

1962



Csillagászati évkönyv

GONDOLAT

CSILLAGÁSZATI ÉVKÖNYV

AZ 1962. ÉVRE

SZERKESZTETTE

A TUDOMÁNYOS ISMERETTERJESZTŐ TÁRSULAT
CSILLAGÁSZATI ÉS ŪRHAJÓZÁSI SZAKOSZTÁLYAINAK
ORSZÁGOS VÁLASZTMÁNYA

GONDOLAT KIADÓ

1961

CSILLAGÁSZATI ADATOK
AZ 1962. ÉVRE

Az I—VIII. táblázatokat összeállította

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

I. JANUÁR

| DÁTUM | A HÉT napjai | Év hányadik hete | Év hányadik napja | KÖZÉP-EURÓPAI zónaidőben | | | | | |
|-------|--------------|------------------|-------------------|--------------------------|-------|---------|--------|---------|----------------------------|
| | | | | Budapest | | | | | A HOLD fényváltózá- sai |
| | | | | A NAP | | | A HOLD | | |
| | | | | kel | delel | nyugsz. | kel | nyugsz. | |
| h m | | h m | h m | h m | h m | h m | | | |
| 1 | H | 1 | 1 | 7 32 | 11 47 | 16 03 | 1 38 | 12 46 | |
| 2 | K | | 2 | 7 32 | 11 48 | 16 04 | 2 43 | 13 15 | |
| 3 | Sz | | 3 | 7 32 | 11 48 | 16 05 | 3 50 | 13 50 | |
| 4 | Cs | | 4 | 7 32 | 11 49 | 16 06 | 4 58 | 14 32 | |
| 5 | P | | 5 | 7 32 | 11 49 | 16 07 | 6 05 | 15 22 | |
| 6 | Sz | | 6 | 7 32 | 11 50 | 16 09 | 7 07 | 16 22 | ● 13 36 |
| 7 | V | | 7 | 7 31 | 11 50 | 16 10 | 8 02 | 17 30 | |
| 8 | H | 2 | 8 | 7 31 | 11 50 | 16 11 | 8 49 | 18 45 | |
| 9 | K | | 9 | 7 31 | 11 51 | 16 12 | 9 30 | 20 01 | |
| 10 | Sz | | 10 | 7 30 | 11 51 | 16 13 | 10 05 | 21 17 | |
| 11 | Cs | | 11 | 7 30 | 11 52 | 16 14 | 10 36 | 22 33 | |
| 12 | P | | 12 | 7 29 | 11 52 | 16 16 | 11 05 | 23 46 | ☽ 6 02 |
| 13 | Sz | | 13 | 7 29 | 11 52 | 16 17 | 11 33 | — | |
| 14 | V | | 14 | 7 28 | 11 53 | 16 18 | 12 03 | 0 58 | |
| 15 | H | 3 | 15 | 7 28 | 11 53 | 16 20 | 12 35 | 2 07 | |
| 16 | K | | 16 | 7 27 | 11 54 | 16 21 | 13 11 | 3 15 | |
| 17 | Sz | | 17 | 7 27 | 11 54 | 16 22 | 13 50 | 4 19 | |
| 18 | Cs | | 18 | 7 26 | 11 54 | 16 24 | 14 31 | 5 18 | |
| 19 | P | | 19 | 7 25 | 11 55 | 16 25 | 15 26 | 6 11 | |
| 20 | Sz | | 20 | 7 24 | 11 55 | 16 27 | 16 22 | 6 58 | ☾ 19 17 |
| 21 | V | | 21 | 7 23 | 11 55 | 16 28 | 17 20 | 7 38 | |
| 22 | H | 4 | 22 | 7 22 | 11 55 | 16 30 | 18 19 | 8 13 | |
| 23 | K | | 23 | 7 21 | 11 56 | 16 31 | 19 20 | 8 43 | |
| 24 | Sz | | 24 | 7 20 | 11 56 | 16 32 | 20 20 | 9 10 | |
| 25 | Cs | | 25 | 7 19 | 11 56 | 16 34 | 21 21 | 9 35 | |
| 26 | P | | 26 | 7 18 | 11 56 | 16 35 | 22 22 | 9 59 | |
| 27 | Sz | | 27 | 7 17 | 11 57 | 16 37 | 23 24 | 10 22 | |
| 28 | V | | 28 | 7 16 | 11 57 | 16 38 | — | 10 47 | |
| 29 | H | 5 | 29 | 7 15 | 11 57 | 16 40 | 0 27 | 11 14 | ☾ 0 37 |
| 30 | K | | 30 | 7 14 | 11 57 | 16 41 | 1 31 | 11 45 | |
| 31 | Sz | | 31 | 7 13 | 11 57 | 16 43 | 2 37 | 12 23 | |

Föld: 2-án napközben
 Hold: 8-án 15^h-kor földközben
 24-én 13^h-kor földtávolban

HÓNAP

| Üb világidőkor | | | | | | |
|-------------------------|---|-------|--------|---------------|-------|--------|
| Julián dátum 2437... | Csillagidő ($\lambda = 0^\circ$ -nál) | NAP | | | HOLD | |
| | | RA | D | látszó sugara | RA | D |
| | h m s | h m | ° ' | ' " | h m | ° ' |
| ... 665,5 | 6 40 39,613 | 18 44 | —23 04 | 16 18 | 14 01 | — 7 05 |
| 666,5 | 6 44 36,168 | 18 48 | 22 59 | 16 18 | 14 50 | 10 55 |
| 667,5 | 6 48 32,726 | 18 53 | 22 53 | 16 18 | 15 41 | 14 21 |
| 668,5 | 6 52 29,286 | 18 57 | 22 48 | 16 18 | 16 36 | 17 09 |
| 669,5 | 6 56 25,848 | 19 02 | 22 41 | 16 17 | 17 34 | 19 04 |
| 670,5 | 7 00 22,411 | 19 06 | 22 35 | 16 17 | 18 34 | 19 50 |
| 671,5 | 7 04 18,974 | 19 10 | 22 28 | 16 17 | 19 39 | 19 19 |
| 672,5 | 7 08 15,536 | 19 15 | 22 20 | 16 17 | 20 38 | 17 29 |
| 673,5 | 7 12 12,095 | 19 19 | 22 12 | 16 17 | 21 38 | 14 29 |
| 674,5 | 7 16 08,651 | 19 23 | 22 03 | 16 17 | 22 37 | 10 35 |
| 675,5 | 7 20 05,204 | 19 28 | 21 55 | 16 17 | 23 33 | 6 05 |
| 676,5 | 7 24 01,756 | 19 32 | 21 45 | 16 17 | 0 27 | — 1 19 |
| 677,5 | 7 27 58,308 | 19 36 | 21 36 | 16 17 | 1 19 | + 3 25 |
| 678,5 | 7 31 54,861 | 19 41 | 21 25 | 16 17 | 2 12 | 7 53 |
| 679,5 | 7 35 51,416 | 19 45 | 21 15 | 16 17 | 3 04 | 11 51 |
| 680,5 | 7 39 47,974 | 19 49 | 21 04 | 16 17 | 3 56 | 15 10 |
| 681,5 | 7 43 44,533 | 19 54 | 20 53 | 16 17 | 4 50 | 17 40 |
| 682,5 | 7 47 41,093 | 19 58 | 20 41 | 16 17 | 5 43 | 19 14 |
| 683,5 | 7 51 37,654 | 20 02 | 20 29 | 16 17 | 6 36 | 19 49 |
| 684,5 | 7 55 34,214 | 20 06 | 20 16 | 16 17 | 7 29 | 19 26 |
| 685,5 | 7 59 30,773 | 20 11 | 20 03 | 16 17 | 8 20 | 18 09 |
| 686,5 | 8 03 27,329 | 20 15 | 19 50 | 16 17 | 9 10 | 16 02 |
| 687,5 | 8 07 23,884 | 20 19 | 19 36 | 16 17 | 9 58 | 13 16 |
| 688,5 | 8 11 20,438 | 20 23 | 19 22 | 16 16 | 10 45 | 9 59 |
| 689,5 | 8 15 16,989 | 20 27 | 19 08 | 16 16 | 11 30 | 6 19 |
| 690,5 | 8 19 13,540 | 20 32 | 18 53 | 16 16 | 12 15 | + 2 24 |
| 691,5 | 8 23 10,091 | 20 36 | 18 38 | 16 16 | 12 60 | — 1 37 |
| 692,5 | 8 27 06,642 | 20 40 | 18 23 | 16 16 | 13 45 | 5 37 |
| 693,5 | 8 31 03,194 | 20 44 | 18 07 | 16 16 | 14 32 | 9 28 |
| 694,5 | 8 34 59,749 | 20 48 | 17 51 | 16 16 | 15 22 | 13 00 |
| 695,5 | 8 38 56,305 | 20 52 | —17 34 | 16 16 | 16 13 | —16 01 |

I. FEBRUÁR

| DÁTUM | A HÉT napjai | Év hányadik hete | Év hányadik napja | KÖZÉP-EURÓPAI zónaidőben | | | | | A HOLD fény-változásai |
|-------|--------------|------------------|-------------------|--------------------------|-------|---------|--------|---------|------------------------|
| | | | | Budapestben | | | | | |
| | | | | A NAP | | | A HOLD | | |
| | | | | kel | delel | nyugsz. | kel | nyugsz. | |
| | | | | h m | h m | h m | h m | h m | |
| 1 | Cs | (5) | 32 | 7 11 | 11 58 | 16 45 | 3 43 | 13 07 | |
| 2 | P | | 33 | 7 10 | 11 58 | 16 46 | 4 47 | 14 01 | |
| 3 | Sz | | 34 | 7 09 | 11 58 | 16 48 | 5 45 | 15 05 | |
| 4 | V | | 35 | 7 08 | 11 58 | 16 49 | 6 37 | 16 17 | |
| 5 | H | 6 | 36 | 7 06 | 11 58 | 16 51 | 7 22 | 17 34 | ● 1 10 |
| 6 | K | | 37 | 7 04 | 11 58 | 16 52 | 8 00 | 18 54 | |
| 7 | Sz | | 38 | 7 03 | 11 58 | 16 54 | 8 35 | 20 13 | |
| 8 | Cs | | 39 | 7 02 | 11 58 | 16 55 | 9 06 | 21 30 | |
| 9 | P | | 40 | 7 00 | 11 58 | 16 57 | 9 36 | 22 45 | |
| 10 | Sz | | 41 | 6 59 | 11 58 | 16 58 | 10 06 | 23 57 | |
| 11 | V | | 42 | 6 57 | 11 58 | 17 00 | 10 37 | — | ☽ 16 43 |
| 12 | H | 7 | 43 | 6 56 | 11 58 | 17 01 | 11 12 | 1 06 | |
| 13 | K | | 44 | 6 54 | 11 58 | 17 03 | 11 50 | 2 12 | |
| 14 | Sz | | 45 | 6 52 | 11 58 | 17 05 | 12 34 | 3 13 | |
| 15 | Cs | | 46 | 6 50 | 11 58 | 17 06 | 13 22 | 4 08 | |
| 16 | P | | 47 | 6 49 | 11 58 | 17 08 | 14 16 | 4 55 | |
| 17 | Sz | | 48 | 6 48 | 11 58 | 17 09 | 15 12 | 5 38 | |
| 18 | V | | 49 | 6 46 | 11 58 | 17 11 | 16 11 | 6 14 | |
| 19 | H | 8 | 50 | 6 44 | 11 58 | 17 13 | 17 11 | 6 46 | ☽ 14 18 |
| 20 | K | | 51 | 6 42 | 11 58 | 17 15 | 18 12 | 7 13 | |
| 21 | Sz | | 52 | 6 41 | 11 58 | 17 16 | 19 12 | 7 38 | |
| 22 | Cs | | 53 | 6 39 | 11 58 | 17 18 | 20 14 | 8 03 | |
| 23 | P | | 54 | 6 37 | 11 58 | 17 19 | 21 14 | 8 26 | |
| 24 | Sz | | 55 | 6 35 | 11 57 | 17 21 | 22 16 | 8 50 | |
| 25 | V | | 56 | 6 33 | 11 57 | 17 22 | 23 20 | 9 16 | |
| 26 | H | 9 | 57 | 6 31 | 11 57 | 17 24 | — | 9 45 | |
| 27 | K | | 58 | 6 29 | 11 57 | 17 25 | 0 23 | 10 18 | ☾ 16 50 |
| 28 | Sz | | 59 | 6 28 | 11 57 | 17 27 | 1 27 | 10 58 | |

Hold: 5-én 23^h-kor földközépen
20-án 22^h-kor földtávolban

HÓNAP

| 0 ^h világidőkor | | | | | | |
|----------------------------|---|-------|--------|---------------|-------|--------|
| Julián dátum 2437... | Csillagidő ($\lambda = 0^\circ$ -nál) | NAP | | | HOLD | |
| | | RA | D | látszó sugara | RA | D |
| | h m s | h m | ° ' " | ' " | h m | ° ' " |
| ... 696,5 | 8 42 52,864 | 20 56 | —17 18 | 16 15 | 17 09 | —18 18 |
| 697,5 | 8 46 49,424 | 21 01 | 17 01 | 16 15 | 18 07 | 19 36 |
| 698,5 | 8 50 45,986 | 21 05 | 16 43 | 16 15 | 19 08 | 19 41 |
| 699,5 | 8 54 42,546 | 21 09 | 16 26 | 16 15 | 20 10 | 18 28 |
| 700,5 | 8 58 39,104 | 21 13 | 16 08 | 16 15 | 21 12 | 15 57 |
| 701,5 | 9 02 35,659 | 21 17 | 15 50 | 16 15 | 22 13 | 12 19 |
| 702,5 | 9 06 32,211 | 21 21 | 15 31 | 16 15 | 23 12 | 7 53 |
| 703,5 | 9 10 28,761 | 21 25 | 15 12 | 16 14 | 0 08 | 3 01 |
| 704,5 | 9 14 25,310 | 21 29 | 14 54 | 16 14 | 1 03 | — 1 56 |
| 705,5 | 9 18 21,860 | 21 33 | 14 34 | 16 14 | 1 57 | + 6 38 |
| 706,5 | 9 22 18,412 | 21 37 | 14 15 | 16 14 | 2 51 | 10 52 |
| 707,5 | 9 26 14,967 | 21 41 | 13 55 | 16 14 | 3 44 | 14 24 |
| 708,5 | 9 30 11,523 | 21 45 | 13 35 | 16 14 | 4 37 | 17 07 |
| 709,5 | 9 34 08,080 | 21 48 | 13 15 | 16 13 | 5 31 | 18 55 |
| 710,5 | 9 38 04,639 | 21 52 | 12 55 | 16 13 | 6 23 | 19 45 |
| 711,5 | 9 42 01,196 | 21 56 | 12 34 | 16 13 | 7 16 | 19 36 |
| 712,5 | 9 45 57,752 | 22 00 | 12 13 | 16 13 | 8 07 | 18 33 |
| 713,5 | 9 49 54,307 | 22 04 | 11 52 | 16 13 | 8 57 | 16 40 |
| 714,5 | 9 53 50,860 | 22 08 | 11 31 | 16 12 | 9 45 | 14 04 |
| 715,5 | 9 57 47,411 | 22 12 | 11 10 | 16 12 | 10 32 | 10 55 |
| 716,5 | 10 01 43,960 | 22 16 | 10 48 | 16 12 | 11 18 | 7 20 |
| 717,5 | 10 05 40,509 | 22 19 | 10 27 | 16 12 | 12 03 | + 3 28 |
| 718,5 | 10 09 37,057 | 22 23 | 10 05 | 16 11 | 12 48 | — 0 32 |
| 719,5 | 10 13 33,605 | 22 27 | 9 43 | 16 11 | 13 33 | 4 33 |
| 720,5 | 10 17 30,155 | 22 31 | 9 21 | 16 11 | 14 19 | 8 26 |
| 721,5 | 10 21 26,706 | 22 35 | 8 59 | 16 11 | 15 06 | 12 01 |
| 722,5 | 10 25 23,259 | 22 38 | 8 36 | 16 11 | 15 56 | 15 09 |
| 723,5 | 10 29 19,814 | 22 42 | — 8 14 | 16 10 | 16 49 | —17 38 |

I. MÁRCIUS

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

Föld: tavasz kezdete 21-én 3^h30^m-kor
 Hold: 6-án 11^h-kor földközélen
 19-én 22^h-kor földtávolban

H Ó N A P

0^h világidőben

| Julián dátum 2437... | Csillagidő ($\lambda = 0^{\circ}$ -nál) | NAP | | | HOLD | |
|-------------------------|---|-------|--------|---------------|-------|--------|
| | | RA | D | látszó sugara | RA | D |
| | h m s | h m | ° ' " | ' " | h m | ° ' " |
| ...724,5 | 10 33 16,371 | 22 46 | — 7 51 | 16 10 | 17 44 | —19 16 |
| 725,5 | 10 37 12,929 | 22 50 | 7 28 | 16 10 | 18 42 | 19 50 |
| 726,5 | 10 41 09,488 | 22 53 | 7 05 | 16 10 | 19 42 | 19 12 |
| 727,5 | 10 45 06,045 | 22 57 | 6 42 | 16 09 | 20 43 | 17 17 |
| 728,5 | 10 49 02,599 | 23 01 | 6 19 | 16 09 | 21 44 | 14 10 |
| 729,5 | 10 52 59,150 | 22 05 | 5 56 | 16 09 | 22 44 | 10 02 |
| 730,5 | 10 56 55,698 | 23 08 | 5 33 | 16 09 | 23 43 | 5 14 |
| 731,5 | 11 00 52,245 | 23 12 | 5 09 | 16 08 | 0 40 | — 0 08 |
| 732,5 | 11 04 48,793 | 23 16 | 4 46 | 16 08 | 1 36 | + 4 53 |
| 733,5 | 11 08 45,342 | 23 19 | 4 23 | 16 08 | 2 32 | 9 30 |
| 734,5 | 11 12 41,894 | 23 23 | 3 59 | 16 08 | 3 27 | 13 26 |
| 735,5 | 11 16 38,449 | 23 27 | 3 36 | 16 07 | 4 22 | 16 31 |
| 736,5 | 11 20 35,004 | 23 30 | 3 12 | 16 07 | 5 16 | 18 37 |
| 737,5 | 11 24 31,561 | 23 34 | 2 48 | 16 07 | 6 10 | 19 43 |
| 738,5 | 11 28 28,117 | 23 38 | 2 25 | 16 07 | 7 03 | 19 48 |
| 739,5 | 11 32 24,672 | 23 41 | 2 01 | 16 06 | 7 55 | 18 57 |
| 740,5 | 11 36 21,226 | 23 45 | 1 37 | 16 06 | 8 45 | 17 15 |
| 741,5 | 11 40 17,778 | 23 49 | 1 14 | 16 06 | 9 33 | 14 49 |
| 742,5 | 11 44 14,328 | 23 52 | 0 50 | 16 05 | 10 21 | 11 47 |
| 743,5 | 11 48 10,877 | 23 56 | 0 26 | 16 05 | 11 06 | 8 17 |
| 744,5 | 11 52 07,424 | 23 60 | — 0 02 | 16 05 | 11 52 | 4 27 |
| 745,5 | 11 56 03,971 | 0 03 | + 0 21 | 16 05 | 12 36 | + 0 25 |
| 746,5 | 12 00 00,518 | 0 07 | 0 45 | 16 04 | 13 21 | — 3 39 |
| 747,5 | 12 03 57,066 | 0 11 | 1 09 | 16 04 | 14 07 | 7 36 |
| 748,5 | 12 07 53,616 | 0 14 | 1 32 | 16 04 | 14 54 | 11 18 |
| 749,5 | 12 11 50,168 | 0 18 | 1 56 | 16 04 | 15 43 | 14 34 |
| 750,5 | 12 15 46,722 | 0 21 | 2 19 | 16 03 | 16 35 | 17 13 |
| 751,5 | 12 19 43,278 | 0 25 | 2 43 | 16 03 | 17 28 | 19 04 |
| 752,5 | 12 23 39,835 | 0 29 | 3 06 | 16 03 | 18 24 | 19 57 |
| 753,5 | 12 27 36,392 | 0 32 | 3 30 | 16 02 | 19 22 | 19 43 |
| 754,5 | 12 31 32,949 | 0 36 | + 3 53 | 16 02 | 20 20 | —18 18 |

