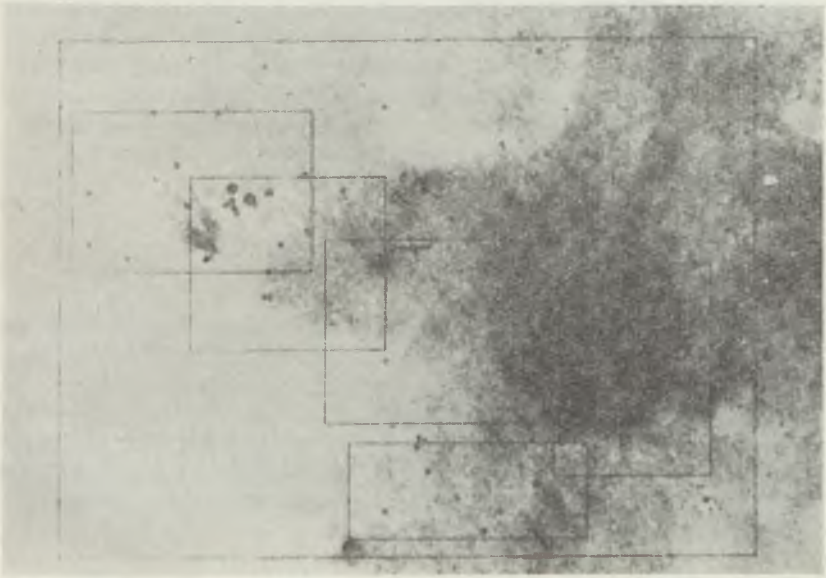
Ott, ahol megindul a kondenzációs mag képződése, a növekvő sűrűséget eleinte nem tudjuk közvetlenül mérni, mert az nagyon kicsi, továbbá nincs annyi kedvezően elhelyezkedő elegendően fényes csillag, mely a felhőt átvilágítaná, hogy itt a Földön nyomon tudjuk követni az összesűrűsödés kezdeti szakaszait. Korábban azonban említettük, hogy a felhő mágneses terének is van szerepe az egyensúly fennállásában. A kondenzáció kezdetekor az egyensúly megbomlik, s ez természetesen maga után vonja ott a mágneses tér szerkezetének megváltozását is, amit a felhőt átvilágító csillagok fényének polarizációjából mérni tudunk. (Az intersztelláris mágneses térben azért polarizálódik a fény, mert a mágneses tér rendezi az ott lévő részecskéket.) Ilyen mérések tanúsága szerint az intersztelláris felhőkben vannak bizonyos kis kiterjedésű zónák, melyekben a mágneses tér szerkezete igen bonyolult, betüremkedéseket látunk, s kis távolságon belül a tér iránya megfordul. Lehetséges, hogy éppen megindult kondenzációkat látunk itt. Sajnos az összehúzódási folyamat millió éves időskálája miatt be kell érnünk ezzel a kijelentéssel.

A kondenzációs magvak a sűrűség növekedtével egyre inkább észrevehetőek lesznek a rádiósugárzásuk miatt. Viszonylag bonyolult molekulák — formaldehid, ciánacetilén stb. — csak hideg és sűrű gázban stabilak. A felhők sugárzása ezen molekulák átmeneteinek hullámhosszán arról árulkodik, hogy a felhőn belül tényleg vannak kis kiterjedésű sűrűbb zónák.

A kialakult protocsillag élete kezdetén körülbelül 20 °K-os, a végén már 2000. Felhőbe van ágyazva, mely a látható fényt elnyeli, s fényessége is csekély még ebben a hullámhossz tartományban. Azonban mégis közvetlen megfigyelési lehetőséget kínál az utóbbi években hatalmasat fejlődött infravörös érzékelési technika. Az Orion ködben van például egy csillagszerű infravörös forrás, melynek hőmérséklete 700 °K, luminozitása a Napénak ezerszerese! Ha ezt összehasonlítjuk modelljeinkkel, az jön ki, hogy körülbelül öt naptömegű protocsillag luminozitása ennyi, s ez nagyon is reális érték; ez a protocsillag már fejlődésének igen kései szakaszában van.

Ugyanezen a területen van egy másik pontszerű infravörös forrás is, melynek hőmérséklete mindössze 70 °K. Az objektum rádió tartományban is sugároz, bizonyos molekulák vonalai mellett folytonos sugárzást is észlelünk belőle. Nagy szögfelbontású észlelések szerint a sugárzás forrása igen kompakt. Ez valószínűleg egy fejlődése korábbi fázisában lévő protocsillag.

Egy felhőből akár több száz csillag is kialakulhat, ha elég nagy. Ne lepjen meg bennünket, hogy mégis csak egy-két objektumot látunk felhőként, mely gyaníthatóan éppen kialakuló csillag; többmillió éves folyamat időbeli metszetét látjuk csupán. Ismerünk egy olyan felhőt is, mely kivételt képez a fentiek



23. ábra. A ρ Oph környékén lévő porfelhő, mely igen fiatal csillagokat tartalmaz.

alól, ebben azonban már a csillagok képződése igen előre haladt. (23. ábra) A ϱ *Ophiuchi* közelében van ez a porfelhő, melyben a csillagok sűrűsége háromszor akkora, mint a Fiastyúkban, köbparszekenként 20 csillagot találunk benne, s mind igen fiatal. Ez a felfedezés azért volt annyira meglepő, mert egészen a közeli múltig mindenki csak a gázfelhőkben kereste a csillag keletkezés színhelyét. Mintegy száz csillagot vizsgáltak át a területen. A fotometria eredménye az, hogy néhányuk a fekete test sugárzáshoz hasonlóan sugároz, mégis többségben azok vannak, melyek erős infravörös excesszust mutatnak, s még nem érték el a fősorozatot a Hertzsprung-Russel diagramon. Húsz csillagnál pedig színképük arra utal, hogy a csillagot korong veszi körül, s az objektumok tengelyforgása igen gyors. Ebben az esetben valószínűleg a legvégső fázisát látjuk annak, amikor egy felhőből fiatal csillagok halmaza lesz. Itt már a csillagok hidrosztatikus egyensúlyban vannak, s az összehúzódás következtében gyorsul a tengelyforgásuk, ami a csillag egyenlítője mentén anyagkiáramlásra vezet.

Ismeretesek a fiatal *T Tauri* csillagok, melyek kis tömegűek, és a csillagfejlődés korai szakaszában vannak, valószínűleg a Hertzsprung-Russel diagram fősorozata felé tartanak. Intersztelláris felhőkbe vannak ágyazva, s valószínűleg abban a stádiumban vannak, amikor a belső hidrosztatikus mag a külső héjat, a protocsillag korból visszamaradt burkot veti le. Gyakran erős infravörös sugárzást is észlelünk róluk, amint azt el is vártuk.

Ha csak az idáig felsorolt megfigyelési tények lennének, elégedetten abba is hagyhatnánk itt ezt a cikket, mert szinte túl szépen illik minden az összképbe, melyet számításaink alapján kialakíthattunk. Láttunk az égen kondenzációt a felhőbeli mágneses tér vizsgálata által, rádiótávcsöveink antennái kompakt forrásokat mutatnak ki a felhőkön belül, észleljük az elvárt infravörös sugárzást, van amikor csak ezt, és van amikor mellette még szemmel láthatóan fiatal objektumokat is. Történik mindez gáz- és porfelhőkben.

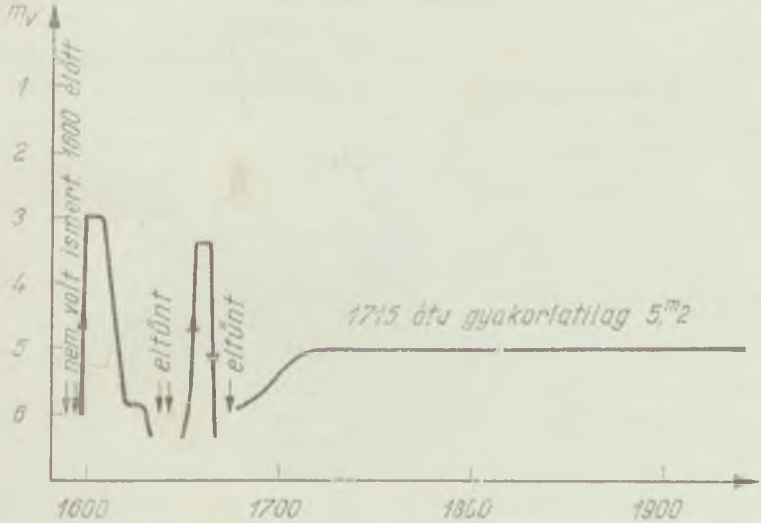
Egyéb megfigyelések a csillagok keletkezésére vonatkozóan

Amikor elméletileg diszkutáltuk a csillagok kialakulásának egyéb lehetőségeit a felhőből való összeálláson kívül, már sejtettük, hogy olyan közvetlen bizonyítékokat nehéz lesz kapni, melyek azzal egyenértékűek, hogy egy felhőn belül látunk gyaníthatóan éppen keletkező csillagokat. A következőkben felsorolt érvek kiindulási pontja az, hogy a fiatal csillagok közül néhány mutat olyan sajátosságokat is, melyeket felhőből összesűrűsödött csillagnál nem várunk. Nem csak a fentebb vázolt egyezések vannak elméleti megfontolásainkkal, hanem elgondolkoztató kérdőjelek is.

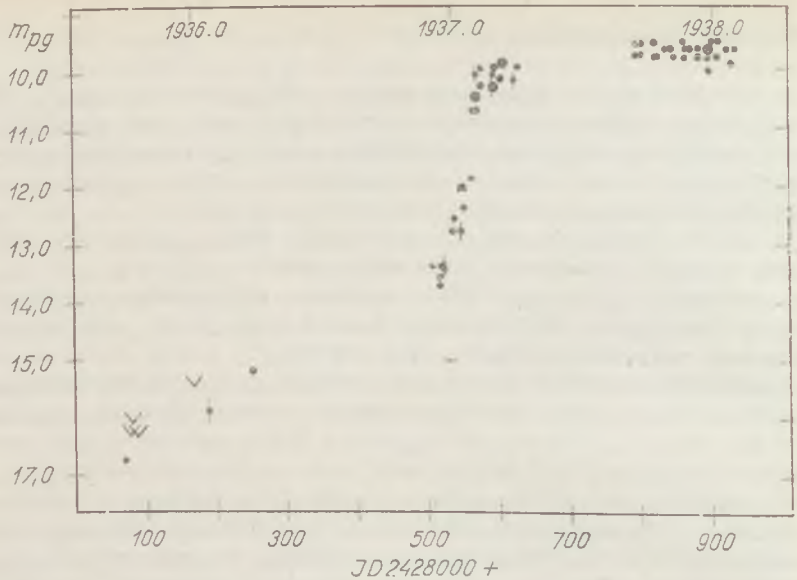
A hiányos történelmi feljegyzések alapján a *P Cygni* nevű csillagról a 24. ábrán látható fényesség ingadozásokat lehet megállapítani. 1608 augusztusa előtt a csillag nem volt ismert. Mai színképe emissziós és abszorpciós részből tevődik össze, ami azt mutatja, hogy a szuperóriás csillagról héj lökődik le, s az anyagkiáramlás mértéke körülbelül 10^{-5} naptömeg/év.

A névadó *FU Orionis* nevű csillag fényessége 1936-ig állandó volt, 16^m. Ekkor hirtelen fényesség növekedés következett be $m_{pg}=10$-ig, mégpedig három hónap alatt. (25. ábra.) 1949-ben egy keveset csökkent fényessége, azóta gyakorlatilag állandó ($10^m_,5$). Színképe ennek is óriás színkép, mellette köd jelent meg, mely polarizált fényt sugároz (26. ábra).

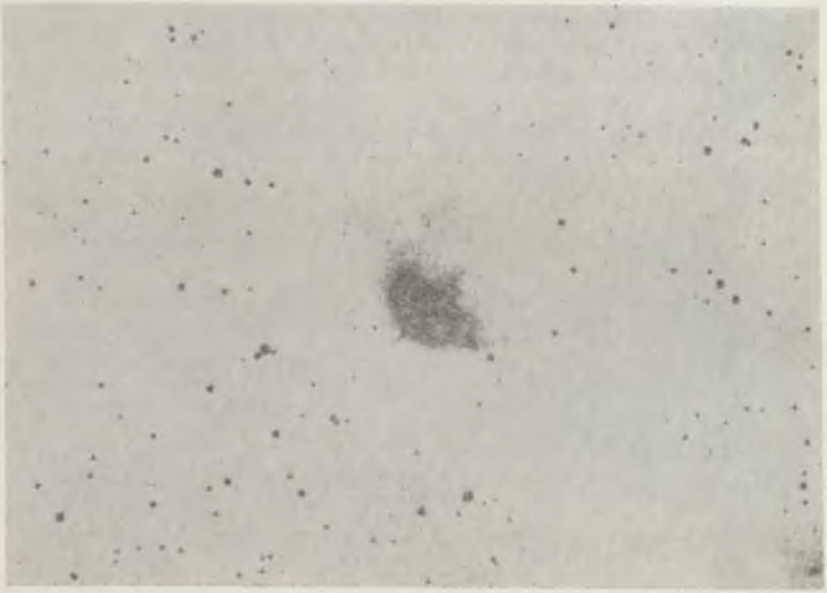
A Lk H_α190 (=V 1057 Cygni) jelű csillag az Észak-Amerika ködben 1957-ben tűnt föl *G. H. Herbignek*, mint *T Tauri* típusú objektum: színképében akkor csak igen intenzív, kis diszperziójú felvételen is feltűnő emissziós vonalak voltak, ami a csillagot körülvevő héjra utal. Fényessége $m_{pg}=16.0$ volt 1970-ig, amikor is 250 napon belül fényessége m_{pg} = 10-ig nőtt. Színképe *A1* típusúra változott, a *P Cygni* típusú vonalak abszorpciós oldala 420 km/s sebességű anyagkiáramlást mutat. 1889-ig visszamenően a csillag fényessége gyakorlatilag állandó volt. A kitörés után infravörös excesszus is jelentkezett, mely egy 110 °K hőmérsékletű porhéjból származik, aminek a fénye részben polarizált. 1971 második felében kicsit halványult a csillag, s ugyanakkor mellette fényes filamentum, valószínűleg reflexiós felhő jelent meg.



24. ábra. A P Cygni fényessége az idő függvényében.



25. ábra. Az FU Ori fotografikus fényessége 1936 és 1938 között.



26. ábra. Az FU Ori körül megjelent reflexiós köd.

A három hasonló esetből kettőnél — melyeknél elegendő információ áll rendelkezésünkre — jó százszoros fényesség növekedést tapasztaltunk, ami állandónak látszik. Közös vonás a heves anyag-ledobás is, melynek eredménye viszonylag gyorsan láthatóvá vált a csillag mellett. Lévén hogy fiatal objektumokról van szó, megpróbálhatjuk hagyományosan magyarázni a jelenséget: a csillag fejlődése során abba a szakaszba ért, mikor megindultak belsejében a magreakciók. A számítások szerint az ezáltal okozott kifényesedés talán az egyetlen lehetőség arra, hogy az észlelt tartós fényesség növekedést hozza létre. Amikor ilyesmit számolunk, a következő módon járunk el: feltesszük, hogy a csillag fejlődése csupa stacionárius állapoton keresztül történik, s hogy ez miért jogos, azt gyorsan beláthatjuk. A változás olyan lassan történik, hogy van idő a csillag belsejében arra, hogy a változások kiegyenlítődjenek. Ebből persze rögtön következik, hogy a Hertzsprung-Russel diagram fősorozatára való „ráhaladás" — a hidrosztatikus kontrakció, majd a magreakciók megindulása — sok ezer, vagy millió év alatt történik. A bökkenő viszont az, hogy ezeknél az objektumoknál a kifényesedés mértéke ugyan megegyezik az elméletileg megjósolttal, csakhogy olyan gyorsan következik be, hogy az szinte kizárja elméleti modellünk helyességét. *V. A. Ambarcumjan, G. H. Herbig* és még mások egészen odáig mennek, hogy ezen felismerésnek döntő jelentőséget tulajdonítanak, s keresnek egyéb jelenségeket is, melyek arra utalnak, hogy a csillagok belsejében lezajló folyamatokat tényleg nem helyesen értjük ma. Konkrétabban megfogalmazva a *C. Hayashi* és mások által kvantitatíve is megfogalmazott koncepciót vonják kétségbe, azaz a csillagok kialakulásában nem a híg anyagból összesűrűsödött protocsillagok haladnak a cikk elején leírt módon a csillaggá válás felé.

A csillagok belsejében való magreakciók feltevésével meg lehetett magyarázni a Hertzsprung-Russel diagramot, azonban több alapvető felfedezésre nem jutottunk ezen az úton. Sőt, felmerültek olyan problémák, melyeket egyelőre nem sikerült megoldani a csillagok belsejéről való hagyományos, azaz *H. Bethe* és mások munkássága nyomán kialakult képben. Nem tudjuk hová tenni azt, hogy nyílthalmazok — például a Fiastyúk — egyes *M* törpe csillagai minden kétséget kizáróan a fősorozat alatt vannak. Gondosan vizsgálták a mérési hibát, mert ilyen halvány csillagoknál könnyebb tévedni. Az eredmény azonban megerősítette az állítást, sőt, kibővült ezen „nem jó helyen" lévő csillagok köre néhány *T Tauri* változóval is, melyekben éppen nagy reménységünk van a csillagok keletkezése rejtélyének megoldásában.

A flérezés jelensége is azt mutatja, hogy valamit még nem értünk pontosan a csillagok energiatermeléséről. A flérek — rövid idejű felvillanások — ismereteink szerint termikus úton nem jöhetnek létre; a relaxációs idők értéke, esetenként csak néhányszor tíz másodperc, kizárja ezt. Ugyanakkor a flérezés által leadott energia mennyisége elég jelentős, időátlagban elérheti a csillag nyugalmi luminozitásának néhány százalékát, s mindez igen rövid idő alatt történik. Így ezeknél a csillagoknál valami lényegeset látunk, aminek a ma-

gyarázata hagyományos úton nem megy. A flérező csillagok viszont egy adott nyílthalmazban, a csillag keletkezés feltételezett színhelyén éppen a legfiatalabb objektumok, a legközelebb vannak tehát születésükhöz, s úgy is adnak le energiát, ahogy azt nem várjuk.

Ezek után érthető, hogy miért említettük meg a Nap neutrinóinak rejtélyét. Az is arra utal, hogy még nem értjük pontosan a csillagok energiatermelését, a belsejükben lezajló folyamatot. Természetesen nem akarjuk a fentiekkel azt mondani, hogy a magreakciók feltételezése a csillagok belsejében hibás dolog lenne. De az nagyon valószínű, hogy a magreakciók megindulása nem úgy történik, ahogy jelenleg számolják azt azok, akik a kérdéssel behatóbban foglalkoznak.

Hosszú időn keresztül csak tea vagy kávé mellett beszéltek arról kiváló asztrofizikusok, hogy az itt vázolt megfigyelési anyag arra utal, hogy a fiatal csillagok belsejében esetleg megmaradtak szupersűrű anyagcseppek, a presztelláris anyag relikviái. Sajátosságait inkább csak sejtjük a korábban már említett okok miatt. Lehetséges, hogy ezen anyag „normálissá", azaz atomokból felépítetté válása idézi elő a flérek felvillanását, nagyobb mennyiség ilyetén átalakulása pedig az *FU Orionis* és társai kifényesedését. Ha pedig még csak láthatatlanul van jelen a fiatal csillagok belsejében, akkor azok Hertzsprung-Russel diagramban elfoglalt helyét tolja csak a fősorozat alá. Mikor elfogy ez az anyag, akkorra a csillag normál üzemű fősorozati csillaggá válik.

A Tejútrendszer csillagpopulációinak kialakulása

Az eddig megtárgyaltak alapján elég jó képünk alakulhatott ki a csillagok keletkezéséről. Két, esetleg talán egymás mellett létező útról volt szó, bizonyos csillagok intersztelláris felhőkből állhattak össze, míg mások az egyelőre hipotetikus presztelláris anyag aprózódása által jöhettek létre. Ebben a fejezetben megpróbálunk kicsit jobban szétnézni a Tejútrendszerben, vajon milyen stellárstatisztikai és spektroszkópiai megfigyelésekre adhat magyarázatot a csillag keletkezés korábban vázolt két útja.

Jól ismert az, hogy a Tejútrendszer csillagait két nagy populációba lehet osztani. Ezek kinematikai elkülönülése sokkal élesebb, mint a légkörük kémiai összetételében található különbség. A halo populáció majdnem gömbszimmetrikus eloszlást mutat, s benne találhatók a legidősebb csillagokat tartalmazó gömbhalmazok. Egészen a legutóbbi időkig az volt a köztudatban, hogy a halo populáció tagjaiban a hidrogén és a hélium aránya körülbelül ugyanaz, mint a korong populációban, mely jóllehet a római egyes számot viseli megjelölés gyanánt, mégis a fiatalabb, s a héliumnál nehezebb elemek gyakoriságában mutatkozik lényeges különbség a két populáció között. Ezen elemeket gyűjtőnéven fémeknek nevezik az asztrofizikai szóhasználatban, bár nem csak a földi értelemben vett fémek tartoznak bele. A II. — tehát halo — populációban

a fémszegénység sokkalta gyakoribb, mint az elsőben, az átmenet azonban szinte folytonos.

Érdekes megjegyezni, hogy egyes csillagoknál ez a különbözőség úgy jelentkezik, hogy a halo populációs objektum logaritmikus fémgyakoriságához egységesen hozzá kell adni egy általában kettőnél kisebb számot, s akkor megkapjuk egy olyan tipikusan korong populációs objektum logaritmikus fémgyakoriságát, mint például a Napé. Tehát a fémek egymáshoz képesti gyakorisága ugyanannyi, pusztán a két legkönnyebb elemhez való arányuk tér el. Ennek a mértéke azonban szinte csillagról csillagra változik.

A következő képet alakították ki az asztrofizikusok az elmúlt húsz-harminc évben a fentiekből kiindulva : nyilván több szakaszban zajlott le a csillagok keletkezése a Tejútrendszerben. Először létrejött a halo populáció, mégpedig gömbszimmetrikus eloszlásban, és fémszegény anyagból, ami tulajdonképpen a galaxisunk ősanyaga. Manapság már nem lehet megmondani, melyik úton keletkeztek ezek a csillagok. A gömbhalmazok kompaktságának és általában a halo populációs objektumok intersztelláris anyagban való szegénységének nagyon sok oka lehet, nem kell ezt feltétlenül a keletkezés számlájára írni. A nagy tömegű halo populációs objektumok gyorsan eltüzelték üzemanyagukat, fölrobbantak, s teleszórták a Tejútrendszert intersztelláris anyaggal. Lévén a halo populáció impulzusmomentuma kicsi, ez az anyag összegyűlt a Tejútrendszer fősíkjában, s mivel egyszer már átment a csillagok belsején, fémekben gazdaggá vált a magreakciók miatt. Ezen anyagból alakult volna ki a korong populáció.

A porfelhők kémiai összetételéről vajmi keveset tudunk. A későbbiek során ez azonban tükröződni fog a kialakult csillagok légkörében, amit már átvilágít a csillag belseje, s így lehetővé válik kémiai analizálása a Földről is. Az utóbbi néhány évben már napvilágra jött a felismerés, hogy a nyílthalmazok zérus korú fősorozata, illetve luminozitási függvénye empirikusan csak akkor határozható meg, ha az ember figyelembe veszi a halmazok kémiai összetételében lévő különbségeket, mert ez már nagyobb szórást okoz, mint a fotografikus fotometrálás tized magnitúdós hibája. Ez a dolog más megvilágításba került a megfigyelések által, melyek szerint csillagok porfelhőből is kialakulhatnak; ezek összetétele ugyanis sokkal jobban szórhat a gáz-por arány változásának függvényében. A gázfelhőkkel egyszerűbb volt az eset, mert azok kémiai összetétele meglehetősen homogén.

A fentiek szerint azt kell várnunk, hogy az együtt keletkező pár száz vagy ezer csillag kémiai összetétele nagymértékben homogén, amint azt a megfigyelések jól alá is támasztják. Elgondolkoztató tény azonban, hogy a fényes csillagok légkörének kémiai összetételében a meghatározás hibájánál nagyobb eltéréseket csak elvétve találtak. A fényes csillagok viszont a Nap környezetében vannak, tehát ez a környezet kémiai összetétel szempontjából homogén. A cikk legelején viszont szó volt arról, hogy a Nap keletkezésének helyétől ma már nagyon messze jár, tehát mintavételünk elég jellemző kell legyen. A kémiai

összetétel szempontjából tehát meglehetősen nagy a homogenitás, még akkor is, ha figyelembe vesszük, hogy van sok olyan anomália, amit nem értünk.

Az utóbbi években ezen a területen is mozgásba jöttek a vizek. Hosszú időn keresztül az imént kifejtettek miatt — lévén, hogy azokat nagy tekintélyű tudósok fejtették ki — senkinek sem jutott eszébe halo populációs objektumokban sok fémet keresni. A dolog persze nehéz is, mert halványak a csillagok, de végül is eljutott az észlelési technika oda, hogy nagyobb mennyiségben lehetett igen keskeny sávú fotometriát csinálni halvány II. populációs objektumokról, sőt gömbhalmaz tagokról. *H. Spinrad* és *B. J. Taylor* azon meglepő eredményre jutott, hogy nagy számban léteznek „szuper fémgazdag" objektumok is a második populációban, melyeknek fémtartalma akár meg is haladja az elsőét! Hát bizony ezt nem vártuk az eddigiek alapján. Egyelőre csak fotometriai adatokról van szó, későbbi részletes viszgálatok még nyilván ehhez is fognak hozzátenni, de a korábbi egyszerű kép: fémszegény halo és fémgazdag korong populáció visszavonhatatlanul füstbement voltnak látszik.

— — — — — — — — — — — — — — — — —

Különösen a cikk vége felé már sok olyan eredményről is volt szó, mely pillanatnyilag kutatási téma. Itt a leghelyesebbnek látszott a pezsgő vitát, az esetleg egymással szemben álló nézeteket ismertetni, hiszen a dolgok még nem ülepedtek le. Az ilyesmitől nem szabad megrettenni; a ma legleülepedettebb nézetek valamikor, esetleg az egészen közeli múltban még heves vita tárgyát képezték.

KULIN GYÖRGY

A KOHOUTEK (1973f) ÜSTÖKÖS

Az „Évszázad üstököse" jelző korántsem a Kohoutek üstökös valóságos rendkívüliségét fejezi ki, mint inkább azt a várakozást, amivel a tudományos világ és a nagyközönség várta.

Lehet úgy is mondani, hogy az üstökös nagy csalódást okozott, maximális fényessége idején messze elmaradt sok korábban megjelent üstökös fényességétől. Helyesebb azonban tudomásul venni, hogy az üstökösökkel kapcsolatosan még igen sok a tisztázatlan probléma. Éppen az üstökösök természetének jobb megismerése indokolta a nagy felkészülést, amivel a tudományos intézetek és a világ amatőrjei várták. Az üstökös fizikával foglalkozó csillagvizsgálók igen kiterjedt megfigyelési programot dolgoztak ki jó előre, bekapcsoltak a megfigyelésbe mesterséges holdakat, a Skylab-ot és a Vénusz-Merkur felé indított Mariner-10-et is.