I. ÁPRILIS

| DÁTUM | A HÉT napjai | Év hányadik hete | Év hányadik napja | KÖZÉP-EURÓPAI zónaidőben | | | | | A HOLD fény-változásai |
|-------|--------------|------------------|-------------------|--------------------------|-------|---------|--------|---------|------------------------|
| | | | | Budapesten | | | | | |
| | | | | A NAP | | | A HOLD | | |
| | | | | kel | delel | nyugsz. | kel | nyugsz. | |
| | | | h m | h m | h m | h m | h m | h m | |
| 1 | V | (13) | 91 | 5 24 | 11 48 | 18 13 | 3 45 | 13 54 | |
| 2 | H | 14 | 92 | 5 22 | 11 48 | 18 14 | 4 23 | 15 12 | |
| 3 | K | | 93 | 5 20 | 11 48 | 18 16 | 4 56 | 16 31 | |
| 4 | Sz | | 94 | 5 18 | 11 47 | 18 17 | 5 28 | 17 51 | ● 20 45 |
| 5 | Cs | | 95 | 5 16 | 11 47 | 18 19 | 5 59 | 19 10 | |
| 6 | P | | 96 | 5 14 | 11 47 | 18 20 | 6 30 | 20 28 | |
| 7 | Sz | | 97 | 5 12 | 11 46 | 18 21 | 7 04 | 21 42 | |
| 8 | V | | 98 | 5 10 | 11 46 | 18 23 | 7 41 | 22 51 | |
| 9 | H | 15 | 99 | 5 08 | 11 46 | 18 24 | 8 23 | 23 54 | |
| 10 | K | | 100 | 5 06 | 11 46 | 18 25 | 9 10 | — | |
| 11 | Sz | | 101 | 5 04 | 11 45 | 18 27 | 10 02 | 0 50 | ☽ 20 51 |
| 12 | Cs | | 102 | 5 03 | 11 45 | 18 28 | 10 58 | 1 37 | |
| 13 | P | | 103 | 5 01 | 11 45 | 18 30 | 11 55 | 2 17 | |
| 14 | Sz | | 104 | 4 59 | 11 45 | 18 31 | 12 56 | 2 52 | |
| 15 | V | | 105 | 4 57 | 11 44 | 18 32 | 13 56 | 3 21 | |
| 16 | H | 16 | 106 | 4 55 | 11 44 | 18 34 | 14 57 | 3 48 | |
| 17 | K | | 107 | 4 53 | 11 44 | 18 35 | 15 58 | 4 12 | |
| 18 | Sz | | 108 | 4 51 | 11 44 | 18 36 | 16 59 | 4 36 | |
| 19 | Cs | | 109 | 4 50 | 11 43 | 18 38 | 18 00 | 4 59 | |
| 20 | P | | 110 | 4 48 | 11 43 | 18 39 | 19 05 | 5 16 | ☾ 134 |
| 21 | Sz | | 111 | 4 46 | 11 43 | 18 41 | 20 09 | 5 49 | |
| 22 | V | | 112 | 4 44 | 11 43 | 18 43 | 21 13 | 6 20 | |
| 23 | H | 17 | 113 | 4 42 | 11 42 | 18 44 | 22 16 | 6 55 | |
| 24 | K | | 114 | 4 41 | 11 42 | 18 46 | 23 18 | 7 36 | |
| 25 | Sz | | 115 | 4 39 | 11 42 | 18 47 | — | 8 25 | |
| 26 | Cs | | 116 | 4 37 | 11 42 | 18 48 | 0 11 | 9 22 | |
| 27 | P | | 117 | 4 35 | 11 42 | 18 50 | 1 00 | 10 25 | ☾ 14 00 |
| 28 | Sz | | 118 | 4 33 | 11 42 | 18 51 | 1 44 | 11 36 | |
| 29 | V | | 119 | 4 31 | 11 41 | 18 52 | 2 22 | 12 51 | |
| 30 | H | 18 | 120 | 4 30 | 11 41 | 18 54 | 2 55 | 14 07 | |

Hold: 3-án 22^h-kor földközélen
16-án 08^h-kor földtávolban

HÓ N A P

0h világidőkor

| Julián dátum 2437... | Csillagidő ($\lambda = 0^\circ$ -nát) | NAP | | | HOLD | |
|-------------------------|---|------|--------|---------------|-------|--------|
| | | RA | D | látszó sugara | RA | D |
| | h m s | h m | ° ' " | ' " | h m | ° ' " |
| ...755,5 | 12 35 29,503 | 0 40 | + 4 16 | 16 02 | 21 19 | -15 41 |
| 756,5 | 12 39 26,055 | 0 43 | 4 39 | 16 02 | 22 18 | 11 02 |
| 757,5 | 12 43 22,605 | 0 47 | 5 02 | 16 01 | 23 16 | 7 32 |
| 758,5 | 12 47 19,152 | 0 51 | 5 25 | 16 01 | 0 13 | - 2 31 |
| 759,5 | 12 51 15,699 | 0 54 | 5 48 | 16 01 | 1 10 | + 2 39 |
| 760,5 | 12 55 12,248 | 0 58 | 6 11 | 16 00 | 2 07 | 7 37 |
| 761,5 | 12 59 08,799 | 1 02 | 6 34 | 16 00 | 3 04 | 12 01 |
| 762,5 | 13 03 05,353 | 1 05 | 6 56 | 16 00 | 4 00 | 15 36 |
| 763,5 | 13 07 01,910 | 1 09 | 7 19 | 16 00 | 4 57 | 18 11 |
| 764,5 | 13 10 58,467 | 1 13 | 7 41 | 15 59 | 5 53 | 19 41 |
| 765,5 | 13 14 55,024 | 1 16 | 8 03 | 15 59 | 6 47 | 20 06 |
| 766,5 | 13 18 51,581 | 1 20 | 8 26 | 15 59 | 7 40 | 19 29 |
| 767,5 | 13 22 48,136 | 1 24 | 8 47 | 15 59 | 8 32 | 17 59 |
| 768,5 | 13 26 44,689 | 1 27 | 9 09 | 15 58 | 9 21 | 15 42 |
| 769,5 | 13 30 41,241 | 1 31 | 9 31 | 15 58 | 10 08 | 12 47 |
| 770,5 | 13 34 37,791 | 1 35 | 9 52 | 15 58 | 10 54 | 9 21 |
| 771,5 | 13 38 34,339 | 1 38 | 10 14 | 15 58 | 11 40 | 5 34 |
| 772,5 | 13 42 30,887 | 1 42 | 10 35 | 15 57 | 12 24 | + 1 32 |
| 773,5 | 13 46 27,436 | 1 46 | 10 56 | 15 57 | 13 10 | - 2 35 |
| 774,5 | 13 50 23,985 | 1 49 | 11 17 | 15 57 | 13 55 | 6 40 |
| 775,5 | 13 54 20,535 | 1 53 | 11 37 | 15 56 | 14 43 | 10 31 |
| 776,5 | 13 58 17,088 | 1 57 | 11 58 | 15 56 | 15 31 | 13 58 |
| 777,5 | 14 02 13,643 | 2 01 | 12 18 | 15 56 | 16 22 | 16 50 |
| 778,5 | 14 06 10,200 | 2 04 | 12 38 | 15 56 | 17 16 | 18 56 |
| 779,5 | 14 10 06,758 | 2 08 | 12 58 | 15 55 | 18 11 | 20 04 |
| 780,5 | 14 14 03,317 | 2 12 | 13 17 | 15 55 | 19 07 | 20 08 |
| 781,5 | 14 17 59,876 | 2 16 | 13 36 | 15 55 | 20 05 | 19 02 |
| 782,5 | 14 21 56,433 | 2 20 | 13 56 | 15 55 | 21 02 | 16 48 |
| 783,5 | 14 25 52,987 | 2 23 | 14 15 | 15 54 | 21 59 | 13 31 |
| 784,5 | 14 29 49,539 | 2 27 | +14 33 | 15 54 | 22 56 | - 9 23 |

I. MÁJUS

| DÁTUM | A HÉT napjai | Év hányadik hete | Év hányadik napja | KÖZÉP-EURÓPAI zónaidőben | | | | | A HOLD fény-változásai |
|-------|--------------|------------------|-------------------|--------------------------|-------|---------|--------|---------|------------------------|
| | | | | Budapestben | | | | | |
| | | | | A NAP | | | A HOLD | | |
| | | | | kel | delel | nyugsz. | kel | nyugsz. | |
| | | | | h m | h m | h m | h m | h m | h m |
| 1 | K | (18) | 121 | 4 28 | 11 41 | 18 55 | 3 26 | 15 24 | |
| 2 | Sz | | 122 | 4 26 | 11 41 | 18 56 | 3 56 | 16 42 | |
| 3 | Cs | | 123 | 4 25 | 11 41 | 18 58 | 4 26 | 18 00 | |
| 4 | P | | 124 | 4 23 | 11 41 | 18 59 | 4 58 | 19 17 | ● 5 25 |
| 5 | Sz | | 125 | 4 22 | 11 41 | 19 00 | 5 34 | 20 31 | |
| 6 | V | | 126 | 4 20 | 11 41 | 19 02 | 6 13 | 21 38 | |
| 7 | H | 19 | 127 | 4 19 | 11 41 | 19 03 | 6 59 | 22 39 | |
| 8 | K | | 128 | 4 17 | 11 40 | 19 04 | 7 50 | 23 31 | |
| 9 | Sz | | 129 | 4 16 | 11 40 | 19 06 | 8 45 | — | |
| 10 | Cs | | 130 | 4 15 | 11 40 | 19 07 | 9 43 | 0 16 | |
| 11 | P | | 131 | 4 13 | 11 40 | 19 08 | 10 44 | 0 53 | ⊙ 13 45 |
| 12 | Sz | | 132 | 4 12 | 11 40 | 19 10 | 11 45 | 1 24 | |
| 13 | V | | 133 | 4 10 | 11 40 | 19 11 | 12 45 | 1 52 | |
| 14 | H | 20 | 134 | 4 09 | 11 40 | 19 12 | 13 45 | 2 16 | |
| 15 | K | | 135 | 4 08 | 11 40 | 19 13 | 14 48 | 2 40 | |
| 16 | Sz | | 136 | 4 06 | 11 40 | 19 15 | 15 50 | 3 03 | |
| 17 | Cs | | 137 | 4 05 | 11 40 | 19 16 | 16 53 | 3 27 | |
| 18 | P | | 138 | 4 04 | 11 40 | 19 18 | 17 58 | 3 53 | |
| 19 | Sz | | 139 | 4 03 | 11 40 | 19 19 | 19 03 | 4 21 | ☉ 15 32 |
| 20 | V | | 140 | 4 02 | 11 40 | 19 20 | 20 08 | 4 54 | |
| 21 | H | 21 | 141 | 4 01 | 11 40 | 19 21 | 21 11 | 5 33 | |
| 22 | K | | 142 | 3 59 | 11 40 | 19 22 | 22 08 | 6 20 | |
| 23 | Sz | | 143 | 3 58 | 11 41 | 19 24 | 22 59 | 7 16 | |
| 24 | Cs | | 144 | 3 57 | 11 41 | 19 25 | 23 46 | 8 18 | |
| 25 | P | | 145 | 3 57 | 11 41 | 19 26 | — | 9 26 | |
| 26 | Sz | | 146 | 3 56 | 11 41 | 19 27 | 0 24 | 10 39 | ☾ 20 06 |
| 27 | V | | 147 | 3 55 | 11 41 | 19 28 | 0 58 | 11 53 | |
| 28 | H | 22 | 148 | 3 54 | 11 41 | 19 29 | 1 29 | 13 08 | |
| 29 | K | | 149 | 3 53 | 11 41 | 19 30 | 1 57 | 14 23 | |
| 30 | Sz | | 150 | 3 52 | 11 41 | 19 31 | 2 26 | 15 39 | |
| 31 | Cs | | 151 | 3 52 | 11 41 | 19 32 | 2 56 | 16 55 | |

Hold: 2-án 3^h-kor földközélen
 14-én 0^h-kor földtávolban
 29-én 14^h-kor földközélen

H Ó N A P

0h világidőkor

| Julián dátum 2437... | Csillagidő ($\lambda = 0^\circ$ -nál) | NAP | | | HOLD | |
|-------------------------|---|------|--------|---------------|-------|--------|
| | | RA | D | látszó sugara | RA | D |
| | h m s | h m | ° ' | ' " | h m | ° ' |
| ...785,5 | 14 33 46,089 | 2 31 | +14 52 | 15 54 | 23 51 | - 4 37 |
| 786,5 | 14 37 42,638 | 2 35 | 15 10 | 15 54 | 0 47 | + 0 28 |
| 787,5 | 14 41 39,188 | 2 39 | 15 28 | 15 53 | 1 43 | 5 31 |
| 788,5 | 14 45 35,740 | 2 42 | 15 46 | 15 53 | 2 39 | 10 14 |
| 789,5 | 14 49 32,295 | 2 46 | 16 02 | 15 53 | 3 36 | 14 16 |
| 790,5 | 14 53 28,852 | 2 50 | 16 20 | 15 53 | 4 33 | 17 23 |
| 791,5 | 14 57 25,412 | 2 54 | 16 37 | 15 53 | 5 30 | 19 25 |
| 792,5 | 15 01 21,972 | 2 58 | 16 54 | 15 52 | 6 27 | 20 18 |
| 793,5 | 15 05 18,531 | 3 02 | 17 10 | 15 52 | 7 22 | 20 04 |
| 794,5 | 15 09 15,089 | 3 06 | 17 26 | 15 52 | 8 15 | 18 50 |
| 795,5 | 15 13 11,646 | 3 10 | 17 42 | 15 52 | 9 06 | 16 44 |
| 796,5 | 15 17 08,200 | 3 13 | 17 57 | 15 51 | 9 54 | 13 57 |
| 797,5 | 15 21 04,753 | 3 17 | 18 12 | 15 51 | 10 41 | 10 38 |
| 798,5 | 15 25 01,304 | 3 21 | 18 27 | 15 51 | 11 27 | 6 54 |
| 799,5 | 15 28 57,854 | 3 25 | 18 42 | 15 51 | 12 11 | + 2 54 |
| 800,5 | 15 32 54,405 | 3 29 | 18 56 | 15 51 | 12 56 | - 1 15 |
| 801,5 | 15 36 50,955 | 3 33 | 19 10 | 15 50 | 13 42 | 5 24 |
| 802,5 | 15 40 47,508 | 3 37 | 19 24 | 15 50 | 14 29 | 9 24 |
| 803,5 | 15 44 44,062 | 3 41 | 19 37 | 15 50 | 15 17 | 13 04 |
| 804,5 | 15 48 40,619 | 3 45 | 19 50 | 15 50 | 16 08 | 16 12 |
| 805,5 | 15 52 37,178 | 3 49 | 20 02 | 15 50 | 17 02 | 18 36 |
| 806,5 | 15 56 33,739 | 3 53 | 20 15 | 15 50 | 17 57 | 20 04 |
| 807,5 | 16 00 30,300 | 3 57 | 20 26 | 15 49 | 18 54 | 20 25 |
| 808,5 | 16 04 26,861 | 4 01 | 20 38 | 15 49 | 19 52 | 19 36 |
| 809,5 | 16 08 23,420 | 4 05 | 20 49 | 15 49 | 20 50 | 17 38 |
| 810,5 | 16 12 19,978 | 4 09 | 21 00 | 15 49 | 21 46 | 14 37 |
| 811,5 | 16 16 16,532 | 4 13 | 21 10 | 15 49 | 22 42 | 10 43 |
| 812,5 | 16 20 13,085 | 4 17 | 21 21 | 15 48 | 23 36 | 6 11 |
| 813,5 | 16 24 09,636 | 4 21 | 21 30 | 15 48 | 0 30 | - 1 17 |
| 814,5 | 16 28 06,187 | 4 25 | 21 40 | 15 48 | 1 24 | + 3 43 |
| 815,5 | 16 32 02,741 | 4 29 | +21 49 | 15 48 | 2 19 | + 8 31 |

I. JÚNIUS

| DÁTUM | A HÉT napjai | Év hányadik hete | Év hányadik napja | KÖZÉP-EURÓPAI zónaidőben | | | | | | A HOLD fényváltásai |
|-------|--------------|------------------|-------------------|--------------------------|-------|---------|--------|---------|---------|---------------------|
| | | | | Budapesten | | | | | | |
| | | | | A NAP | | | A HOLD | | | |
| | | | | kel | delel | nyugsz. | kel | nyugsz. | | |
| | | | | h m | h m | h m | h m | h m | h m | |
| 1 | P | (22) | 152 | 3 51 | 11 42 | 19 33 | 3 29 | 18 09 | | |
| 2 | Sz | | 153 | 3 50 | 11 42 | 19 34 | 4 06 | 19 19 | ● 14 27 | |
| 3 | V | | 154 | 3 50 | 11 42 | 19 35 | 4 49 | 20 24 | | |
| 4 | H | 23 | 155 | 3 49 | 11 42 | 19 36 | 5 36 | 21 22 | | |
| 5 | K | | 156 | 3 49 | 11 42 | 19 36 | 6 30 | 22 10 | | |
| 6 | Sz | | 157 | 3 48 | 11 42 | 19 37 | 7 28 | 22 51 | | |
| 7 | Cs | | 158 | 3 48 | 11 43 | 19 38 | 8 29 | 23 25 | | |
| 8 | P | | 159 | 3 48 | 11 43 | 19 38 | 9 31 | 23 54 | | |
| 9 | Sz | | 160 | 3 47 | 11 43 | 19 39 | 10 33 | — | | |
| 10 | V | | 161 | 3 47 | 11 43 | 19 40 | 11 34 | 0 21 | ☽ 7 22 | |
| 11 | H | 24 | 162 | 3 47 | 11 43 | 19 41 | 12 35 | 0 44 | | |
| 12 | K | | 163 | 3 47 | 11 44 | 19 41 | 13 37 | 1 07 | | |
| 13 | Sz | | 164 | 3 46 | 11 44 | 19 42 | 14 39 | 1 30 | | |
| 14 | Cs | | 165 | 3 46 | 11 44 | 19 42 | 15 43 | 1 55 | | |
| 15 | P | | 166 | 3 46 | 11 44 | 19 43 | 16 49 | 2 22 | | |
| 16 | Sz | | 167 | 3 46 | 11 44 | 19 43 | 17 54 | 2 53 | | |
| 17 | V | | 168 | 3 46 | 11 45 | 19 43 | 18 59 | 3 29 | | |
| 18 | H | 25 | 169 | 3 46 | 11 45 | 19 44 | 20 00 | 4 14 | ☉ 3 03 | |
| 19 | K | | 170 | 3 46 | 11 45 | 19 44 | 20 56 | 5 06 | | |
| 20 | Sz | | 171 | 3 46 | 11 45 | 19 44 | 21 45 | 6 08 | | |
| 21 | Cs | | 172 | 3 47 | 11 45 | 19 44 | 22 25 | 7 15 | | |
| 22 | P | | 173 | 3 47 | 11 46 | 19 45 | 23 02 | 8 28 | | |
| 23 | Sz | | 174 | 3 47 | 11 46 | 19 45 | 23 33 | 9 43 | | |
| 24 | V | | 175 | 3 47 | 11 46 | 19 46 | — | 10 58 | | |
| 25 | H | 26 | 176 | 3 48 | 11 46 | 19 46 | 0 02 | 12 12 | ☾ 0 43 | |
| 26 | K | | 177 | 3 48 | 11 47 | 19 46 | 0 29 | 13 26 | | |
| 27 | Sz | | 178 | 3 49 | 11 47 | 19 46 | 0 59 | 14 40 | | |
| 28 | Cs | | 179 | 3 49 | 11 47 | 19 46 | 1 29 | 15 53 | | |
| 29 | P | | 180 | 3 49 | 11 47 | 19 45 | 2 04 | 17 04 | | |
| 30 | Sz | | 181 | 3 50 | 11 47 | 19 45 | 2 42 | 18 10 | | |

Föld: nyár kezdete 21-én 22^b24^m-kor
 Hold: 10-én 19^b-kor földtávolban
 23-án 21^b-kor földközelen

HÓNAP

| 0 ^h világidőkor | | | | | | |
|----------------------------|---|------|--------|--------------|-------|--------|
| Julián dátum 2437... | Csillagidő ($\lambda = 0^\circ$ -nál) | NAP | | | HOLD | |
| | | RA | D | látzó sugara | RA | D |
| | h m s | h m | ° ' | ' " | h m | ° ' |
| ... 816,5 | 16 35 59,296 | 4 34 | +21 57 | 15 48 | 3 14 | +12 48 |
| 817,5 | 16 39 55,855 | 4 38 | 22 06 | 15 48 | 4 10 | 16 19 |
| 818,5 | 16 43 52,416 | 4 42 | 22 13 | 15 48 | 5 08 | 18 49 |
| 819,5 | 16 47 48,978 | 4 46 | 22 21 | 15 47 | 6 05 | 20 13 |
| 820,5 | 16 51 45,540 | 4 50 | 22 28 | 15 47 | 7 01 | 20 27 |
| 821,5 | 16 55 42,100 | 4 54 | 22 35 | 15 47 | 7 56 | 19 35 |
| 822,5 | 16 59 38,659 | 4 58 | 22 41 | 15 47 | 8 48 | 17 47 |
| 823,5 | 17 03 35,216 | 5 02 | 22 47 | 15 47 | 9 38 | 15 12 |
| 824,5 | 17 07 31,771 | 5 06 | 22 52 | 15 47 | 10 26 | 12 00 |
| 825,5 | 17 11 28,325 | 5 11 | 22 57 | 15 47 | 11 12 | 8 22 |
| 826,5 | 17 15 24,877 | 5 15 | 22 02 | 15 47 | 11 57 | 4 25 |
| 827,5 | 17 19 21,429 | 5 19 | 23 06 | 15 47 | 12 42 | + 0 18 |
| 828,5 | 17 23 17,981 | 5 23 | 23 10 | 15 46 | 13 27 | - 3 52 |
| 829,5 | 17 27 14,534 | 5 27 | 23 14 | 15 46 | 14 13 | 7 57 |
| 830,5 | 17 31 11,089 | 5 31 | 23 17 | 15 46 | 15 01 | 11 47 |
| 831,5 | 17 35 07,647 | 5 36 | 23 19 | 15 46 | 15 51 | 15 10 |
| 832,5 | 17 39 04,206 | 5 40 | 23 22 | 15 46 | 16 44 | 17 54 |
| 833,5 | 17 43 00,768 | 5 44 | 23 23 | 15 46 | 17 40 | 19 45 |
| 834,5 | 17 46 57,331 | 5 48 | 23 25 | 15 46 | 18 38 | 20 31 |
| 835,5 | 17 50 53,893 | 5 52 | 23 26 | 15 46 | 19 36 | 20 04 |
| 836,5 | 17 54 50,455 | 5 56 | 23 26 | 15 46 | 20 35 | 18 23 |
| 837,5 | 17 58 47,014 | 6 00 | 23 27 | 15 46 | 21 33 | 15 35 |
| 838,5 | 18 02 43,570 | 6 05 | 23 26 | 15 46 | 22 30 | 11 51 |
| 839,5 | 18 06 40,123 | 6 09 | 23 26 | 15 46 | 23 24 | 7 25 |
| 840,5 | 18 10 36,676 | 6 13 | 23 25 | 15 46 | 0 18 | - 2 36 |
| 841,5 | 18 14 33,228 | 6 17 | 23 23 | 15 46 | 1 11 | + 2 21 |
| 842,5 | 18 18 29,781 | 6 21 | 23 21 | 15 46 | 2 04 | 7 08 |
| 843,5 | 18 22 26,336 | 6 25 | 23 19 | 15 45 | 2 58 | 11 31 |
| 844,5 | 18 26 22,894 | 6 30 | 23 16 | 15 45 | 3 53 | 15 14 |
| 845,5 | 18 30 19,455 | 6 34 | +23 23 | 15 45 | 4 49 | +18 04 |

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

Föld: 4-én naptávolban
 Hold: 8-án 13^h-kor földtávolban
 20-án 10^h-kor földközélen

HÓNAP

| 0 ^h világidőkor | | | | | | |
|----------------------------|---|------|--------|---------------|-------|--------|
| Julián dátum 2437... | Csillagidő ($\lambda = 0^\circ$ -nál) | NAP | | | HOLD | |
| | | RA | D | látszó sugara | RA | D |
| | h m s | h m | ° ' " | ' " | h m | ° ' " |
| 846,5 | 18 34 16,016 | 6 38 | +23 09 | 15 45 | 5 45 | +19 52 |
| 847,5 | 18 38 12,579 | 6 42 | 23 06 | 15 45 | 6 41 | 20 32 |
| 848,5 | 18 42 09,140 | 6 46 | 23 01 | 15 45 | 7 37 | 20 05 |
| 849,5 | 18 46 05,700 | 6 50 | 22 56 | 15 45 | 8 30 | 18 37 |
| 850,5 | 18 50 02,258 | 6 54 | 22 51 | 15 45 | 9 21 | 16 18 |
| 851,5 | 18 53 58,813 | 6 58 | 22 46 | 15 45 | 10 10 | 13 17 |
| 852,5 | 18 57 55,367 | 7 03 | 22 40 | 15 45 | 10 57 | 9 46 |
| 853,5 | 19 01 51,920 | 7 07 | 22 33 | 15 45 | 11 43 | 5 54 |
| 854,5 | 19 05 48,471 | 7 11 | 22 27 | 15 45 | 12 27 | + 1 49 |
| 855,5 | 19 09 45,023 | 7 15 | 22 20 | 15 45 | 13 12 | - 2 20 |
| 856,5 | 19 13 41,575 | 7 19 | 22 12 | 15 45 | 13 57 | 6 26 |
| 857,5 | 19 17 38,129 | 7 23 | 22 04 | 15 46 | 14 44 | 10 20 |
| 858,5 | 19 21 34,685 | 7 27 | 21 56 | 15 46 | 15 32 | 13 54 |
| 859,5 | 19 25 31,243 | 7 31 | 21 47 | 15 46 | 16 24 | 16 54 |
| 860,5 | 19 29 27,803 | 7 35 | 21 38 | 15 46 | 17 18 | 19 07 |
| 861,5 | 19 33 24,365 | 7 39 | 21 29 | 15 46 | 18 16 | 20 21 |
| 862,5 | 19 37 20,927 | 7 43 | 21 19 | 15 46 | 19 15 | 20 23 |
| 863,5 | 19 41 17,489 | 7 47 | 21 09 | 15 46 | 20 15 | 19 08 |
| 864,5 | 19 45 14,048 | 7 51 | 20 59 | 15 46 | 21 15 | 16 39 |
| 865,5 | 19 49 10,604 | 7 55 | 20 48 | 15 46 | 22 13 | 13 05 |
| 866,5 | 19 53 07,157 | 7 59 | 20 37 | 15 46 | 23 10 | 8 44 |
| 867,5 | 19 57 03,708 | 8 03 | 20 25 | 15 46 | 0 05 | - 3 53 |
| 868,5 | 20 01 00,259 | 8 07 | 20 13 | 15 46 | 0 59 | + 1 07 |
| 869,5 | 20 04 56,811 | 8 11 | 20 01 | 15 46 | 1 52 | 6 00 |
| 870,5 | 20 08 53,364 | 8 15 | 19 49 | 15 46 | 2 46 | 10 30 |
| 871,5 | 20 12 49,920 | 8 19 | 19 36 | 15 46 | 3 40 | 14 21 |
| 872,5 | 20 16 46,479 | 8 23 | 19 23 | 15 46 | 4 35 | 17 24 |
| 873,5 | 20 20 43,038 | 8 27 | 19 09 | 15 47 | 5 30 | 19 27 |
| 874,5 | 20 24 39,599 | 8 31 | 18 55 | 15 47 | 6 25 | 20 26 |
| 875,5 | 20 28 36,159 | 8 35 | 18 41 | 15 47 | 7 20 | 20 19 |
| 876,5 | 20 32 32,718 | 8 39 | 18 27 | 15 47 | 8 14 | +19 10 |

I. AUGUSZTUS

| DÁTUM | A HÉT napjai | Év hányadik hete | Év hányadik napja | KÖZÉP-EURÓPAI zónaidőben | | | | | |
|-------|--------------|------------------|-------------------|--------------------------|-------|---------|--------|---------|------------------------|
| | | | | Budapesten | | | | | A HOLD fény-változásai |
| | | | | A NAP | | | A HOLD | | |
| | | | | kel | delel | nyugsz. | kel | nyugsz. | |
| h m | | h m | | h m | | h m | | h m | |
| 1 | Sz | (31) | 213 | 4 21 | 11 50 | 19 19 | 5 05 | 19 56 | |
| 2 | Cs | | 214 | 4 22 | 11 50 | 19 18 | 6 07 | 20 26 | |
| 3 | P | | 215 | 4 23 | 11 50 | 19 16 | 7 09 | 20 52 | |
| 4 | Sz | | 216 | 4 25 | 11 50 | 19 15 | 8 11 | 21 15 | |
| 5 | V | | 217 | 4 26 | 11 50 | 19 13 | 9 12 | 21 38 | |
| 6 | H | 32 | 218 | 4 27 | 11 50 | 19 12 | 10 13 | 22 00 | |
| 7 | K | | 219 | 4 28 | 11 50 | 19 10 | 11 14 | 22 24 | |
| 8 | Sz | | 220 | 4 30 | 11 50 | 19 09 | 12 16 | 22 51 | ☽ 16 55 |
| 9 | Cs | | 221 | 4 31 | 11 50 | 19 07 | 13 20 | 23 21 | |
| 10 | P | | 222 | 4 32 | 11 49 | 19 06 | 14 24 | 23 57 | |
| 11 | Sz | | 223 | 4 34 | 11 49 | 19 04 | 15 28 | — | |
| 12 | V | | 224 | 4 35 | 11 49 | 19 02 | 16 28 | 0 41 | |
| 13 | H | 33 | 225 | 4 37 | 11 49 | 19 01 | 17 24 | 1 34 | |
| 14 | K | | 226 | 4 38 | 11 49 | 18 59 | 18 14 | 2 37 | |
| 15 | Sz | | 227 | 4 39 | 11 49 | 18 58 | 18 56 | 3 48 | ☾ 21 10 |
| 16 | Cs | | 228 | 4 41 | 11 48 | 18 56 | 19 34 | 5 04 | |
| 17 | P | | 229 | 4 42 | 11 48 | 18 54 | 20 07 | 6 23 | |
| 18 | Sz | | 230 | 4 43 | 11 48 | 18 52 | 20 37 | 7 43 | |
| 19 | V | | 231 | 4 45 | 11 48 | 18 50 | 21 06 | 9 01 | |
| 20 | H | 34 | 232 | 4 46 | 11 48 | 18 49 | 21 36 | 10 18 | |
| 21 | K | | 233 | 4 47 | 11 47 | 18 47 | 22 08 | 11 33 | |
| 22 | Sz | | 234 | 4 49 | 11 47 | 18 45 | 22 43 | 12 47 | ☽ 11 27 |
| 23 | Cs | | 235 | 4 50 | 11 47 | 18 43 | 23 23 | 13 54 | |
| 24 | P | | 236 | 4 51 | 11 47 | 18 42 | — | 14 54 | |
| 25 | Sz | | 237 | 4 53 | 11 46 | 18 40 | 0 09 | 15 53 | |
| 26 | V | | 238 | 4 54 | 11 46 | 18 38 | 1 00 | 16 41 | |
| 27 | H | 35 | 239 | 4 56 | 11 46 | 18 36 | 1 57 | 17 23 | |
| 28 | K | | 240 | 4 57 | 11 45 | 18 34 | 2 56 | 17 58 | |
| 29 | Sz | | 241 | 4 58 | 11 45 | 18 32 | 3 58 | 18 28 | ● 4 09 |
| 30 | Cs | | 242 | 5 00 | 11 45 | 18 30 | 5 00 | 18 55 | |
| 31 | P | | 243 | 5 01 | 11 45 | 18 28 | 6 02 | 19 19 | |

Hold: 5-én 07^h-kor földtávolban
17-én 09^h-kor földközélen

HÓNAP

| 0 ^h világidőkor | | | | | | | | |
|----------------------------|---|----|--------|-------|----------------|-------|-------|--------|
| Julián dátum 2437... | Csillagidő ($\lambda = 0^\circ$ -nál) | | NAP | | | HOLD | | |
| | | | RA | D | látászó sugara | RA | D | |
| | h | m | s | h | m | ' | " | |
| ... 877,5 | 20 | 36 | 29,274 | 8 43 | +18 12 | 15 47 | 9 06 | +17 07 |
| 878,5 | 20 | 40 | 25,829 | 8 47 | 17 57 | 15 47 | 9 55 | 14 19 |
| 879,5 | 20 | 44 | 22,381 | 8 51 | 17 42 | 15 47 | 10 43 | 10 57 |
| 880,5 | 20 | 48 | 18,932 | 8 54 | 17 26 | 15 47 | 11 29 | 7 10 |
| 881,5 | 20 | 52 | 15,482 | 8 58 | 17 10 | 15 47 | 12 13 | + 3 09 |
| 882,5 | 20 | 56 | 12,032 | 9 02 | 16 54 | 15 48 | 12 58 | - 0 59 |
| 883,5 | 21 | 00 | 08,582 | 9 06 | 16 37 | 15 48 | 13 42 | 5 05 |
| 884,5 | 21 | 04 | 05,133 | 9 10 | 16 21 | 15 48 | 14 28 | 9 02 |
| 885,5 | 21 | 08 | 01,686 | 9 14 | 16 04 | 15 48 | 15 15 | 12 40 |
| 886,5 | 21 | 11 | 58,241 | 9 17 | 15 46 | 15 48 | 16 04 | 15 50 |
| 887,5 | 21 | 15 | 54,799 | 9 21 | 15 29 | 15 48 | 16 57 | 18 21 |
| 888,5 | 21 | 19 | 51,358 | 9 25 | 15 11 | 15 49 | 17 52 | 19 58 |
| 889,5 | 21 | 23 | 47,918 | 9 29 | 14 53 | 15 49 | 18 50 | 20 31 |
| 890,5 | 21 | 27 | 44,477 | 9 33 | 14 35 | 15 49 | 19 50 | 19 48 |
| 891,5 | 21 | 31 | 41,035 | 9 36 | 14 17 | 15 49 | 20 51 | 17 48 |
| 892,5 | 21 | 35 | 37,591 | 9 40 | 13 58 | 15 49 | 21 51 | 14 36 |
| 893,5 | 21 | 39 | 34,143 | 9 44 | 13 39 | 15 49 | 22 49 | 10 24 |
| 894,5 | 21 | 43 | 30,693 | 9 47 | 13 20 | 15 50 | 23 47 | 5 33 |
| 895,5 | 21 | 47 | 27,241 | 9 51 | 13 01 | 15 50 | 0 43 | - 0 24 |
| 896,5 | 21 | 51 | 23,790 | 9 55 | 12 41 | 15 50 | 1 38 | + 4 42 |
| 897,5 | 21 | 55 | 20,341 | 9 59 | 12 21 | 15 50 | 2 32 | 9 26 |
| 898,5 | 21 | 59 | 16,894 | 10 02 | 12 01 | 15 50 | 3 27 | 13 32 |
| 899,5 | 22 | 03 | 13,450 | 10 06 | 11 41 | 15 51 | 4 22 | 16 49 |
| 900,5 | 22 | 07 | 10,008 | 10 10 | 11 20 | 15 51 | 5 17 | 19 06 |
| 901,5 | 22 | 11 | 06,566 | 10 13 | 11 00 | 15 51 | 6 12 | 20 19 |
| 902,5 | 22 | 15 | 03,124 | 10 17 | 10 40 | 15 51 | 7 07 | 20 28 |
| 903,5 | 22 | 18 | 59,680 | 10 21 | 10 19 | 15 51 | 8 00 | 19 34 |
| 904,5 | 22 | 22 | 56,235 | 10 24 | 9 58 | 15 52 | 8 52 | 17 45 |
| 905,5 | 22 | 26 | 52,788 | 10 28 | 9 37 | 15 52 | 9 42 | 15 08 |
| 906,5 | 22 | 30 | 49,339 | 10 32 | 9 15 | 15 52 | 10 30 | 11 55 |
| 907,5 | 22 | 34 | 45,888 | 10 35 | + 8 54 | 15 52 | 11 16 | + 8 14 |