A várt eredmények jórészt elmaradtak, aminek legfőbb oka nem is annyira a december—januári sok borult nap, hanem elsősorban az, hogy az üstökös még a pesszimistább alapon előreszámított fényességet sem érte el.

Mindazt, ami az üstökös előrejelzése és valósága különbségeként jelentkezik, a tudomány ismereteinek bővítésére használja fel. Nem az üstökös okozott tehát csalódást, hanem hiányos ismereteink.

Úgy látszik, ma még a klasszikus égimechanikai alapon történő pályaszámítás szolgáltatja a legmegbízhatóbb megfigyelési alapot. Az üstökös előrejelzett égi helyzetei megfeleltek a valóságnak. Az itt jelentkező parányi eltérések teljesen az elérhető pozíciómérés bizonytalanságának terhére írhatók. A Kohoutek üstökös tanulságos esemény marad a tudomány számára, vele kapcsolatosan elmondható sok minden olyasmi is, ami az üstökösök természetéről kialakult korábbi képünket megerősíti.

A felfedezés előzményei

Az új üstökösök jó részét amatőrcsillagászok fedezik fel, akik rendszeresen kutatnak új üstökösök után, vagy egyéb megfigyeléseik közben bukkannak reájuk. A szakcsillagászok rendszerint véletlenül fedeznek fel új üstököst, fényképezik az eget kiszabott programjuk szerint s előfordul, hogy üstököst találnak.

Lubos Kohoutek a Hamburg-Bergedorf-i Csillagvizsgáló munkatársa egy eltűnt korábbi üstökös után kutatva, tehát mondhatjuk, véletlenül fedezte fel üstökösét.

1826 II. 27-én *Biela* osztrák katonatiszt Josephstadtban új üstököst fedezett fel, amit tőle függetlenül *Gambart* is megtalált Marseille-ban. Megállapították, hogy az üstökös mégsem új, azonos azzal a 6,7 év keringésidejű üstökössel, amely 1772-ben és 1805-ben is közelünkben járt.

A Biela üstökös néven ismert égitestet 1832-ben újra megfigyelték. 1846-os megjelenése idején azonban az üstökös két darabra válva tűnt fel, mindkettőnek csóvája is volt. 1852-ben az üstkös két része már 2,5 millió km-re távolodott egymástól.

1872-ben az üstökös pályája keresztezte a földpályát, üstökös helyett egy gazdag meteorrajt észleltek, amelynek maximális gyakorisága óránként 6000 volt.

1885-ben a meteorraj még erősebb volt, maximális óránkénti gyakorisága elérte a 75 000-et.

1899-ben már csak egészen gyenge meteorraj volt észlelhető. Az észlelt gazdag meteorraj azt bizonyítja, hogy az üstökös felbomlott. Sok meteorrajt ismerünk, amelyek még rendszeresen visszatérő üstökösökkel kapcsolatosak. Felmerült a kérdés, vajon a Biela üstökös teljes egészében felbomlott-e, vagy maradt-e belőle még valami?

Marsden a Smithsonian Intézet neves pályaszámítója szerint a Biela üstökös esetleges maradványának megfigyelésére 1971 őszén nyílna kedvező lehetőség. Számításai alapján kijelölt egy 5° · 35°-os égterületet és ennek alapos felkutatására vállalkozott *Lubos Kohoutek* 1971 okt. 27 és november 9 között. Üstökös-szerű égitestnek nyomát sem találta.

A vállalkozás mégsem volt eredménytelen. 18 ismert kisbolygón kívül 50 új kisbolygó nyomát találták meg a lemezeken 17,5 fényrendig. Közöttük volt az 1971 UA jelzésű rendkívüli kisbolygó, amelynek valamennyi között a legkisebb a keringésideje, mindössze 1,12 év, perihéliuma 0,58, aféliuma 1,59 csillagászati egység, tehát pályája valamivel a Merkur pályán belül és a Mars-pályán kívül ér. Ez a kisbolygó az Apolló csoporthoz tartozik. Az Apollót 1932-ben fedezték fel és csak 41 évvel később, 1973-ban sikerült újra megtalálni.

Az új üstökös felfedezése annak köszönhető, hogy az 50 új kisbolygó közül 15-öt követésre érdemesnek találtak. Ez volt az a további program, amelynek keretében Lubos Kohoutek két üstököst is talált. 1973. február 27/28-án ké-

szült felvételen március 1-én fedezte fel Kohoutek az 1973e jelzésű üstököst, amiről hamarosan kiderült, hogy azonos az 1846 V jelzésű Vico-Hind üstökössel. Legnagyobb fényessége 13^m volt és már 1973 júniusában erősen távolodott a Földtől.

Az 1973. március 7/8-án készült felvételen március 18-án találta meg Kohoutek az 1973f üstököst. Az újabb észlelések március 9-én és 21-én történtek, de szerencsére egy január 28/29-i felvételen is megtalálták az üstökös nyomát. Ezzel már elég hosszú ív állt rendelkezésre egy közelítő pálya számításához. 1973. április 30-ig 27-szer sikerült az üstököst megfigyelni s ennek alapján *Brian G. Marsden* kiszámította a pályaelemeket. További követése az alkonyati égen már lehetetlen volt és csak szeptember végén sikerült újra észlelni.

Az első pályaadatok a következők voltak:

Perihélium átmenet időpontja	T = 1973 dec. 28, 7
A perihélium hossza	$\omega = 37^\circ,8$
A felszálló csomó hossza	$\Omega = 257^\circ,9$
Pályahajlás az ekliptikához	$i = 14^\circ,3$
A napközelpont távolsága	q = 0,141 Cs. E.

Milyen pályán mozog?

A közölt adatok parabola pályára vonatkoznak. Újonnan feltűnt üstökösök esetében szokás először parabola pályát számítani, csak a későbbi megfigyelésekből derül ki a valóságos pályaalak. Ebben az esetben a parabola pálya alapján számított helyzetek jól megfeleltek a valóságosnak. Azt jelenti ez, hogy a valóságos pálya nem sokban térhet el a parabola alaktól. Akár nagy excentricitású, igen erősen lapult ellipszis, akár hiperbola a valóságos pályaalak, mindkét esetben helyettesíthető olyan símuló parabolával, amely a megfigyelhetőség ideje alatt bármelyiket helyettesítheti.

Az 1973. szeptember végéig történt megfigyelésekből számított pálya hiperbola, amelynek fél nagytengelye a = −35700 ± 9610 Cs.E. Ezek szerint feltehető az is, hogy az üstökös a Naprendszeren kívüli térségből került hozzánk. Feltevéseink szerint az üstököszóna a Naprendszer pereme táján van, közel ahhoz a térséghez, ahol a Nap gravitációs uralmát már egy szomszédos csillag veszi át. Ha annak a csillagnak is van üstököszónája, ilyen átáramlás könnyen lehetséges. A valószínűbb azonban az, hogy az üstökös nagy excentricitású ellipszispályán lépett be a rendszer belsőbb terébe, ahol a bolygók keringenek és azok zavaró hatására alakult át a kezdeti ellipszis pálya hiperbolává.

Mindenesetre, ha az üstökös ellipszis pályán mozgott, nagyon valószínű, hogy keringésideje millió évekkel mérhető.

A reménységek indítékai

A megfigyelésekből levont következtetések szerint az üstökösmagok meteorszemcsék többféle jéggel összetevődő konglomerátumai. Minél ritkábban jár egy üstökös napközelben, annál több még benne a kóma és csóvaképző anyag. Nagymértékben függ az üstökös fényessége a napközelségtől. Mindezeken kívül sokat számít az üstökösmag mérete is.

A felfedezés idején az üstökös a Naptól 4,75, a Földtől 3,98 Cs. E. távolságban 16^m fényességű volt. Ilyen távolságban még nem igen találtak üstököst, ezért feltételezhető volt, hogy a mag átmérője mintegy 10 km lehet. Valószínű, hogy az ember megjelenése óta nem járt a Nap közelében, várható volt tehát, hogy még gazdagon tartalmaz kóma és csóvaképző anyagot. Már az első számítások kimutatták, hogy 0,141 Cs. E. távolságra megközelíti a Napot, ami harmad Merkur-távolságnak felel meg. Ez a nagy napközelség szintén azt a reményt keltette, hogy rendkívül erőteljes lesz az anyagkiáramlás, az ottani hőmérsékleten még a könnyen olvadó fémek is elpárolognak.

És megvallhatjuk, hogy e biztató tényeken kívül nagyon szerettünk volna már látni egy igazi nagy üstököst, amilyenek csak a múlt században jártak közelünkben. Ma már sokkal tökéletesebb műszerekkel rendelkezik a tudomány, mint amilyenekkel pl. az 1910-es Halley üstököst megfigyelhettük.

Mitől függ az üstökös fényessége?

Pontosan számolhatnánk, ha az üstökös változatlan méretével csupán visszaverné a reáeső napfényt. A Naphoz közeledve azonban az üstökös magja körül gömb alakú gáz és porburok, kóma képződik, amelynek átmérője ezerszerte, tízezerszerte nagyobb lehet, mint a mag eredeti átmérője. A fényvisszaverő felület emiatt milliószorosára, százmilliószorosára nőhet meg. A méretek további növekedését jelenti a csóva, amelynek hossza akár százmillió km is lehet.

Az üstökösnek azonban saját fénye is van. A kóma és a csóva ritka gázanyagában gerjesztett fény keletkezik, ami igen jelentősen megnövelheti az üstökös összfényességét.

Az üstökös fényességét a következő képlettel számítják:

$$m = m_0 + 5 \cdot \log \Delta + 2{,}5 \cdot n \cdot \log r.$$

Itt m az üstökös észlelhető fényességét jelenti, m_0 az üstökös úgynevezett abszolút fényessége, az az érték, amilyennek a magot akkor látnánk, ha a Naptól és a Földtől egyaránt egy Cs. E. távolságban lenne. Ezt az értéket a felfedezés idején észlelt fényesség alapján az akkori Nap- és Földtávolságból számítják.

A földtávolságot jelenti Δ, míg a naptávolságot r-rel jelöltük. Bizonytalan tényező az n, ami a tapasztalat szerint igen tág határok között változhat. A korábbi megfigyelések alapján az n értéke rendszerint 4 és 6 között volt de volt már eset, hogy elérte a 11-et is. Az m_0 abszolút fényességét 4^m-nek számították, de az n értékére a legkülönbözőbb becslések történtek. Ez a magyarázata annak, hogy egyes előrejelzések a perihélium átmenet idejére $-10^m,8$ fényességet jelöltek meg, ami már megközelíti a Hold fényességét és ha beválik, fényes nappal is meg lehetett volna figyelni ugyanúgy, mint az 1910a jelzésű Johannesburgi üstököst. Az üstökös végül is sokkal halványabb volt a vártnál. A budapesti Uránia Csillagvizsgálóban mindössze néhány alkalommal sikerült megpillantani ködszerű fejét. Néhány hazai amatőr kitartó szorgalmának is meg lett az eredménye. Mutatós fényképeket azonban csak a piszkéstetői Csillagvizsgáló 90 cm-es Schmidt kamerájával sikerült készíteni *Széchényi-Nagy Gábor*nak és *Lovas Miklós*nak. Ezeknél nem sokkal szebbek a külföldi felvételek, a Skylab minden bizonnyal gyönyörű felvételei még nem érkeztek meg hozzánk.

27. ábra. 1973. december 3-án hajnalban, a Piszkéstetőn készült felvétel. 90 cm-es Schmidt távcső, expozíció 5 perc, foto Széchényi Nagy Gábor

28. ábra. Rosino professzortól kaptuk ezt a felvételt, mely még szinten a perihélium átmenet előtt készült Asiago-ban.

29. ábra. 1974. jan. 18-án készült felvétel, sárga szűrővel. Műszer Schmidt kamera, expozíció 10 perc, foto: Szécsenyi-Nagy Gábor Piszkéstető.

A szélsőségek lehetőségei a fényességben

Ha az üstökös magjában kevés a kóma és csóva anyag, nem ér el a kóma nagy méretet és a csóva is szegényes lesz. Ez volt az eset a Kohoutek üstökössel. Nem nagyon túlzunk ha azt mondjuk, hogy a legoptimálisabb előrejelzés és a valóság között mintegy 10 fényrend volt a különbség, vagyis az üstökös tízezerszerte halványabb lett, mint amilyennek reméltük.

Eléggé szélsőséges eset ez az üstökös történetében.

A másik szélsőségre ugyancsak az 1973-as év szolgáltatott példát. Az 1858 III Tuttle-Giacobini-Kresak üstökös a leghalványabb visszatérő üstökösök közé tartozik, Keringésideje 5,6 év, ennek ellenére kevés alkalommal sikerült megfigyelni részint halványsága miatt, másrészt azért, mert időnként a Jupiter és a Mars is erősen befolyásolja pályáját és többször szem elől tévesztették. Legutóbb 1973. június 7-én volt napközelben, földtávolsága 0,84 Cs. E. volt. Május 20-án 14^m fényességet ért el, de május 27-én hirtelen 4^m-júra fényesedett, szabad szemmel is látható volt és kis csóvával is rendelkezett. Ezután fokozatosan elhalványodott, majd július 6-án újra hasonló mértékben kifényesedett.

A 10^m-jú fényességnövekedés tízezerszeres fényintenzitás változásnak felel meg.

A Kohoutek üstökös esetében a fényesség tízezerszerte halványabb, ez esetben pedig tízezerszerte fényesebb volt a vártnál. E két szélsőérték együtt 20^m-t, azaz százmilliószoros fényességkülönbséget jelent. Ez a két szélsőség tehát, amely között ma még bizonytalanul ítéljük meg egy-egy üstökös valóságos fényességét.

Az üstökösök fényességében a visszavert napfényen és a saját fényen kívül szerepe van a naptevékenységnek, amely már több esetben okozott 5—6 nagyságrendű változást. A Tuttle-Giacobini-Kresak üstökös szokatlan magatartását azonban ezzel nem lehet megmagyarázni. Sokkal valószínűbb az, hogy az üstökös magjában beomlások történtek s a felszínre került friss csóvaképző anyag heves anyagkiáramlása okozta a felfényesedést.

Látható semmi?

Szokás így nevezni az üstökösöket. De számoljunk egy keveset. Ha egy üstökösmag átmérője 10 km és 90%-os jégtartalmat tételezve fel, sűrűségét vízsűrűségűnek vesszük, az üstökös tömegére 500 milliárd tonnát (!) kapunk.

Feltételezve, hogy a Napot jól megközelítő üstökös anyagának 2 százalékát veszíti el azalatt a félév alatt, amíg a bolygók belső terében jár, az anyagveszteség 10 milliárd tonna.

Ahhoz, hogy az üstökös ennyi anyagot veszíthessen, átlagosan a másodpercenkinti tömegveszteség 600 tonna (!) Tekintetbevéve, hogy a kiáramló anyag

folyamatosan eltávozik a térbe, egy adott pillanatban a kóma és a csóva anyagára több százezer tonnát kapunk akkor is, ha az ott uralkodó rendkívül kis anyagsűrűséggel számolunk.

Az összeütközés egy ilyen hatalmas tömeggel nyilvánvalóan katasztrofális lenne. Bizonyos, hogy a Föld múltjában történtek ilyen kataklizmák, erről tanúskodnak az újonnan felfedezett meteorkráterek. Az is valószínű, hogy a Tunguz katasztrófát egy kisebb üstökösmaggal történt összeütközés okozta.

Methylcianid az üstökösben

A színképelemzés segítségével a Kohoutek üstököst alkotó anyagok között megtalálták a más üstökösökben is jelen levő C_2, CN, CH, OH, NH, NH_2 stb. molekulákat, de megtalálták itt a methylcianid (CH_3CN) molekulát is, amely a földi életet felépítő szerves molekulák alkotó eleme. Miután a magasan szervezett molekulákat megtaláltuk már a csillagközi gáz- és porködökben, a meteoritekben és a holdkőzetekben is, várható volt, hogy ezek jelen vannak az üstökösök anyagában is.

Az üstököskutatás jelentősége

Nem ismerjük annak az anyagnak kémiai összetételét, amiből a Föld és a bolygók keletkeztek. Elméleteink vannak ugyan a Föld belsejére, de megfigyelési adataink nincsenek. A földkéreg elemgyakoriságára elfogadjuk a meteorokban talált összetételt, de hogy valóban milyen anyagból mennyit rejt magában a Föld, nem tudjuk. Márpedig ennek ismerete igen fontos lenne nemcsak tudományos, de gazdasági szempontból is.

Feltételezve, hogy a Hold a Földdel közös anyagból alakult ki, s mivel a Földön nem találtunk 4,6 milliárd éves őskőzetet, elmentünk a Holdra nyomozni ilyen után. Egyelőre ott sem találtuk meg. Az a feltevésünk, hogy talán az üstökösök zavartalanul megőrizték a Naprendszer kialakulása előtti anyagösszetételt, elemzéséből következtethetnénk arra, hogy milyen lehet a Föld egészének anyagleltára. Mennyi lehet még a felszín alatt mélyebben az iparilag hasznosítható nyersanyagokból.

Ez a nagyon is mindennapos problémánk az indítéka annak, hogy szeretnénk jobban megismerni az üstökösöket. Ez a törekvés adja az ötletet, hogy automata űrszondával vagy emberrel le kellene szállni egy Földet megközelítő üstökösre, az onnan hozott kőzetminták sok értékes felvilágosítást adhatnának.

A Kohoutek üstökös 120 millió km távolságban haladt el a Föld mellett. Reméljük, hogy jönnek még közelebbiek is. Talán 1986-ra a Halley üstökös új megjelenése idejére űrtechnikánk is annyira fejlett lesz már, hogy egy ilyen vállalkozás nem okoz majd túl nagy feladatot.

Volt idő, amikor az üstökösökben égi jelet láttak, a tudósok sem fogadták el egyértelműen, hogy az üstökös is égitest. Később fényes üstökösök megjelenésekor a tudósoknak azon kellett fáradozni, hogy a kitört pánik hangulatot fékezzék, cáfolják a babonákat. Ma már egészen más számunkra az üstökösök érdekessége, megismeréséhez emberi, gazdasági érdekek fűződnek. A középkor szellemisége azonban még ma is kísért és azok számára, akik az ismeretterjesztést végzik, fontos alkalom kínálkozik sok érdekes ismeret nyújtására. Így volt ez most a Kohoutek üstökös megjelenése idején is. Várható, hogy hasonló felvilágosító szerep még 1986-ban is vár reánk.

MARIK MIKLÓS

AZ INTERSZTELLÁRIS MOLEKULÁK

1. Néhány szóban az intersztelláris anyagról

Műszereinkkel elérhető környezetünkben, a Metagalaxisban, az anyag túlnyomó része kb. naptömegnyi izolált, világító gázgömbök, azaz csillagok formájában van jelen. A csillag az anyagnak a legvalószínűbb, legstabilabb előfordulási formája. Az anyag fejlődésének sokféle útja képzelhető el, de bizonyos, hogy ebben a folyamatban jelentős helyet foglal el az az állapot, amikor az anyag túlnyomóan nagy része csillagok formájában található. Jelenlegi ismereteink szerint a Metagalaxis ebben az állapotban van. Lehetséges persze, hogy a Metagalaxisban sok olyan anyag is van, ami a csillagokkal ellentétben nem világít és ezért nincs róla tudomásunk. A galaxishalmazok stabilitásának megmagyarázásához például nem elegendő a bennük levő csillagok gravitációs összehúzó ereje és *Einasztó* szovjet csillagász szerint a Tejútrendszerben is hiányzik jelentős mennyiségű tömeg. Hogy a hiányzó tömegek tényleg hiányoznak-e és ha igen, fekete lukak vagy diffúz gáz formájában vannak-e jelen, azt nem tudjuk. Amit jelenleg biztosan tudunk az annyi, hogy Tejútrendszerünk csillagok formájában megtalálható tömegének mintegy 5%-val azonos mennyiségben, a csillagok közötti térben csillagközi (intersztelláris) anyag található. A Tejútrendszer kb. 10^{11} darab csillagának össztömege $5 \cdot 10^{44}$ grammra tehető, tehát a Tejútrendszerben található csillagközi anyag tömege kb. $2 \cdot 10^{43}$ gramm, amely megfelel mintegy 10^{10} azaz tízmilliárd naptömegnek. Már az intersztelláris anyag tömegét tekintve is látszik, hogy szerepe nem hanyagolható el a Tejútrendszer dinamikájának és a csillagok keletkezésének és fejlődésének tárgyalásánál.

A csillagközi anyag sokféle módon árulja el a létét számunkra. A megfigyelhetőség módját illetően a következő típusait különböztetjük meg:

a) Világító felhők

Ezek a felhők fényt bocsájtanak ki főképpen a hidrogénre jellemző hullámhosszakon. Az intersztelláris anyagban levő hidrogénatomokat, a felhőbe beágyazott forró, magashőmérsékletű csillag ultraviolasugárzása ionizálja, szokás ezért ezeket HII zónáknak is nevezni. Az ionizált hidrogén rekombi-

nálódik és a világító felhők fénye nem más, mint a hidrogén rekombinációs sugárzása. Ilyen például a Nagy Orion köd.

b) Reflexiós ködök.

Porfelhőbe beágyazott csillagok fénye visszaverődik a porkristályokon — a felhő ezért látszik fényesnek. Szép példája a Plejádokban levő köd.

c) „Rádiósugárzó felhők".

Ezek a világító felhőkkel ellentétben nem fényt, hanem rádiósugárzást bocsátanak ki a bennük levő atomokra és molekulákra jellemző hullámhosszakon. A neutrális hidrogénatomok 21,2 cm-es hullámhosszúságú rádiósugárzást bocsátanak ki. Az intersztelláris anyag más hullámhosszakon történő vonalas rádiósugárzásáról később szólunk.

d) Sötét ködök.

Sűrű porfelhők eltakarják a mögöttük levő világító felhőket vagy csillagokat. Ilyenkor az égen egy sötét folt látszik. Példa lehet az ilyen típusú ködre a Lófej-köd az Orionban.

e) Abszorbeáló anyag.

A csillagok fénye bizonyos irányokban a távolsággal arányos módon elvörösödik, amit a csillag és a megfigyelő közötti anyag abszorpciójának tulajdonítunk. 1904-ben *Hartmann* vette észre, hogy egy spektroszkópikus kettőscsillag színképében az ionizált calcium *H* és *K* vonalainak olyan abszorpciós vonalai találhatók, amelyek nem vesznek részt a két komponens színképvonalainak az egymáskörüli keringés következtében történő periodikus eltolódásában. Hartmann először ezt úgy értelmezte, hogy a csillag körül egy burok van, amely ionizált calcium atomokat is tartalmaz. Később kitűnt, hogy a calcium atomok a csillag és a Naprendszer közötti térben vannak. 1919-ben felfedezték a nátriumot, majd 1937 után a kaliumot, a vasat, a titánt, a hidrogént, a szenet, a nitrogént atomos állapotban az intersztelláris térben. Az 50-es években az abszorpciós vizsgálatokból már kirajzolódott a környezetünkben levő spirális karok struktúrája is.

A megfigyelésekből következtetéseket lehetett levonni a csillagközi anyag fizikai tulajdonságairól. Az intersztelláris anyagnak kb. a 99%-a gázból (atomokból és molekulákból) és kb. 1%-a pedig porszemekből áll. Átlagsűrűsége 1 atom köbcentiméterenként, azaz mintegy 10^{-23} g/cm^3. Sűrű felhők esetében ennek többszöröse is előfordulhat. Hőmérséklete 10° körül van, kivéve a világító felhőket, ahol az „ionizáló csillag" a gázt 10 000° K körüli értékére fűti fel. A gáz kb. 80%-ban hidrogén atomokból, 20%-ban He atomokból áll, és csak 0,1%-ot tesznek ki a többi atomok, illetve molekulák.

2. Az intersztelláris molekulák az optikai tartományban

Mint ahogy már említettük, a csillagok színképében az egyes intersztelláris atomok vonalai abszorpciós vonalként jelentkeznek. Az atomok vonalainak azonosítása nem jelentett különösebb nehézséget. 1934-ben azonban *Merill* olyan, az intersztelláris térben keletkezett vonalakat fedezett fel az optikai tartományban, amelyek nem voltak atomokkal azonosíthatók. Hosszas vizsgálatok után *Adams* 1937-ben kimutatta, hogy ezek a vonalak az intersztelláris CH, CH^+és CN molekuláktól[1] származnak. Ezek a vonalak 3100 és 4300 angström között vannak. Az említett molekulákat részletesen tanulmányozta *Herbig* 1968-ban, továbbá *Bartolot* és *Thaddeus*-1969-ben a ζOPH csillag színképében. Azt találták, hogy a csillag irányában egy 1 cm^2-es keresztmetszetű hasábban $4 \cdot 10^{13}$ darab CH molekula és $4{,}3 \cdot 10^{12}$ db. CN molekula van. Ugyanebben az irányban a neutrális nátrium atomok számára $4{,}9 \cdot 10^{13}$ db-ot kaptak, ami annyit jelent, hogy az intersztelláris térben (legalábbis a ζ OPH irányában) kb. annyi CN molekula található, mint neutrális nátrium atom. A CH^+ molekulák számát ugyan nem lehetett meghatározni, de ki lehetett mérni a $C^{13}H^+/C^{12}H^+$ arányt, amiből a C^{12}/C^{13} arányra az intersztelláris térben 82-t kaptak, ami közel esik a földi 89-es értékhez.

Az intersztelláris spektrumban található még 25 db elmosódott és egyelőre azonosítatlan vonal. Mind a 25 megtalálható például a HD 183 143 jelű csillag színképében. Komoly erőfeszítéseket tettek ezen vonalak molekulákkal való azonosítására — kevés sikerrel. *Johnson* 1970-ben úgy találta, hogy a 25 vonal közül 16 magyarázható a $C_{46}H_{30}MgN_6$(Bis-pyridyl-magnesium-tetrabenzophin) molekula elnyelésével. Bár a spektrális egyezés szembetűnő, mégis kétkedéssel fogadjuk ezt az azonosítást, mert nehezen képzelhető el, hogy egy ilyen bonyolult molekula észlelhető mennyiségben forduljon elő az intersztelláris térben.

3. Molekula észlelések az infravörös tartományban

Az intersztelláris gázban a leggyakoribb összetevő a hidrogén. Ha két atom találkozik és molekulává egyesül, akkor ez legnagyobb valószínűséggel két hidrogén atom és a keletkezett molekula pedig a Földön is nagy mennyiségben található hidrogén molekula. Hogyan lehetséges mégis, hogy az optikai észlelésekkel a CH és CN molekulát mutatták ki? Talán a hidrogén molekulák valamilyen oknál fogva mégsem keletkeznek a csillagközi térben? Egyáltalán nem ez a helyzet. A magyarázat abban rejlik, hogy a hidrogén molekulának (és általában a molekuláknak) nincs az optikai tartományban vonaluk,

[1] Az asztrokémiában minden egynél több atomból álló atomcsoportot molekulának nevezünk. Így pl. az OH gyök helyett is OH molekulát mondunk.

illetve sávjuk. További molekulák kimutatása tehát úgy lehetséges, hogy az észlelési tartományt az ultraviola, az infravörös és a rádiótartományokra kiterjesztjük. Először az infravörös mérési eredményekkel foglalkozunk.