I. SZEPTEMBER

| DÁTUM | A HÉT napjai | Év hányadik hete | Év hányadik napja | KÖZÉP-EURÓPAI zónaidőben | | | | | |
|-------|--------------|------------------|-------------------|--------------------------|-------|---------|--------|---------|---------------------|
| | | | | Budapesten | | | | | A HOLD fényváltásai |
| | | | | A NAP | | | A HOLD | | |
| | | | | kel | delel | nyugsz. | kel | nyugsz. | |
| h m | | h m | | h m | | h m | | h m | |
| 1 | Sz | (35) | 244 | 5 02 | 11 44 | 18 26 | 7 03 | 19 43 | |
| 2 | V | | 245 | 5 03 | 11 44 | 18 24 | 8 03 | 20 04 | |
| 3 | H | 36 | 246 | 5 05 | 11 44 | 18 21 | 9 05 | 20 28 | |
| 4 | K | | 247 | 5 06 | 11 43 | 18 20 | 10 06 | 20 52 | |
| 5 | Sz | | 248 | 5 07 | 11 43 | 18 18 | 11 08 | 21 20 | |
| 6 | Cs | | 249 | 5 08 | 11 43 | 18 16 | 12 11 | 21 53 | |
| 7 | P | | 250 | 5 10 | 11 42 | 18 14 | 13 13 | 22 32 | ☽ 7 45 |
| 8 | Sz | | 251 | 5 11 | 11 42 | 18 12 | 14 14 | 23 29 | |
| 9 | V | | 252 | 5 12 | 11 42 | 18 10 | 15 11 | — | |
| 10 | H | 37 | 253 | 5 14 | 11 41 | 18 07 | 16 02 | 0 17 | |
| 11 | K | | 254 | 5 15 | 11 41 | 18 06 | 16 47 | 1 22 | |
| 12 | Sz | | 255 | 5 16 | 11 41 | 18 04 | 17 27 | 2 35 | |
| 13 | Cs | | 256 | 5 17 | 11 40 | 18 02 | 18 02 | 3 54 | |
| 14 | P | | 257 | 5 19 | 11 40 | 18 00 | 18 34 | 5 14 | ☾ 5 12 |
| 15 | Sz | | 258 | 5 21 | 11 40 | 17 58 | 19 04 | 6 35 | |
| 16 | V | | 259 | 5 22 | 11 39 | 17 56 | 19 34 | 7 56 | |
| 17 | H | 38 | 260 | 5 23 | 11 39 | 17 54 | 20 06 | 9 15 | |
| 18 | K | | 261 | 5 25 | 11 38 | 17 52 | 20 41 | 10 31 | |
| 19 | Sz | | 262 | 5 26 | 11 38 | 17 49 | 21 20 | 11 44 | |
| 20 | Cs | | 263 | 5 27 | 11 38 | 17 47 | 22 05 | 12 50 | ☾ 20 36 |
| 21 | P | | 264 | 5 29 | 11 37 | 17 45 | 22 56 | 13 49 | |
| 22 | Sz | | 265 | 5 30 | 11 37 | 17 43 | 23 51 | 14 41 | |
| 23 | V | | 266 | 5 32 | 11 37 | 17 41 | — | 15 24 | |
| 24 | H | 39 | 267 | 5 33 | 11 36 | 17 39 | 0 50 | 16 01 | |
| 25 | K | | 268 | 5 34 | 11 36 | 17 37 | 1 50 | 16 32 | |
| 26 | Sz | | 269 | 5 36 | 11 36 | 17 35 | 2 52 | 16 59 | |
| 27 | Cs | | 270 | 5 37 | 11 35 | 17 33 | 3 54 | 17 23 | |
| 28 | P | | 271 | 5 38 | 11 35 | 17 31 | 4 55 | 17 46 | ● 20 40 |
| 29 | Sz | | 272 | 5 40 | 11 35 | 17 29 | 5 57 | 18 09 | |
| 30 | V | | 273 | 5 41 | 11 34 | 17 27 | 6 57 | 18 31 | |

Föld: ósz kezdete 23-án 13^h 35^m-kor
 Hold: 1-én 20^h-kor földtávolban
 14-én 17^h-kor földközélsőben
 29-én 2^h-kor földtávolban

HÓ NAP

0^h világitdókor

| Julián dátum 2437... | Csillagidő ($\lambda = 0^\circ$ -nál) | NAP | | | HOLD | |
|-------------------------|---|-------|--------|---------------|-------|--------|
| | | RA | D | látszó sugara | RA | D |
| | h m s | h m | ° / | ' " | h m | ° / |
| ...908,5 | 22 38 42,436 | 10 39 | + 8 32 | 15 52 | 12 01 | + 4 15 |
| 909,5 | 22 42 38,984 | 10 43 | 8 11 | 15 53 | 12 45 | + 0 07 |
| 910,5 | 22 46 35,532 | 10 46 | 7 49 | 15 53 | 13 30 | - 4 01 |
| 911,5 | 22 50 32,080 | 10 50 | 7 27 | 15 53 | 14 14 | 8 00 |
| 912,5 | 22 54 28,631 | 10 53 | 7 05 | 15 53 | 15 00 | 11 43 |
| 913,5 | 22 58 25,183 | 10 57 | 6 42 | 15 54 | 15 48 | 15 00 |
| 914,5 | 23 02 21,738 | 11 01 | 6 20 | 15 54 | 16 39 | 17 42 |
| 915,5 | 23 06 18,294 | 11 04 | 5 58 | 15 54 | 17 32 | 19 36 |
| 916,5 | 23 10 14,851 | 11 08 | 5 35 | 15 54 | 18 27 | 20 32 |
| 917,5 | 23 14 11,409 | 11 11 | 5 12 | 15 55 | 19 25 | 20 20 |
| 918,5 | 23 18 07,966 | 11 15 | 4 50 | 15 55 | 20 24 | 18 54 |
| 919,5 | 23 22 04,521 | 11 19 | 4 27 | 15 55 | 21 24 | 16 12 |
| 920,5 | 23 26 01,073 | 11 22 | 4 04 | 15 55 | 22 23 | 12 23 |
| 921,5 | 23 29 57,622 | 11 26 | 3 41 | 15 56 | 23 22 | 7 43 |
| 922,5 | 23 33 54,169 | 11 29 | 3 18 | 15 56 | 0 19 | - 2 30 |
| 923,5 | 23 37 50,716 | 11 33 | 2 55 | 15 56 | 1 16 | + 2 50 |
| 924,5 | 23 41 47,265 | 11 37 | 2 32 | 15 56 | 2 13 | 7 56 |
| 925,5 | 23 45 43,816 | 11 40 | 2 09 | 15 57 | 3 09 | 12 27 |
| 926,5 | 23 49 40,370 | 11 44 | 1 46 | 15 57 | 4 06 | 16 07 |
| 927,5 | 23 53 36,926 | 11 47 | 1 22 | 15 57 | 5 03 | 18 45 |
| 928,5 | 23 57 33,483 | 11 51 | 0 59 | 15 57 | 5 59 | 20 16 |
| 929,5 | 0 01 30,041 | 11 55 | 0 36 | 15 58 | 6 54 | 20 40 |
| 930,5 | 0 05 26,597 | 11 58 | + 0 12 | 15 58 | 7 48 | 19 59 |
| 931,5 | 0 09 23,151 | 12 02 | - 0 11 | 15 58 | 8 40 | 18 21 |
| 932,5 | 0 13 19,704 | 12 05 | 0 34 | 15 58 | 9 30 | 15 54 |
| 933,5 | 0 17 16,254 | 12 09 | 0 58 | 15 59 | 10 18 | 12 48 |
| 934,5 | 0 21 12,803 | 12 13 | 1 21 | 15 59 | 11 04 | 9 12 |
| 935,5 | 0 25 09,350 | 12 16 | 1 45 | 15 59 | 11 49 | 5 15 |
| 936,5 | 0 29 05,897 | 12 20 | 2 08 | 15 59 | 11 54 | + 1 07 |
| 937,5 | 0 33 02,444 | 12 23 | - 2 31 | 16 00 | 13 18 | - 3 03 |

I. OKTÓBER

| DÁTUM | A HÉT napjai | Év hányadik hete | Év hányadik napja | KÖZÉP-EURÓPAI zónaidőben | | | | | | A HOLD fény- változásai |
|-------|--------------|------------------|-------------------|--------------------------|-------|---------|--------|---------|---------|----------------------------|
| | | | | Budapesten | | | | | | |
| | | | | A NAP | | | A HOLD | | | |
| | | | | kel | delel | nyugsz. | kel | nyugsz. | | |
| | h m | h m | h m | h m | h m | h m | h m | | | |
| 1 | H | 40 | 274 | 5 42 | 11 34 | 17 25 | 7 59 | 18 56 | | |
| 2 | K | | 275 | 5 44 | 11 34 | 17 23 | 9 01 | 19 23 | | |
| 3 | Sz | | 276 | 5 45 | 11 33 | 17 21 | 10 03 | 19 53 | | |
| 4 | Cs | | 277 | 5 46 | 11 33 | 17 19 | 11 05 | 20 29 | | |
| 5 | P | | 278 | 5 48 | 11 33 | 17 17 | 12 05 | 21 12 | | |
| 6 | Sz | | 279 | 5 49 | 11 32 | 17 15 | 13 03 | 22 03 | ☾ 20 55 | |
| 7 | V | | 280 | 5 50 | 11 32 | 17 13 | 13 54 | 23 03 | | |
| 8 | H | 41 | 281 | 5 52 | 11 32 | 17 11 | 14 40 | — | | |
| 9 | K | | 282 | 5 53 | 11 32 | 17 09 | 15 20 | 0 11 | | |
| 10 | Sz | | 283 | 5 55 | 11 31 | 17 07 | 15 57 | 1 25 | | |
| 11 | Cs | | 284 | 5 56 | 11 31 | 17 05 | 16 29 | 2 43 | | |
| 12 | P | | 285 | 5 57 | 11 31 | 17 03 | 16 59 | 4 03 | | |
| 13 | Sz | | 286 | 5 59 | 11 30 | 17 01 | 17 29 | 5 25 | ☽ 13 33 | |
| 14 | V | | 287 | 6 00 | 11 30 | 16 59 | 18 00 | 6 46 | | |
| 15 | H | 42 | 288 | 6 02 | 11 30 | 16 57 | 18 35 | 8 06 | | |
| 16 | K | | 289 | 6 03 | 11 30 | 16 56 | 19 13 | 9 23 | | |
| 17 | Sz | | 290 | 6 04 | 11 30 | 16 54 | 19 57 | 10 36 | | |
| 18 | Cs | | 291 | 6 06 | 11 29 | 16 52 | 20 47 | 11 41 | | |
| 19 | P | | 292 | 6 07 | 11 29 | 16 50 | 21 42 | 12 37 | | |
| 20 | Sz | | 293 | 6 09 | 11 29 | 16 48 | 22 41 | 13 24 | ☾ 9 48 | |
| 21 | V | | 294 | 6 10 | 11 29 | 16 47 | 23 42 | 14 03 | | |
| 22 | H | 43 | 295 | 6 12 | 11 29 | 16 45 | — | 14 36 | | |
| 23 | K | | 296 | 6 13 | 11 28 | 16 43 | 0 44 | 15 04 | | |
| 24 | Sz | | 297 | 6 15 | 11 28 | 16 41 | 1 46 | 15 29 | | |
| 25 | Cs | | 298 | 6 17 | 11 28 | 16 40 | 2 47 | 15 52 | | |
| 26 | P | | 299 | 6 18 | 11 28 | 16 38 | 3 48 | 16 14 | | |
| 27 | Sz | | 300 | 6 20 | 11 28 | 16 36 | 4 50 | 16 38 | | |
| 28 | V | | 301 | 6 21 | 11 28 | 16 35 | 5 52 | 17 00 | ● 14 05 | |
| 29 | H | 44 | 302 | 6 23 | 11 28 | 16 33 | 6 54 | 17 26 | | |
| 30 | K | | 303 | 6 24 | 11 28 | 16 31 | 7 57 | 17 54 | | |
| 31 | Sz | | 304 | 6 26 | 11 28 | 16 30 | 9 00 | 18 29 | | |

Hold: 13-án 4^h-kor földközélen
26-án 5^h-kor földtávolban

HÓNAP

| 0h világidőkor | | | | | | |
|----------------------------|---|-------|--------|------------------|-------|--------|
| Julian dátum 2437... | Csillagidő ($\lambda = 0^\circ$ -nál) | NAP | | | HOLD | |
| | | RA | D | látszó sugara | RA | D |
| | h m s | h m | ° ' | ' " | h m | ° ' |
| ... 938,5 | 0 36 58,992 | 12 27 | — 2 55 | 16 00 | 14 03 | — 7 08 |
| 939,5 | 0 40 55,542 | 12 31 | 3 18 | 16 00 | 14 49 | 10 58 |
| 940,5 | 0 44 52,093 | 12 34 | 3 41 | 16 01 | 15 36 | 14 23 |
| 941,5 | 0 48 48,647 | 12 38 | 4 04 | 16 01 | 16 25 | 17 14 |
| 942,5 | 0 52 45,202 | 12 41 | 4 28 | 16 01 | 17 16 | 19 22 |
| 943,5 | 0 56 41,759 | 12 45 | 4 51 | 16 01 | 18 10 | 20 35 |
| 944,5 | 1 00 38,317 | 12 49 | 5 14 | 16 02 | 19 06 | 20 45 |
| 945,5 | 1 04 34,874 | 12 52 | 5 37 | 16 02 | 20 03 | 19 46 |
| 946,5 | 1 08 31,429 | 12 56 | 6 00 | 16 02 | 21 00 | 17 35 |
| 947,5 | 1 12 27,982 | 13 00 | 6 23 | 16 03 | 21 58 | 18 17 |
| 948,5 | 1 16 24,533 | 13 03 | 6 45 | 16 03 | 22 56 | 9 59 |
| 949,5 | 1 20 21,081 | 13 07 | 7 08 | 16 03 | 23 53 | — 4 59 |
| 950,5 | 1 24 17,629 | 13 11 | 7 30 | 16 03 | 0 50 | + 0 24 |
| 951,5 | 1 28 14,177 | 13 14 | 7 52 | 16 04 | 1 47 | 5 46 |
| 952,5 | 1 32 10,728 | 13 18 | 8 15 | 16 04 | 2 45 | 10 44 |
| 953,5 | 1 36 07,282 | 13 22 | 8 38 | 16 04 | 3 43 | 14 57 |
| 954,5 | 1 40 03,838 | 13 26 | 9 00 | 16 04 | 4 42 | 13 08 |
| 955,5 | 1 44 00,396 | 13 29 | 9 22 | 16 05 | 5 41 | 20 08 |
| 956,5 | 1 47 56,955 | 13 33 | 9 43 | 16 05 | 6 38 | 20 54 |
| 957,5 | 1 51 53,513 | 13 37 | 10 05 | 16 05 | 7 34 | 20 31 |
| 958,5 | 1 55 50,069 | 13 41 | 10 27 | 16 06 | 8 27 | 19 05 |
| 959,5 | 1 59 46,624 | 13 44 | 10 48 | 16 06 | 9 18 | 16 48 |
| 960,5 | 2 03 43,176 | 13 48 | 11 09 | 16 06 | 10 06 | 13 48 |
| 961,5 | 2 07 39,727 | 13 52 | 11 30 | 16 06 | 10 53 | 10 17 |
| 962,5 | 2 11 36,276 | 13 56 | 11 51 | 16 07 | 11 38 | 6 22 |
| 963,5 | 2 15 32,824 | 14 00 | 12 12 | 16 07 | 12 23 | + 2 14 |
| 964,5 | 2 19 29,373 | 14 03 | 12 33 | 16 07 | 13 07 | — 1 59 |
| 965,5 | 2 23 25,922 | 14 07 | 12 53 | 16 07 | 13 52 | 6 10 |
| 966,5 | 2 27 22,473 | 14 11 | 13 13 | 16 08 | 14 37 | 10 08 |
| 967,5 | 2 31 19,026 | 14 15 | 13 33 | 16 08 | 15 24 | 13 44 |
| 968,5 | 2 35 15,580 | 14 19 | —13 53 | 16 08 | 16 13 | —16 48 |

I. NOVEMBER

| DÁTUM | A HÉT napjai | Év hányadik hete | Év hányadik napja | KÖZÉP-EURÓPAI zónaidőben | | | | | A HOLD fényváltózásai |
|-------|--------------|------------------|-------------------|--------------------------|-------|---------|--------|---------|-----------------------|
| | | | | Budapestben | | | | | |
| | | | | A NAP | | | A HOLD | | |
| | | | | kel | delel | nyugsz. | kel | nyugsz. | |
| | | | | h m | h m | h m | h m | h m | h m |
| 1 | Cs | (44) | 305 | 6 27 | 11 28 | 16 28 | 10 01 | 19 09 | |
| 2 | P | | 306 | 6 29 | 11 28 | 16 27 | 10 58 | 19 57 | |
| 3 | Sz | | 307 | 6 30 | 11 28 | 16 25 | 11 52 | 20 53 | |
| 4 | V | | 308 | 6 32 | 11 28 | 16 24 | 12 39 | 21 57 | |
| 5 | H | 45 | 309 | 6 33 | 11 28 | 16 22 | 13 19 | 23 06 | ☽ 8 15 |
| 6 | K | | 310 | 6 35 | 11 28 | 16 20 | 13 56 | — — | |
| 7 | Sz | | 311 | 6 36 | 11 28 | 16 19 | 14 27 | 0 20 | |
| 8 | Cs | | 312 | 6 38 | 11 28 | 16 17 | 14 57 | 1 37 | |
| 9 | P | | 313 | 6 40 | 11 28 | 16 16 | 15 26 | 2 55 | |
| 10 | Sz | | 314 | 6 41 | 11 28 | 16 15 | 15 55 | 4 15 | |
| 11 | V | | 315 | 6 42 | 11 28 | 16 14 | 16 27 | 5 35 | ☿ 23 04 |
| 12 | H | 46 | 316 | 6 44 | 11 28 | 16 12 | 17 03 | 6 55 | |
| 13 | K | | 317 | 6 45 | 11 28 | 16 11 | 17 45 | 8 12 | |
| 14 | Sz | | 318 | 6 47 | 11 28 | 16 10 | 18 33 | 9 23 | |
| 15 | Cs | | 319 | 6 48 | 11 28 | 16 09 | 19 28 | 10 26 | |
| 16 | P | | 320 | 6 49 | 11 29 | 16 08 | 20 27 | 11 19 | |
| 17 | Sz | | 321 | 6 51 | 11 29 | 16 07 | 21 29 | 12 02 | |
| 18 | V | | 322 | 6 52 | 11 29 | 16 05 | 22 32 | 12 38 | |
| 19 | H | 47 | 323 | 6 54 | 11 29 | 16 04 | 23 35 | 13 08 | ☾ 3 10 |
| 20 | K | | 324 | 6 55 | 11 29 | 16 03 | — — | 13 34 | |
| 21 | Sz | | 325 | 6 57 | 11 30 | 16 02 | 0 38 | 13 58 | |
| 22 | Cs | | 326 | 6 58 | 11 30 | 16 01 | 1 39 | 14 20 | |
| 23 | P | | 327 | 6 59 | 11 30 | 16 00 | 2 40 | 14 41 | |
| 24 | Sz | | 328 | 7 01 | 11 30 | 15 59 | 3 42 | 15 04 | |
| 25 | V | | 329 | 7 02 | 11 31 | 15 59 | 4 45 | 15 29 | |
| 26 | H | 48 | 330 | 7 04 | 11 31 | 15 58 | 5 48 | 15 57 | |
| 27 | K | | 331 | 7 05 | 11 31 | 15 57 | 6 50 | 16 29 | ● 7 30 |
| 28 | Sz | | 332 | 7 07 | 11 32 | 15 57 | 7 54 | 17 07 | |
| 29 | Cs | | 333 | 7 08 | 11 32 | 15 56 | 8 54 | 17 53 | |
| 30 | P | | 334 | 7 09 | 11 32 | 15 56 | 9 50 | 18 47 | |

Hold: 10-én 15^h-kor földközélen
22-én 17^h-kor földtávolban

HÓNAP

| 0 ^b világidőkor | | | | | | |
|----------------------------|---|-------|--------|-------------------|-------|--------|
| Julián dátum 2437... | Csillagidő ($\lambda = 0^{\circ}$ -nál) | NAP | | | HOLD | |
| | | RA | D | látászó sugara | RA | D |
| | h m s | h m | ° ' | ' " | h m | ° ' |
| ...969,5 | 2 39 12,137 | 14 23 | -14 12 | 16 08 | 17 04 | -19 09 |
| 970,5 | 2 43 08,696 | 14 27 | 14 32 | 16 09 | 17 57 | 20 37 |
| 971,5 | 2 47 05,255 | 14 31 | 14 51 | 16 09 | 18 52 | 21 04 |
| 972,5 | 2 51 01,814 | 14 35 | 15 09 | 16 09 | 19 47 | 20 25 |
| 973,5 | 2 54 58,372 | 14 39 | 15 28 | 16 09 | 20 43 | 18 37 |
| 974,5 | 2 58 54,928 | 14 43 | 15 46 | 16 10 | 21 39 | 15 43 |
| 975,5 | 3 02 51,481 | 14 47 | 16 04 | 16 10 | 22 35 | 11 51 |
| 976,5 | 3 06 48,032 | 14 51 | 16 22 | 16 10 | 23 30 | 7 12 |
| 977,5 | 3 10 44,582 | 14 55 | 16 40 | 16 10 | 0 25 | - 2 03 |
| 978,5 | 3 14 41,132 | 14 59 | 16 57 | 16 11 | 1 22 | + 3 19 |
| 979,5 | 3 18 37,684 | 15 03 | 17 14 | 16 11 | 2 18 | 8 31 |
| 980,5 | 3 22 34,239 | 15 07 | 17 30 | 16 11 | 3 16 | 13 12 |
| 981,5 | 3 26 30,797 | 15 11 | 17 47 | 16 11 | 4 16 | 16 59 |
| 982,5 | 3 30 27,358 | 15 15 | 18 03 | 16 12 | 5 16 | 19 37 |
| 983,5 | 3 34 23,919 | 15 19 | 18 18 | 16 12 | 6 15 | 20 58 |
| 984,5 | 3 38 20,481 | 15 23 | 18 34 | 16 12 | 7 13 | 21 02 |
| 985,5 | 3 42 17,041 | 15 27 | 18 49 | 16 12 | 8 09 | 19 57 |
| 986,5 | 3 46 13,599 | 15 31 | 19 03 | 16 12 | 9 02 | 17 52 |
| 987,5 | 3 50 10,154 | 15 35 | 19 18 | 16 13 | 9 53 | 15 00 |
| 988,5 | 3 54 06,708 | 15 40 | 19 40 | 16 13 | 10 40 | 11 34 |
| 989,5 | 3 58 03,260 | 15 44 | 19 46 | 16 13 | 11 26 | 7 43 |
| 990,5 | 4 01 59,811 | 15 48 | 19 59 | 16 13 | 12 11 | + 3 35 |
| 991,5 | 4 05 56,362 | 15 52 | 20 12 | 16 13 | 12 55 | - 0 40 |
| 992,5 | 4 09 52,914 | 15 56 | 20 24 | 16 14 | 13 39 | 4 54 |
| 993,5 | 4 13 49,467 | 16 01 | 20 37 | 16 14 | 14 24 | 9 00 |
| 994,5 | 4 17 46,021 | 16 05 | 20 48 | 16 14 | 15 11 | 12 47 |
| 995,5 | 4 21 42,578 | 16 09 | 21 00 | 16 14 | 16 00 | 16 06 |
| 996,5 | 4 25 39,137 | 16 13 | 21 11 | 16 14 | 16 51 | 18 43 |
| 997,5 | 4 29 35,698 | 16 18 | 21 22 | 16 14 | 17 44 | 20 30 |
| 998,5 | 4 33 32,260 | 16 22 | -21 32 | 16 15 | 18 39 | -21 14 |

I. DECEMBER

| DÁTUM | A HÉT napjai | Év hányadik hete | Év hányadik napja | KÜZÉP-EURÓPAI zónaidőben | | | | | A HOLD fényváltásai |
|-------|--------------|------------------|-------------------|--------------------------|-------|---------|--------|---------|---------------------|
| | | | | Budapesten | | | | | |
| | | | | A NAP | | | A HOLD | | |
| | | | | kel | delel | nyugsz. | kel | nyugsz. | |
| | | | h m | h m | h m | h m | h m | h m | |
| 1 | Sz | (48) | 335 | 7 11 | 11 33 | 15 55 | 10 39 | 19 50 | |
| 2 | V | | 336 | 7 12 | 11 33 | 15 55 | 11 22 | 20 56 | |
| 3 | H | 49 | 337 | 7 13 | 11 34 | 15 54 | 11 59 | 22 07 | |
| 4 | K | | 338 | 7 14 | 11 34 | 15 54 | 12 31 | 23 21 | ☉ 17 48 |
| 5 | Sz | | 339 | 7 15 | 11 34 | 15 54 | 13 00 | — — | |
| 6 | Cs | | 340 | 7 17 | 11 35 | 15 53 | 13 27 | 0 37 | |
| 7 | P | | 341 | 7 18 | 11 35 | 15 53 | 13 55 | 1 52 | |
| 8 | Sz | | 342 | 7 19 | 11 36 | 15 53 | 14 24 | 3 10 | |
| 9 | V | | 343 | 7 20 | 11 36 | 15 53 | 14 57 | 4 28 | |
| 10 | H | 50 | 344 | 7 21 | 11 36 | 15 53 | 15 34 | 5 45 | |
| 11 | K | | 345 | 7 22 | 11 37 | 15 53 | 16 19 | 6 57 | ☽ 10 28 |
| 12 | Sz | | 346 | 7 22 | 11 37 | 15 53 | 17 10 | 8 07 | |
| 13 | Cs | | 347 | 7 23 | 11 38 | 15 53 | 18 08 | 9 06 | |
| 14 | P | | 348 | 7 24 | 11 38 | 15 53 | 19 11 | 9 55 | |
| 15 | Sz | | 349 | 7 25 | 11 39 | 15 53 | 20 16 | 10 32 | |
| 16 | V | | 350 | 7 26 | 11 39 | 15 53 | 21 20 | 11 09 | |
| 17 | H | 51 | 351 | 7 27 | 11 40 | 15 54 | 22 24 | 11 37 | |
| 18 | K | | 352 | 7 27 | 11 40 | 15 54 | 23 26 | 12 02 | ☾ 23 43 |
| 19 | Sz | | 353 | 7 28 | 11 41 | 15 54 | — — | 12 25 | |
| 20 | Cs | | 354 | 7 28 | 11 41 | 15 55 | 0 28 | 12 46 | |
| 21 | P | | 355 | 7 29 | 11 42 | 15 55 | 1 29 | 13 08 | |
| 22 | Sz | | 356 | 7 29 | 11 42 | 15 55 | 2 30 | 13 32 | |
| 23 | V | | 357 | 7 30 | 11 43 | 15 56 | 3 34 | 13 58 | |
| 24 | H | 52 | 358 | 7 30 | 11 43 | 15 57 | 4 38 | 14 28 | |
| 25 | K | | 359 | 7 31 | 11 44 | 15 57 | 5 45 | 15 04 | |
| 26 | Sz | | 360 | 7 31 | 11 44 | 15 58 | 6 44 | 15 46 | ● 23 59 |
| 27 | Cs | | 361 | 7 31 | 11 45 | 15 59 | 7 43 | 16 39 | |
| 28 | P | | 362 | 7 32 | 11 45 | 16 00 | 8 36 | 17 39 | |
| 29 | Sz | | 363 | 7 32 | 11 46 | 16 00 | 9 22 | 18 46 | |
| 30 | V | | 364 | 7 32 | 11 46 | 16 01 | 10 01 | 19 58 | |
| 31 | H | | 365 | 7 32 | 11 47 | 16 02 | 10 35 | 21 11 | |

Föld: tél kezdete 22-én 9^h 15^m-kor

Hold: 8-án 18^h-kor földközépen

20-án 12^h-kor földtávolban

HÓNAP

| 0° világidőkor | | | | | | |
|-------------------------|---|-------|--------|---------------|-------|--------|
| Julián dátum 2437... | Csillagidő ($\lambda = 0^\circ$ -nál) | NAP | | | HOLD | |
| | | RA | D | látszó sugara | RA | D |
| | h m s | h m | ° ' | ' " | h m | ° ' |
| 7999,5 | 4 37 28,822 | 16 26 | —21 41 | 16 15 | 19 35 | —20 52 |
| 8000,5 | 4 41 25,383 | 16 31 | 21 51 | 16 15 | 20 11 | 19 21 |
| 8001,5 | 4 45 21,941 | 16 35 | 22 00 | 16 15 | 21 27 | 16 44 |
| 8002,5 | 4 49 18,498 | 16 39 | 22 09 | 16 15 | 22 21 | 13 09 |
| 8003,5 | 4 53 15,052 | 16 44 | 22 27 | 16 16 | 23 15 | 8 48 |
| 8004,5 | 4 57 11,604 | 16 48 | 22 25 | 16 16 | 0 09 | — 3 54 |
| 8005,5 | 5 01 08,156 | 16 52 | 22 32 | 16 16 | 1 02 | + 1 17 |
| 8006,5 | 5 05 04,709 | 16 57 | 22 39 | 16 16 | 1 57 | 6 27 |
| 8007,5 | 5 09 01,265 | 17 01 | 22 45 | 16 16 | 2 52 | 11 17 |
| 8008,5 | 5 12 57,824 | 17 05 | 22 51 | 16 16 | 3 50 | 15 27 |
| 8009,5 | 5 16 54,385 | 17 10 | 22 56 | 16 16 | 4 49 | 18 38 |
| 8010,5 | 5 20 50,949 | 17 14 | 23 02 | 16 16 | 5 49 | 20 37 |
| 8011,5 | 5 24 47,512 | 17 19 | 23 06 | 16 16 | 6 49 | 21 18 |
| 8012,5 | 5 28 44,075 | 17 23 | 23 10 | 16 16 | 7 47 | 20 42 |
| 8013,5 | 5 32 40,636 | 17 27 | 23 14 | 16 17 | 8 42 | 18 58 |
| 8014,5 | 5 36 37,195 | 17 32 | 23 17 | 16 17 | 9 35 | 16 20 |
| 8015,5 | 5 40 33,751 | 17 36 | 23 20 | 16 17 | 10 24 | 13 01 |
| 8016,5 | 5 44 30,305 | 17 41 | 23 22 | 16 17 | 11 11 | 9 14 |
| 8017,5 | 5 48 26,858 | 17 45 | 23 24 | 16 17 | 11 57 | 5 08 |
| 8018,5 | 5 52 23,410 | 17 50 | 23 25 | 16 17 | 12 41 | + 0 53 |
| 8019,5 | 5 56 19,963 | 17 54 | 23 26 | 16 17 | 13 25 | — 3 24 |
| 8020,5 | 6 00 16,517 | 17 58 | 23 27 | 16 17 | 14 10 | 7 34 |
| 8021,5 | 6 04 13,072 | 18 03 | 23 26 | 16 17 | 14 56 | 11 30 |
| 8022,5 | 6 08 09,630 | 18 04 | 23 26 | 16 17 | 15 44 | 15 00 |
| 8023,5 | 6 12 06,189 | 18 12 | 23 25 | 16 17 | 16 34 | 17 55 |
| 8024,5 | 6 16 02,751 | 18 16 | 23 23 | 16 17 | 17 27 | 20 03 |
| 8025,5 | 6 19 59,313 | 18 25 | 23 21 | 16 17 | 17 23 | 21 10 |
| 8026,5 | 6 23 55,876 | 18 25 | 23 19 | 16 17 | 19 19 | 21 09 |
| 8027,5 | 6 27 52,438 | 18 30 | 23 16 | 16 17 | 20 17 | 19 57 |
| 8028,5 | 6 31 48,998 | 18 34 | 23 13 | 16 17 | 21 13 | 17 34 |
| 8029,5 | 6 35 45,550 | 18 38 | —23 09 | 16 17 | 22 09 | —14 11 |

Ia. Időegyenlet (valódi-idő)

| Hónap Nap | I | II | III | IV | V | VI |
|--------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | m s | m s | m s | m s | m s | m s |
| 1 | — 3 14 | —13 33 | —12 35 | —4 10 | +2 50 | +2 25 |
| 2 | 3 43 | 13 41 | 12 23 | 3 52 | 2 58 | 2 16 |
| 3 | 4 11 | 13 49 | 12 11 | 3 34 | 3 05 | 2 07 |
| 4 | 4 39 | 13 55 | 11 59 | 3 17 | 3 11 | 1 57 |
| 5 | 5 06 | 14 01 | 11 46 | 2 59 | 3 17 | 1 47 |
| 6 | 5 33 | 14 06 | 11 32 | 2 42 | 3 22 | 1 36 |
| 7 | 5 60 | 14 10 | 11 18 | 2 24 | 3 27 | 1 26 |
| 8 | 6 26 | 14 14 | 11 04 | 2 08 | 3 31 | 1 14 |
| 9 | 6 51 | 14 16 | 10 50 | 1 51 | 3 34 | 1 03 |
| 10 | 7 17 | 14 18 | 10 35 | 1 34 | 3 37 | 0 51 |
| 11 | 7 41 | 14 19 | 10 19 | 1 18 | 3 40 | 0 39 |
| 12 | 8 05 | 14 19 | 10 03 | 1 02 | 3 42 | 0 27 |
| 13 | 8 28 | 14 19 | 9 47 | 0 40 | 3 43 | 0 15 |
| 14 | 8 51 | 14 17 | 9 31 | 0 31 | 3 44 | +0 03 |
| 15 | 9 13 | 14 15 | 9 14 | 0 16 | 3 44 | —0 10 |
| 16 | 9 34 | 14 12 | 8 57 | —0 01 | 3 44 | 0 23 |
| 17 | 9 54 | 14 09 | 8 40 | +0 14 | 3 43 | 0 35 |
| 18 | 10 14 | 14 04 | 8 23 | 0 28 | 3 41 | 0 48 |
| 19 | 10 33 | 13 59 | 8 05 | 0 41 | 3 39 | 1 01 |
| 20 | 10 52 | 13 54 | 7 48 | 0 55 | 3 37 | 1 14 |
| 21 | 11 10 | 13 47 | 7 30 | 1 08 | 3 34 | 1 27 |
| 22 | 11 26 | 13 40 | 7 12 | 1 20 | 3 30 | 1 40 |
| 23 | 11 43 | 13 33 | 6 54 | 1 32 | 3 26 | 1 53 |
| 24 | 11 58 | 13 24 | 6 35 | 1 44 | 3 21 | 2 06 |
| 25 | 12 13 | 13 16 | 6 17 | 1 55 | 3 16 | 2 19 |
| 26 | 12 26 | 13 06 | 5 59 | 2 05 | 3 10 | 2 31 |
| 27 | 12 39 | 12 56 | 5 41 | 2 15 | 3 04 | 2 44 |
| 28 | 12 52 | —12 46 | 5 22 | 2 25 | 2 57 | 2 57 |
| 29 | 13 03 | — | 5 04 | 2 34 | 2 50 | 3 09 |
| 30 | 13 14 | — | 4 40 | + 2 42 | 2 42 | — 3 21 |
| 31 | —13 24 | — | — 4 28 | — | + 2 34 | — |

mínusz helyi középítő)

| Hónap Nap | VII | VIII | IX | X | XI | XII |
|--------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | m s | m s | m s | m s | m s | m s |
| 1 | —3 33 | —6 17 | —0 15 | +10 02 | +16 20 | +11 14 |
| 2 | 3 45 | 6 14 | +0 04 | 10 22 | 16 22 | 10 52 |
| 3 | 3 56 | 6 10 | 0 23 | 10 41 | 16 23 | 10 29 |
| 4 | 4 08 | 6 05 | 0 42 | 10 59 | 16 23 | 10 06 |
| 5 | 4 19 | 6 00 | 1 02 | 11 18 | 16 22 | 9 41 |
| 6 | 4 29 | 5 54 | 1 22 | 11 36 | 16 21 | 9 17 |
| 7 | 4 39 | 5 48 | 1 42 | 11 53 | 16 19 | 8 52 |
| 8 | 4 49 | 5 41 | 2 02 | 12 11 | 16 16 | 8 26 |
| 9 | 4 59 | 5 33 | 2 23 | 12 28 | 16 12 | 7 60 |
| 10 | 5 08 | 5 25 | 2 44 | 12 44 | 16 07 | 7 33 |
| 11 | 5 16 | 5 16 | 3 05 | 13 00 | 16 01 | 7 06 |
| 12 | 5 24 | 5 07 | 3 26 | 13 16 | 15 55 | 6 39 |
| 13 | 5 32 | 4 57 | 3 47 | 13 31 | 15 47 | 6 11 |
| 14 | 5 39 | 4 46 | 4 08 | 13 46 | 15 39 | 5 43 |
| 15 | 5 46 | 4 35 | 4 29 | 13 60 | 15 30 | 5 14 |
| 16 | 5 52 | 4 23 | 4 51 | 14 13 | 15 21 | 4 45 |
| 17 | 5 58 | 4 11 | 5 12 | 14 26 | 15 10 | 4 16 |
| 18 | 6 03 | 3 59 | 5 34 | 14 39 | 14 58 | 3 47 |
| 19 | 6 08 | 3 45 | 5 55 | 14 50 | 14 46 | 3 18 |
| 20 | 6 12 | 3 32 | 6 16 | 15 01 | 14 33 | 2 48 |
| 21 | 6 15 | 3 18 | 6 38 | 15 12 | 14 19 | 2 18 |
| 22 | 6 18 | 3 03 | 6 59 | 15 22 | 14 04 | 1 48 |
| 23 | 6 21 | 2 48 | 7 20 | 15 31 | 13 48 | 1 18 |
| 24 | 6 23 | 2 32 | 7 41 | 15 39 | 13 41 | 0 48 |
| 25 | 6 24 | 2 17 | 8 02 | 15 47 | 13 14 | + 0 18 |
| 26 | 6 25 | 2 00 | 8 22 | 15 54 | 12 56 | — 0 11 |
| 27 | 6 25 | 1 44 | 8 43 | 16 00 | 12 37 | 0 41 |
| 28 | 6 25 | 1 27 | 9 03 | 16 06 | 12 17 | 1 11 |
| 29 | 6 24 | 1 09 | 9 23 | 16 11 | 11 57 | 1 41 |
| 30 | 6 22 | 0 51 | + 9 43 | 16 15 | +11 36 | 2 10 |
| 31 | — 6 20 | — 0 33 | — | +16 18 | — | — 2 39 |