Már 1963-ban *Gould* és *Harwit* kiszámolták azokat a hullámhosszokat, amelyeknél a hidrogén molekula észlelésére remény volt. A hidrogén molekula két vonala látszott a legreményteljesebbnek, egyik a távoli ultraviolában, a másik az infravörösben, 8741,92 Å-nél. A földi légkör a szóbajövő ultraibolya tartományban sem átlátszó, ezért először az infravörös vonal kimutatásával próbálkoztak meg. A méréseket a Lick Obszervatórium 36 inches teleszkópjára felszerelt ún. Fabry-Pérot interferométerrel végezték. Az Orion ködben választottak ki egy „rim"-mel körülvett sötét tartományt, ahol feltehetően nagy mennyiségben található intersztelláris por. 1968-ban valóban kimutatták a hidrogén molekula várt emissziós vonalát. A mérést interpretálva azt találták, hogy a látóirányban egy egy cm^2 keresztmetszetű hengerben kb. 10^{12} darab molekula van, de ezek nagy része a vizsgált felhő tartományába esik. A sötét ködben a hidrogén molekulák sűrűsége mintegy 10^3—$10^4/cm^3$. Ez annyit jelent, hogy a vizsgált felhőben a hidrogén jelentős része molekula formájában kell jelen legyen. A H/H_2 arány kérdése az intersztelláris térben még nincs végleg megoldva. Annyi azonban bizonyos, hogy a porfelhőkbe beágyazott hidrogén gázban viszonylag több hidrogén molekula található, mint másutt. A hidrogén molekulák ugyanis a csillagok ultraviola sugárzásának hatására disszociálódnak. A porfelhő belsejébe ezek a nagy energiájú fotonok sokkal kisebb arányban jutnak el, tehát a molekulák élettartama sokkal hosszabb. *Varsavsky* 1966-ban elméletileg kimutatta, hogy ilyen porba ágyazott felhőkben a H_2/H arány a 10-et is elérheti. A Lick Obszervatóriumban végzett mérések szerint azonban a vizsgált sötét ködben ez az arány nem éri el a 0,01-et.

4. A hidrogén molekula kimutatása az ultraviola tartományban

Mint már említettük, a hidrogén molekula észlelhető az ultraibolya tartományban. 1000 és 1100 angström között a H_2 molekulának hat vonala kell jelentkezzék a spektrumban. 1970. március 13-án egy Aerobee-150 típusú rakétát lőttek fel ezen abszorpciós vonalak kimutatására az epszilon Persei, a kszí Persei, a dzéta Persei és az S Monocerotis csillagok színképében.

Sajnos, technikai okok miatt a berendezés csak az első két csillag ultraibolya színképét mérte ki, 1000 és 1500 angström között 2 angström felbontóképességgel. 1050 és 1100 angström között a kszí Persei színképében kimutatható volt a H_2 molekula 3 vonala. Az epszilon Persei színképében H_2 vonalak nem mutatkoztak. A kszí Persei irányában az 1 cm^2 keresztmetszetű oszlopban $1{,}3 \cdot 10^{20}$ db hidrogénmolekulát találtak. A kszí Persei irányában $4{,}2 \cdot 10^{20}/cm^2$, az epszilon Persei irányában pedig csak $1{,}1 \cdot 10^{20}/cm^2$, neutrális hidrogénatomot kaptak a színképben megtalálható hidrogénvonalak kimérése után. Mindez arra

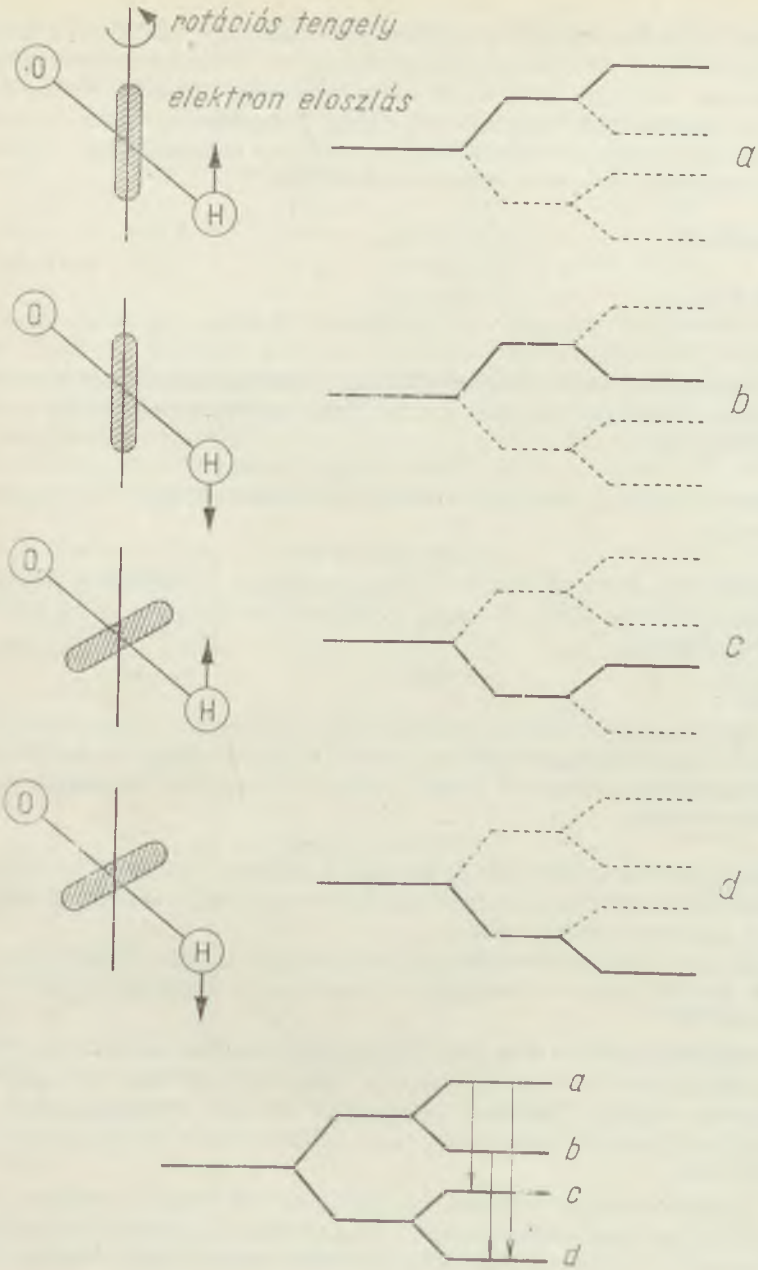
utal, hogy az atomos és a molekuláris hidrogéngáz is túlnyomórészt az Eps Persei és a Kszí Persei közötti térben található. Az Eps Persei 100—150, a Kszí Persei 300 parsecre van tőlünk. Így megállapítható, hogy a két csillag között a H_2 molekulák sűrűsége 0,6 cm^3-ként! A mérésekből is kitűnik, hogy a vizsgált tartományban a hidrogénatomoknak mintegy fele molekulák formájában van jelen.

Ahhoz, hogy a H_2 molekulák gyakoriságára és eloszlására vonatkozólag az eddigieknél többet mondhassunk, mind az infravörös, mind az ultraibolya tartományban sok mérést kell végezni a legkülönbözőbb irányokban. Ilyen mérések folynak, és remélhetőleg hamarosan általános következtetéseket is levonhatunk belőlük. Ez annál is inkább fontos lenne, mert a H_2 molekuláknak alapvető szerepük van a bonyolultabb intersztelláris vegyületek kialakulásánál.

5. Az OH molekula

Nem sokkal a hidrogén 21-cm-es rádiósugárzásának detektálása után *Sklovszkij* mutatott rá először (1953-ban) az OH molekula észlelhetőségének lehetőségére a cm-es rádiótartományban. 10 évvel később a Massachusetts Institute of Technology munkatársainak sikerült a *Cassiopeia A* extragalaktikus rádióforrás folytonos színképében az OH gyök két abszorpciós vonalát megfigyelni. Mielőtt azonban a megfigyelésekkel kapcsolatos érdekes jelenségeket ismertetnénk, röviden kitérünk az OH molekula színképvonalainak szerkezetére. Ez más intersztelláris molekulák színképének megértéséhez is segítséget fog nyújtani.

Az OH molekula egymáshoz kötött oxigén és hidrogén atomból áll. A molekula egy tengely körül forog a térben, továbbá a két atom egymáshoz képest rezgést is végez. A kvantumfizika szerint a forgástengely állása, forgási sebessége, továbbá a részecskék rezgése (vibrációja) is kvantált, tehát az elektronátmenetek mellett a különböző rotációs és vibrációs átmenetek is szolgáltatnak vonalakat a színképben. Az OH molekula esetén az elektronátmenetek az ultraibolya tartományba esnek. A vibrációs átmeneteknek megfelelő elektromágneses sugárzás hullámhossza néhány mikron, míg a rotációs átmenetek hullámhossza 100 mikron körül van. Ehhez járulhatnak még a vonalak hiperfinom szerkezetéből adódó átmenetek, amit a proton és a páratlan elektron spinjének viszonya szab meg. Látjuk tehát, hogy az OH molekula színképe rendkívül bonyolult. A vonalak sokszor oly közel esnek egymáshoz, hogy a kisebb felbontóképességű műszerekkel készített spektrumokon sávokká olvadnak össze. Ezért szoktunk „molekula sáv"-okról beszélni. Az OH molekula színképének további részletes ismertetése helyett most inkább térjünk rá a legalacsonyabb ($^2\Pi_{3/2}$,J = 3/2) energiaszint hiperfinom szerkezet ismertetésére, hiszen intersztelláris viszonyok között, gerjesztés hiányában az OH molekulák ilyen állapotban találhatók. A 30. ábrán a rotációs tengely, az elektronel-



30. ábra.

oszlás és a proton spinjének négy lehetséges variációját tüntettük fel, a hozzátartozó (a, b, c, és d) energiaállapotokkal együtt. A kvantummechanikai kiválasztási szabályok az a→b és c→d átmeneteket kizárják. Az a→c és b→d átmeneteknek megfelelő vonalakat fővonalaknak, míg a b → c és a → d átmeneteket kísérővonalaknak nevezzük. Az ezekhez tartozó átmenetek hullámhosszát a következőkben adjuk meg:

fővonalak:	a → c :	17,98 cm
	b → d:	17,99 cm
kísérővonalak:	b → c:	18,60 cm
	a → d :	17,43 cm

Laboratóriumi úton ellenőrzött elméleti számítások alapján az egyes OH vonalak relatív gyakoriságára a következőt kapták (termodinamikai egyensúly esetére):

$$18{,}60 : 17{,}99 : 17{,}98 : 17{,}43 = 1 : 5 : 9 : 1.$$

Már a *Cassiopeia A*-nál, ahol a két fővonalat mutatták csak ki, a két vonal arányára:

$$17{,}99 : 17{,}98 = 5 : 6\text{-ot}$$

kaptak. Egy évvel később, 1964-ben a *Sagittarius A* rádióforrás folytonos színképében már mind a 4 vonalat megkapták abszorpcióban és az arány a várttól eltérően:

$$1{,}4 : 2{,}7 : 3{,}3 : 1$$

volt.

1964-ben sikerült először az OH emisszióban molekulát kimutatni a Berkeley és Harward Obszervatóriumokban, szintén az előbb említett 18 cm körüli 4 rádiószínképvonalban a W 49 jelű objektum színképében. A vonalak intenzitásarányára:

$$1 : 6 : 11 : 0{,}4\text{-et}$$

kaptak, ami ismét csak eltér az elméletileg számított aránytól. Az arányok ilyen eltérése feltétlenül arra utal, hogy az OH molekulák gerjesztése semmiképpen sem lehet termikus eredetű.

Az OH molekula felfedezése óta eltelt 10 évben komoly erőfeszítéseket tettek az OH-források természetének kiderítésére és nagyjából az alábbi kép alakult ki.

Ma már jóval több mint 100 galaktikus tartományban mutattak ki OH molekulát részben abszorpcióban, részben emisszióban. Az abszorpciós források neutrális hidrogén felhőkkel, az emissziós források általában ionizált HII zónákkal hozhatók kapcsolatba, tehát a Tejútrendszer karjaiba tartozó objektumok.

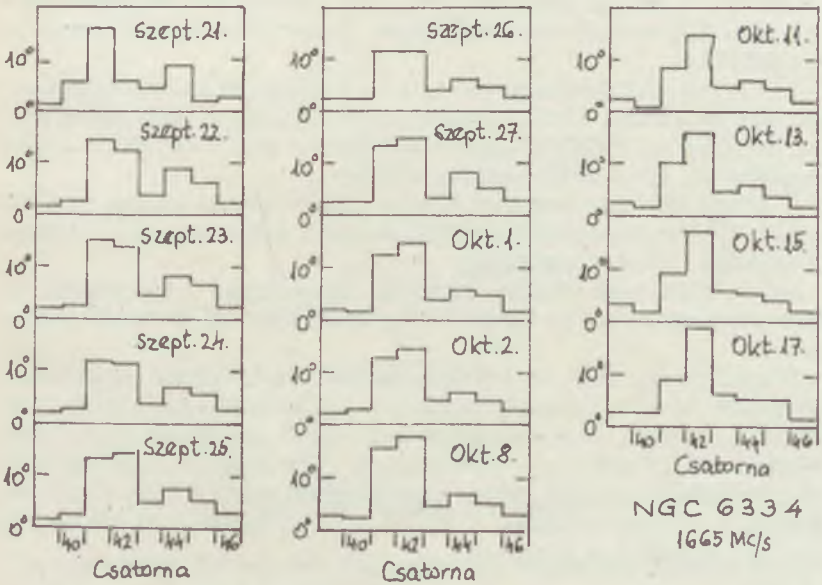
Rendkívül érdekes eredményeket kaptak az OH források méreteire vonatkozóan. Igen nagy bázistávolságú (VLB) interferométerrel meg lehetett határozni az egyes források méreteit. Ezek ismeretében pedig ki lehet számítani, hogy

milyen kell legyen a forrás hőmérséklete, ha az OH vonalaknál észlelt rádiósugárzás termikus eredetű volna. A következő táblázatban négy ilyen forrás adatait adjuk meg az 1970-es helyzetnek megfelelően:[2]

Forrás	Radiális sebesség km/sec	Szögméret ″	Lineáris méret csill. egys.	Hőmérséklet °K
W 3	— 45	< 0″05	< 100	> 1,0 · 10^{11}
W 49	+ 21	< 0″1	< 1500	> 1,6 · 10^{10}
W 75	+ 0,5	< 0″1	< 150	> 6 · 10^{9}
Sgr B2	+ 67	< 0″2	< 2000	> 3,5 · 10^{9}

Más OH forrásokra is ilyen kis méreteket és ilyen magas hőmérsékleteket kaptak. Persze azt senki sem gondolja komolyan, hogy a hőmérséklet valóban ilyen magas az OH forrásokban. A kapott magas hőmérséklet újfent csak azt bizonyítja, hogy a sugárzás semmiképpen sem lehet termikus eredetű.

Rendkívül érdekes, hogy néhány forrásnál a vonalak intenzitása és hullámhossza szinte napról napra változik. Az NGC 6334 jelű forrás 17,99 cm-es vonala például 1965-ben a 31. ábrán látható módon változott. A vonal hullám-



31. ábra.

[2] Az utóbbi időkben még ennél is kisebb átmérőket kaptak.

hosszának eltolódásából arra lehetett következtetni, hogy a felhő egyes részeinek radiális sebessége is változik. Mindez arra utal, hogy a kisméretű OH forrásban gyors mozgások vannak. Hasonló változásokat, illetve rádiószínképvonal kettőződéseket szinte az összes OH forrás esetén meg lehetett figyelni.

A legújabb vizsgálatok szerint (*Myers*, 1973) az egyes OH forrásokban a részecskeszám eléri a 10^{14}-ent, ami nagyjából a napfotoszféra sűrűségének felel meg. Ezen részecskék közül azonban csak minden milliomodik OH molekula.

Az extrém magas termikus hőmérséklet megmagyarázására felteszik, hogy az OH forrásokban indukált emisszió (MASER-hatás) történik. Ha az egyes szintek túlpopuláltak, akkor elképzelhető, hogy a spontán átmenetek egy alacsonyabb energiaszintű állapotba további molekulákat kényszerítenek ugyanilyen átmenetekre és ezáltal ugyanolyan hullámhosszúságú rádiósugárzás kibocsátására. Ehhez természetesen szükség van arra, hogy valamilyen folyamat mintegy „pumpálja" állandóan a molekulát a megfelelő magasabb energiaszintű állapotba. Többfajta pumpálási mechanizmus képzelhető el:

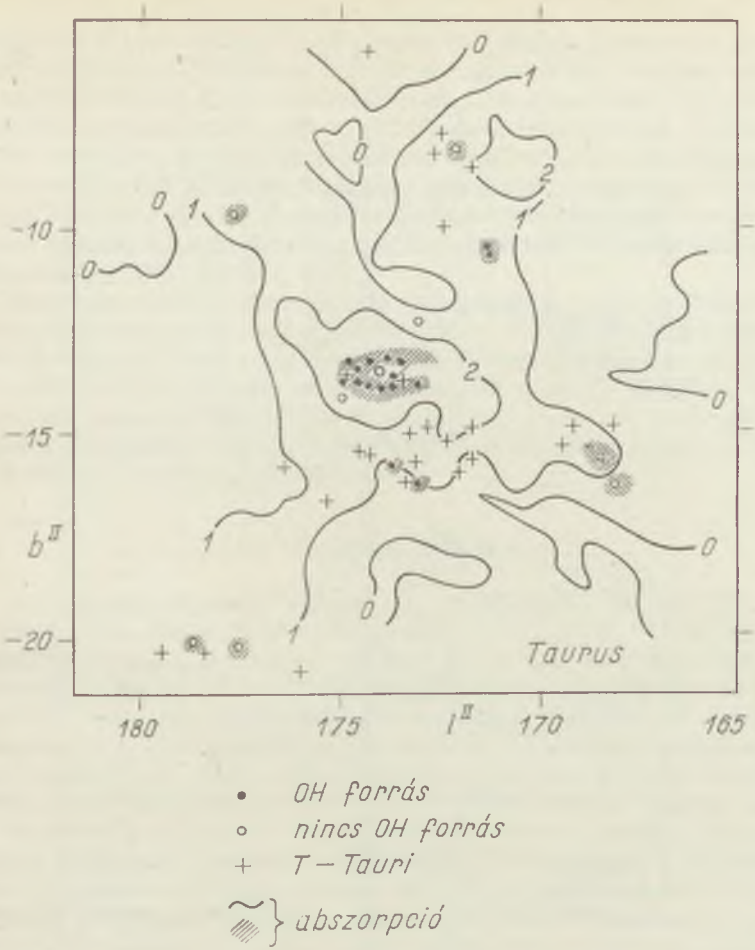
1. Az ultraviola pumpálás esetén egy forró, magas hőmérsékletű csillag gerjeszti az OH molekula elektronjait és ezek kaszkád módon hullanak vissza az alapállapot egyik szintjére, túlpopulálva azt. Az ultraviola pumpálás lehetősége ellen szól, hogy az ultraviola sugárzás könnyen disszociálja (szétszakítja) a molekulákat.

2. A közeli infravörös pumpálás esetén, a 3 mikron körüli infravörös kvantum az OH molekula vibrációs állapotát változtatja meg és egyes szintek ezért populálódnak túl. Ebben az esetben elsősorban a kísérő vonalaknak kellene megjelenniük, ami a legtöbb esetben nincs így.

3. Távoli infravörös pumpálás esetén a rotációs állapot változik meg. Ezt egy kb. 70 °K-os hőmérsékletű porfelhő okozhatja. Ebben az esetben is a kísérő vonalaknak kellene megjelenniük.

Látjuk tehát, hogy többfajta pumpálási mechanizmus is elképzelhető, de lényegében egyik sem ad kielégítő magyarázatot az OH molekulák sugárzására.

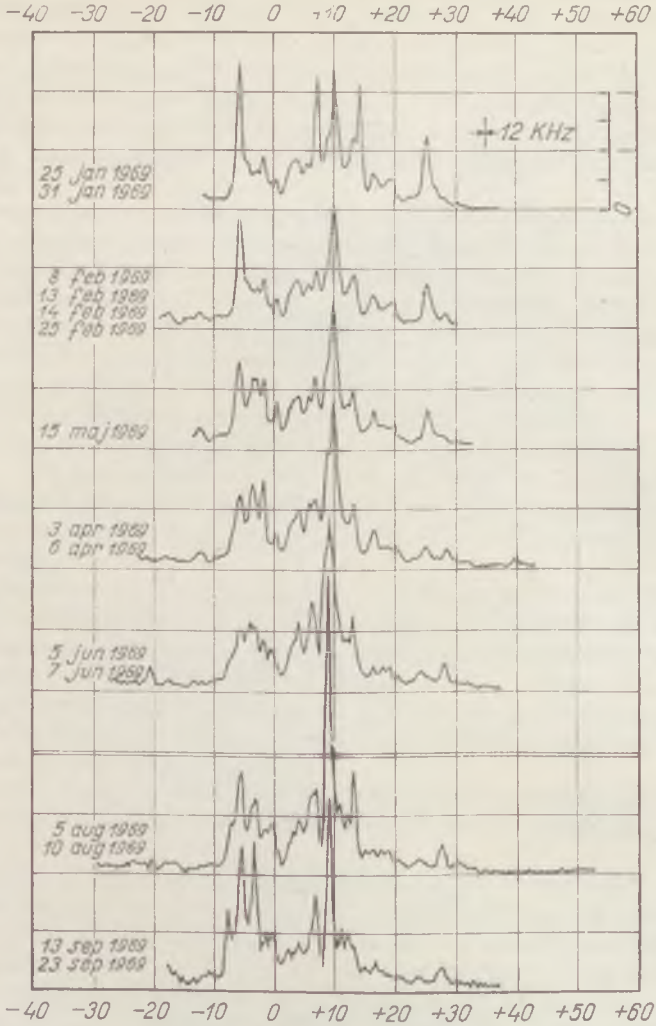
Megállapítható, hogy az OH források sűrű, kis kiterjedésű objektumok, amelyekben az anyag bonyolult mozgásban van. Feltehető, hogy egy keletkezőben levő, csillagba vagy csillagokba összehúzódó anyagfelhő alkotóelemei. Mindezt alátámasztja az a megfigyelés is, hogy általában fiatal csillagok közelében találhatók. A 32. ábrán a Bika csillagképben levő T-Tauri asszociáció látható. A T-Tauri csillagokat +-al, az OH forrásokat ○-al jelöltük. Az egyezés szembetűnő és meggyőző.



32. ábra.

6. Az intersztelláris vízmolekula

A vízmolekula két rotációs állapota közötti átmenetkor 1,35 cm hullámhosszúságú rádiósugárzásnak kell keletkeznie. A két szint, ami közötti átmenetkor az 1,35 cm-es sugárzás keletkezik, jóval az alapállapot (vagy a legalacsonyabb energiaszintű állapot) fölött van, tehát ahhoz, hogy ez az átmenet megtörténjék, a vízmolekulákat elég magas energiával kell állandóan pumpálni. Éppen ezért sokan nem is hitték, hogy a vízmolekula 1,35 cm-es rádió-



33. ábra. W 49-es H_2O sugárzó rádiószínképvonalának változása 1969—1970-ben. A vízszintes tengelyen a radiális sebesség van feltüntetve a hullámhossz helyett ($\Delta\lambda/\lambda \cdot c = V_{rad}$)

sugárzását ki lehet mutatni. Ennek ellenére 1968 végén a Californiai Egyetem rádiócsillagászai 3 forrásban is megtalálták a vízmolekula 1,35 cm-es vonalát.

1973-ig 10 H_2O sugárzó felhőt fedeztek fel, szinte mindegyiket OH források környékén. A legerősebben sugárzó H_2O forrás az OH forrásként is jól ismert W49, amelynek másodpercenkénti energia termelése (1,35 cm-en) megegyezik a Napéval. Ezt a H_2O forrást vizsgálták a legnagyobb részletességgel. A Haystack (USA) és a Krími (SZU) obszervatóriumok közötti VLB interferométerrel ennek méretére 4,5 csillagászati egységet kaptak. (A két obszervatórium közötti bázistávolság 7325 kilométer volt).

Hasonlóan az OH forrásokhoz a H_2O forrásokban is erősen változnak a rádiószínképvonal-profilok. A 33. ábrán a W49 1969—70-ben kimért változásait tüntettük fel. Ezek az erős mozgások szintén arra utalnak, hogy egy éppen kialakulóban lévő csillaggal vagy csillagrendszerrel állunk szemben. *Litvák* szerint ez a forrás két együtt forgó, együttesen 100 naptömegnyi korongból áll. Ezek a kialakulóban levő csillagok esetleg magyarázatot adhatnak a H_2O molekulák pumpálásának kérdésére is.

7. Ammónia és formaldehid

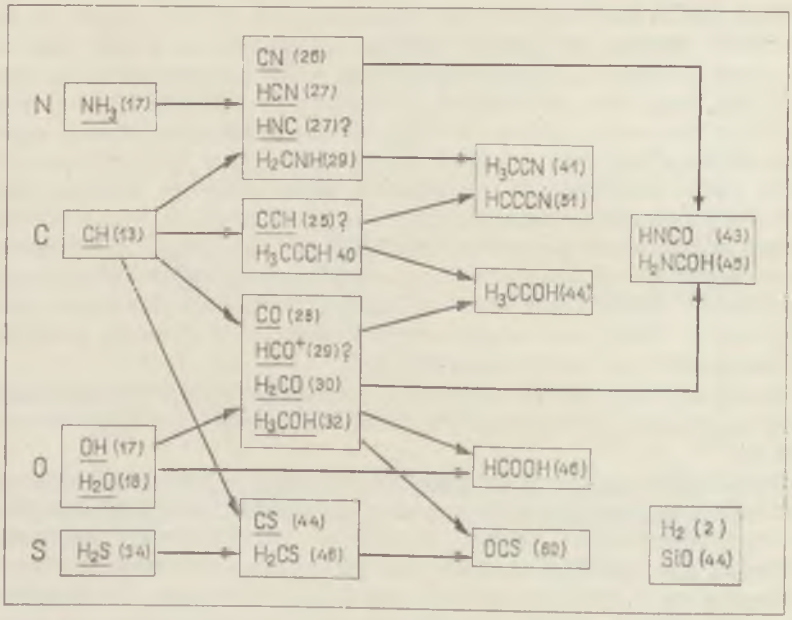
Az NH_3 (ammónia) molekulának 1,25 cm környékén sok átmenete van. Például más és más átmenetet lehet megfigyelni 24, 65, 125 és 204 °K-nak megfelelő termikus gerjesztések esetében. Ez egyrészt azt jelenti, hogy az ammónia molekula 1,25 cm-es sugárzásának felfedezése igen valószínű, másrészt azt, hogy akár intersztelláris hőmérőként is használhatók. Az, hogy korábban nem tettek kísérletet az NH_3 molekula felfedezésére, pusztán annak volt tulajdonítható, hogy a csillagászok nem hittek ilyen bonyolult molekula kellő számú létezésében az intersztelláris térben. 1968-ban azonban közel a Tejútrendszer centrumának irányához sikerült kimutatni az NH_3 molekulát. Ebben az irányban a gerjesztő hőmérsékletre 25 °K-t kaptak. A mérésekből azt is megállapították, hogy az NH_3-ra jellemző sugárzás keletkezésének helyén legalább 10^3 részecske kell legyen cm^3-ként, az NH_3 molekulák száma pedig 10^{-4} és 10^{-1} között van (szintén cm^3-ként). Később az ammónia molekulát a Tejútrendszer más vidékein is felfedezték.

Szintén 1968-ban sikerült felfedezni a formaldehid (H_2CO) molekula sugárzását 6,2 cm-en a Tejútrendszer centrumának irányában, majd más irányokban is.

Mind az NH_3, mind a H_2CO molekula négyatomos. Felfedezésük előtt úgy tartották, hogy ilyen bonyolult molekulák gyakorlatilag nem is jöhetnek létre az intersztelláris térben. Valóban, ha ezeknek a molekuláknak a keletkezését ütközések útján képzeljük el, akkor ezek valóban nem létezhetnek számottevő mennyiségben. A gyakorlat azonban megcáfolta a várakozást! A csillagászok vérszemet kaptak és egymás után számolták ki a molekulák rádiótartományba eső színképvonalainak hullámhosszát és kísérelték meg a kimutatásukat.

1969 és 1973 között a felfedezett intersztelláris molekulák száma exponenciálisan növekedett. A 34. ábrán az 1973 márciusáig felfedezett molekulákat tüntettük fel. A molekulákat a sémában úgy helyeztük el, hogy következtetni lehessen egymásból való felépülésükre is, továbbá csoportokba soroltuk őket. Az aláhúzatlan molekulákat csak a Tejútrendszer centrumának irányában, az aláhúzottakat azon kívül is megfigyelték. A séma 26 molekulát tartalmaz. Ezek közül a legnagyobb molekulasúlyú a HCOOH (hangyasav): 44, és a legtöbb atomot a H_3CCOH (acetaldehid) tartalmaz, összesen 7-et. Felhívjuk a figyelmet rá, hogy a legtöbb „aláhúzott" molekulát először a Tejútrendszer centrumának irányában fedezték fel és azután más irányokban is. Feltehető, hogy az észlelőberendezések érzékenységének növelésével a többi („aláhúzatlan") molekulát is kimutatják a legkülönbözőbb irányokban.

A molekulasémára tekintve néhány, érdekes megállapítást tehetünk. Nevezzük a hidrogént „könnyű", a többi elemet pedig „nehéz" elemnek. Ekkor egyetlenegy kivételtől eltekintve (SIO) igaz a következő megállapítás: minden



34. ábra.

olyan molekula, amely egynél több nehéz elemet tartalmaz, tartalmaz szenet (C) is. Az alapalkotóelemek a bonyolultabb molekulákban a CO, CN, CC és CS csoportok. Mindez arra utal, hogy a szénatomoknak alapvető szerepük lehet ezen molekulák kialakulásánál. Már régóta sejtjük, hogy az intersztelláris porszemek apró szénkristályok, 0,0001 mm átmérővel. Ezekre a szénkristályokra rakódnak rá — úgy mint az üstökösök magjára — az intersztelláris tér atomjai és itt a porszemeken játszódnak le azok a kémiai reakciók, amelyek a bonyolultabb molekulák keletkezéséhez vezetnek. Nagy energiájú fotonok, vagy a kozmikus sugárzás hatására ezek a molekulák leszakadhatnak a porszemcséről és megkezdhetik „önálló életüket" az intersztelláris térben. Ezt az elképzelést erősítik meg a megfigyelések is, hiszen a legtöbb molekulát porködökben mutatták ki. Ez egyben azt is jelenti, hogy az üstökösökben is meg kell legyen a lehetőség bonyolultabb molekulák keletkezésére. Az üstökösökben feltehetően — közeli, űrszondás vizsgálatok esetén — olyan molekulákat is ki lehet majd mutatni, amelyeket egyelőre nem találunk az intersztelláris térben, műszereink korlátozott teljesítőképessége miatt. Itt elsősorban az aminósavakra gondolunk. Aminósavakat ugyan már meteoritokban kimutattak, de felfedezése az intersztelláris térben, vagy ami ezzel majdnem egyenrangú, az üstökösökben, az élet keletkezésének problémája szempontjából rendkívül fontos lenne.

Mint ahogyan a 34. ábráról látjuk, az intersztelláris térben szerves molekulák egész sorát mutatták ki. Feltételezhető, hogy bonyolultabb molekulák is létezhetnek benne. Ez azt sugallja, hogy a csillagokká, illetve bolygórendszerekké fejlődő sűrű porfelhők már eleve tartalmazzák az élet keletkezéséhez szükséges alapelemeket. Valószínű, hogy az az anyag, amiből a Föld keletkezett, is már tele volt bonyolult szerves molekulákkal.

Felmerül a kérdés, hogy olyan gyakori molekulák, mint a CO_2, (széndioxid) vagy a CH_2, illetve a CH_4 (metán) miért nem szerepel a listán? A magyarázat egyszerű: ezeknek (és még más) molekuláknak nincs a rádiótartományban kimérhető színképvonaluk. Feltehető azonban, hogy ezek is nagy számban léteznek. Van viszont egy rádiószínképvonal, amelyet nem sikerült eddig azonosítani. Ezt X-ogénnek keresztelték el. Az X-ogént talán HNC, CCH vagy HCO^+ molekulával lehet azonosítani. (Ezeket az 34. ábrán ?-el tüntettük fel.)

Ahhoz, hogy az intersztelláris molekulák további felfedezése az előző éveknek megfelelő ütemben történjék, elsősorban a műszerek érzékenységét kellene lényegesen megnövelni. Az ehhez szükséges hatalmas anyagi eszközök sehol sem állnak a csillagászok rendelkezésére, így az elkövetkező években kevés új intersztelláris molekula felfedezése várható. Komoly eredményekre lehet azonban számítani az asztrokémiában és az élet keletkezésével foglalkozó tudományokban.

HORVÁTH ANDRÁS

ŰRHAJÓK, ŰRÁLLOMÁSOK

1. Bevezetés

Az űrhajózás jelenlegi szakaszában az asztronauták részvételével végrehajtott kísérletek fő célja az orbitális űrállomások létrehozása és hosszú időtartamú működtetése. Az 1971—1974-es években megkezdett programok egyértelműen bebizonyították, hogy az űrhajósok képesek hónapokon keresztül dolgozni (tegyük hozzá, hogy kitűnően) a súlytalanság állapotában és hogy az ember résztvétele a kísérletekben feltétlenül fontos, automatákkal nem helyettesíthető. (Ugyancsak zárójelben megjegyezzük, hogy az automatikus berendezésekre szükség van, mert ezek nélkül semmiféle űrkísérlet nem hajtható végre. De az asztronautika korai szakaszának kérdésére, űrhajós vagy automata végezze-e a kísérleteket — földkörüli pályán történő vizsgálatok esetére — már megkaptuk a választ: ember és automatika.)

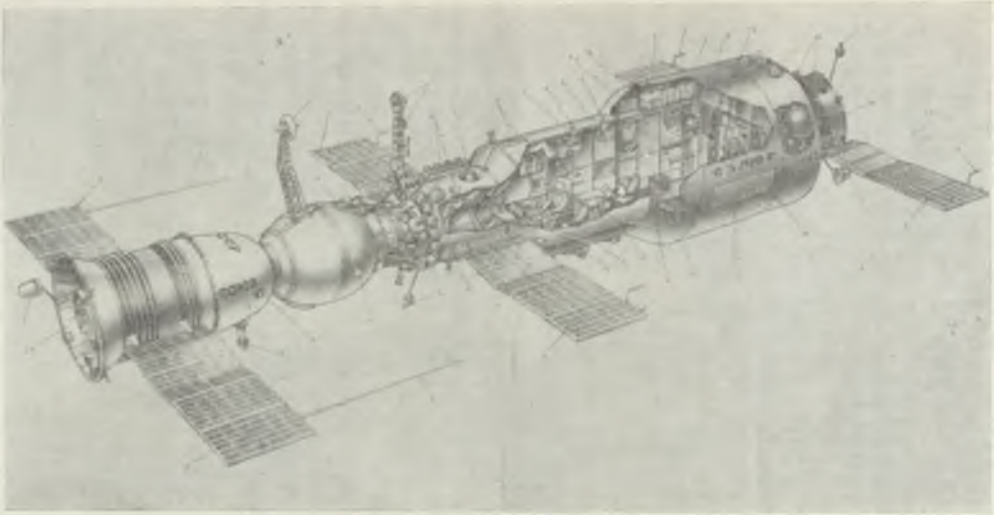
A következőkben beszámolunk az első tényleges űrállomásokról (Szaljut, Skylab), a kísérletek fő feladatairól és előzetes eredményeiről. Ezeket az első lépéseket a Szovjetunió és az Egyesült Államok még külön-külön hajtotta végre, de 1972 májusában már megszületett a hivatalos egyezmény űrhajók, illetve űrállomások közös, együttes felhasználásának kidolgozására és az első szovjet—amerikai közös űrrepülés végrehajtására is.

2. Szaljut program

1971. április 19-én indították a bajkonuri kozmodromról a szovjet *Szaljut-1* űrállomást. A kísérlet célja: az űrállomás szerkezeti elemeinek és fedélzeti rendszereinek működés közben való kipróbálása, valamint a személyzet számára kijelölt tudományos, technikai, biológiai és orvosi kísérletek végrehajtása volt.

A *Szaljut* egy új típusú kozmikus berendezés, tudományos *űrállomás*, amelyet földkörüli pályán való használatra terveztek, személyzet nélkül indítják és nem is rendelkezik leszálló kabinnal sem.* Az asztronautákat a *Szojuz* típusú *szállitó űrhajóval* juttatják az űrállomás fedélzetére. A Szaljut súlya indításkor 18 900 kp, hossza 16 m, maximális átmérője 4,15 m. Az összecsatolt Szojuz-

* A Szaljut-3 már *visszatérő berendezéssel* volt ellátva.



35. ábra. A Szaljut-*1 szovjet* űrállomás *szerkezeti felépítése: 1 — az űrrandevú-rendszer rádiótechnikai antennái és iránylámpái; 2 — napelemtáblák; 3 — a rádió-telemetriai rendszer antennái; 4 — ablakok; 5 — Orion asztrofizikai teleszkópegység; 6 — levegő regeneráló berendezés; 7 — filmfelvevő; 8 — fényképezőgép; 9 — biológiai kísérletek eszközei; 10 — hűtőszekrény az élelmiszer számára; 11 — hálózsák; 12 — víztartályok; 13 — szeméttartályok; 14 — orientációs egység hajtóművei; 15 — hajtóanyagtartályok; 16 — toilettefülke; 17 — mikrometeorit számlálók; 18 — futószőnyeg; 19 — munkaasztal; 20 — központi irányító pult; 21 — gáztároló-ballonok; 22 — optikai célzókészülék a vezetőpilóta részére; 23 — a Szojuz űrhajó hajtóművei.*

Szaljut rendszer (35. ábra) együttes súlya 25 600 kp, teljes hossza 23 m. Az űrhajósok számára használható belső térfogat 100 m^3, az összesen 42 m^2 felületű napelemszárnyak „fesztávolsága" 11 m. Az űrállomás három fő részre osztható:

— zsilipkamrára (két oldalán helyezték el a középső napelemtáblákat),
— kiszolgálócegységre (erre szerelték a jobb szélső napelemtáblapárost) és
— a munkateremre, amely a két előbbi egység között foglal helyet.

A zsilipkamra 2 m átmérőjű, 3 m hosszú henger. Egyik végében az űrhajófogadó csatlakozóegység, a másikban pedig a munkaterem bejáratául szolgáló zárható kerek nyílás látható. A zsilipkamrában helyezték el a tudományos berendezések egy részét is, pl. a fotokamerákat, biológiai kísérletek tartályait, hőszabályozó rendszer elemeit, az Orion-1 teleszkópegységet (35. ábrán — 5) és annak irányító pultját. A zsilipkamra külső felületén két napelemtábla, az űrrandevú lebonyolításához szükséges rádióantennák, jelzőlámpák, egy külső TV-kamera, a hőszabályzó rendszer egységei, az orientációs renszer iondetektorai és mikrometeorit számlálók találhatók. A külső felület az ott lévő berendezésekkel együtt hővédőernyővel van beborítva.

Az ugyancsak hengeres, de nem hermetikusan zárt *kiszolgáló egységben* a hajtóanyagtartályokat, a pályahelyesbítő hajtóművet, az orientációs fuvókák irányító rendszerét, kívül pedig két napelemtáblát, antennákat egy TV-kamerát és az iondetektorokat helyezték el.

A munkaterem egy kisebb, 2,9 m átmérőjű 3,8 m hosszú és egy nagyobb 4,15 m átmérőjű 4,1 m hosszú hengeres, valamint az őket összekötő 1,2 m hosszú kúpos részből áll. Ez az egység szolgál az űrhajósok munka- és lakóhelyéül. A hossztengely mentén a fedélzet két oldalára szerelték fel a berendezések egy részét (levegő regenerátort — 6, hűtőszekrényeket — 10, víztartályokat — 12, biológiai tartályt — 9, stb.), amelyeket speciális éghetetlen, nem mérgező lapokkal burkoltak be. Ezáltal egy nagyjából szögletes teremalakot sikerült kiképezni. Hogy az asztronauták tájékozódását a súlytalanság állapotában megkönnyítsék, a munkaterem oldalain különféle színű felületeket alkalmaztak. A „padlót" sötétszürke, az „elülső" és „hátsó" falat világosszürke, az egyik oldalt világossárga, a másikat pedig világoszöld lapokkal fedték be. A kisebbik hengerben helyezték el az étkezési asztalt az ételmelegítő berendezéssel (19) és egy cserélhető ivóvíztárolót. Ugyancsak ebben a részben található egy magnetofon kazettákkal, egy kis könyvtár, rajzalbumok stb. Az űrállomás központi irányító pultja is itt, a munkaterem elülső részében látható (ábrán 20). A vezérlő asztal és az irányító műszerek egy része azonos a Szojuz űrhajók hasonló rendszerével, de új berendezéseket is beépítettek és kipróbáltak. Az irányító egység érzékelői és optikai célzókészülékei a Szaljut-Szojuz rendszer tömegközéppontjához közel lettek elhelyezve, így a rendszer forgatásos stabilizálásakor a megcélzott objektumok a műszerek látóterében maradnak. A munkaterem középső kúpos részén a legénység fizikai kondíciójának megőrzéséhez szükséges tornaszereket, a futószőnyeget (18) és az orvosi

vizsgálatokhoz használandó készülékeket helyezték el. A nagyobbik hengerben a fedélzet mindkét oldalán hálóhelyek (11) találhatók. Az asztronauták választhattak, hogy vagy itt a munkateremben, vagy a Szojuz űrhajó orbitális fülkéjében akarnak-e aludni. A munkaterem „hátulsó" részén kétoldalt a hulladéktartályokat (13), középen pedig — az űrállomás többi részétől elválasztva — egy elszívó berendezéssel ellátott toilette fülkét helyeztek el. A munkateremben két TV-felvevőt alkalmaztak, az egyiket rögzítetten, a másikat pedig hordozhatóan lehetett használni.

A Szaljut űrállomás felépítésének bonyolultságát néhány adattal is jellemezhetjük: a felszerelt és külön névvel illetett műszerek száma több száz; a blokkok, mérőkészülékek, különféle egységek száma mintegy 2000; a műszerek súlya eléri a néhány tonnát; a különböző rendszereket kb. 100 elektromotor működteti; 20 irányítópult és 7 komplex irányítóposzt található az űrállomáson. A vizuális megfigyelések, a fényképezés és a filmezés lebonyolítására 20 kerek ablakot helyeztek el a Szaljuton.

Az űrállomás alkalmas mind személyzettel, mind pedig automatikus üzemmódban működni. Utóbbi esetben a mérések irányítása, az eredmények kontrollálása és összegyűjtése a Földről, a telemetrikus rendszeren keresztül történik.

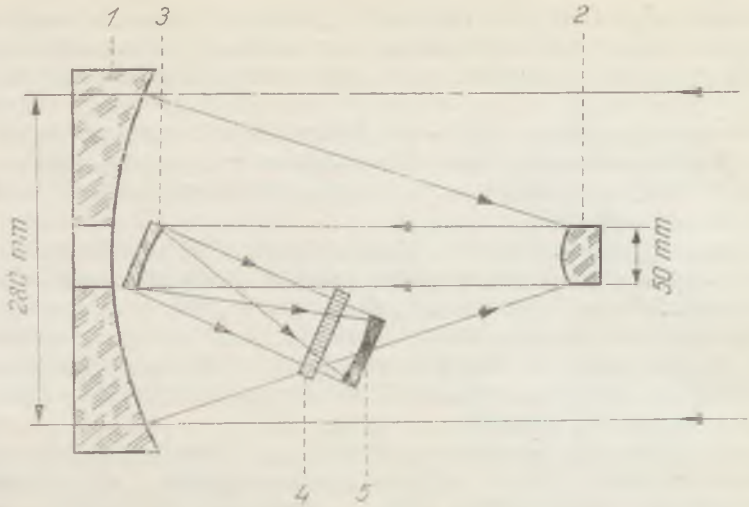
Az állomás fedélzetén a személyzet számára a földfelszíni paraméterekhez közelálló mikroklímát lehet biztosítani, a levegő hőmérséklete 15—25 °C, nedvessége 20—80%, áramoltatási sebessége 0,1—0,8 m/sec, nyomása 760—960 Hgmm között változik, az oxigén parciális nyomása 160—280 Hgmm, a széndioxidé pedig 0—9 Hgmm lehet.

A különféle berendezések, műszerek és mérőkészülékek igen gazdag *kutatási programot* tettek lehetővé a Szaljut fedélzetén. A következőkben ezekből sorolunk fel néhányat:

1. Földtől független, önálló orientáció és navigáció, automatikus és kézi irányítás manőverezés közben, új típusú műszerek kipróbálásával (széles látószögű optikai célzókészülék, nagypontosságú optikai függőleges-kitűző, ionérzékelők helyzetszabályozáshoz) a giroszkóp-rendszer pontosságának ellenőrzése.

2. A földfelszíni és a meteorológiai jelenségek megfigyelése: fényképezés és spektrográfia felhasználása népgazdasági célokra és *erőforráskutatásra*, légköri alakzatok, tájfunok és ciklonok nyomonkövetése (együttes kísérletek a „Meteor" holdakkal). a hó és jégtakaró, a nappali és hajnali horizont vizsgálata.

3. Az atmoszférában és a kozmikus térben lezajló jelenségek fizikai jellemzőinek tanulmányozása az elektromágneses spektrum széles tartományában. Sugárzási szint, mikrometeoritok, kozmikuspor koptató hatásának, a világűrből érkező gammasugárzás intenzitásának, a protonok, elektronok és neutronok eloszlásának és a felső légkör összetételének kutatása (gamma-teleszkóp, rádiófrekvenciás tömegspektrométer, stb.)



36. ábra. Az Orion-1 *főműszere, egy spektrográffal ellátott Marsen-reflektor: 1 — főtükör; 2 — melléktükör; 3 — résnélküli spektrográf; 4 — diffrakciós rács; 5 — film.*

4. *Csillagászati megfigyelések*, spektrumok felvétele a 2000—3800 Å tartományban, 5 Å-ös felbontással, az *Orion-1* elnevezésű távcsőrendszerrel. Az Orion-1 főműszere egy Marsen-reflektor, amelyet egy résnélküli diffrakciós ráccsal ellátott spektrográffal szereltek fel (36. ábra). A főtükör szabad átmérője D = 280 mm (teljes D = 300 mm), a melléktükröé 50 mm. A konkáv diffrakciós rács (görbületi sugár 500 mm) 50 × 55 mm-es részén helyezkednek el a rácsvonalak, milliméterenként 1200 db. A rendszer ekvivalens fókusztávolsága f = 1400 mm, nyílásviszonya 1 : 5, léptéke 1 mm 2,5 ívperc, a tükrözőfelületek védőréteg nélküli alumínium bevonatok. A távcsőtubust titánötvözetből készítették. A berendezéssel mintegy félórás expozícióval 5 magnitúdóig kaptak színképeket. A lencsés fotoelektromos követőtávcső (D = = 68 mm, f = 450 mm, látómező 2°,5) felvétel közben 10″-es pontosságú automatikus vezetést biztosít.

Az Orionnak a kívánt égi területre történő beállítását az űrhajós kézi vezérléssel egy 35°-os látóterű célzókészülékkel végzi. A beállítás után az automatára való átkapcsolással, adott program szerint a rendszer 10—810 másodperces expozíciójú felvételeket készít. A képeket 16 mm széles mozgó filmen lehet rögzíteni (felvételszélesség 12 mm).

Kézi üzemmódban 30 perces expozíció is készíthető. Az Orion a pálya földárnyékban húzódó szakaszán működik.

5. Az *orvosi és biológiai kutatások:* az űrhajósok élet- és munkafeltételeinek tanulmányozása a hosszan tartó súlytalanság állapotában; kísérletek az aszt-

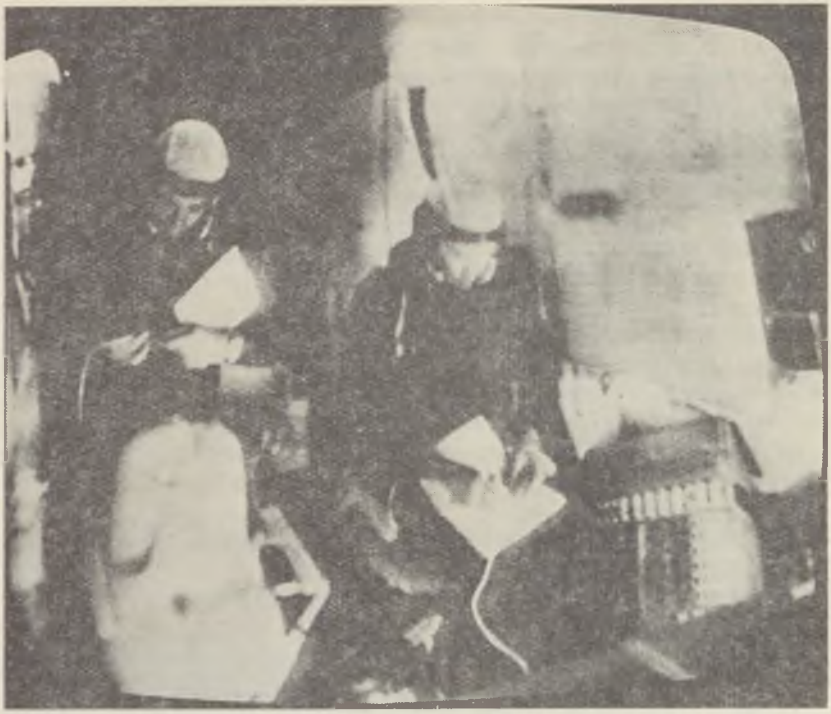
ronauták fizikai állapotának megőrzésére speciális, a földfelszíni megterhelést előidéző „Pingvin" elnevezésű öltözékekkel; az űrhajósok rendszeres napi orvosi vizsgálata a szív-, ér-, véredényrendszer, a csontszövetek, a pszichológiai-fiziológiai állapot ellenőrzésével; különféle biológiai objektumok (egysejtűek, mikroorganizmusok, rovarok, bormuslincák, békaikrák, len, stb.) életfolyamatai kialakulásának, fejlődésének, szaporodásának vizsgálata, az eredmények összehasonlítása a párhuzamos földi kontroll-kísérletekkel.

A Szaljut-1 űrállomást a földkörüli repülés viszonyai között 4 kísérleti szakaszban próbálták ki. 1971. április 19—23-ig automatikus üzemmódban, a földi irányítóközpont ellenőrizte az állomás valamennyi rendszerét és egységét, valamint a fedélzet mikroklímájának viszonyait.

A második szakaszban április 23- és 24-én a *Szojuz-10* űrhajó asztronautái *Salatov, Jeliszejev* és *Rukavisnyikov* a helyszínen — földkörüli pályán, 5,5 órás összekapcsolt repülés során — folytatta az űrállomás rendszereinek ellenőrzését. Az űrhajósok kipróbálták az űrrandevúhoz kifejlesztett újabb egységeket és a kapcsolóberendezést is. Körülrepülve, szemügyre vették az űrállomás külső részét és a műszerek kihelyezett érzékelőit. Feladatukat elvégezve április 24-én visszatértek a Földre.

A harmadik szakaszban történt meg az állomás birtokba vétele. A június 6-án startolt *Szojuz-11* űrhajó legénysége *Dobrovolszkij, Volkov* és *Pacajev* (37. ábra) az előzőekben felsorolt programok szerint nagyszabású tudományos kutatómunkát hajtott végre a Szaljut-1 fedélzetén.

37. ábra. A Szojuz-11 űrhajósai: Dobrovolszkij, Pacajev és Volkov a tréning kabinban



38. ábra. Dobrovolszkij és Volkov dolgoznak a Szaljut-1 űrállomás fedélzetén.

A három űrhajós csaknem egy hónapot élt és dolgozott (38. ábra) a súlytalanság állapotában (június 7—29. között). Eredményeik és szervezetük rendszeres orvosi vizsgálata megmutatta, hogy az ember képes hosszú időn keresztül elviselni, sőt megszokni a súlytalanságot is. A kísérleti program befejeztével azonban a Földre való visszatérés közben egy váratlan technikai hiba miatt a három űrhajós életét vesztette. A leszállási pálya kezdeti szakaszán, 30 perccel a földetérés előtt az űrhajóból hirtelen megszökött a levegő, egy hibásan idő előtt működésbe lépő szelep kinyílása következtében (normális esetben a földfelszín közelében ez a szelep biztosítja a külső és a belső légnyomás kiegyenlítését). 1971. június 30 — október 11. között az űrállomás, működésének negyedik szakaszán ismét automatikus üzemmódban dolgozott. Október 11-én a fékezőrakéták bekapcsolásával a Csendes Óceán megadott területe felett a Föld sűrűbb rétegeibe vezérelték, és ezzel a Föld első űrállomása, a Szaljut-1 befejezte működését.

A Szojuz-11 tragikus balesete szükségessé tette a Szojuz űrhajó rendszereinek ismételt ellenőrzését és a belső kiképzés módosítását. Ez természetesen

kissé lassította az űrállomás program-menetét, mivel a szovjet űrkutatás vezetői a korábbiaknál is óvatosabban bántak az emberes repülések engedélyezésével. A program folytatásaként ezért került sor a *Szaljut-2* űrállomás asztronauták nélküli, automatikus működtetésére 1973. április 3—28 között. A kísérlet során az űrállomás továbbfejlesztett szerkezeti és fedélzeti rendszereit repülési körülmények között próbálták ki.

A szovjet asztronauták űrrepüléseiket 1973. szeptember 27-vel folytatták. Ekkor indult a módosított és kétszemélyesre átépített Szojuz űrhajó, 12-es sorszámmal.