Ib. Hold kelte és nyugta időpontok

| Hold kelte | | | | | | |
|------------|--------|-------------|----------|--------|----------|----------------------|
| Dátum | Sopron | Nagykanizsa | Budapest | Szeged | Debrecen | Sátoralja- újhely |
| | h m | h m | h m | h m | h m | h m |
| I. 6 | 7 17 | 7 11 | 7 07 | 6 58 | 6 56 | 7 00 |
| 19 | 15 36 | 15 38 | 15 26 | 15 25 | 15 15 | 15 12 |
| II. 2 | 4 57 | 4 51 | 4 47 | 4 38 | 4 36 | 4 40 |
| 15 | 13 32 | 13 34 | 13 22 | 13 21 | 13 11 | 13 08 |
| III. 1 | 2 40 | 2 34 | 2 30 | 2 21 | 2 19 | 2 23 |
| 15 | 12 20 | 12 22 | 12 10 | 12 09 | 11 59 | 11 56 |
| 29 | 1 30 | 1 24 | 1 20 | 1 11 | 1 09 | 1 13 |
| IV. 11 | 10 12 | 10 14 | 10 02 | 10 01 | 9 51 | 9 48 |
| 26 | 0 21 | 0 15 | 0 11 | 0 02 | 0 00 | 0 04 |
| V. 8 | 8 00 | 8 02 | 7 50 | 7 49 | 7 39 | 7 36 |
| 22 | 22 18 | 22 12 | 22 08 | 21 59 | 21 57 | 22 01 |
| VI. 5 | 6 40 | 6 42 | 6 30 | 6 29 | 6 19 | 6 16 |
| 19 | 21 06 | 21 00 | 20 56 | 20 47 | 20 45 | 20 49 |
| VII. 2 | 4 28 | 4 30 | 4 18 | 4 17 | 4 07 | 4 04 |
| 16 | 18 54 | 18 48 | 18 44 | 18 35 | 18 33 | 18 37 |
| 30 | 3 15 | 3 17 | 3 05 | 3 04 | 2 54 | 2 51 |
| VIII. 13 | 17 34 | 17 28 | 17 24 | 17 15 | 17 13 | 17 17 |
| 26 | 1 10 | 1 12 | 1 00 | 0 59 | 0 49 | 0 46 |
| IX. 10 | 16 12 | 16 06 | 16 02 | 15 53 | 15 51 | 15 55 |
| 22 | 24 01 | 24 03 | 23 51 | 23 50 | 23 40 | 23 37 |
| X. 6 | 13 13 | 13 07 | 13 03 | 12 54 | 12 52 | 12 56 |
| 19 | 21 52 | 21 54 | 21 42 | 21 41 | 21 31 | 21 28 |
| XI. 2 | 11 08 | 11 02 | 10 58 | 10 49 | 10 47 | 10 51 |
| 16 | 20 37 | 20 39 | 20 27 | 20 26 | 20 16 | 20 13 |
| 30 | 10 00 | 9 54 | 9 50 | 9 41 | 9 39 | 9 43 |
| XII. 13 | 18 18 | 18 20 | 18 08 | 18 07 | 17 57 | 17 54 |
| 27 | 7 53 | 7 47 | 7 43 | 7 34 | 7 32 | 7 36 |

Magyarország különböző helyein

| Hold nyugta | | | | | | |
|-------------|--------|-------------|----------|--------|----------|----------------------|
| Dátum | Sopron | Nagykanizsa | Budapest | Szeged | Debrecen | Sátoralja- újhely |
| | h m | h m | h m | h m | h m | h m |
| I. 6 | 16 32 | 16 34 | 16 22 | 16 21 | 16 11 | 16 08 |
| 19 | 16 21 | 6 15 | 6 11 | 6 02 | 6 00 | 6 03 |
| II. 2 | 14 11 | 14 13 | 14 01 | 14 00 | 13 50 | 13 47 |
| 15 | 4 18 | 4 12 | 4 08 | 3 59 | 3 57 | 4 00 |
| III. 1 | 11 56 | 11 58 | 11 46 | 11 45 | 11 35 | 11 32 |
| 15 | 3 04 | 2 58 | 2 54 | 2 45 | 2 43 | 2 46 |
| 29 | 10 41 | 10 43 | 10 31 | 10 30 | 10 20 | 10 17 |
| IV. 11 | 1 00 | 0 54 | 0 50 | 0 41 | 0 39 | 0 42 |
| 26 | 9 32 | 9 34 | 9 22 | 9 21 | 9 11 | 9 08 |
| V. 8 | 23 41 | 23 35 | 23 31 | 23 22 | 23 20 | 23 23 |
| 22 | 6 30 | 6 32 | 6 20 | 6 19 | 6 09 | 6 06 |
| VI. 5 | 22 20 | 22 14 | 22 10 | 22 01 | 21 59 | 22 02 |
| 19 | 5 16 | 5 18 | 5 06 | 5 05 | 4 55 | 4 52 |
| VII. 2 | 20 12 | 20 06 | 20 02 | 19 53 | 19 51 | 19 54 |
| 16 | 3 03 | 3 05 | 2 53 | 2 52 | 2 42 | 2 39 |
| 30 | 18 53 | 18 47 | 18 43 | 18 34 | 18 32 | 18 35 |
| VIII. 13 | 1 44 | 1 46 | 1 34 | 1 33 | 1 23 | 1 20 |
| 26 | 16 51 | 16 45 | 16 41 | 16 32 | 16 30 | 16 33 |
| IX. 10 | 0 27 | 0 29 | 0 17 | 0 16 | 0 06 | 0 03 |
| 22 | 14 51 | 14 45 | 14 41 | 14 32 | 14 30 | 14 33 |
| X. 6 | 22 13 | 22 15 | 22 03 | 22 02 | 21 52 | 21 49 |
| 19 | 12 47 | 12 41 | 12 37 | 12 28 | 12 26 | 12 29 |
| XI. 2 | 20 07 | 20 09 | 19 57 | 19 56 | 19 46 | 19 43 |
| 16 | 11 29 | 11 23 | 11 19 | 11 10 | 11 08 | 11 11 |
| 30 | 18 57 | 18 59 | 18 47 | 18 46 | 18 36 | 18 33 |
| XII. 13 | 9 16 | 9 10 | 9 06 | 8 57 | 8 55 | 8 58 |
| 27 | 16 49 | 16 51 | 16 39 | 16 38 | 16 28 | 16 25 |

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

| Dátum | P | B _o | L _o | Dátum | P | B _o | L _o |
|--------|-------|----------------|----------------|---------|-------|----------------|----------------|
| | ° | ° | ° | | ° | ° | ° |
| I. 1 | + 2,2 | - 3,0 | 314,0 | VII. 5 | - 1,1 | + 3,3 | 32,3 |
| 6 | - 0,2 | 3,6 | 248,2 | 10 | + 1,2 | 3,8 | 326,2 |
| 11 | 2,6 | 4,2 | 182,4 | 15 | 3,4 | 4,3 | 260,0 |
| 16 | 5,0 | 4,7 | 116,5 | 20 | 5,6 | 4,8 | 193,8 |
| 21 | 7,3 | 5,1 | 50,7 | 25 | 7,8 | 5,2 | 127,7 |
| 26 | 9,5 | 5,6 | 344,8 | 30 | 9,9 | 5,6 | 61,5 |
| 31 | 11,6 | 6,0 | 279,0 | VIII. 4 | 11,9 | 6,0 | 355,4 |
| II. 5 | 13,7 | 6,3 | 213,2 | 9 | 13,7 | 6,3 | 289,3 |
| 10 | 15,6 | 6,6 | 147,7 | 14 | 15,5 | 6,6 | 223,2 |
| 15 | 17,3 | 6,8 | 81,5 | 19 | 17,2 | 6,8 | 157,1 |
| 20 | 18,9 | 7,0 | 15,7 | 24 | 18,8 | 7,0 | 91,0 |
| 25 | 20,4 | 7,2 | 309,8 | 29 | 20,2 | 7,1 | 25,0 |
| III. 2 | 21,7 | 7,2 | 244,0 | IX. 3 | 21,5 | 7,2 | 318,9 |
| 7 | 22,9 | 7,3 | 178,1 | 8 | 22,7 | 7,3 | 252,9 |
| 12 | 23,9 | 7,2 | 112,2 | 13 | 23,7 | 7,2 | 186,9 |
| 17 | 24,7 | 7,1 | 46,3 | 18 | 24,5 | 7,2 | 120,9 |
| 22 | 25,4 | 7,0 | 340,4 | 23 | 25,2 | 7,0 | 54,9 |
| 27 | 25,9 | 6,8 | 274,5 | 28 | 25,8 | 6,9 | 348,9 |
| IV. 1 | 26,2 | 6,5 | 208,5 | X. 3 | 26,1 | 6,6 | 282,9 |
| 6 | 26,4 | 6,2 | 142,5 | 8 | 26,3 | 6,3 | 216,9 |
| 11 | 26,3 | 5,9 | 76,5 | 13 | 26,3 | 6,0 | 151,0 |
| 16 | 27,1 | 5,5 | 10,5 | 18 | 26,2 | 5,6 | 85,0 |
| 21 | 25,7 | 5,1 | 304,5 | 23 | 25,8 | 5,2 | 19,1 |
| 26 | 25,1 | 4,7 | 238,4 | 28 | 25,2 | 4,8 | 313,1 |
| V. 1 | 24,3 | 4,2 | 172,4 | XI. 2 | 24,5 | 4,3 | 247,2 |
| 6 | 23,3 | 3,6 | 106,3 | 7 | 23,5 | 3,7 | 181,3 |
| 11 | 22,2 | 3,1 | 40,2 | 12 | 22,4 | 3,2 | 115,3 |
| 16 | 20,9 | 2,5 | 334,0 | 17 | 21,0 | 2,6 | 49,4 |
| 21 | 19,4 | 2,0 | 267,9 | 22 | 19,5 | 2,0 | 343,5 |
| 26 | 17,8 | 1,4 | 201,7 | 27 | 17,8 | 1,9 | 277,6 |
| 31 | 16,0 | 0,8 | 135,6 | XII. 2 | 15,9 | 0,8 | 211,7 |
| VI. 5 | 14,4 | - 0,2 | 69,4 | 7 | 13,9 | + 0,1 | 145,8 |
| 10 | 12,1 | + 0,4 | 3,2 | 12 | 11,8 | - 0,5 | 79,9 |
| 15 | 10,0 | 1,0 | 297,1 | 17 | 9,5 | 1,2 | 14,1 |
| 20 | 7,9 | 1,6 | 230,9 | 22 | 7,2 | 1,8 | 308,2 |
| 25 | 5,6 | 2,2 | 164,6 | 27 | 4,8 | 2,4 | 242,3 |
| 30 | - 3,4 | + 2,8 | 98,5 | I. 1 | + 2,4 | + 3,0 | 176,5 |

III. Az öt fényes bolygó távolsága (r) és fényessége (m)

(Csillagászati egységekben, illetve magnitúdókban)

| Dátum | Merkur r m | Vénusz r m | Mars r m | Jupiter r m | Szaturnusz r m |
|---------|---------------|---------------|-------------|----------------|-------------------|
| I. 1 | 1,36 —0,8 | 1,70 —3,4 | 2,43 | 5,88 | 10,91 |
| 16 | 1,10 —0,7 | 1,71 —3,5 | 2,40 | 5,98 | 10,97 |
| II. 1 | 0,70 +1,6 | 1,71 —3,5 | 2,36 | 6,03 | 10,96 |
| 16 | 0,72 +1,0 | 1,71 —3,4 | 2,33 | 6,03 | 10,90 |
| III. 1 | 0,92 +0,4 | 1,69 —3,4 | 2,30 | 5,99 —1,5 | 10,80 +0,9 |
| 16 | 1,13 +0,1 | 1,67 —3,4 | 2,26 | 5,90 —1,6 | 10,63 +0,9 |
| IV. 1 | 1,29 +0,5 | 1,63 —3,4 | 2,22 +1,4 | 5,76 —1,6 | 10,42 +0,9 |
| 16 | 1,33 —1,8 | 1,59 —3,3 | 2,18 +1,4 | 5,60 —1,7 | 10,19 +0,9 |
| V. 1 | 1,13 —0,8 | 1,53 —3,3 | 2,14 +1,4 | 5,40 —1,8 | 9,94 +0,9 |
| 16 | 0,79 +0,8 | 1,46 —3,4 | 2,10 +1,4 | 5,18 —1,9 | 9,69 +0,8 |
| VI. 1 | 0,57 +2,5 | 1,37 —3,4 | 2,05 +1,4 | 4,93 —2,0 | 9,44 +0,7 |
| 16 | 0,59 +2,2 | 1,28 —3,4 | 2,01 +1,4 | 4,70 —2,0 | 9,24 +0,7 |
| VII. 1 | 0,83 +0,7 | 1,18 —3,5 | 1,96 +1,4 | 4,48 —2,2 | 9,08 +0,6 |
| 16 | 1,16 +0,8 | 1,07 —3,6 | 1,90 +1,4 | 4,28 —2,3 | 8,98 +0,5 |
| VIII. 1 | 1,35 —1,6 | 0,94 —3,7 | 1,83 +1,3 | 4,12 —2,4 | 8,94 +0,4 |
| 16 | 1,28 —0,4 | 0,83 —3,8 | 1,76 +1,3 | 4,02 —2,4 | 8,98 +0,4 |
| IX. 1 | 1,10 +0,1 | 0,70 —3,9 | 1,68 +1,2 | 3,99 —2,4 | 9,07 +0,5 |
| 16 | 0,88 +0,6 | 0,58 —4,1 | 1,58 +1,2 | 4,02 —2,4 | 9,24 +0,6 |
| X. 1 | 0,67 +1,7 | 0,47 —4,3 | 1,49 +1,1 | 4,12 —2,4 | 9,44 +0,7 |
| 16 | 0,81 +0,7 | 0,37 —4,3 | 1,38 +0,9 | 4,27 —2,3 | 9,68 +0,7 |
| XI. 1 | 1,22 —0,8 | 0,29 —3,9 | 1,25 +0,7 | 4,48 —2,2 | 9,94 +0,8 |
| 16 | 1,41 —0,8 | 0,27 —3,2 | 1,13 +0,5 | 4,71 —2,1 | 10,18 +0,9 |
| XII. 1 | 1,45 —0,7 | 0,31 —4,1 | 1,01 +0,3 | 4,94 —2,0 | 10,41 +0,9 |
| 16 | 1,35 —0,6 | 0,39 —4,4 | 0,89 +0,0 | 5,17 —1,9 | 10,61 +0,9 |

IIIa. A szabad szemmel látható bolygók koordinátái

| Dátum | MERKUR | | | VÉNUSZ | | | MARS | | | |
|-------|--------|-------|---------------------------------|--------|-------|---------------------------------|-------|-------|---------------------------------|------|
| | RA | D | Lát- szó su- gara s | RA | D | Lát- szó su- gara s | RA | D | Lát- szó su- gara s | |
| | h m | ° ' " | " | h m | ° ' " | " | h m | ° ' " | " | |
| I. | 1 | 19 25 | -24 12 | 2,46 | 18 16 | -23 37 | 4,96 | 18 24 | -24 05 | 1,93 |
| | 6 | 19 59 | 22 45 | 2,58 | 18 44 | 23 29 | 4,94 | 18 41 | 23 55 | 1,94 |
| | 11 | 20 33 | 20 40 | 2,76 | 19 11 | 23 03 | 4,93 | 18 57 | 23 38 | 1,94 |
| | 16 | 21 03 | 18 05 | 3,03 | 19 38 | 22 19 | 4,92 | 19 14 | 23 14 | 1,95 |
| | 21 | 21 26 | 15 19 | 3,44 | 20 05 | 21 18 | 4,92 | 19 30 | 22 44 | 1,96 |
| | 26 | 21 38 | 12 57 | 4,00 | 20 31 | 20 01 | 4,91 | 19 47 | 22 08 | 1,97 |
| 31 | 21 33 | 11 51 | 4,64 | 20 57 | 18 30 | 4,91 | 20 03 | 21 25 | 1,98 | |
| II. | 5 | 21 13 | 12 24 | 5,08 | 21 22 | 16 45 | 4,91 | 20 19 | 20 36 | 1,99 |
| | 10 | 20 51 | 13 58 | 5,08 | 21 47 | 14 48 | 4,92 | 20 36 | 19 42 | 2,00 |
| | 15 | 20 38 | 15 33 | 4,75 | 22 12 | 12 42 | 4,92 | 20 52 | 18 43 | 2,01 |
| | 20 | 20 38 | 16 37 | 4,32 | 22 35 | 10 27 | 4,94 | 21 07 | 17 38 | 2,02 |
| | 25 | 20 48 | 17 02 | 3,92 | 22 59 | 8 05 | 4,95 | 21 23 | 16 29 | 2,03 |
| III. | 1 | 21 01 | 16 53 | 3,65 | 23 17 | 6 08 | 4,96 | 21 35 | 15 30 | 2,04 |
| | 6 | 21 23 | 16 10 | 3,37 | 23 40 | 3 37 | 4,98 | 21 51 | 14 14 | 2,05 |
| | 11 | 21 47 | 14 52 | 3,15 | 0 03 | -1 04 | 5,01 | 22 06 | 12 54 | 2,06 |
| | 16 | 22 14 | 13 00 | 2,97 | 0 26 | +1 30 | 5,03 | 22 21 | 11 31 | 2,08 |
| | 21 | 22 42 | 10 36 | 7,43 | 0 48 | 4 03 | 5,06 | 22 36 | 10 05 | 2,08 |
| | 26 | 23 12 | 7 41 | 2,70 | 1 11 | 6 34 | 5,10 | 22 51 | 8 36 | 2,10 |
| | 31 | 23 43 | 4 17 | 2,61 | 1 34 | 9 01 | 5,14 | 23 05 | 7 06 | 2,11 |
| IV. | 5 | 0 16 | -0 26 | 2,54 | 1 57 | 11 24 | 5,18 | 23 20 | 5 35 | 2,12 |
| | 10 | 0 51 | +3 47 | 2,50 | 2 21 | 13 39 | 5,23 | 23 34 | 4 02 | 2,13 |
| | 15 | 1 28 | 8 17 | 2,50 | 2 45 | 15 47 | 5,29 | 23 48 | 2 29 | 2,15 |
| | 20 | 2 07 | 12 49 | 2,56 | 3 09 | 17 44 | 5,35 | 0 03 | -0 55 | 2,16 |
| | 25 | 2 47 | 17 01 | 2,69 | 3 34 | 19 30 | 5,41 | 0 17 | +0 38 | 2,17 |
| | 30 | 3 26 | 20 29 | 2,91 | 3 59 | 21 03 | 5,49 | 0 31 | 2 10 | 2,18 |
| V. | 5 | 4 01 | 22 58 | 3,22 | 4 25 | 22 22 | 5,57 | 0 45 | 3 42 | 2,20 |
| | 10 | 4 32 | 24 25 | 3,62 | 4 51 | 23 26 | 5,65 | 0 59 | 5 13 | 2,21 |
| | 15 | 4 55 | 24 58 | 4,10 | 5 17 | 24 13 | 5,75 | 1 13 | 6 42 | 2,23 |
| | 20 | 5 11 | 24 45 | 4,62 | 5 43 | 24 42 | 5,85 | 1 27 | 8 08 | 2,24 |
| | 25 | 5 18 | 23 54 | 5,21 | 6 10 | 24 54 | 5,96 | 1 42 | 9 33 | 2,26 |
| | 30 | 5 16 | 22 35 | 5,70 | 6 36 | 24 48 | 6,08 | 1 56 | 10 55 | 2,27 |
| VI. | 5 | 5 06 | 20 39 | 6,05 | 7 08 | 24 18 | 6,24 | 2 13 | 12 29 | 2,29 |
| | 10 | 4 55 | 19 09 | 6,02 | 7 34 | 23 34 | 6,39 | 2 27 | 13 44 | 2,31 |
| | 15 | 4 46 | 18 09 | 5,72 | 7 59 | 22 33 | 6,55 | 2 42 | 14 55 | 2,33 |
| | 20 | 4 44 | 17 51 | 5,23 | 8 24 | 21 17 | 6,72 | 2 56 | 16 03 | 2,35 |
| | 25 | 4 49 | 18 18 | 4,67 | 8 48 | 19 48 | 6,91 | 3 10 | 17 06 | 2,37 |
| | 30 | 5 02 | +19 19 | 4,13 | 9 12 | +18 05 | 7,11 | 3 25 | +18 05 | 2,39 |

és látzólagos sugara 0^h világidőkor

| Dátum | JUPITER | | | SZATURNUSZ | | | URÁNUSZ | | | |
|-------|---------|-------|---------------------------------|------------|-------|---------------------------------|---------|-------|---------------------------------|------|
| | RA | D | Lát- szó su- gara s | RA | D | Lát- szó su- gara s | RA | D | Lát- szó su- gara s | |
| | h m | ° ′ | ″ | h m | ° ′ | ″ | h m | ° ′ | ″ | |
| I. | 1 | 20 52 | —18 15 | 15,63 | 20 08 | —20 32 | 6,83 | 10 10 | +12 06 | 1,94 |
| | 6 | 20 57 | 17 57 | 15,53 | 20 10 | 20 25 | 6,82 | 10 10 | 12 09 | 1,94 |
| | 11 | 21 02 | 17 38 | 15,45 | 20 13 | 20 18 | 6,81 | 10 09 | 12 12 | 1,95 |
| | 16 | 21 06 | 17 18 | 15,38 | 20 15 | 20 11 | 6,80 | 10 09 | 12 16 | 1,96 |
| | 21 | 21 11 | 16 58 | 15,32 | 20 17 | 20 03 | 6,80 | 10 08 | 12 20 | 1,96 |
| | 26 | 21 16 | 16 37 | 15,28 | 20 20 | 19 55 | 6,80 | 10 07 | 12 24 | 1,97 |
| | 31 | 21 20 | 16 16 | 15,25 | 20 22 | 19 47 | 6,80 | 10 07 | 12 28 | 1,97 |
| II. | 5 | 21 25 | 15 54 | 15,24 | 20 25 | 19 40 | 6,81 | 10 06 | 12 33 | 1,97 |
| | 10 | 21 30 | 15 32 | 15,24 | 20 27 | 19 32 | 6,82 | 10 05 | 12 37 | 1,97 |
| | 15 | 21 35 | 15 10 | 15,25 | 20 30 | 19 24 | 6,84 | 10 04 | 12 42 | 1,98 |
| | 20 | 21 39 | 14 47 | 15,27 | 20 32 | 19 16 | 6,86 | 10 03 | 12 46 | 1,98 |
| | 25 | 21 44 | 14 24 | 15,31 | 20 34 | 19 08 | 6,88 | 10 02 | 12 51 | 1,98 |
| III. | 1 | 21 48 | 14 06 | 15,35 | 20 36 | 19 02 | 6,91 | 10 02 | 12 45 | 1,97 |
| | 6 | 21 52 | 13 43 | 15,41 | 20 38 | 18 55 | 6,94 | 10 01 | 12 59 | 1,97 |
| | 11 | 21 57 | 13 20 | 15,49 | 20 40 | 18 48 | 6,97 | 10 00 | 13 03 | 1,97 |
| | 16 | 22 01 | 12 57 | 15,57 | 20 42 | 18 41 | 7,01 | 9 59 | 13 07 | 1,96 |
| | 21 | 22 05 | 12 34 | 15,68 | 20 44 | 18 34 | 7,05 | 9 59 | 13 10 | 1,96 |
| | 26 | 22 10 | 12 12 | 15,79 | 20 46 | 18 28 | 7,10 | 9 58 | 13 14 | 1,95 |
| | 31 | 22 14 | 11 50 | 15,92 | 20 47 | 18 22 | 7,15 | 9 58 | 13 17 | 1,95 |
| IV. | 5 | 22 18 | 11 28 | 16,06 | 20 49 | 18 17 | 7,20 | 9 57 | 13 19 | 1,94 |
| | 10 | 22 22 | 11 07 | 16,22 | 20 50 | 18 12 | 7,25 | 9 57 | 13 22 | 1,94 |
| | 15 | 22 25 | 10 46 | 16,39 | 20 52 | 18 07 | 7,31 | 9 56 | 13 23 | 1,93 |
| | 20 | 22 29 | 10 26 | 16,57 | 20 53 | 18 04 | 7,37 | 9 56 | 13 25 | 1,92 |
| | 25 | 22 32 | 10 07 | 16,77 | 20 54 | 18 00 | 7,43 | 9 56 | 13 26 | 1,91 |
| | 30 | 22 36 | 9 49 | 16,98 | 20 54 | 17 58 | 7,49 | 9 56 | 13 26 | 1,90 |
| V. | 5 | 22 39 | 9 32 | 17,21 | 20 55 | 17 56 | 7,55 | 9 56 | 13 26 | 1,90 |
| | 10 | 22 42 | 9 15 | 17,44 | 20 56 | 17 55 | 7,62 | 9 56 | 13 26 | 1,89 |
| | 15 | 22 44 | 9 00 | 17,69 | 20 56 | 17 54 | 7,68 | 9 56 | 13 25 | 1,88 |
| | 20 | 22 47 | 8 47 | 17,96 | 20 56 | 17 54 | 7,75 | 9 56 | 13 23 | 1,87 |
| | 25 | 22 49 | 8 34 | 18,23 | 20 56 | 17 55 | 7,81 | 9 56 | 13 21 | 1,86 |
| | 30 | 22 51 | 8 23 | 18,52 | 20 56 | 17 56 | 7,87 | 9 57 | 13 19 | 1,85 |
| VI. | 5 | 22 53 | 8 12 | 18,87 | 20 55 | 17 59 | 7,95 | 9 57 | 13 16 | 1,84 |
| | 10 | 22 55 | 8 04 | 19,18 | 20 55 | 18 01 | 8,01 | 9 58 | 13 13 | 1,84 |
| | 15 | 22 56 | 7 59 | 19,49 | 20 54 | 18 05 | 8,06 | 9 58 | 13 09 | 1,83 |
| | 20 | 22 57 | 7 54 | 19,81 | 20 53 | 18 09 | 8,11 | 9 59 | 13 05 | 1,82 |
| | 25 | 22 58 | 7 52 | 20,14 | 20 53 | 18 13 | 8,16 | 10 00 | 13 01 | 1,81 |
| | 30 | 22 58 | —7 52 | 20,46 | 20 51 | —18 18 | 8,20 | 10 01 | +12 56 | 1,81 |

IIIa. A szabad szemmel látható bolygók koordinátái

| Dátum | MERKUR | | | VÉNUSZ | | | MARS | | | |
|-------|--------|-------|---------------------------------|--------|-------|---------------------------------|-------|-------|---------------------------------|------|
| | RA | D | Lát- szó su- gara s | RA | D | Lát- szó su- gara s | RA | D | Lát- szó su- gara s | |
| | h m | ° ' " | " | h m | ° ' " | " | h m | ° ' " | " | |
| VII. | 6 | 5 28 | +20 55 | 3,57 | 9 40 | +15 48 | 7,38 | 3 42 | +19 10 | 2,41 |
| | 11 | 5 58 | 22 12 | 3,18 | 10 02 | 13 43 | 7,62 | 3 57 | 19 59 | 2,44 |
| | 16 | 6 35 | 23 01 | 2,88 | 10 24 | 11 31 | 7,88 | 4 12 | 20 43 | 2,46 |
| | 21 | 7 18 | 22 59 | 2,66 | 10 45 | 9 11 | 8,17 | 4 26 | 21 22 | 2,49 |
| | 26 | 8 03 | 21 52 | 2,54 | 11 06 | 6 47 | 8,49 | 4 41 | 21 56 | 2,52 |
| | 31 | 8 47 | 19 43 | 2,48 | 11 26 | 4 20 | 8,83 | 4 56 | 22 25 | 2,55 |
| VIII. | 5 | 9 28 | 16 48 | 2,48 | 11 45 | +1 50 | 9,20 | 5 10 | 22 49 | 2,58 |
| | 10 | 10 05 | 13 25 | 2,53 | 12 05 | -0 41 | 9,62 | 5 24 | 23 08 | 2,61 |
| | 15 | 10 38 | 9 49 | 2,60 | 12 24 | 3 12 | 10,07 | 5 39 | 23 23 | 2,65 |
| | 20 | 11 08 | 6 09 | 2,69 | 12 43 | 5 41 | 10,57 | 5 53 | 23 32 | 2,69 |
| | 25 | 11 36 | +2 32 | 2,82 | 13 01 | 8 07 | 11,13 | 6 07 | 23 37 | 2,73 |
| | 30 | 12 00 | -0 56 | 2,97 | 13 19 | 10 29 | 11,74 | 6 21 | 23 37 | 2,78 |
| IX. | 5 | 12 27 | 4 46 | 3,20 | 13 41 | 13 12 | 12,57 | 6 37 | 23 32 | 2,83 |
| | 10 | 12 46 | 7 35 | 3,44 | 13 58 | 15 21 | 13,36 | 6 51 | 23 23 | 2,89 |
| | 15 | 13 02 | 9 54 | 3,74 | 14 15 | 17 22 | 14,24 | 7 04 | 23 10 | 2,94 |
| | 20 | 13 12 | 11 30 | 4,10 | 14 31 | 19 13 | 15,23 | 7 17 | 22 54 | 3,00 |
| | 25 | 13 14 | 12 01 | 4,52 | 14 46 | 20 54 | 16,35 | 7 29 | 22 35 | 3,07 |
| | 30 | 13 07 | 11 00 | 4,91 | 15 00 | 22 24 | 17,61 | 7 42 | 22 13 | 3,14 |
| X. | 5 | 12 51 | 8 13 | 5,09 | 15 12 | 23 40 | 19,04 | 7 54 | 21 49 | 3,21 |
| | 10 | 12 33 | 4 34 | 4,84 | 15 22 | 24 42 | 21,60 | 8 05 | 21 23 | 3,29 |
| | 15 | 12 25 | 2 02 | 4,26 | 15 30 | 25 27 | 22,41 | 8 16 | 20 55 | 3,38 |
| | 20 | 12 33 | 1 43 | 3,64 | 15 34 | 25 51 | 24,33 | 8 27 | 20 26 | 3,47 |
| | 25 | 12 52 | 3 20 | 3,17 | 15 35 | 25 53 | 26,33 | 8 38 | 19 56 | 3,58 |
| | 30 | 13 18 | 6 04 | 2,84 | 15 31 | 25 27 | 28,26 | 8 47 | 19 27 | 3,69 |
| XI. | 5 | 13 53 | 9 53 | 2,59 | 15 22 | 24 15 | 30,20 | 8 59 | 18 51 | 3,83 |
| | 10 | 14 24 | 13 05 | 2,46 | 15 12 | 22 42 | 31,18 | 9 07 | 18 23 | 3,96 |
| | 15 | 14 55 | 16 05 | 2,38 | 15 01 | 20 48 | 31,35 | 9 16 | 17 56 | 4,10 |
| | 20 | 15 27 | 18 46 | 2,33 | 14 51 | 18 47 | 30,67 | 9 23 | 17 31 | 4,26 |
| | 25 | 15 59 | 21 05 | 2,30 | 14 44 | 16 55 | 29,31 | 9 30 | 17 08 | 4,42 |
| | 30 | 16 32 | 22 58 | 2,30 | 14 40 | 15 25 | 27,51 | 9 36 | 16 49 | 4,60 |
| XII. | 5 | 17 06 | 24 22 | 2,33 | 14 41 | 14 23 | 25,54 | 9 41 | 16 34 | 4,78 |
| | 10 | 17 40 | 25 14 | 2,38 | 14 45 | 13 48 | 23,57 | 9 46 | 16 24 | 4,99 |
| | 15 | 18 15 | 25 31 | 2,45 | 14 52 | 13 40 | 21,71 | 9 49 | 16 18 | 5,20 |
| | 20 | 18 49 | 25 12 | 2,57 | 15 02 | 13 52 | 20,01 | 9 52 | 16 19 | 5,42 |
| | 25 | 19 23 | 24 15 | 2,74 | 15 15 | 14 21 | 18,49 | 9 53 | 16 25 | 5,65 |
| | 30 | 19 54 | -22 43 | 2,99 | 15 29 | -15 01 | 17,14 | 9 53 | +16 38 | 5,89 |