A *Szojuz-12* űrhajósai *Lazarev* alezredes és *Makarov* fedélzeti mérnök 48 órás útjuk során berepülték az űrhajót, kipróbálták azt az új típusú, modern szkafandert, melyet ezentúl fel- és leszálláskor fognak használni a Szojuz űrhajókban. Ez az űrruha (39. ábra) lezárva önállóan is biztosítja az űrhajósok számára az életfeltételeket (így a Szojuz-11-hez hasonló balesetek elkerülhetőek). Érdekes megjegyezni, hogy a kísérlet során az űrhajó olyan magasan repült, mint előtte egyetlenegy más szovjet űrhajó sem. A 326—345 km-es repülési magasság átlagban mintegy 100 km-rel nagyobb, mint a korábbi Szojuz pályák voltak.

Az űrhajó kipróbálása kitűnően sikerült, ezt bizonyítja az is, hogy két és fél hónappal később, 1973. december 18-án már startolt a *Szojuz-13* is. A majdnem 8 napos repülés programja azt mutatja, hogy a Szaljut-1-en megkezdett tudományos vizsgálatok folytatását tűzték ki célul. *Klimuk* és *Lebegyev* asztronauták (40. ábra) fő feladatként csillagászati megfigyeléseket végeztek az Orion-2 teleszkóp rendszerrel.

Az *Orion-2* főműszere egy nagyfényerejű, 5°-os látómezejű, spektrográffal ellátott *Makszutov távcső*. Az egész rendszert az űrhajó „csúcsán" az orbitális fülke „tetején" helyezték el (néhány korábbi Szojuzon itt volt az összekapcsoló-egység). Az Orion-2 automatikus követőrendszerének pontossága (2—3″) az Orion-1 10″-es értékéhez képest lényegesen növekedett. A nagy látószög és fényerő lehetővé tette, hogy igen nagyszámú (összesen mintegy 10 000) és igen halvány csillagról is (max. 20 perces expozícióval 12 magnitúdóig) színképet, sőt UV-színképet kapjanak. A csillagászati megfigyelések mellett — népgazdasági célú felhasználáshoz — a Szovjetunió kijelölt területeiről spektrozonális felvételeket készítettek. Egy-egy vidékről egyidejűleg 9 különféle színszűrővel kaptak felvételeket, mivel ez a fényképező egység 9 azonos objektívet tartalmaz, 3—3 objektív alatt azonos film fut, így adódik egyszerre 3×3 kép.

Orvosi és biológiai vonatkozásban is a Szaljut programot folytatták. Az akkori Oazisz-1 kísérlet továbbfejlesztett változtatásnak az Oazisz-2-nek a tartályaiban olyan mikroorganizmusokat tenyésztettek, amelyek megkötik a levegő szén-dioxid tartalmát és egyben oxigént szabadítanak fel, eközben fehérjemasszát hoznak létre. A repülés során 35-szörösére növekedett ez a biomassza. A kísérletnek igen nagy perspektívája van, mivel — elvileg — ilyen fehérjét fel

39. ábra. Makarov és Lazarev a Szojuz-12 űrhajósai magukra öltik az új típusú szkafandert. Háttérben a tréning Szojuz látható.

lehetne használni táplálkozási anyagok előállítására, valamint a levegő regenerálását ilyen mikroorganizmusokkal lehetne elvégeztetni.

A módosított Szojuzok kipróbálása után *1974. június 25-én felbocsájtották* a szovjet űrállomás típus továbbfejlesztett változatát, a *Szaljut-3-at.*

A Szaljut-3 szerkezeti felépítése lényeges külső és belső változásokat mutat a Szaljut-1-hez képest. Háromhengeres külső formája hasonló elődeihez (35. ábra), de a korábbi rögzített napelemszárnyakat mozgathatóan állandóan a Napra irányították és áthelyezték a középső hengerre. Belső kiképzését az űrhajósok bevonásával teljesen áttervezték. Négy, nagyméretű helységet: laboratóriumot, lakókabint, vezérlőfülkét és tornatermet alakítottak ki, amelyeket egy hosszirányban húzódó folyosó köt össze. A *laboratóriumot,* az űrhajósok munkatermét a legnagyobb hengerben rendezték be, itt találhatók a tudományos műszerek és a műszaki-technológiai kísérletek eszközei, orvosi és biológiai készülékek. A középső hengerben lévő *lakókabin*ban egy rögzített és egy összecsukható ágyat, ebédlőasztalt, ételmelegítőket, hideg-meleg vízcsapokat, ruhásszekrényt, porszívót, kis könyvtárat, magnetofont, műsorvevő rádiót és egy karosszéket helyeztek el, amelyben gyors orvosi kontroll vizsgálatokat lehet végezni. A *vezérlőfülke* a két nagyobb hengeres részt összekötő csonkakúpban kapott helyet, innen ellenőrizhető, szabályozható és irányítható a rendszer teljes elektronikája, ez a híradástechnikai központ, valamint a világűr, az égitestek és a Föld vizuális megfigyelésének a posztja is. A *tornaterem* gazdag felszerelése (futószőnyeg, rugós izomerősítők, rögzítő öltözékek stb.) az űrhajósok valamennyi izmának kondícióban tartását szolgálja. A személyzet tisztálkodási eszközeit (mosdószeres és száraz törölközők, szalvéták), valamint a toilette fülkét is itt helyezték el. Még egy alapvető változtatás, a Szaljut-3-ba beépített *visszatérő berendezés;* ilyennel — mint már jeleztük — a Szaljut-1 nem rendelkezett.

A *Szaljut-3* eredetileg tervezett *kutatási programja 90 napig tartott.* A kezdeti, 9 napos, automatikus, távirányítású kipróbálást, két hetes, személyzetes repülés követte. Az *1974. július 3-án* indított *Szojuz-14,* űrhajósai *Popovics* ezredes és *Artyuhin* mérnökalezredes július 5-én a két kozmikus objektumot összekapcsolta, majd átszállt az űrállomás fedélzetére. Kutatási programjuk főbb pontjai: — a Szaljut-3 és a Szojuz-14 új technikai berendezéseinek (orientált napelemtáblák, irányító-, hőszabályozó-, és levegőregenerálórendszer) kipróbálása; — földfelszín fényképezése tudományos és népgazdasági célokra; — kozmikus tájolási objektumok keresése (horizont megfigyelés és fotózás); — felsőlégkör szerkezetének vizsgálata; — orvosi és biológiai kísérletek végrehajtása. Popovics és Artyuhin asztronauták feladatukat sikeresen elvégezve július 19-én tértek vissza a Földre.

Ezután az *űrállomás automatikus üzemmódban működött* tovább. Augusztus 26-án fellötték ugyan hozzá a *Szojuz-15* űrhajót *Szarafanov* alezredessel és *Gyomin* mérnökezredessel, de ez alkalommal, csak rövid, együttes repülésre került sor, mert többszöri megközelítés után sem kapcsolódott össze a Szojuz-15

az űrállomással. Ezért augusztus 28-án, 48 órával a start után a Szojuz-15 parancsnoki kabinja éjszakai leszállással visszatért a Földre.

A Szaljut-3 tovább folytatta repülését, majd a tervezett program befejezéseként — a korábbi gyakorlattól eltérően — *1974. szeptember 23-án* az űrállomásról leválasztották a *visszatérő berendezést,* amely a kutatási és kísérleti anyagokkal rakétás és ejtőernyős fékezés után *földet ért a Szovjetunióban.* A Szaljut-3 pályán maradt része pedig kiegészítő program alapján folytatta repülését.

3. Skylab-program

Két évvel az első földi űrállomás a Szaljut pályára állítása után 1973. május 14-én indították az amerikai Skylab űrállomást. Alapvető cél: nem annyira a világűr kutatása, mint inkább felhasználása volt, az ember közvetlen résztvételével.

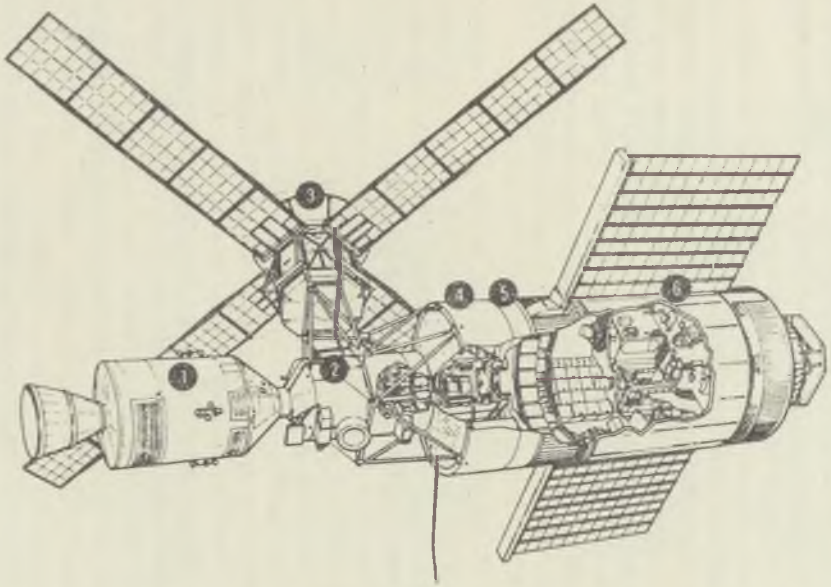
A program fő feladatai:

1. A földi erőforráskutatás kozmikus módszerének kidolgozása, információgyűjtés a gazdaság, a halászat, a geológia, a földrajz, a környezetvédelem és a meteorológia számára.
2. Az egészséges emberi szervezet reakcióinak és alkalmazkodóképességének a súlytalanság állapotában való tanulmányozása.
3. A Napon lejátszódó folyamatoknak, a Föld sűrű légkörének zavaró hatása nélkül történő tanulmányozása az elektromágneses sugárzás, széles spektrumban végrehajtott rögzítése által.
4. Technológiai folyamatok kísérleti vizsgálata a kozmikus repülés szélsőséges, egyedi feltételei között.
5. A kozmikus manőverek, különféle felszerelések és berendezések kipróbálása a hosszú időtartamú űrrepülés viszonyai közepette.

Az űrállomást a Saturn rakéta IVB fokozatából alakították ki. A tervezéskor arra törekedtek, hogy az eddig űrkutatásra kifejlesztett berendezések közül minél többet fel tudjanak használni. Az állomás teljes tömege a pályán 77 t, hossza 25 m, maximális átmérője 6,7 m. (térfogata 344 m^3). A szállító Apollo űrhajóval együtt a rendszer (40. ábra) össztömege 91 t, hossza 36 m, belső térfogata 354 m^3. A napelemtáblák összfelülete 220 m^2, ami mintegy 8400 watt teljesítményt képes leadni. Az űrhajósok életfeltételeinek biztosításához 3600 watt szükséges.

Az állomás négy fő részre osztható:
— dokkoló egységre (40. ábrán: 2, ehhez csatlakozik az Apolló: 1),
— teleszkópegységre (3),
— zsilipkamrára és műszeresegységre (4+5),
— az állomásblokkra (6) lakó- és munkatermekkel.

A 32,3 m^3 henger alakú *dokkoló egységen* két összekapcsoló berendezést helyeztek el, egyik az állomás hossztengelyének irányába mutat, a másikat



40. ábra. A Skylab *amerikai* űrállomás *szerkezeti vázlata: 1 — személyzetszállító Apolló űrhajó; 2 — dokkoló egység; 3 — teleszkópegység; 4 — zsilipkamra; 5 — műszeres egység; 6 — állomás-blokk a lakó és- munkatermekkel.*

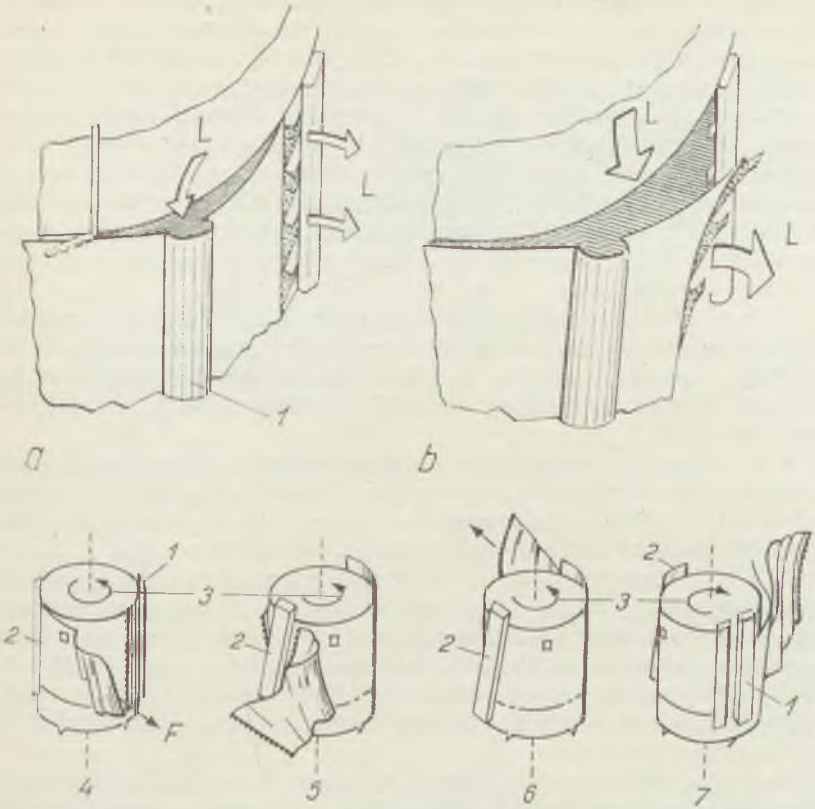
erre merőlegesen szerelték fel. Ehhez az egységhez tartórudak és feszítőelemek segítségével csatlakozik a távcsőrendszer. Ezért a dokkolóegységben helyezték el a távcsövek irányítópultját és néhány más berendezést is. Két ablak a teleszkóp működésének megfigyelését és fotografálását teszi lehetővé.

A *teleszkóp egység* egy nyolcszögű alakzat, amely magába foglalja a 2,1 m átmérőjű hengeres műszerblokkot. Ennek négy részre osztott belsejében helyezkednek el a távcsövek, melyeket az aktív hűtőrendszer állandó 10 °C-os hőmérsékleten tart. A teleszkópegység orientációs rendszere segítségével mindig a Nap felé néz. Kardánfelfüggesztése két irányban ± 2°-os a harmadik irányban pedig ± 120° elmozgatást tesz lehetővé.

A zsilipkamra és a műszeres egység 14,6 m hosszú, 3,8 m széles henger, amely a dokkoló egységet köti össze az állomás-blokkal. Hermetikusan elzárható a Skylab többi részétől, ezáltal alkalmas arra, hogy az űrsétákat innen hajtsák végre, egy erre a célra készített ajtón keresztül. Itt helyezték el az állomás mesterséges légkörét (hőmérséklet 21° ± 5 °C, nyomás 0,35 atm, összetétel 74% oxigén, 26% nitrogén) biztosító rendszereket és a tartalék ballonokat, az elektromos energiát elosztó berendezést, valamint a híradástechnikai és adatfeldolgozó rendszereket. Ezért a zsilipkamrát joggal nevezhetjük az űrállomás energetikai központjának és az életfenntartó-rendszer szívének.

Az *állomás-blokk* három részre oszlik: az eredeti S—IVB rakétafokozat oxigéntartályára, amelyet most szeméttárolásra használnak, valamint a régi 283 m^3-es hidrogéntartályra, amelyet két szintre választották szét. Az „alsó" szinten négy helység található: az alvószoba (3 hálózsákkal), a hulladéktároló, a konyha és étkezőfülke (3 étkezőasztallal), a gyakorlóterem sportolásra, orvosi, biológiai kísérletekre, zuhanyozásra, stb. A „felső" szint egy nagy kísérleti laboratórium, amelyet két zsilipelhető nyílással is elláttak, ezeken keresztül műszereket lehet kitenni a környező kozmoszba. Különféle egyéb rendszereket, tartályokat és tárolókat is az állomás-blokkban helyeztek el (hűtőszekrények, élelmiszertartályok, űrruha tárolók, stb.) Az állomás-blokk 6,7 m átmérőjű hengerét kívülről egy 0,6 cm vastag alumíniumból készült meteor és hővédőfelülettel borították be (ez sérült meg, majd szakadt le a Skylab pályára állítása közben ld: 41. ábra).

A *személyzetszállító Apolló űrhajót* (41. ábrán: 1) a korábbi holdutazásokhoz képest átépítették. Többek között alkalmassá tették a szárazföldre történő kényszerleszállásra is, szükség esetén — mentéshez — még két ülést lehet elhelyezni az űrhajóban. Megnövelték a szállítótartályok méreteit, a kiszolgálóegységbe egy 190 l-es kiegészítő tartályt helyeztek el, az állandóan működő űrhajó-energetikai rendszerben hónapok alatt keletkező víznek, három akkumulátort is felszereltek a fokozott energiaigények kielégítésére, így az Apollo szállító űrhajó tömege indításkor elérte a 13 760 kg-ot. Mivel a Skylab űrállomás nem rendelkezik nagyobb hajtóművekkel (csak kis orientációs rakétafuvókákkal), a lényegesebb pályakorrekciókat az Apollo űrhajó gyorsító- ill. fékezőrakétáival kellett végrehajtani.



41. ábra. A meteor- és hővédőfelület leszakadása a Skylab oldaláról; 1, 2 — egyes és kettes sorszámú napelemtábla; 3 — forgásirány; az események menete a start után a: 60,12—61,78 másodperc között, b: 62,74 másodpercel 4 — 62,79 másodperccel; 5 — 62,90 másodperccel; 6 — 63,4 másodperccel; 7 — 63,7 másodperccel. L — levegő be és kiáramlása.

Az űrállomásrendszert a bevezetőben jelzett kutatási programjának végrehajtásához nagy mennyiségű berendezéssel, műszerrel szerelték fel. Az alábbiakban, témák szerinti csoportosításban ezek közül sorolunk fel néhányat:

1. Erőforrás kutatás műszerei: *fotokamraegység:* 6 azonos optikai paraméterekkel rendelkező fényképezőgép, amely különböző színszűrőkön keresztül — egyidejűleg készít felvételeket 70 mm-es színes és fekete-fehér filmre, a berendezés tömege 135 kg. *Térképező kamera:* látómezeje a felszínen 109 × 109 km, felbontóképessége 11,5 m, fókusztávolsága 46 cm; a felhasznált filmszélessége

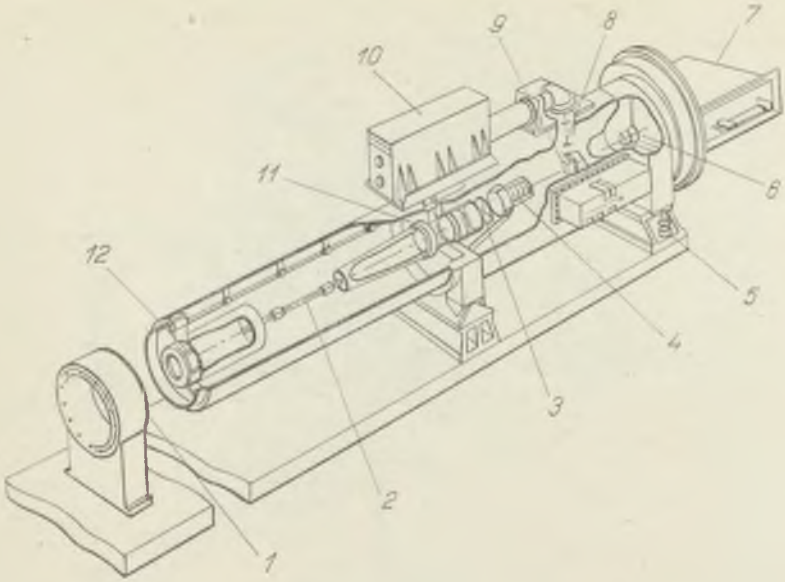
12,7 cm, az egység súlya 110 kp. *Univerzális infravörös spektrométer:* érzékenységi tartomány 0,4—2,7 és 6,2—15,5 μ, 1—4%-os spektrális felbontással. Irányítása optikai képkeresővel történik. A műszer infravörös detektorait gáz alakú héliummal — 196 °C-ig hűtik. *Spektrozonális letapogató egység:* 0,41—2,35 μ és 10,2— 12,5 μ közötti tartományok 13 zónájában dolgozik, 435 km magasságból 80 m-es felbontással, a földfelszín 42 km széles sávjáról készít felvételeket. Súlya 140 kp. *Mikrohullám sugárzás- és magasságmérő:* rádiófrekvenciás tartományban (13,9 GHz) érzékeli a földfelszínről visszaverődő sugárzást. A szárazföld és az óceánok geometriai és hőmérsékleti viszonyainak tanulmányozására szolgál. Parabolikus antennáját rádiómagasságmérési kísérletekhez is fel lehet használni.

2. Orvosi, biológiai kísérletek műszerei: vektorkardiograf, kerékpárpedálos erőmérő, speciálisan állítható forgószék, egyensúlyi mérésekhez; különféle érzékelők, regisztrálók, amelyek az űrhajós fizikai-egészségi állapotát jelzik; biológiai blokkok, a halakkal, pókokkal, legyekkel történő állatkísérletekhez, stb.

3. A *csillagászati műszerek* két csoportra oszthatók, a teleszkópegységben elhelyezett *Nap-megfigyelő távcsövekre* és különálló *asztrofizikai berendezésekre*. A 11,2 t tömegű teleszkópegység 15 percen keresztül 5″-es automatikus stabilizálást tesz lehetővé, felbontóképessége a Nap felületén 1600 km; műszerei a következők: röntgen és UV spektrográf a kromoszféra és a napkorona tanulmányozására; két teleszkóp, amely a színkép H_α vonalában dolgozik (42. ábra); koronográf; 6 spektrumvonalas röntgentávcső, 2,5—20 Å-ig a teljes röntgentartományban működő 10 csatornás berendezés; spektroheliográf, amely a 150—160 Å-ös tartományban készít napfelvételeket; kis sávszélességű spektrográf, a Nap felszín kisebb területeinek fotózására a közeli és középső UV tartományban.

Asztrofizikai célú műszerek: halvány csillagok és a Tejút egy részének UV fotografálására szolgáló spektrográffal ellátott, 35 mm-es kamerával dolgozó tükröstávcső (S—019 kísérlet 43. ábrán: 2); az atmoszféra éjszakai fénylését a látható és az UV tartományban fényképező berendezés; az állatövi fény vizsgálatára fotométer és 16 mm-es kamera; 0,2—12 keV tartományban gyenge röntgenforrások tanulmányozására szolgáló készülék; 1800—3000 Å UV sávban működő, spektrográffal felszerelt 7×9°-os látómezejű távcső, amellyel a csillagokról maximálisan 20 perces expozícióval 7 magnitúdóig lehet felvételeket készíteni.

Ezt az „Atlas" elnevezésű teleszkópot (43. ábra) a francia űrcsillagászati laboratóriumban készítették, a készülék az űrállomáson az egyetlen, amely nem amerikai eredetű. A berendezések a megfigyelések eredményeit filmen rögzítik. A filmkazettákat az űrhajósoknak kell egy-egy űrséta során kicserélniük (ld. 44. és 46 ábrát).

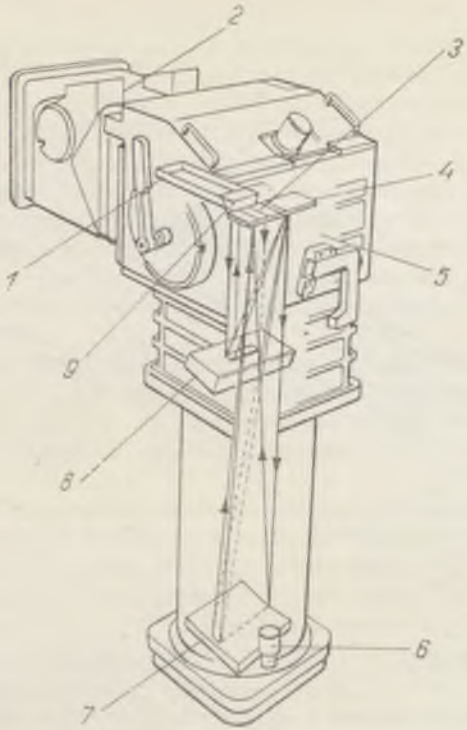


42. ábra. A napmegfigyelésre szolgáló H_α teleszkóp vázlata: 1 — hővédő ablak; 2 — invarból készült elválasztórúd; 3 — mozgatható koordináta hálózattal ellátott szálkereszt; 4 — szűrőrendszer; 5 — szabályozócsavar, 6 — állandó fókusztávolságú objektív; 7 — filmkazetta; 8 — fókuszáló lencserendszer; 9 — sugárnyalábosztó, féligáteresztő tükör; 10 — televíziós felvevővidikon; 11 — főtükör; 12 — segédtükör

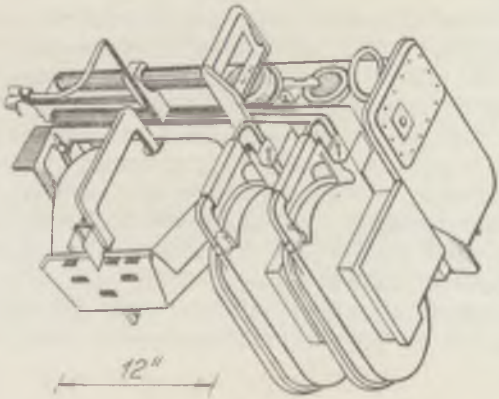
4. A technológiai kísérletek eszköztárát a 45. ábránkon mutatjuk be: ez a berendezés különféle fémek olvasztására, edzésére, ötvözésére, hegesztésére, kristályok növesztésére és ideális gömbök létrehozására szolgál.

A *Skylab-1* kísérletben, 1973. május 14-én indított űrállomás, fellövés közben erősen megrongálódott (41. ábra). Levált róla a meteor- és hővédő-felület (685×672 cm), valamint az állomás-blokk két napelemszárnyának egyike teljesen leszakadt, a másik pedig úgy beszorult, hogy a pályán sem nyílt ki. Ez a baleset veszélyeztetni kezdte az egész program kimenetelét. Az űrrepülés földi irányítói végül is nem a leállítás mellett döntöttek, hanem engedélyezték, hogy az első legénység kísérletet tegyen a fennálló hibák kijavítására.

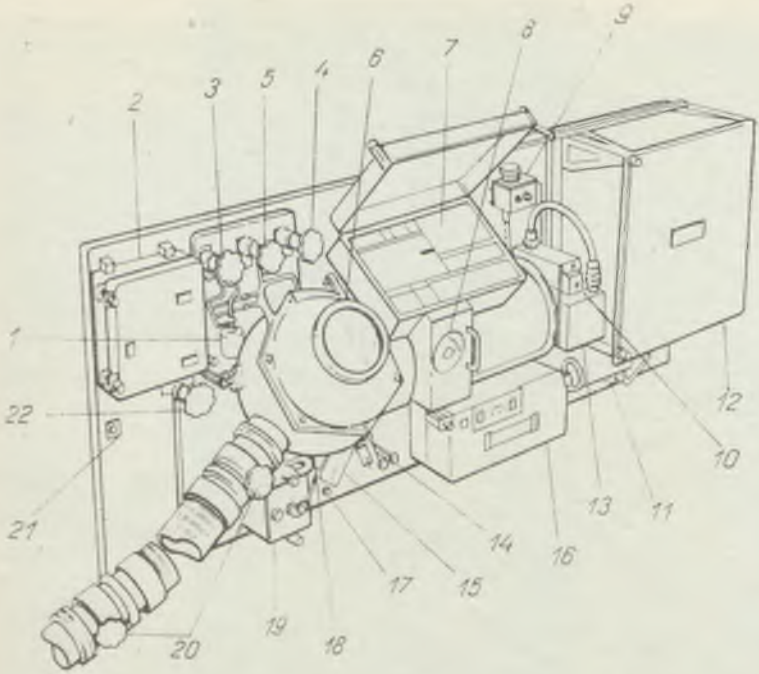
Így az 1973. május 25-én kezdődött *Skylab-2* kísérletben az űrállomás első személyzete *Conrad, Weitz* és *Kerwin* fő feladatául a Skylab rendbetételét kapta. Mivel a hőburkolat nélkül az állomás belső hőmérséklete már az 55 °C-ot is elérte, az űrhajósok első tevékenységükként május 26-án felszerelték az ideiglenes hővédő felületet (48. ábra: zsebkendőszerűen gyűrött, fehér, négyszög



43. ábra. A Skylab francia gyártmányú „Atlas" teleszkópja: 1 — belépőnyilás; 2 — S-019 berendezés tükörrendszere; 3 — lencse rendszer és fotolemez; 4 — síkrács; 5 — spektrográfegység; 6 — kalibráló fényforrás; 7 — gömbtükör; 8 — elliptikus tükör; 9 — síktükör



44. ábra. Segédeszköz a távcsövek kazettacseréjéhez.



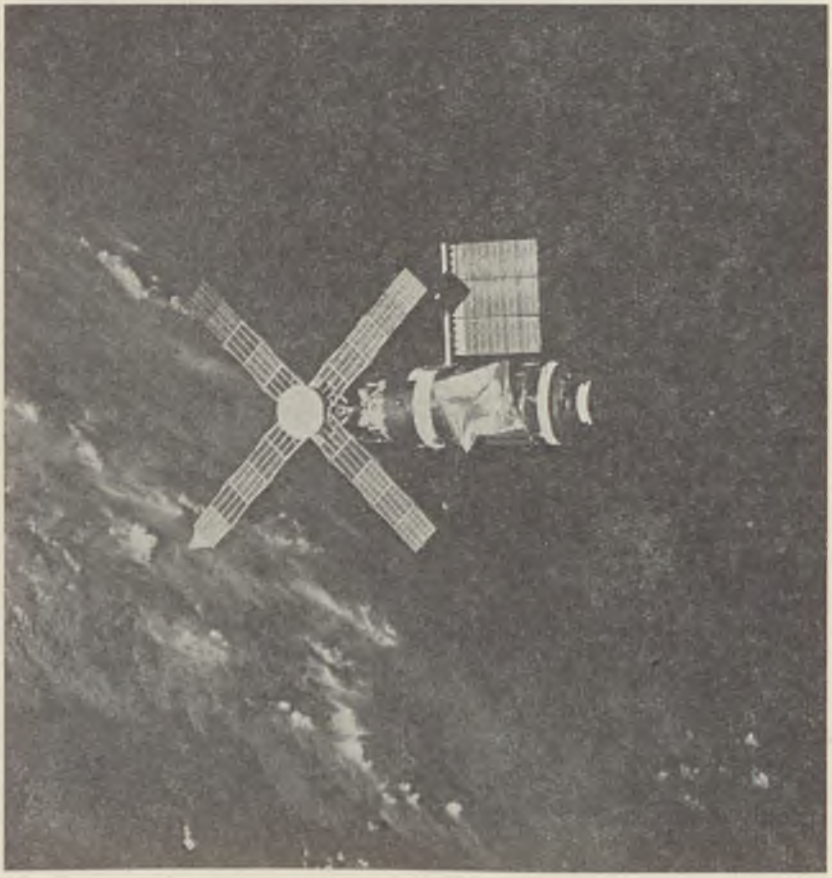
45. ábra. A technológiai kísérletek készülékegysége: 1 — víztartály a fémek edzéséhez; 2 — az olvasztási kísérletekhez használt anyagminták tartálya; 3 — a víztartály csapja; 4 — a munkakamera hermetikusságának megszüntetésére szolgáló csap; 5 — a vízszóró csapja; 6 — munkakamera; 7 — irányítópult; 8 — kameraszelep; 9 — melegítőegység a kristálynövesztéshez; 10 — akkumulátor szabályozó; 11 — fémötvözési blokk; 12 — szerszámtároló szekrény; 13 — akkumulátor; 14 — kábel csatlakozó; 15 — a megvilágító lámpa burkolata; 16 — kristálynövesztő tartály; 17 — fotokameraobjektívek tárolóhelye; 18 — konnektor a porszívó bekapcsolásához; 19 — hegesztő blokk; 20 — elszívócső csapjai; 21 — a gyúlékonysági vizsgálatok mintáinak tárolója; 22 — a rendszer kitisztítását szabályozó csap

46. ábra. Űrséta a teleszkópegység filmkazettáinak cseréjére

47. ábra. A Skylab űrállomás második legénysége

alakú objektum). Többszöri próbálkozás után június 7-én végre kinyitották az állomás-blokk oldalán megmaradt napelemszárnyat. Az asztronauták 28 napos repülésük során 30 242 Nap-felvételt (236 órás megfigyelésen), 8886 földfelszíni képet (11 szeánsz alatt) és 14 km hosszú mágneses adatszalagot készítettek. Szervezetük orvosi megfigyelése alapján, engedélyezték a következő repülést, sőt tartamát az eredeti 56 napról 59 napra emelték — meghosszabbítva és még intenzívebbé téve a fizikai tornagyakorlatokat.

A július 28-án indított *Skylab-3* űrrepülésen *Bean, Lousma* és *Garriott* asztronauták vettek részt, mint az állomás második legénysége. (47. ábra) Kezdetben mindhárom űrhajósnál 4—5 napig tartó, erős, tengeribetegséghez hasonló rosszullét lépett fel. Elmúltával hozzákezdhettek az előzőekben vázolt



48. ábra. A 435 km magasságban keringő Skylab űrállomás az Apolló űrhajóról nézve

kutatási feladatok ellátásához. Általában a második személyzet repülése lényegesen „nyugodtabb" volt, mint az előzőé. Az első hónap leteltével olyannyira hozzászoktak a súlytalansághoz, hogy munkaintenzitásuk lényegesen megnövekedett, a tervbevett 200 óra helyett, mintegy 305 óra asztrofizikai és napfizikai megfigyelést végeztek, 7 600 csillagászati, 14 400 földfelszíni felvételt készítettek és kb. 42 km hosszú mágneses szalagon rögzítették az egyéb mérési adatokat. 62 kísérletet bonyolítottak le, különféle biológiai vizsgálatokat, állat megfigyeléseket végeztek (halak, pókok, legyek stb), valamint kipróbáltak néhány, a súlytalanságban való mozgáshoz használható kisebb rakétarendszert, és az első legénység által kifeszített hővédőt végleges felülettel helyettesítették.

Érdemes összehasonlítani az űrállomás első és második legénységének néhány orvosi adatát: a vörösvérsejtek mennyisége a repülés alatt az első űrhajós csoportnál 15%-al csökkent, a másodiknál csak 13%-al, pedig ők több, mint kétszerannyi ideig voltak súlytalanul. A vörösvérsejtek aktív keletkezése az *első csoportnál* a leszállás után csak a *negyedik héten* indult meg, míg a *második legénységnél* már a földetérést követő *első héten*. A második személyzet négyszer olyan gyorsan érte el a repülés előtti normákat, mint az első, mert már űrrepülésük bizonyos szakaszában szervezetükben stabilizáció következett be, pl. súlyuk nem csökkent tovább, vörösvérsejtjeik száma is ugyanaz maradt. Ezek az igen kedvező tapasztalatok tették lehetővé, hogy a harmadik és egyben utolsó asztronauta csoport repülési idejét az eredeti 56 napról 84 napra emeljék.

A *Skylab-4* kísérletben, 1973. november 16-án az Apollo űrhajó három „újoncot" szállított, *Carr, Pogue* és *Gibson* személyében, az űrállomás fedélzetére. A már „hagyományosnak" számítható Nap-,csillag-, Föld-megfigyelés mellett az űrhajósok három kiemelt feladatot is kaptak: a Kohoutek üstökös filmezését, fényképezését, az űrhajó hűtőrendszerének és egyik radarantennájának megjavítását, valamint fokozottabb orvosi megfigyeléssel, a szervezet súlytalansághoz való alkalmazkodásáról szerzett korábbi, kedvező tapasztalatok alátámasztását.

A 84 napos rekord időtartam alatt az igen aktív, jó munkabírású űrhajósok a terven jóval túlmenő, gazdag megfigyelési anyagot gyűjtöttek össze: mintegy 75 000 csillagászati, kb. 17 000 földfelszíni képet és kb. 45 km hosszú adatgyűjtő magnetofon szalagot készítettek. Az űrhajósok előző társaiknál lényegesen kevesebbet veszítettek testsúlyukból és a földi viszonyokhoz való readaptációjuk gyorsabban történt meg. Tehát véglegesen bebizonyosodott, hogy az emberi szervezet képes hónapokat tölteni a súlytalanság állapotában, sőt alkalmazkodni is tud hozzá.

KANYÓ SÁNDOR

A TEJÚTRENDSZER GÖMBHALMAZAI

Bevezetés

A Tejútrendszer és más csillagrendszerek a csillagok milliárdjainak egy többé-kevésbé bonyolult struktúrájú rendszerbe való tömörülései.

Ennél sokkal egyszerűbb csillagtömörülésekkel is találkozunk magukon a csillagrendszereken belül, melyeket csillaghalmazoknak tekintünk. Ezek olyan szemmel látható csoportosulásai a csillagoknak, melyek szigorú keletkezési és dinamikai összetartozást is mutatnak.

Az utolsó évtizedekben kiderült, hogy a csillagok két alappopulációja — az I. és II. populáció kritériumai — alapján maguk a csillaghalmazok is a fenti két populációs osztályra bonthatók:

galaktikai halmazok: I. populáció
gömbhalmazok: II. populáció

Ez az osztályozás a Tejútrendszer struktúrájának és fejlődésének megismerésében fontos támpontot nyújt.

A csillagfejlődés elméletének kiterebélyesedése ugyancsak nagy fontosságot adott a csillaghalmazoknak, minthogy feltételezhető, hogy ezen dinamikailag összetartozó halmazok ugyanazon anyagból keletkeztek és többé-kevésbé ugyanazon időben. E két plauzibilis feltevés olyan könnyítés az evolúciós vizsgálatoknál, mely kulcsszerepet biztosít ezen objektumoknak általában a csillagfejlődési vizsgálatokban. Ezen kívül a gömbhalmazok a Tejút korára, korai struktúrájára is támpontot nyújtanak, így kozmológiai jelentőségük is nagy; továbbá a galaxisok vizsgálatához is segítséget nyújtanak.

Bebizonyosodott, hogy a gömbhalmazok a törpegalaxisoktól alig különböznek, folytonosnak mondható az átmenet a legkisebb gömbhalmazoktól a legnagyobb elliptikus galaxisokig.

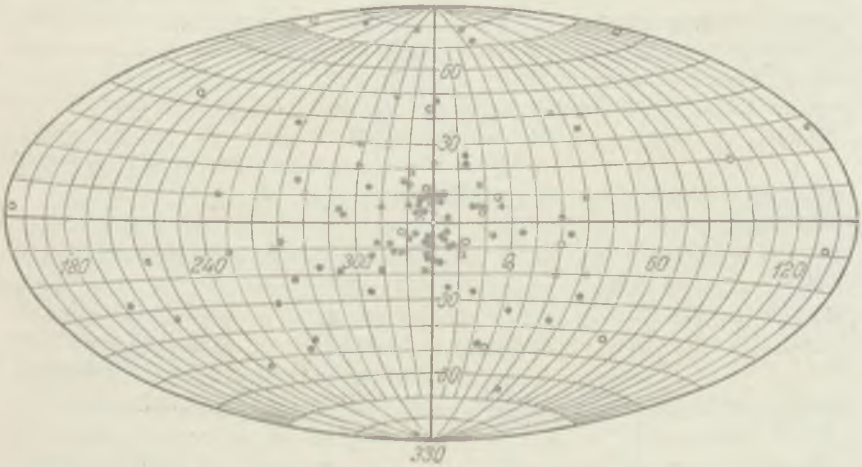
Éppen ezért strukturális és dinamikai vizsgálatuk is sokszor egységes összefüggő alapon történik.

A gömbhalmazok kozmogóniai vizsgálatai is szoros kapcsolatot mutatnak a Tejútrendszer, ill. más csillagrendszerek kozmogóniájával.

I. A gömbhalmazokról általában

A Tejútrendszerhez tartozó ismert gömbhalmazok száma mintegy 120-ra tehető; ebből 1—2 idesorolása bizonytalan. A legtöbb ma ismert halmazt már a XVIII—XIX. században megismerték. A Tejútrendszerhez tartozó valószínű gömbhalmazok számát a kutatók igen tág határok között becslik, aszerint hogy a becsléshez milyen feltételeket használnak. Korábbi becslések $200 < n < 2000$ között mozogtak, jelenleg mértéktartóbbnak tűnik az alsóhatár.

Már *W. Herscheltől* tudjuk, hogy a Tejútrendszerben a halmazok eloszlása aszimmetrikus, erősen koncentrálódnak a déli égi Tejútban a Sagittárius irányában. *H. Shapley,* aki e század elején igen sokat foglalkozott a halmazokkal, mutatta ki, hogy e koncentrációs irány megfelel a Tejút centrumának, mely irányban nyilvánvaló, hogy koncentrálódniok kell a gömbhalmazoknak. A koncentráció mértékétől a galaktikus centrum távolságára lehetett következtetni. (kb. 10 pc.) Egyébként a gömbhalmazok és nyílthalmazok eloszlása élesen különbözik abban, hogy a nyílthalmazok a Tejútrendszer síkjában koncentrálódnak, a gömbhalmazok pedig a teljes Tejútrendszer átmérőjének megfelelő gömbszimmetrikus eloszlást mutatnak. (l. 50. ábra.)



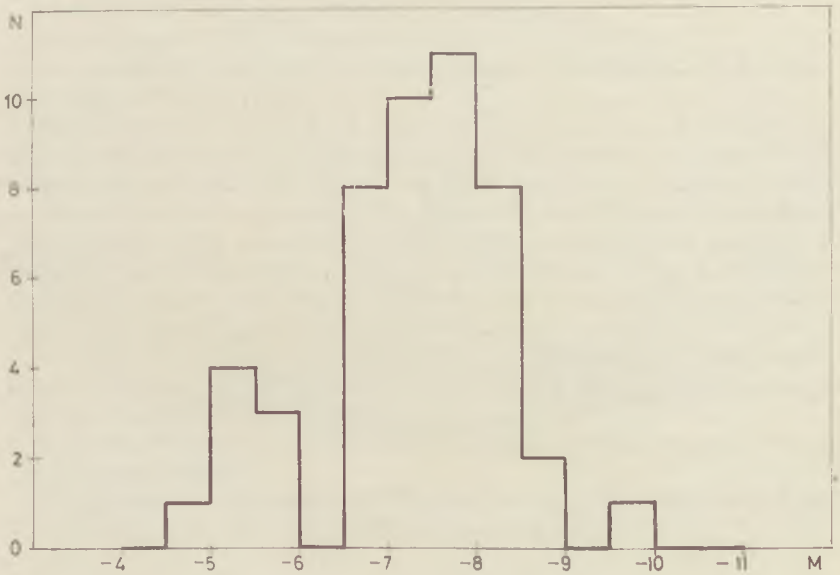
49. ábra.

Tehát kitöltik a Tejútrendszer centrális és halo tartományát is, vagyis olyan magas galaktikai szélességekben is megtalálhatók, ahol másféle objektumok (csillag, gáz, köd, por) alig vannak és nehezen vizsgálhatók. Ezekben az irányokban a gömbhalmazok mint „határőrtüzek" jelzik a Tejútrendszer határait.

A fenti eloszlási kép erős támasza a *W. Baade* féle populációs elméletnek (1944), mely szerint a gömbhalmazok tipikus öreg II. populációs objektumok. Ezt csak tovább erősítik a gömbhalmaz-csillagok erős II. populációs sajátságai. (Populációkról lásd az 1970. évi Csill. Évk. 174. old.) A gömbhalmazok integrált abszolút fényessége elég tág határok között mozog (l. 51. ábra), így nem alkalmas — vagy csak erős megszorításokkal — távolságindikátornak, mint ahogy azt kezdetben gondolták.

A Tejútrendszer gömbhalmazainak abszolút fényessége $M_B \approx -13$ magnitúdóra tehető, mely már megfelel egy törpe elliptikus galaxis abszolút fényességének.

Integrált spektráltípus alapján a gömbhalmazok a galaktikus centrum környékén *GO—G4*, a centrumtól távol *F4—F8* spektráltípus sajátságot mutatnak. Ugyanakkor a galaktikus centrum környékén RR Lyrae változókban szegények és fémtartalmuk elég magas. Vagyis a tipikus II. populációs jellemvonások elmosódnak, elhalványulnak ahogyan közeledünk a Galaktika centruma felé.



50. ábra. Gömbhalmazok abszolút magnitúdó gyakoriság eloszlása.

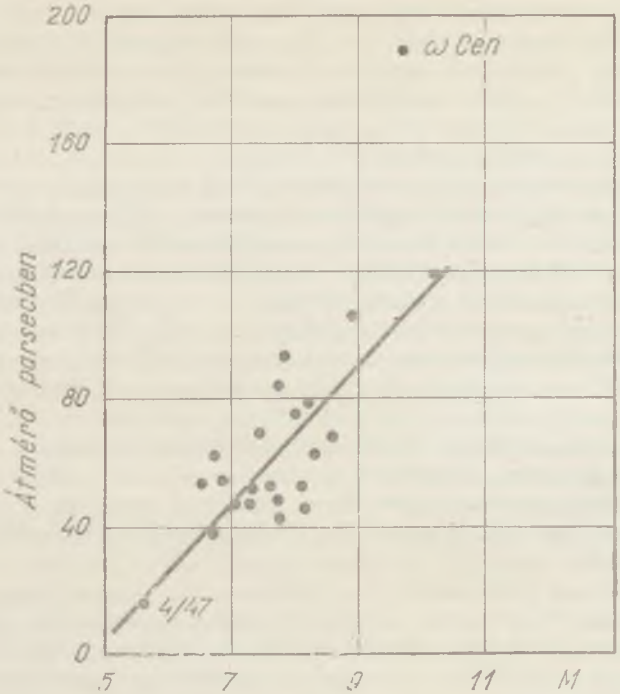
A szelektív fényabszorpció a sok intersztelláris anyaggal bíró Galaktika síkjában különösen erős vörösödést okoz a gömbhalmazok színében is. Ebből következik, hogy a magas galaktikai szélességeken a gömbhalmazok színe kékebb. Korábban éppen az egyes magas galaktikai szélességű gömbhalmazokban lévő csillagokra talált kék felé való színeltolódás szolgált érvül az ilyen irányokban tapasztalható abszorpció hiányának.

Minthogy az intersztelláris abszorpcióval függ össze a látszó extragalaxisok galaktikai szélesség szerinti eloszlása is, nem meglepő, hogy erős korrelációt találtak a galaktikai szélesség szerinti extragalaxis szám növekedés és a gömbhalmazok kék felé tolódása között. A halmazátmérő fontos dinamikai paraméter, mely ugyanakkor több későbbiekben említendő problémától terhes, s így csak egyéb paraméterekkel összefüggésben (mért fényességszázalék, *RR Lyraék* eloszlása) adható meg. A halmazmagok fényessége, mely egyedi csillagokra fel nem bontható mértékben összesűrűsödve kompaktnak látszik, a halmaz összfényességének felét is kiteheti, míg átmérője átlag 2 pc. A halmaz összfényességének 90%-át kitevő belső halmazátmérőt tekintve — így elhagyva az igen bizonytalan méretű 10%-os fényt adó külső „héjat" — ez csak a legnagyobb gömbhalmazokra 100 pc sőt az ω Cent-ra 190 pc. Korábban — akárcsak az integrált magnitúdót — a halmazátmérőt is használták távolság indikátornak.

Kétségtelen a legfényesebb 23 gömbhalmaz absz. magnitúdója és lineáris átmérője korrelációt mutat: a fényesebb halmazok nagyobbak (52. ábra). Azonban az intersztelláris abszorpció és egyéb — az egyértelmű összehasonlítást zavaró — effektusok miatt a lineáris átmérőnek távolságindikátori szerepe csak hozzávetőleges lehet. Ugyanakkor a halmazátmérők a galaktikai centrumtól való távolsággal korrelációt mutatnak. Sok gömbhalmaz alakja nem gömb, hanem ellipszoid. Az ellipticitás mértéke — a mellék és főtengely aránya — igen jelentős is lehet, pl. M19-nél 0,4.

Shapley 37 halmazra végzett vizsgálata szerint az „ellipszoidhalmazok" orientációja a random-szerűtől alig különböztethető meg, némi tendencia van a galaktikus mag felé való orientálódásnak. A halványabb halmazok legtöbbjének nincs mérhető ellipticitása. *Holopov* sűrűségzónákra bontva vizsgálta az orientáció kérdését, s azt találta, hogy a főtengely orientációja a különböző sűrűségzónákra más. Ez nyilvánvaló, a gömbhalmaz belső dinamikai strukturálódására utal, melyről később még szó lesz.

A halmazok tömegét közvetlenül az egyes csillagok sebességdiszperziójából csak két halmazra mérték; M92-re $1{,}1 \cdot 10^5 M_\odot$ míg a 47 Tucanaera $4 \cdot 10\ M_\odot$ adódott. Szokás a csillagok leszámlálásával és a tömeg-fényesség reláció alapján is halmaztömeget mérni, de nyilvánvalóan a csillag leszámlálás pontatlansága miatt (nem látható kis tömegű csillagok, halmazmag kompaktság) ez csak becslés jellegű. Mindenesetre tény, hogy gyakori a százezer naptömegű gömbhalmaz.



51. ábra.

A csillagoknak a centrum felé való koncentráltsága alapján *Shapley* és *Sawyer* 12 osztályba sorolta a gömbhalmazokat. A legerősebben koncentrálódnak a központ felé az I. osztály, és alig látható koncentráció a XII-nél. Ezen osztályozás némi korrelációt mutat a halmaz legfényesebb csillagainak abszolút magnitúdójával. Ez a korreláció lehetőséget ad — az $M\text{-}m = 5 - 5 \log r$ távolsági modulusz alapján — a halmaz távolságának meghatározására, természetesen figyelembe véve az intersztelláris abszorpciót.

A távolságmeghatározásnak ennél is jobb módszere a gömbhalmazok *RR Lyrae* változóinak felhasználása. Az *RR Lyraek* abszolút magnitúdója 0,0—0,7 magnitúdók közti értéknek adódik, amely szórás nem a periódussal korrelációt mutató változás a periódus-fényesség diagramon. Ezen szórás inkább adódik az *RR Lyraek* nem homogén mivoltából. Így az *RR Lyraek* abszolút fényességéből leszármaztatott távolsági érték, *r*, a távolsági modulusz segítségével, 30—50%-os relatív hibát is tartalmaz.

Minthogy a gömbhalmazok a legkülönbözőbb galaktikai hosszúságon megtalálhatók, különösen fontos vizsgálatuknál figyelembe venni az intersztelláris abszorpciót, hiszen a különböző irányokban az abszorpció mértéke is külön-

böző. Így a viszonylagos fényabszorpció is változik, a különböző irányokban, ezért erre korrekciót kell végezni. Szokás a galaktikai szélesség cosecans függvénye szerint figyelembe venni a fényabszorpciót, de tovább bonyolítja a helyzetet a lokális abszorpciós inhomogenitások hatása. Stellárstatisztikai módszerekkel *Kapteyn* féle séma szerint lehet bizonyos eredményeket elérni. Ez feltevéseket igényel a $\varphi(M)$ luminozitási függvényre (a luminozitási függvény: egy adott térrészben a csillagok abszolút magnitúdó szerinti gyakoriság eloszlása).

Az utóbbi években ugyancsak az *RR Lyraek*kel történtek olyan csillagvörösödési vizsgálatok, magasabb galaktikai szélességekben is, ahol nemcsak azt használták ki, hogy ezen változó csillagok abszolút fényességében kicsi a szórás, (ezt a távolsági modulusz meghatározásához használták), hanem azt is, hogy a fénygörbéjük minimumában viszonylag hosszú fázis szakaszon konstans a $(B—V)$ színindexük s a mért színexcesszusuk, $\delta(U—B)$ — amely a fémgazdagsággal arányos — korrelációt mutat a galaktikai szélességgel. Ezt a korrelációt figyelembe véve, a mért színeltolódás a reális intersztelláris abszorpció következményeként vehető figyelembe.

A különböző távolságmeghatározásokból már régebben olyan meglepő eredmények adódtak, hogy egyes gömbhalmazok olyan távoliak, hogy szinte „kilógnak" a Tejútrendszerből, illetve úgy tűnik mintha az intergalaktikus térbe olvadnának. Ezek egyike-másika 100 kpc-nél is távolabb található a Tejútrendszer centrumától. Ez is megerősíti azt a feltevést, hogy a gömbhalmazok átmenetet képeznek a Tejútrendszer környezetébe tartozó törpe galaxisok felé.

II. Gömbhalmazok dinamikája

Az utóbbi évtizedekben a gömbhalmazok sztatikai vizsgálatát mindjobban felváltotta egy dinamikai szemlélet, mely már nem térben és időben elszigetelten vizsgálja ezen objektumokat, hanem térbeli és eredetbeli összefüggésben az egész Tejútrendszerrel, valamint következtetve az időbeli változásokra.

A gömbhalmazok átmenetet képeznek a törpe galaxisok felé. A gömbhalmazok és törpe galaxisok kialakulásának közös jellegű folyamataira több jel utal.

a) Mind a gömbhalmazok, mind a törpe galaxisok idős objektumok.

b) 10^6—$10^7 M_\odot$ — tömegű kiterjedő kozmikus gázban nehéz elgondolni, hogy izolált gravitációs instabilitások lépjenek fel, tehát mindkét objektum ősgázanyagából egyforma fizikai feltételek mellett alakulhattak ki a csillagok.

c) A közbenső méretű rendszerek anya-galaxishoz kötődnek; a Tejútrendszerben mindenképpen.

d) Ezen rendszerek egy igen kiterjedt haloban oszlanak el. Ezért feltehető, hogy a gömbhalmazok és törpe galaxisok egyaránt a Tejútrendszer kialakulása folyamán egy kezdeti fragmentációs folyamat maradványai.

Kinman és *Michie* mintegy ötven gömbhalmaz vizsgálata alapján úgy találta, hogy a gömbhalmazok két alrendszert alkotnak.

Az első alrendszer a galaktikai centrumtól 20—25 kpc-re terjed. A második alrendszer ennél távolabbi területeken található, jellemzője az alacsony centrális koncentráció, nagy effektív rádiusszal, és fémszegény. (E második csoporttal mutatnak rokonságot a törpe galaxisok.) Az első csoport nagymértékű centrális koncentrációt, közepes csillagsűrűséget valamint fémgazdagságot mutat. A két csoportnál a közepes csillagsűrűség és kémiai összetételbeli különbség a protohalmaz gázában lévő különböző fizikai feltételekre utal. Ez korbeli különbségekre is utal, mely szerint a külső csoport lenne az idősebb. A populációs különbség is olyan irányú, hogy a külső csoport az öregebb, tiszta II. populáció.

A halmazok fizikája

A halmazok kinematikájához és dinamikájához néhány alapfogalommal kell megismerkedni. A szabad úthosszat, λ-t a csillagütközéseknél — a gázdinamikában használttal ellentétben úgy definiálta *Chandrasekhar,* hogy a csillag kinetikus energiája négyzetétől függ, minthogy itt a gravitációs távolható „erő" szerepet játszik az ütközésnél. Arra is rámutatott, hogy még az átlag csillag szabad úthossza is hosszabb a gömbhalmaz méreténél, de különösen az átlagnál nagyobb energiájú csillagoké. Így olyan közismert gázdinamikai fogalmak, mint a nyomás vagy folyadék dinamikai egyenlete nem alkalmazható csillagrendszereknél.

A csillagok a pályájuk mentén, folyamatos perturbációt szenvednek, mely fokozatosan változtatja pályájukat. Ez inkább szabadrészecske fizikára emlékeztet, ezért a dinamikai folyamat leírására alkalmazható a *Boltzmann* egyenlet.

Minthogy a szabad úthossz a kinetikus energia négyzetével arányos, így az alacsony energiájú csillagoknak a halmazban rövid a szabad úthossza, így jól elkeveredhetnek. A gömbhalmaz belső tartományaiban a relaxációs idő hosszú, 10^7, 10^8 év nagyságú. Így csak a külső nagy energiájú tartományokra kell figyelni, ahol az eltérés a lehetséges egyensúlytól nagy. Szökési sebességnél a szabad úthossz nagyságrendekkel nagyobb a rendszer méreténél, ezért aligha veszíthet energiát míg kiszökik a rendszerből, így gravitációsan nem csatlakozhat újra vissza a rendszerhez.

Ezért a rendszerhez kötött csillagok *Maxwell—Boltzmann* energiaeloszlási függvénye a szökési energiánál nulla. Ezen feltétel mellett állított fel modelleket *Michie*, illetve *Henon* és elméleti eredményeik jó egyezést mutattak 47 Tucanae gömbhalmaz sűrűség profiljával. A modelleknél általában a *Maxwell—Boltzmann* eloszlás bizonyult legmegfelelőbbnek és a gravitációs potenciált a *Poisson* egyenletből vették.

A legkomplettebb modellek egyikét *Oort* és *van Herk* állította fel; a halmaz

csillagaira elongált pályákat és tömegspektrumot is feltételezve részletes és nagy sikerű leírását tudták adni az *M3*-nak.

Manapság, a nagysebességű számítógépek korszakában lehetővé vált *N*-test problémaként kezelni egy gömbhalmaz csillagait, természetesen ma még erősen korlátozva az *N* csillagszámot. (A számolási idő a gépen N^2-el arányos.)

Aarseth, nagyon gyors számológépen, már $N = 100$ csillaggal számolt. Kezdeti feltétele volt, hogy a sűrűség lineárisan csökken kifelé és a rendszer statisztikus egyensúlyban van, random sebességekkel. Az energiacserék folyamán a centrális tartomány besűrűsödött, néhány kisebb tömegű csillag pedig messze túljutott az *R* halmazhatáron, más, főleg kisebb tömegű csillagok pályája pedig megnyúlt. Persze még nagy hátránya a statisztikus eljárásokkal szemben, hogy ilyen kis rendszerekben a szoros ütközések miatti tömegveszteség mértéke igen kicsiny a reális nagy rendszerekéhez képest.

Halmazokra ható külső erőhatások

Kimutatták, hogy halmazok egymás közötti, vagy halmaz és szomszédos köd egymással való energiacseréje elhanyagolható. A galaktikai erőgradiens árapályhatása azonban szétszakíthatja a rendszert. Főleg *Kinman* vizsgálta ezt a kérdést és megállapította, hogy az árapályerő által korlátozott gömbhalmaz rádiuszát az $R_c \sim R_g\,[M_c/M_g]^{1/3}$ összefüggés mutatja, ahol R_g a Galaktika centrumától való távolság, M_c a halmaz tömege és M_g a Galaktika tömege. A gömbhalmaz belső térségeit — a sűrűség felületi profilokat — vizsgálva megállapították, hogy ezekre a külső árapályerők jelentősen nem hatnak. A gömbhalmazok centruma és felülete közötti közbülső régiókat a csillagpályák típusa határozza meg. A vizsgálatok kimutatták, hogy egy halmazban három tartomány van. A centrum környéki tartományban a csillagpályák random szerűek és az eloszlási függvény közel maxwelli. A közbenső tartományban az ütközések már nem jelentősek, a külső árapályerő pedig még nem erős ahhoz, hogy komoly változást okozzon. Itt a megnyúlt pályák határozzák meg a sűrűséget. A külső tartományt teljesen az árapály erők határozzák meg. Már említettük, hogy találtak sok ellipszoid alakú gömbhalmazt. Ennek oka lehet, hogy a halmaz eredeti impulzusmomentummal rendelkezik, de árapályerő is megnyújthatja a gömbhalmazt. *Lindsay* pl. feltételezi, hogy az ω Centauri jelentős ellipticitását rotáció okozza.

Halmazok csillagpárolgása és evolúciója

Láttuk, hogy az ütközések egyik hatása, hogy elkeveri a csillagok között az energiát és impulzus momentumot. Egy másik hatása, olyan nagy energiájú csillagokat produkál, melyek meg tudnak szökni, „elpárologni".

Korábban átlag csillagra vizsgálták, hogy az ütközések mit eredményeznek a relaxációs időben az energiaeloszlásban. Később kiderült, hogy a kis tömegű

csillagok dinamikájának tanulmányozása új eredményeket ad. Ezen csillagok a keveredés miatt nagy sebességeket kapnak (impulzus csere), de a mindenkori kötött kis tömegű csillagok kinetikus energiája kisebb mint a nagyobb tömegűeké. Minthogy az ütközés az energiakiegyenlítődés irányába hat, a nagyobb tömegű csillagoktól állandó kinetikus energia átáramlás folyik a kisebb tömegűek felé. Ezért ilyen kistömegű csillagokra nagy eltérések adódnak az egyensúlyi eloszlástól: vagyis a *Maxwell* féle eloszlás nem érvényes rájuk

Ezek viselkedését inkább a *Braun* mozgáshoz hasonlóan stochaisztikus folyamatként lehet vizsgálni. A vizsgálatok szerint a relatív szökés mértékét, R_m-et az

$$R_m = \frac{\frac{1}{n_m}\frac{dn_m}{dt}}{\frac{1}{n_{m_o}}\frac{dn_{m_o}}{dt}}$$ összefüggés adja.

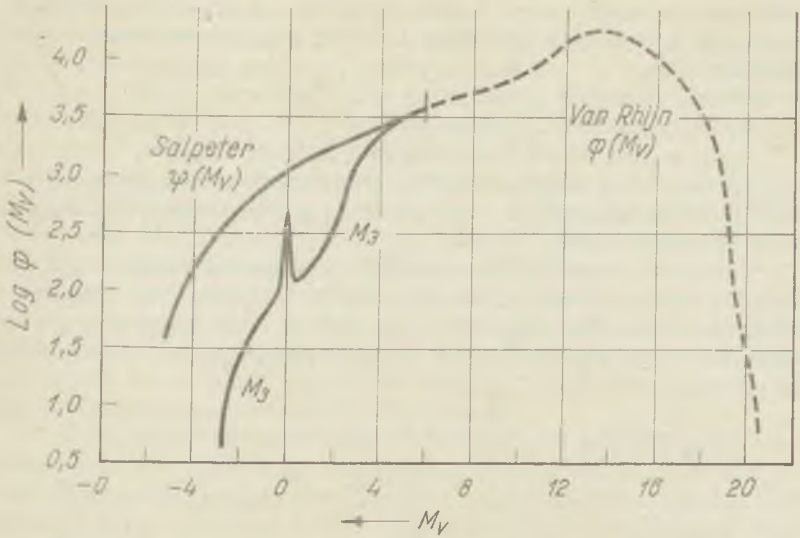
Ahol n_m és n_{m_o} az m tömeg és m_o átlagtömeg térbeli sűrűségei. Itt $m < m_o$.

A fenti megállapítás hatással van a halmaz luminozitási függvény, $\varphi(M)$ halvány végére. (Itt figyelembe kell venni a tömeg-fényesség összefüggést.)

Sandage, Robert, van den Bergh és *Sher* vizsgálatai szerint a galaktikai halmazok luminozitási függvényének halvány vége vagy lapos marad vagy csökken a halovány magnitúdók felé. A csökkenésbe hajlás gyakran a +4 és +6 abszolút magnitúdóknál van, míg a napkörüli csillagok luminozitási függvénye (legkülönbözőbb korú csillagokból összehalmozódva) $M_v = +14$-nél kezd csökkenni. A halmazoknál a kistömegű csillagok megfogyatkozására azok „elpárolgása" alapján — kielégítő magyarázatot kaphatunk. Azonban nyitott kérdés, hogy milyen lehetett a halmazok kezdeti luminozitási függvénye. Tulajdonképpen a jelenlegi luminozitási függvényeket sem ismerjük kellően, mert pl. alig ismerjük a gömbhalmazok főág csillagait, minthogy azok halványabbak a vízszintes és óriás ágnál (l. 53. ábra.) Ezért minden valószínűség szerint a luminozitási függvény halvány szárnya tovább gyarapítható, ha halványabb csillagokat is észlelni tudunk. Ez esetben az a döntő, hogy az adott gömbhalmazra az észlelés magnitúdóküszöbe túl van-e és mennyivel a reális luminozitási függvény tetőpontján.

A dinamikai fejlődése egy gömbhalmaznak röviden a következő. A fejlődés előrehaladtával a teljes tömeg csökken (csillagszökés); a teljes energia kissé negatívabbá válik (a szökés kis pozitív energiát igényel); a külső régiók kiterjednek (a tömegveszteség miatt a gravitációs erő csökken); a mag összehúzódik (általános kontrakció).

A fejlődéssel tehát a fenti tényezők alakítják a gömbhalmaz tömegét, méretét és csillagsűrűségét.



52. ábra.

III. Gömbhalmazok asztrofizikája

A gömbhalmazok fejlődése azonban nemcsak, sőt nem elsősorban stellárdinamikai változások következménye. Sokkal inkább a gömbhalmaz csillagainak fejlődéséből felhalmozódó összfejlődési folyamat. A csillagfejlődésekről ma már sokat tudunk, mégis a fejlődés vizsgálatához szükséges olyan alapvető paraméterek mint a csillagok tömege, fényessége, hőmérséklete, kémiai összetétele — különösen együttesen mindegyik — aligha észlelhető, vizsgálható, így tapasztalati ellenőrzésre alig van lehetőség.

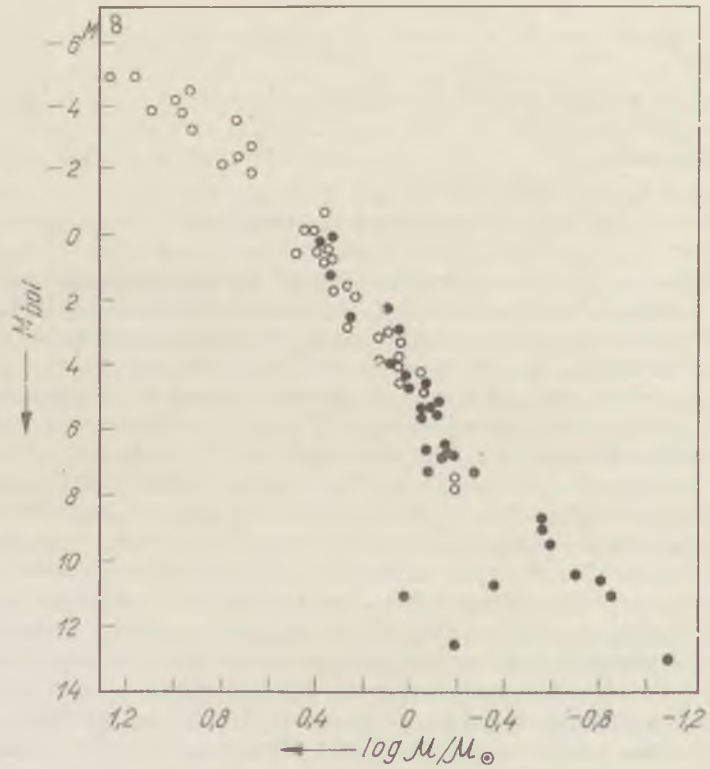
Ezért minden olyan megfigyelési anyag, amely valamely szempontból homogén mintát tud adni a fejlődés bizonyos fázisairól, megszorítást, kiválasztást tesz lehetővé a fenti paraméterekre. Ebből a szempontból a halmazok rendkívül fontos objektumok az univerzális csillagfejlődési vizsgálatok pontosításában, tapasztalati ellenőrzésében. A halmazok esetén megszorító vagy szelekciós tényező az, hogy — különösen gömbhalmazok esetében — az egyes halmazok csillagainak kora lényegében egyforma és azon ködanyag kémiai összetételének valószínű homogén eloszlása folytán, amelyből a csillagok kialakultak, ezek kémiai összetétele is egyforma kell hogy legyen. Minthogy valamely csillag említett paraméterei (ezek közül is elsősorban a tömeg) egyértelműen meghatározzák a csillag korát, így a kor ismerete egy paramétert ad, míg a másik adott paraméter a kémiai összetétel.

Most nézzük meg, milyen fontos tapasztalati összefüggések találhatók a csillagok fent említett paraméterei között. Vizsgálatunk szempontjából három emelhető ki.

1. Tömeg — fényesség reláció
2. Halmazok luminozitási függvénye
3. Hertsprung—Russel vagy szín-fényesség diagram

1. Úgy tűnik a tömeg-fényesség reláció (l. 54. ábra) nem annyira fejlődésre érzékeny reláció, mint inkább a mindenkori szigorú csillagdinamikai egyensúlyt kifejező összefüggés.

2. A halmazok luminozitási függvénye (l. 53. ábra) már rendkívül fontos és jellemző összefüggés; tulajdonképpen fejlődési izofotoknak lehet tekinteni a halmaz luminozitási függvényeket, melyek talán a H—R diagramoknál pontosabb képet tudnának adni a fejlődésről, minthogy a $\varphi(M)$ luminozitási függ-



53. ábra.

vény elméletileg is két dimenziós. Ugyanis egyrészt az összes csillag fejlődési paraméterek közül a tömegre legérzékenyebb a csillagfejlődés (elméleti és megfigyelési tapasztalatok alapján) s a $\varphi(M)$ esetén éppen ezt a görbét vizsgáljuk, minthogy a tömeg—fényesség reláció egyértelmű megfeleltetést ad. Másrészt egy adott gömbhalmazra, a kor és kémiai összetétel konstans, így a másik két paramétertől meghatározott konstans görbét kell hogy kapjunk.

A H—R diagram tulajdonképpen három dimenziós, ahol a tömeg függés a különböző diagramágakban jut kifejezésre, amelyet különböző, a kémia összetételtől (fémtartalom) függő finomstruktúrák bonyolítanak tovább, mely már nem egyértelműen fejlődési effektus következménye.

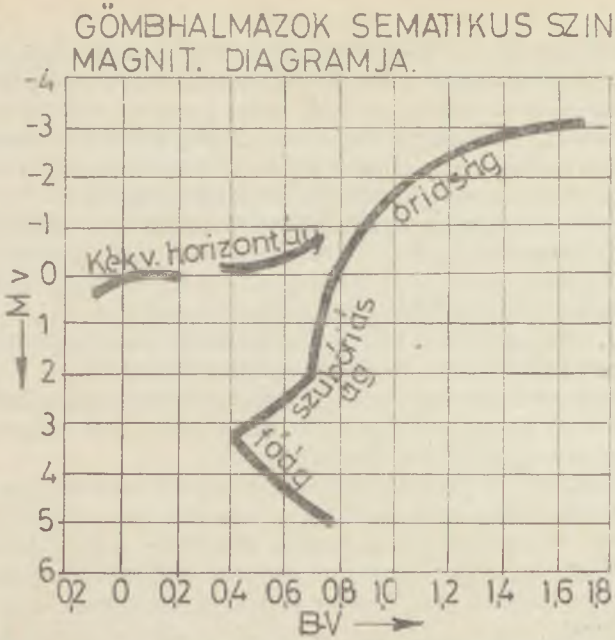
Sajnos — mint már említettük — nehéz meghatározni a luminozitási függvényt a gömbhalmazokra, ill. a gyenge magnitúdó végnek nagy a bizonytalansága. Másrészt a halmaz dinamikában említett „Párolgási effektusra" korrekciót kellene venni, ha különböző korú halmazok luminozitási függvényét mint fejlődési izofotokat próbálnánk összehasonlítani.

3. A csillagok H—R vagy szín-fényesség diagramja valamely csillagcsoport csillagainak két legfontosabb paramétere (abszolút fényesség és spektrum illetve felületi hőmérséklet) mért empirikus összefüggés, mely a csillagcsoport típusától függő struktúrát mutat. Alapvetően megkülönböztetünk főágat, óriságat és horizontális ágat. Ezeken az ágakon helyezkedik el a csillagok zöme (55. ábra).

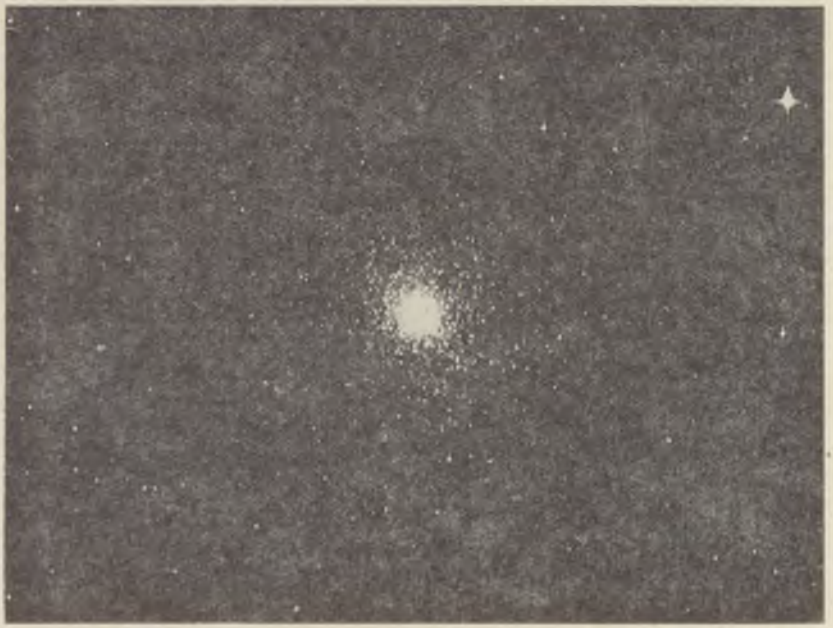
Jelenlegi csillagfejlődési ismereteink szerint a fiatal csillagok kialakulásukkor a tömegüknek megfelelő helyet foglalják el az úgynevezett zéró korú főágon. A csillagmagban történő (*H*) hidrogénnek (*He*) héliummá való elégése után a csillag gyors változással elfejlődik a főágról az óriságra (a csillag felfúvódik) és beindul a *He* égés. Ez a csillag életében végbemenő igen fontos epizód a csillag tömegétől függően, a csillag kifejlődésétől (a termonukleáris reakció beindulásától) számítva más-más korban történik. A halmazokról említettük már, hogy egykorú csillagokból állnak, ezért a halmaz korának megfelelően éppen bizonyos tömegű csillagok kezdenek éppen elfejlődni a főágról. Ezt különösen jól lehet tanulmányozni a galaktikai halmazoknál, ahol a halmazok korának megfelelően a főág más-más helyén van a fordulópont. E ponttól balra teljesen kiürült a főág, mert a nagyobb tömegű csillagok átcsúsztak az óriságra. A kiürülés a főágon fentről lefelé jobbra halad tehát, azonban nem egyenletesen, vagyis a nagyobb tömegű csillagok szakaszán gyorsabb.

A kiürülés üteme végül annyira lelassul, hogy olyan öreg objektumoknál, mint a gömbhalmazok, csak a kistömegű (halvány) csillagok tartózkodnak még a főágon egy rövid szakaszon és ugyanakkor egy igen fejlett óriság található. A gömbhalmazok kurta főága kezdetben nem is volt ismeretes. Csak amikor már +18 magnitúdó alatti csillagokat is mérték, (kb. 20 éve) váltak ismertté egypár halmazra a főágak.

Jelenleg legalaposabban az *M3*, *M13*, *M15* és *M92* gömbhalmazok főágai ismertek, s ez lehetővé teszi a terminációs pontok (fordulópontok) pontos meg-



54. ábra. Gömbhalmazok sematikus szín-magnitúdó diagramja.



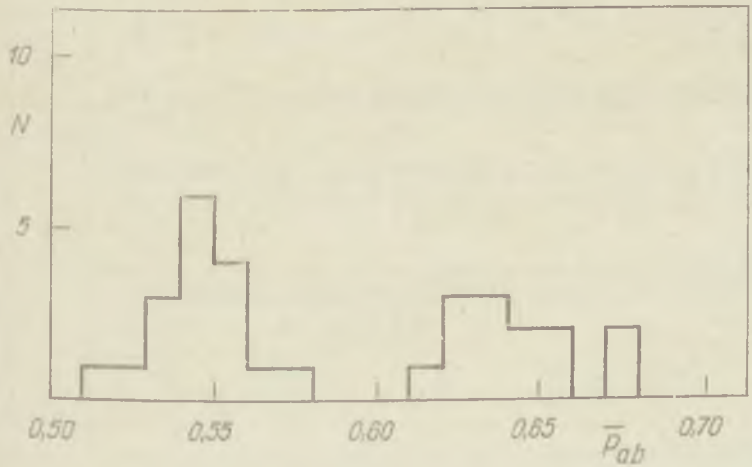
55. ábra. Az M15 gömbhalmaz.

határozását, ezzel együtt a halmaz korának a meghatározását. Minthogy a gömbhalmazok a Tejútrendszer legidősebb objektumai, valószínű a Tejútrendszer kezdeti kialakulásával egyidősek, ezért magáról a Tejútrendszer koráról informálódhatunk ily módon. Ez az empirikus érték tehát fontos kozmológiai támpont is. Ezt a fenti négy gömbhalmazból adódó pontosabb mérések alapján $10 \cdot 10^9$ évnek találtak.

Egyébként a gömbhalmazok korban nem igen különböznek egymástól. Igaz, az ilyen mérés nem könnyű, mert különböző távolságban lévő és különböző intersztelláris abszorpciót szenvedő gömbhalmazokat csak úgy lehet összehasonlítani, ha van legalább egy biztos pont a *H—R* diagramon, amely változatlan mindegyiken. Szerencsére van ilyen, mégpedig az úgynevezett Hertzsprung rés. Ez a gömbhalmazok horizontális ágán egy igen szűk rés, melyben soha más csillag nem tartózkodik, csak a gömbhalmazok legfontosabb változói, az *RR Lyrae* csillagok. Ezek adják a gömbhalmazokban található változók 90%-át, s miután elég fényesek, jól észlelhetők és fontos jellemzői a gömbhalmazoknak.

Az *RR Lyraek* tehát a *H*-résben sűrűsödnek, ugyanakkor semmilyen más csillag itt nem található. Ha tehát a gömbhalmazok *H—R* diagramjának *H*-rését egymásra helyezzük, pontos összehasonlítást végezhetünk pl. a terminációs pontokra stb.

Az *RR Lyrae* változó csillagok két csoportja ismert az *(a,b)* és *c* csoport, melyek főleg fénygörbéjük alakjában különböznek egymástól. Mindkét típus megtalálható a gömbhalmazokban, azonban az $n_c/n_{a,b}$ arány változik a különböző gömbhalmazokra. Ezen kívül az 57. ábra mutatja a $P_{a,b}$ periódus-



56. ábra.

gyakoriság görbét s azt látjuk, hogy két nagyobb csoportba tömörülnek; $P_{a,b} < 0^d,6$ (I. típus) és $P_{a,b} > 0^d,6$ (II. típus).

A különböző gömbhalmazok vagy az I. vagy a II. típusú *RR Lyrae*-ket tömörítik.

Korábban feltételezték, hogy az instabilitási zónába (*H*-rés) az *RR Lyrae*k egyik irányból a másik irányba fejlődnek úgy, hogy közben periódusuk változik. Budapesti és más *O—C* vizsgálatok megmutatták, hogy semmi határozott irányú szekuláris változás nem tapasztalható az *RR Lyrae*k periódusán.

Ma már elméleti meggondolások is oda vezettek, hogy a horizontális ágon a csillagok fejlődési vonalai mindkét irányba lehetségesek.

Az *RR Lyrae*k periódus gyakorisága mint — szignifikáns paramétere a gömbhalmazoknak — azonban fontos szerepet játszik olyannyira, hogy egyes asztrofizikai gömbhalmaz csillag modellekben mint alapvető paramétereket használják a $P_{a,b}$-t és $n_c/n_{a,b}$-t.

táblázat. Gömbhalmazok katalógusa

NGC	Név	α 1950	δ	λ 1900	β	Konc.	Lát. átm.	Int. mag.	Sp. tip.	Szín	Rad. seb.	Mag. 25 f. csi.	L. mod.	Absz. korr.	D kpc.
104	47 Tuc	00h21m9	—72°21′	272°	—45′	III	44′	4,68				13,44	14,5	,35	6,6
288		50,2	—26 52	154	—88	X	12,4	8,96		—,08		14,80	15,7	,25	12,0
362	Δ 62	01 00,6	—71 07	268	—47	III	17,7	8,0				14,12	15,7	,34	12,0
1261		03 10,9	—55 25	236	—52	II	4,0	9,5							
Pal 1		25,7	+79 28	97	+20	XII	1,3					19			
Pal 2		04 43,1	+31 23	137	—9	IX	1,7								
1841		52,5	—84 05	264	—30		2,4	12,2							
1851	Δ508	05 12,4	—40 05	211	—34	II	11,5	7,72	*dF* 5		+291				
1904	M 79	22,2	—24 34	195	—28	V	7,8	8,39	*dF*3		+231	15,29	16,3	,00	17,3
2158		06 04,4	+24 06	154	+3		7,5	11,8				15,32	15,8		
2298		47,2	—35 57	213	—15	VI	4,2	10,48	*F* 8		+64				
2419		07 34,8	+39 00	148	+27	II	6,2	11,51	*F* 5	—,17	+14	17,84	18,8	,55	57,5
2808		09 10,9	—64 39	250	—11	I	18,8	7,8				14,9	16,2	1,8	7,6
Pal 3		10 03,0	+00 18	209	+43	XII	2,2								
3201	Δ445	15,5	—46 09	245	+09	X	29,3	8,8					15,08	2,2	3,8
Russ		52,0	+40 44	143	+64		1,3	15,0				18	20,9	,33	130
Pal 4		11 26,6	+29 15	170	+73	XII	2,5	14,4				19,90	20,5	,00	125
4147		12 07,6	+18 49	224	+78	VI:	4,1	11,01	*A* 5	—,07	+191	16,58	17,06	,00	25,7
4372		23,0	—72 24	268	—10	XII	19,8	9,1							
4590	M 68	36,8	—26 29	268	+37	X	9,8	9,12	*A* 6		—116	14,80	16,1	,42	13,8
4833		56,0	—70 36	271	—08	VIII	12,7	8,5					15,65	2,4	4,4
5024	M 53	13 10,5	+18 26	306	+79	V	14,4	8,68	*A 8n*	—,08	—112	15,07	16,7	,26	19,1
5053		13,9	+17 57	308	+78	XI	8,9	10,9				15,6	16,4	,26	16,6
5139	ω Cen	23,8	—47 03	277	+15	VIII	65,4	4,25					14,65	1,3	4,6
5272	M 3	39,9	+28 38	07	+77	VI	18,6	7,21	*dF* 2	—,05	—150	14,23	15,7	,26	12,0
5286	Δ388	43,0	—51 07	280	+10	V	13,6	9,5							
5466		14 03,2	+28 46	08	+72	XII	9,2	10,39		—,05		15,72	16,4	,26	16,6
5634		27,0	—05 45	311	+48	IV	3,7	10,8	*F* 4	—,07	—63	16,32	17,1	,34	22,9
5694		36,7	—26 19	299	+29	VII	2,2	10,87	*A* 9	—,07	—187	16,79	17,7	,52	27,5
14499		52,7	—82 02	275	—21	XI	6,2	11,6							

3. táblázat. Gömbhalmazok katalógusa

NGC	Név	α 1950	δ	λ 1900	β	Konc.	Lát. átm.	Int. mag.	Sp. tip.	Szín	Rad. seb.	Mag. 25 f. csl.	L. mod.	Absz. korr.	D kpc.
5824		15 00,9	—32 53	300	—21	I	3,7	10,08	*dF* 5	—,05	—58				
Pal 5		13,5	+00 05	329	+44	XII	10,3					16,90	17,22	,00	27,8
5897		14,5	—20 50	311	+29	XI	8,7	9,61		—,05		15,26	16,2	,52	13,8
5904	M 5	16,0	+02 16	332	+46	V	19,9	7,04	*dF* 7	—,05	+45	13,97	15,2	,35	9,1
5927		24,5	—50 29	294	+04	VIII	12,0	9,7							
5946		31,8	—50 30	295	+03	IX	2,6	11,0							
5986	Δ552	42,8	—37 37	305	+13	VII	6,0	8,72	*G* 0	—,02	+2				
6093	M 80	16 14,1	—22 52	321	+18	II	5,1	8,39	*dF* 4	—,02	+18	14,88	16,05	0,9	10,5
6101		20,0	—72 06	285	—17	X	14,6	10,2							
6121	M 4	20,6	—26 24	319	+15	IX	22,8	7,41		+,05		13,11	13,97	1,9	2,5
6139		24,3	—38 44	310	+06	II	2,6	10,4		—,15					
6144		24,2	—25 56	320	+14	XI	6,2	10,85		—,01		15,76	16,0	1,3	8,7
6171		29,7	—12 57	331	+22	X	7,8	10,10	*G* 2	—,18	—147	15,5	16,2	,67	12,6
6205	M 13	39,9	+36 33	26	+40	V	23,2	6,78	*dF* 2	—,03	—228	13,75	14,8	,39	7,6
6218	M 12	44,6	—01 52	343	+25	IX	12,2	7,95	*F* 7	,00	+36	13,97	15,2	,59	8,3
6229		45,6	+47 37	40	+39	IV	3,8	10,26	*dF* 6	—,04	—150	16,18	17,7	,40	28,8
6235		50,4	—22 06	327	+12	X	1,9	10,8		,00		16,24	17,13	1,1	15,9
6254	M 10	54 5	—04 02	343	+22	VII	12,2	7,64	*G* 0	+,03	+73	14,06	15,2	,67	7,9
6266	M 62	58,1	—30 03	321	+06	IV	6,3	8,16	*F* 8	+,08	—81	15,87	16,74	2,4	7,2
6273	M 19	59,5	—26 11	325	+08	VIII	5,3	8,29	*F* 5	+,04	+102	14,80	15,95	2,0	6,2
6284		17 01,5	—24 41	326	+09	IX:	2,7	10,61	*F* 8	,00	+22	16,06	17,26	1,1	17,4
6287		02,1	—22 38	328	+10	VII	2,7	11,24		+,12		16,08	17,28	2,9	7,6
6293		07,1	—26 30	325	+07	IV	3,5	9,38	*F* 5	—,01	—73	15,39	16,69	1,3	12,0
6304		11,4	—29 24	324	+04	VI	3,8	9,82	*G* 5	+,18	—98				
6316		13,4	—28 05	325	+04	III	2,4	10,10		+,15					
6325		15,0	—23 42	329	+07	IV:	1,6	12,66		+,16					
6333	M 9	16,2	—18 28	333	+09	VIII	5,5	8,92	*F* 2	+,06	+224	15,50	16,39	2,4	6,3
6341	M 92	15,6	+43 12	35	+34	IV	12,2	7,30	*A* 5*n*	—,09	—118	13,86	15,2	,45	8,7
6342		18,2	—19 32	333	+08	IV	1,3	11,35		+,18					
6352		17^h21^m6	—48°26′	309°	—08	XI:	8,9′	9,1							

3. táblázat. Gömbhalmazok katalógusa

NGC	Név	α 1950	δ	λ 1900	β	Konc.	Lát. átm.	Int. mag.	Sp. tip.	Szín	Rad. seb.	Mag. 25 f. cs.	L. mod.	Absz. korr.	D kpc.
6355		20,9	—26 19	327	+04		1:	9,6							
6356		20,7	—17 46	334	+09	II	3,5	9,68	*G* 5	+,11	+31	16,38	17,2	2,8	7,6
HP		24,9	—29 57	325	+0,1	IX	1,3								
6362	Δ 225	26,6	—67 01	293	—18	X	8,5	8,3							
6366		25,1	—05 02	346	+15	XI	5,8	12,1		+,25		15,78	16,25	4,7	2,0
6380		31,9	—39 02	318	—05										
6388		32,6	—44 43	313	—08	III	6,8	8,7							
6397	Δ 366	36,8	—53 39	306	—13	IX	19:	7,3				12,61	13,0	1,5	2,0
6401		35,6	—23 53	331	+03		1								
6402	M 14	35,0	—03 15	349	+13	VIII	6,7	9,44	*G* 0	+,11	—131	15,44	16,72	2,9	5,8
Pal 6		40,6	—26 12	330	0	XI	1,8					20			
6426		42,4	+03 12	356	+15	IX	2,2	12,33		+,04					
6440		45,9	—20 21	335	+02	V	1,7	12,05	*G* 5	+,37	—133				
6441		46,8	—37 02	321	—06	III	3,0	8,93	*G* 2	+,14	—70				
6453		48,0	—34 37	323	—05	IV	3,6	11,4		+,10					
6496		55,5	—44 13	316	—11	XII	12,7	10,3							
6517		59,1	—08 57	347	+05	IV	1,0	12,90		+,30					
6522		18 00,4	—30 02	329	—05	VI	1,5	10,40	*F* 8	+,14			17,77	3,1	8,7
6528		0,16	—30 04	328	—06	V	1,2	11,04		+,22					
6535		01,3	—00 18	355	+09	XI:	1,3	11,9		,00		15,97	16,88	1,1	14,5
6539		02,1	—07 35	349	+05	X	3,5	12,39		+,41					
6541	Δ 473	04,4	—43 44	317	—12	III	23,2	7,9				13,35	14,67	1,6	4,2
6544		04,3	—25 01	334	—04		1:		*G* 1		—12				
6553		06,3	—25 56	333	—04	XI	3,2	10,20		+,36					
6558		07,0	—31 47	328	—07										
I 1276		08,0	—07 14	349	+04	XII	6,0					18			
6569		10,4	—31 50	328	—08	VIII	2,2	10,63		+,15					
6584	Δ 376	14,6	—52 14	310	—18	VIII	9,7	9,4							
6624		20,5	—30 23	330	—09	VI	2,7	9,53	*G* 2	+,07	+69				
6626	M 28	21,5	—24 54	335	—07	IV	15,0	8,48	*F* 9	+,09	+1	14,73	15,62	2,6	4,0

3. táblázat Gömbhalmazok katalógusa

NGC	Név	α 1950 δ	λ 1900 β	Konc.	Lát. átm.	Int. mag.	Sp. tip.	Szín	Rad. seb.	Mag. 25 f. csi.	L. mod.	Absz. korr.	D kpc.
6637	M 69	28,1 —32 23	329 —12	V	3,8	8,94	*G* 5	+,12	+95				
6638		27,9 —25 32	336 —09	VI	2,2	10,24	*G* 2	+,06	—14	16,22			
6642		28,4 —23 30	338 —07		0,8	10,3							
6652		32,5 —33 02	329 —13	VI:	2,3	9,86	*G* 2	+,05	—124				
6656	M 22	33,3 —23 58	337 —09	VII	17,0	6,48	*F* 6	+,03	—148	12,93	14,15	1,8	3,0
Pal 8		38,5 —19 52	342 —08	X	1,6					19			
6681	M 70	40,0 —32 21	330 —14	V	4,1	8,95	*G* 2	—,04	+198				
6712		50,3 —08 47	353 —06	IX:	4,2	9,98	*G* 2	+,11	—131	15,35	16,48	2,7	5,8
6715	M 54	52,0 —30 32	333 —16	III	5,5	8,74	*F* 7	+,01	+107		17,4	1,4	15,9
6717		52,1 —22 47	341 —12	VIII	2,6					16			
6723	Δ 573	56,2 —36 42	328 —19	VII	7,5	7,75	*G* 3	—,06	—3	14,20	15,34	0,2	10,5
6752	Δ 295	19 06,4 —60 04	304 —27	VI	41,9	7,2				13,26	14,2	0,55	5,2
6760		08,6 +00 57	04 —05	IX:	2,4	11,25		+,30		16,77	17,45	5,4	2,6
6779	M 56	14,6 +30 05	30 +08	X	5,0	9,55	*F* 5	—,04	—154	15,31	16,3	0,7	13,2
Pal 10		16,0 +18 28	20 +01	XII	3,1					20			
6809	M 55	36,9 —31 03	337 —25	XI	14,8	7,08		—,09		13,58	14,5	0,59	6,0
Pal 11		42,6 —08 09	0 —17	XI	2,8					17			
6838	M 71	51,5 +18 39	24 —06		6,1	8,3	*G* 2		—80	14,82	14,6	1,6	4,0
6864	M 75	20 03,2 —22 04	348 —27	I	4,6	9,50	*G* 1	+,01	—222	17,06	18,1	,55	31,6
6934		31,7 +07 14	20 —20	VIII	6,2	10,01	*F* 9	—,04	—360	15,78	16,9	,73	17,4
6981	M 72	50,7 —12 44	03 —34	IX	5,1	10,24	*G* 2	—,04	—255	15,86	17,0	,45	20,0
7006		59,1 +16 00	32 —20	I	2,2	11,45	*F* 1	—,07	—348	17,1	18,8	,73	41,7
7078	M 15	21 27,6 +11 57	33 —28	IV	12,3	7,33	*d F* 0	—,08	—114	14,31	15,9	,53	12,0
7089	M 2	30,9 —01 03	22 —37	II	11,7	7,30	*d F* 0	—,06	—3	14,61	16,2	,42	14,5
7099	M 30	37,5 —23 25	355 —48	V	8,9	8,58	*A* 7 *n*	—,11	—164	14,63	15,54	,34	11,0
Pal 12		43,7 —21 28	359 —49	XII	2,1					17			
Pal 13		23 04,2 +12 28	57 —43	XII	4,0					19	18,0	,37	33,6
7492		05,7 —15 54	22 —65	XII	4,3	12,33		—,20		16,82	17,9	,28	33,3
104	47 Tuc	00^{h}21^m,9 —72°21′	272° —45′	III	44′	4,68				13,44	14,5	,35	6,6
288		50,2 —26 52	154 —88	X	12,4	8,96		—,08		14,80	15,7	,25	12,0

3. táblázat Gömbhalmazok katalógusa

NGC	Név	α 1950	δ	λ 1900	β	Konc.	Lát. átm.	Int. mag.	Sp. tip.	Szín	Rad. seb.	Mag. 25 f. csi.	L. mod.	Absz. korr.	D kpc.
362	Δ 62	01 00,6	—71 07	268	—47	III	17,7	8,0				14,12	15,7	,34	12,0
1261		03 10,9	—55 25	236	—52	II	4,0	9,5							
Pal 1		25,7	+79 28	97	+20	XII	1,3					19			
Pal 2		04 43,1	+31 23	137	—9	IX	1,7								
1841		52,5	—84 05	264	—30		2,4	12,2							
1851	Δ 508	05 12,4	—40 05	211	—34	II	11,5	7,72	*dF* 5		+291				
1904	M 79	22,2	—24 34	195	—28	V	7,8	8,39	*dF* 3		+231	15,29	16,3	,00	17,3
2158		06 04,4	+24 06	154	+3		7,5	11,8				15,32	15,8		
2298		47,2	—35 57	213	—15	VI	4,2	10,48	*F* 8		+64				
2419		07 34,8	+39 00	148	+27	II	6,2	11,51	*F* 5	—,17	+14	17,84	18,8	,55	57,5
2808		09 10,9	—64 39	250	—11	I	18,8	7,8				14,9	16,2	1,8	7,6
Pal 3		10 03,0	+00 18	209	+43	XII	2,2								
3201	Δ 445	15,5	—46 09	245	+09	X	29,3	8,8					15,08	2,2	3,8
Russ		52,0	+40 44	143	+64		1,3	15,0				18	20,9	,33	130
Pal		11 26,6	+29 15	170	+73	XII	2,5	14,4				19,90	20,5	,00	125
4147		12 07,6	+18 49	224	+78	VI:	4,1	11,01	*A* 5	—,07	+191	16,58	17,06	,00	25,7
4372		23,0	—72 24	268	—10	XII	19,8	9,1							
4590	M 68	36,8	—26 29	268	+37	X	9,8	9,12	*A* 6		—116	14,80	16,1	,42	13,8
4833		56,0	—70 36	271	—08	VIII	12,7	8,5					15,65	2,4	4,4
5024	M 53	13 10,5	+18 26	306	+79	V	14,4	8,68	*A* 8 *n*	—,08	—112	15,07	16,7	,26	19,1
5053		13,9	+17 57	308	+78	XI	8,9	10,9				15,6	16,4	,26	16,6
5139	ωCen	23,8	—47 03	277	+15	VIII	65,4	4,25					14,65	1,3	4,6
5272	M 3	39,9	+28 38	07	+77	VI	18,6	7,21	*dF* 2	—,05	—150	14,23	15,7	,26	12,0
5286	Δ 388	43,0	—51 07	280	+10	V	13,6	9,5							
5466		14 03,2	+28 46	08	+72	XII	9,2	10,39		—,05		15,72	16,4	,26	16,6
5634		27,0	—05 45	311	+48	IV	3,7	10,8	*F* 4	—,07	—63	16,32	17,1	,34	22,9
5694		36,7	—26 19	299	+29	VII	2,2	10,87	*A* 9	—,07	—187	16,79	17,7	,52	27,5
I4499		52,7	—82 02	275	—21	XI	6,2	11,6							
5824		15 00,9	—32 53	300	+21	I	3,7	10,08	*dF* 5	—,05	—58				
Pal 5		13,5	+00 05	329	+44	XII	10,3					16,90	17,22	,00	27,8

3. táblázat Gömbhalmazok katalógusa

NGC	Név	α 1950	δ	λ 1900	β	Konc.	Lát. átm.	Int. mag.	Sp. tip.	Szín	Rad. seb.	Mag. 25 f. csi.	L. mod.	Absz. korr.	D kpc.
5897		14,5	—20 50	311	+29	XI	8,7	9,61		—,05		15,26	16,2	,52	13,8
5904	M 5	16,0	+02 16	332	+46	V	19,9	7,04	*dF* 7	—,05	+45	13,97	15,2	,35	9,1
5927		24,5	—50 29	294	+04	VIII	12,0	9,7							
5946		31,8	—50 30	295	+03	IX	2,6	11,0							
5986	Δ 552	42,8	—37 37	305	+13	VII	6,0	8,72	*G* 0	—,02	+2				
6093	M 80	16 14,1	—22 52	321	+18	II	5,1	8,39	*dF* 4	—,02	+18	14,88	16,05	0,9	10,5
6101		20,0	—72 06	285	—17	X	14,6	10,2							
6121	M 4	20,6	—26 24	319	+15	IX	22,8	7,41		+,05		13,11	13,97	1,9	2,5
6139		24,3	—38 44	310	+06	II	2,6	10,4		+,15					
6144		24,2	—25 56	320	+14	XI	6,2	10,85		+,01		15,76	16,0	1,3	8,7
6171		29,7	—12 57	331	+22	X	7,8	10,10	*G* 2	+,18	—147	15,5	16,2	,67	12,6
6205	M 13	39,9	+36 33	26	+40	V	23,2	6,78	*dF* 2	—,03	—228	13,75	14,8	,39	7,6
6229		45,6	+4737	40	+39	IV	3,8	10,26	*dF* 6	—,04	—150	16,18	17,7	,40	28,8
6218	M 12	44,6	—01 52	343	+25	IX	12,2	7,95	*F* 7	,00	+36	13,97	15,2	,59	8,3
6235		50,4	—22 06	327	+12	X	1,9	10,8		,00		16,24	17,13	1,1	15,9
6254	M 10	54,5	—04 02	343	+22	VII	12,2	7,64	*G* 0	+,03	+73	14,06	15,2	,67	7,9
6266	M 62	58,1	—30 03	321	+06	IV	6,3	8,16	*F* 8	+,08	—81	15,87	16,74	2,4	7,2
6273	M 19	59,5	—26 11	325	+08	VIII	5,3	8,29	*F* 5	+,04	+102	14,80	15,95	2,0	6,2
6284		17 01,5	—24 41	326	+09	IX:	2,7	10,61	*F* 8	,00	+22	16,06	17,26	1,1	17,4
6287		02,1	—22 38	328	+10	VII	2,7	11,24		+,12		16,08	17,28	2,9	7,6
6293		07,1	—26 30	325	+07	IV	3,5	9,38	*F* 5	—,01	—73	15,39	16,69	1,3	12,0
6304		11,4	—29 24	324	+04	VI	3,8	9,82	*G* 5	+,18	—98				
6316		13,4	—28 05	325	+04	III	2,4	10,10		+,15					
6325		15,0	—23 42	329	+07	IV:	1,6	12,66		+,16					
6333	M 9	16,2	—18 28	333	+09	VIII	5,5	8,92	*F* 2	+,06	+224	15,50	16,39	2,4	6,3
6341	M 92	15,6	+43 12	35	+34	IV	12,2	7,30	*A* 5 *n*	—,09	—118	13,86	15,2	,45	8,7
6342		18,2	—19 32	333	+08	IV	1,3	11,35		+,18					
6352		$17^h21^m,6$	—48° 26′	309	—08°	XI:	8,9′	9,1							
6355		20,9	—26 19	327	+04		1:	9,6							
6356		20,7	—17 46	334	+09	II	3,5	9,68	*G* 5	+,11	+31	16,38	17,2	2,8	7,6

3. táblázat Gömbhalmazok katalónusa

NGC	Név	α 1950 δ	λ 1900 β	Konc.	Lát. átm.	Int. mag.	Sp. tip.	Szín	Rad. seb.	Mag. 25 f. esi.	L. mod.	Absz. korr.	D. kpc.
HP		24,9 —29 57	325 +01	IX	1,3								
6362	Δ 225	26,6 —67 01	293 —18	X	8,5	8,3							
6366		25,1 —05 02	346 +15	XI	5,8	12,1		+,25		15,78	16,25	4,7	2,0
6380		31,9 —39 02	318 —05										
6388		32,6 —44 43	313 —08	III	6,8	8,7							
6397	Δ 366	36,8 —53 39	306 —13	IX	19:	7,3				12,61	13,0	1,5	2,0
6401		35,6 —23 53	331 +03		1								
6402	M 14	35,0 —03 15	349 +13	VIII	6,7	9,44	*G* 0	+,11	—131	15,44	16,72	2,9	5,8
Pal 6		40,6 —26 12	330 +0	XI	1,8					20			
6426		42,4 +03 12	356 +15	IX	2,2	12,33		+,04					
6440		45,9 —20 21	335 +02	V	1,7	12,05	*G* 5	+,37	—133				
6441		46,8 —37 02	321 —06	III	3,0	8,93	*G* 2	+,14	—70				
6453		48,0 —34 37	323 —05	IV	3,6	11,4		+,10					
6496		55,5 —44 13	316 —11	XII	12,7	10,3							
6517		59,1 —08 57	347 +05	IV	1,0	12,90		+,30					
6522		18 00,4 —30 02	329 —05	VI	1,5	10,40	*F* 8	+,14			17,77	3,1	8,7
6528		01,6 —30 04	328 —06	V	1,2	11,04		+,22					
6535		01,3 —00 18	355 +09	XI:	1,3	11,9		,00		15,97	16,88	1,1	14,5
6539		02,1 —07 35	349 +05	X	3 5	12,39		+,41					
6541	Δ 473	04,4 —43 44	317 —12	III	23,2	7,9				13,35	14,67	1,6	4,2
6544		04,3 —25 01	334 —04		1:		*G* 1		—12				
6553		06,3 —25 56	333 —04	XI	3,2	10,20		+,36					
6558		07,0 —31 47	328 —07										
I 1276		08,0 —07 14	349 +04	XII	6,0					18			
6569		10,4 —31 50	328 —08	VIII	2,2	10,63		+,15					
6584	Δ 376	14,6 —52 14	310 —18	VIII	9,7	9,4							
6624		20,5 —30 23	330 —09	VI	2,7	9,53	*G* 2	+,07	+69				
6626	M 28	21,5 —24 54	335 —07	IV	15,0	8,48	*F* 9	+,09	+1	14,73	15,62	2,6	4,0
6637	M 69	28,1 —32 23	329 —12	V	3,8	8,94	*G* 5	+,12	+95				
6638		27,9 —25 32	336 —09	VI	2,2	10,24	*G* 2	+,06	—14	16,22			

3. táblázat Gömbhalmazok katalógusa

NGC	Név	α 1950	δ	λ 1900	β	Konc.	Lát. átm.	Int. mag.	Sp. tip.	Szín	Rad. seb.	Mag. 25 f. csl.	L, mod.	Absz. korr.	D. kpc.
6642		28,4	—23 30	338	—07		0,8	10,3							
6652		32,5	—33 02	329	—13	VI:	2,3	9,86	*G* 2	+,05	—124				
6656	M 22	33,3	—23 58	337	—09	VII	17,0	6,48	*F* 6	+,03	—148	12,93	14,15	1,8	3,0
Pal 8		38,5	—19 52	342	—08	X	1,6					19			
6681	M 70	40,0	—32 21	330	—14	V	4,1	8,95	*G* 2	—,04	+198				
6712		50,3	—08 47	353	—06	IX:	4,2	9,98	*G* 2	+,11	—131	15,35	16,48	2,7	5,8
6715	M 54	52,0	—30 32	333	—16	III	5,5	8,74	*F* 7	+,01	+107		17,4	1,4	15,9
6717		52,1	—22 47	341	—12	VIII	2,6					16			
6723	Δ 573	56,2	—36 42	328	—19	VII	7,5	7,75	*G* 3	—,06	—3	14,20	15,34	0,2	10,5
6752	Δ 295	19 06,4	—60 04	304	—27	VI	41,9	7,2				13,26	14,2	0,55	5,2
6760		08,6	+00 57	04	—05	IX:	2,4	11,25		+,30		16,77	17,45	5,4	2,6
6779	M 56	14,6	+30 05	30	+08	X	5,0	9,55	*F* 5	—,04	—154	15,31	16,3	0,7	13,2
Pal 10		16.0	+18 28	20	+01	XII	3,1					20			
6809	M 55	36,9	—31 03	337	—25	XI	14,8	7,08		—,09		13,58	14,5	0,59	6,0
Pal 11		42,6	—08 09	0	—17	XI	2,8					17			
6838	M 71	51,5	+18 39	24	—06		6,1	8,3	*G* 2		—80	14,82	14,6	1,6	4,0
6864	M 75	20 03,2	—22 04	348	—27	I	4,6	9,50	*G* 1	+,01	—222	17,06	18,1	,55	31,6
6934		31,7	+07 14	20	—20	VIII	6,2	10,01	*F* 9	—,04	—360	15,78	16,9	,73	17,4
6981	M 72	50,7	—12 44	03	—34	IX	5,1	10,24	*G* 2	—,04	—255	15,86	17,0	,45	20,0
7006		59,1	+16 00	32	—20	I	2,2	11,45	*F* 1	—,07	—348	17,1	18,8	,73	41,7
7078	M 15	21 27,6	+11 57	33	—28	IV	12,3	7,33	*d F* 0	—,08	—114	14,31	15,9	,53	12,0
7089	M 2	30,9	—01 03	22	—37	II	11,7	7,30	*d F* 0	—,06	—3	14,61	16,2	,42	14,5
7099	M 30	37,5	—23 25	355	—48	V	8,9	8,58	*A* 7 *n*	—,11	—164	14,63	15,54	,34	11,0
Pal12		43,7	—21 28	359	—49	XII	2,1					17			
Pal13		23 04,2	+12 28	57	—43	XII	4,0					19	18,0	,37	33,6
7492		05,7	—15 54	22	—65	XII	4,3	12,33		—,20		16,82	17,9	,28	33,3

TARTALOM

Táblázatok, grafikonok

A Nap és Hold kelte és fontosabb adatai 4
A Nap forgási tengelyének helyzete és a napkorong középpontjának héliografikus koordinátái 0^h világidőkor 28
A holdkorong sugara 0^h világidőkor 29
Bolygókorongok megvilágítási adatai 30
A szabad szemmel látható bolygók adatai 31
A Mars és Jupiter centrálmeridiánjának planetografikus hosszúsága és adatok a Szaturnusz gyűrűjére vonatkozólag 36
A Jupiter-holdak helyzetei és jelenségei 38
Bolygók héliocentrikus ekliptikai koordinátái 0^h világidőkor 46
Katalógus a (4,5 viz. magnitúdónál) fényesebb csillagokról 48
Refrakciótáblázat 66
Extinkciótáblázat 69
A csillagos ég 1975-ben 71

Beszámolók

Detre László: A Magyar Tudományos Akadémia Csillagászati Intézetének működése 88
Dezső Loránt: A Magyar Tudományos Akadémia Napfizikai Obszervatóriumának működése 98
Róka Gedeon: A TIT Csillagászati és Űrkutatási szakosztályainak 1973 évi működése 102
Kulin György: A TIT Uránia Bemutató Csillagvizsgálóinak működéséről 114

Cikkek

Detre László: A csillagászat legújabb eredményei 131
Szécsényi-Nagy Gábor: A Pioneer-10 eredményeiből 139
Róka Gedeon: Csillagászat és világnézet 155
Barcza Szabolcs: A csillagok kialakulása 167
Kulin György: A Kohoutek (1973 f) üstökös 183
Marik Miklós: Az intersztelláris molekulák 192
Horváth András: Űrhajók, űrállomások 206
Kanyó Sándor: A Tejútrendszer gömbhalmazai 227

24,— Ft