és látszólagos sugara 0^h világitókor

| Dátum | JUPITER | | | SZATURNUSZ | | | URÁNUSZ | | | |
|-------|---------|-------|---------------------------------|------------|-------|---------------------------------|---------|-------|---------------------------------|------|
| | RA | D | Lát- szó su- gara s | RA | D | Lát- szó su- gara s | RA | D | Lát- szó su- gara s | |
| | h m | ° ′ | ″ | h m | ° ′ | ″ | h m | ° ′ | ″ | |
| VII. | 6 | 22 57 | -7 54 | 20,84 | 20 50 | -18 25 | 8,25 | 10 02 | +12 50 | 1,80 |
| | 11 | 22 58 | 7 57 | 21,15 | 20 49 | 18 30 | 8,28 | 10 03 | 12 45 | 1,80 |
| | 16 | 22 57 | 8 03 | 21,46 | 20 47 | 18 36 | 8,30 | 10 04 | 12 39 | 1,79 |
| | 21 | 22 56 | 8 10 | 21,74 | 20 46 | 18 43 | 8,32 | 10 05 | 12 34 | 1,79 |
| | 26 | 22 55 | 8 19 | 22,02 | 20 44 | 18 49 | 8,33 | 10 06 | 12 28 | 1,78 |
| | 31 | 22 53 | 8 29 | 22,26 | 20 43 | 18 55 | 8,34 | 10 07 | 12 21 | 1,78 |
| VIII. | 5 | 22 52 | 8 41 | 22,48 | 20 41 | 19 01 | 8,34 | 10 08 | 12 15 | 1,78 |
| | 10 | 22 50 | 8 54 | 22,67 | 20 40 | 19 07 | 8,33 | 10 09 | 12 09 | 1,78 |
| | 15 | 22 48 | 9 08 | 22,83 | 20 38 | 19 13 | 8,31 | 10 11 | 12 02 | 1,77 |
| | 20 | 22 45 | 9 22 | 22,95 | 20 37 | 19 19 | 8,29 | 10 12 | 11 55 | 1,77 |
| | 25 | 22 43 | 9 38 | 23,03 | 20 36 | 19 24 | 8,26 | 10 13 | 11 49 | 1,77 |
| | 30 | 22 40 | 9 53 | 23,06 | 20 34 | 19 29 | 8,23 | 10 14 | 11 42 | 1,77 |
| IX. | 5 | 22 37 | 10 11 | 23,04 | 20 33 | 19 34 | 8,18 | 10 16 | 11 34 | 1,77 |
| | 10 | 22 35 | 10 25 | 22,98 | 20 32 | 19 38 | 8,13 | 10 17 | 11 28 | 1,78 |
| | 15 | 22 33 | 10 39 | 22,88 | 20 31 | 19 41 | 8,08 | 10 18 | 11 21 | 1,78 |
| | 20 | 22 30 | 10 52 | 22,74 | 20 30 | 19 43 | 8,03 | 10 19 | 11 15 | 1,78 |
| | 25 | 22 28 | 11 04 | 22,56 | 20 30 | 19 46 | 7,97 | 10 20 | 11 09 | 1,79 |
| | 30 | 22 26 | 11 14 | 22,35 | 20 30 | 19 47 | 7,91 | 10 21 | 11 03 | 1,79 |
| X. | 5 | 22 25 | 11 23 | 22,11 | 20 19 | 19 48 | 7,85 | 10 22 | 10 57 | 1,79 |
| | 10 | 22 23 | 11 30 | 21,85 | 20 29 | 19 48 | 7,78 | 10 23 | 10 52 | 1,80 |
| | 15 | 22 22 | 11 36 | 21,56 | 20 29 | 19 48 | 7,72 | 10 24 | 10 46 | 1,81 |
| | 20 | 22 22 | 11 39 | 21,26 | 20 30 | 19 47 | 7,65 | 10 25 | 10 42 | 1,81 |
| | 25 | 22 21 | 11 41 | 20,95 | 20 30 | 19 45 | 7,59 | 10 26 | 10 37 | 1,82 |
| | 30 | 22 21 | 11 41 | 20,62 | 20 31 | 19 43 | 7,53 | 10 27 | 10 33 | 1,83 |
| XI. | 5 | 22 21 | 11 38 | 20,23 | 20 32 | 19 40 | 7,45 | 10 27 | 10 29 | 1,84 |
| | 10 | 22 22 | 11 34 | 19,91 | 20 33 | 19 36 | 7,39 | 10 28 | 10 26 | 1,84 |
| | 15 | 22 23 | 11 28 | 19,58 | 20 34 | 19 32 | 7,33 | 10 28 | 10 23 | 1,85 |
| | 20 | 22 24 | 11 20 | 19,27 | 20 35 | 19 28 | 7,28 | 10 29 | 10 21 | 1,86 |
| | 25 | 22 25 | 11 11 | 18,95 | 20 36 | 19 23 | 7,22 | 10 29 | 10 19 | 1,87 |
| | 30 | 22 27 | 11 00 | 18,65 | 20 38 | 19 17 | 7,17 | 10 29 | 10 18 | 1,88 |
| XII. | 5 | 22 29 | 10 47 | 18,36 | 20 40 | 19 11 | 7,12 | 10 30 | 10 17 | 1,89 |
| | 10 | 22 31 | 10 33 | 18,08 | 20 41 | 19 04 | 7,08 | 10 30 | 10 17 | 1,90 |
| | 15 | 22 34 | 10 17 | 17,81 | 20 43 | 18 57 | 7,04 | 10 30 | 10 17 | 1,91 |
| | 20 | 22 37 | 10 00 | 17,56 | 20 45 | 18 50 | 7,00 | 10 30 | 10 18 | 1,91 |
| | 25 | 22 40 | 9 42 | 17,32 | 20 47 | 18 42 | 6,97 | 10 29 | 10 19 | 1,92 |
| | 30 | 22 43 | -9 22 | 17,09 | 20 49 | -18 33 | 6,94 | 10 29 | +10 21 | 1,93 |

IV. A Jupiter-holdak helyzetei

| Nap | Július | | | | Augusztus | | | | |
|-----|-----------------|-------------|----------------|---------|-----------------|------------|----------------|---------|-----|
| | A holdak | | a bolygó | | A holdak | | a bolygó | | |
| | nyugati oldalán | | keleti oldalán | | nyugati oldalán | | keleti oldalán | | |
| | 1 ⁿ | | | | 23 ^h | | | | |
| 1 | | | · 1 4 · | · 2 | | | 3 · 1 · 2 | 4 · | |
| 2 | | 1 · 4 · | 2 · | · 3 | | 3 · 1 · | · 2 · | 4 · | |
| 3 | | 4 · · 2 | · 1 | 3 · | | · 3 · 2 | 4 · | · 1 | |
| 4 | | 4 · | · 2 3 · | | | · 34 · · 1 | · 2 | | |
| 5 | | 4 · | 1 · | 2 · | | 4 · | · 31 · | 2 · | |
| 6 | | 4 · | 3 · | · 12 · | | 4 · | 2 · 1 | · 3 | |
| 7 | | · 4 | · 3 · 2 | 1 · | | 4 · | · 2 | 3 · | |
| 8 | | · 4 | · 2 | | | · 4 | · 13 · | · 2 | |
| 9 | | · 4 | 1 · | 2 · 3 | | · 4 | 3 · 1 · | 2 · | |
| 10 | | | · 1 | · 3 | | 3 · | · 42 · | · 1 | |
| 11 | | | 1 | · 43 · | | · 3 | 1 · · 4 | | |
| 12 | | | 3 · | · 1 2 · | · 4 | | · 41 · | · 2 | |
| 13 | | 3 · 1 · 2 · | | · 4 | | · 12 · | | · 3 · 4 | |
| 14 | | · 3 · 2 | 1 · | · 4 | | · 2 | 1 · | 3 · · 4 | |
| 15 | | | · 2 | 4 · | | | · 23 · | · 4 | |
| 16 | | | · 32 · | 4 · | | 3 · 1 · | 2 · | 4 · | |
| 17 | | 2 · | · 1 4 · | 3 | | 3 · 2 · | · 1 | 4 · | |
| 18 | | 1 · | 4 · 3 · | | | · 31 · 2 | | 4 · | |
| 19 | | 4 · 3 · | · 1 2 · | | | | 1 · 4 · | · 2 | |
| 20 | | 4 · 3 · | · 12 · | | | · 14 · 2 · | | · 3 | |
| 21 | | 4 · | · 3 · 2 | 1 · | | 4 · | · 2 | 1 · | 3 · |
| 22 | | 4 · | · 3 · 1 | · 2 | | 4 · | · 1 | · 23 · | |
| 23 | | · 4 | · 32 · | | | 4 · | 3 · 1 · | 2 · | |
| 24 | | · 4 | · 1 | · 3 | | 4 · | 3 · 2 · | · 1 | |
| 25 | | · 4 | 1 · 2 | · 3 · | | 4 · | · 3 · 21 · | | |
| 26 | | · 4 | · 1 · 2 | | | · 4 | · 3 | · 1 · 2 | |
| 27 | | 3 · 1 · | · 4 | | | · 4 | 1 · | 2 · · 3 | |
| 28 | | · 3 · 2 | 1 · | · 4 | | 2 · | · 4 | 1 · | 3 |
| 29 | | · 3 · 1 | · 2 | · 4 | | · 1 | · 2 | · 43 · | |
| 30 | | | 1 · 3 2 · | · 4 | | | | 2 · | · 4 |
| 31 | | 2 · | · 3 | · 4 | | 3 · 2 · | · 1 | · 4 | |

IVa. A Jupiter-holdak jelenségei

| Dátum | h m | | Hold | Jelenség | Dátum | h m | | Hold | Jelenség | |
|--------|-------|---|------|----------|---------|-------|-------|------|----------|---|
| VII. 2 | 0 31 | k | 2 | a | VIII. 2 | 0 17 | k | 3 | a | |
| | 3 01 | k | 2 | e | | 3 | 0 14 | k | 2 | a |
| 7 | 1 21 | k | 1 | a | 1 40 | | k | 2 | e | |
| | 2 30 | k | 1 | e | 3 02 | | v | 2 | a | |
| 8 | 1 53 | v | 3 | f | 7 | 0 45 | k | 1 | f | |
| | 2 06 | v | 1 | m | | 3 39 | v | 1 | m | |
| | 3 07 | k | 3 | m | | 22 29 | k | 1 | e | |
| 10 | 0 39 | k | 4 | m | 8 | 0 10 | v | 1 | a | |
| 11 | 2 19 | v | 2 | m | | 0 45 | v | 1 | e | |
| | | | | | | 22 05 | v | 1 | m | |
| 15 | 0 33 | k | 1 | f | 12 | 0 45 | v | 2 | m | |
| | 2 20 | k | 3 | f | | 14 | 23 47 | k | 1 | a |
| | 23 59 | v | 1 | a | | | 15 | 0 13 | k | 1 |
| 16 | 1 00 | v | 1 | e | 23 49 | v | | 1 | m | |
| 17 | 23 04 | k | 4 | a | 19 | 22 24 | k | 3 | f | |
| | 23 53 | k | 2 | f | | 20 | 3 04 | v | 3 | m |
| 18 | 23 44 | v | 3 | e | 21 31 | | v | 2 | a | |
| 19 | 23 45 | v | 2 | e | 22 03 | | v | 2 | e | |
| 22 | 2 28 | k | 1 | f | 22 | 23 02 | k | 1 | f | |
| | 23 36 | k | 1 | a | | 23 | 1 32 | v | 1 | m |
| 23 | 0 32 | k | 1 | e | 22 27 | | v | 1 | a | |
| | 1 53 | v | 1 | a | 22 39 | | v | 1 | e | |
| | 2 47 | v | 1 | e | 26 | 2 11 | k | 2 | f | |
| 24 | 0 08 | v | 1 | m | | 27 | 21 20 | k | 2 | a |
| 25 | 2 29 | k | 2 | f | 21 33 | | k | 2 | e | |
| | 23 48 | v | 3 | a | 28 | 0 07 | v | 2 | a | |
| | 23 52 | k | 3 | e | | 0 17 | v | 2 | e | |
| 26 | 3 12 | v | 3 | e | | 20 21 | k | 4 | f | |
| 27 | 23 22 | k | 2 | e | 29 | 0 59 | v | 4 | m | |
| | 0 26 | v | 2 | a | | 30 | 0 57 | k | 1 | f |
| 2 05 | v | 2 | e | 3 16 | v | | 1 | m | | |
| 30 | 1 30 | k | 1 | a | 22 05 | | k | 1 | a | |
| | 2 18 | k | 1 | e | 22 06 | k | 1 | e | | |
| | 22 50 | k | 1 | f | 31 | 0 22 | v | 1 | a | |
| 31 | 1 54 | v | 1 | m | | 0 23 | v | 1 | e | |
| | 22 15 | v | 1 | a | | 21 43 | v | 1 | f | |
| | 23 00 | v | 1 | e | | | | | | |

IV. A Jupiter-holdak helyzetei

| Nap | Szeptember | | | | Október | | | |
|-----|-----------------|--------|----------------|-------|-----------------|-------|----------------|--|
| | A holdak | | a bolygó | | A holdak | | a bolygó | |
| | nyugati oldalán | | keleti oldalán | | nyugati oldalán | | keleti oldalán | |
| | 23 ^b | | | | 20 ^b | | | |
| 1 | ·3 | 1··2 | | ·4 | | 1· | ·42· | |
| 2 | | ·3 | ·1·2 | 4· | 2· | ·1 | ·3·4 | |
| 3 | | ·1 | ·3 | 4· | 1··2 | | 3· ·4 | |
| 4 | ·2 | | 1· | 4· ·3 | | ·13· | ·2 ·4 | |
| 5 | | ·1 | 4··2 | 3· | ·13· | 2· | 4· | |
| 6 | | 4· ·3· | 1· | 2· | 3· ·2 | 1· | 4· | |
| 7 | 4· ·3· | 2· ·1 | | | ·3 | ·1 | 4· | |
| 8 | 4· ·3 | ·21· | | | ·3 | ·4 | ·2· | |
| 9 | 4· | ·3 | ·1·2 | | 2·4· | ·3 | | |
| 10 | ·4 | 1· | 2··3 | | 4· ·21· | ·3 | | |
| 11 | ·4 | 2· | ·1 | ·3 | 4· | ·1 | ·23· | |
| 12 | ·4 | ·1·2 | | 3· | 4· | 1·3· | 2· | |
| 13 | | ·4 | 3·1· | 2· | 4· | 3·2· | 1· | |
| 14 | 3· | 2··1 | ·4 | | ·4 | ·3 | ·1 | |
| 15 | ·3·2 | | ·4 | | ·4 | ·3 | 1· ·2· | |
| 16 | | ·3 | ·1·2 | ·4 | ·42· | ·1 | ·3 | |
| 17 | | 1· | 2··3 | ·4 | ·2 | 1· | ·3 | |
| 18 | | 2· | 1· | ·3 | 4· | ·1·2· | 43· | |
| 19 | | ·1 | 3· | 4· | 1·3· | 2· | ·4 | |
| 20 | | | 3·1· | ·24· | 3·2· | 1· | ·4 | |
| 21 | | 3·2· | 4· | | ·3 | ·1 | ·4 | |
| 22 | | ·3·2 | 4· | | ·3 | 1· | 2· ·4· | |
| 23 | 4· ·3 | | ·1·2 | | 2· | ·3 | 4· | |
| 24 | 4· | 1· | ·3 | 2· | ·21· | 4· | ·3 | |
| 25 | 4· | 2· | ·1 | ·3 | | ·14· | ·23· | |
| 26 | 4· | 1· ·2 | | 3· | 4·1· | 2· | | |
| 27 | ·4 | | 1·3· | ·2 | 4· | 3·2· | ·1 | |
| 28 | ·4 | 3· ·1 | | | 4· | ·3 | 1··2 | |
| 29 | | 3··4· | 1· | | 4· | ·3 | 1· ·2 | |
| 30 | | ·3 | ·4 | ·2 | ·4 | ·1 | ·3 | |
| 31 | | | | | ·4 | ·2 | ·3 | |

IVa. A Jupiter-holdak jelenségei

| Dátum | h m | | Hold | Jelenség | Dátum | h m | | Hold | Jelenség | |
|-------|-------|---|------|----------|-------|-------|---|------|----------|---|
| IX. 3 | 23 47 | k | 2 | e | X. 1 | 18 43 | k | 1 | a | |
| | 23 57 | k | 2 | a | | 19 28 | k | 3 | m | a |
| 4 | 2 31 | v | 2 | e | 20 14 | v | 1 | | e | |
| | 2 43 | v | 2 | a | 21 00 | v | 1 | | a | |
| 6 | 20 22 | k | 3 | a | 2 | 2 00 | v | 3 | f | |
| | 23 08 | v | 3 | e | 9 | 18 29 | k | 4 | a | |
| | 23 50 | k | 1 | e | | 20 14 | v | 1 | f | a |
| | 23 51 | v | 3 | a | | 22 26 | v | 4 | | a |
| 7 | 0 00 | k | 1 | a | 12 | 19 56 | v | 3 | a | |
| | 2 07 | v | 1 | e | 13 | 0 20 | k | 2 | e | |
| | 2 17 | v | 1 | a | | 2 16 | k | 2 | a | |
| 14 | 22 53 | k | 1 | m | 14 | 18 32 | k | 2 | m | |
| 15 | 1 32 | v | 1 | f | 23 22 | v | 2 | f | | |
| | 20 00 | k | 1 | e | 15 | 0 24 | k | 1 | m | |
| | 20 24 | k | 1 | a | | 21 34 | k | 1 | e | |
| | 22 17 | v | 1 | e | | 22 35 | k | 1 | a | |
| | 22 41 | v | 1 | a | | 23 50 | v | 1 | e | |
| 21 | 20 08 | v | 2 | e | 16 | 0 51 | v | 1 | a | |
| | 21 12 | v | 2 | a | 19 | 19 38 | v | 3 | e | |
| 22 | 0 38 | k | 1 | f | | 20 34 | k | 3 | a | |
| | 3 27 | v | 1 | m | | 23 58 | v | 3 | a | |
| | 18 51 | k | 4 | e | 23 | 18 10 | k | 2 | a | |
| | 21 45 | k | 1 | e | | 18 40 | v | 2 | e | |
| | 22 19 | k | 1 | a | | 20 41 | k | 1 | m | |
| 22 46 | v | 4 | e | 20 52 | v | 2 | a | | | |
| 23 | 0 02 | v | 1 | e | 24 | 0 05 | v | 1 | f | |
| | 0 10 | k | 4 | a | 30 | 18 06 | v | 3 | f | |
| | 0 36 | v | 1 | a | | 18 22 | k | 2 | e | |
| 28 | 19 41 | k | 2 | e | | 20 46 | k | 2 | a | |
| | 21 03 | k | 2 | a | | 21 06 | v | 2 | e | |
| | 22 25 | v | 2 | e | | 22 31 | k | 1 | m | |
| | 23 48 | v | 2 | a | 23 28 | v | 2 | a | | |
| 29 | 23 31 | k | 1 | e | 31 | 19 42 | k | 1 | e | |
| 30 | 0 14 | k | 1 | a | | 20 55 | k | 1 | a | |
| | 1 48 | v | 1 | e | | 21 58 | v | 1 | e | |
| | 2 31 | v | 1 | a | | 23 11 | v | 1 | a | |

IV. A Jupiter-holdak helyzetei

| Nap | November | | December | |
|-----|-------------------|----------------|-------------------|----------------|
| | A holdak a bolygó | | A holdak a bolygó | |
| | nyugati oldalán | keleti oldalán | nyugati oldalán | keleti oldalán |
| | 20h | | 20h | |
| 1 | · 4 | · 2 3 · | 4 · | · 3 |
| 2 | · 41 · | 3 · 2 · | 4 · 3 · 2 1 · | |
| 3 | 3 · 2 · | · 4 · 1 | · 4 · 3 | · 1 · 2 |
| 4 | 3 · 1 · 2 | · 4 | · 4 · 31 · | 2 · |
| 5 | · 3 | 1 · 2 · 4 | · 4 2 · | · 1 · 3 |
| 6 | · 1 | 2 · | · 1 · 2 · 4 | · 3 |
| 7 | · 2 | 1 · 3 · 4 | | 1 · 4 · 2 3 · |
| 8 | | 3 · 4 · | · 1 | 2 · 4 · |
| 9 | 1 | 3 · 2 · 4 | 3 · 2 · | · 4 |
| 10 | 3 · 2 · | · 1 4 · | · 3 | · 1 4 · |
| 11 | 3 · 21 · | | · 3 1 · | 2 · 4 · |
| 12 | · 3 4 · | · 1 · 2 | 2 · | · 3 · 1 4 · |
| 13 | 4 · 1 | 2 · | · 21 · | · 34 · |
| 14 | 4 · 2 · | 1 · 3 | | 4 · 1 · 2 3 · |
| 15 | 4 · 1 | 3 · | · 14 · | 3 · 2 · |
| 16 | · 4 | 3 · 2 · | 4 · 3 · 2 · | |
| 17 | · 4 3 · 2 · | · 1 | 4 · 3 · | |
| 18 | 3 · 4 · 21 · | | 4 · 3 1 · | 2 · |
| 19 | · 3 4 · | · 1 · 2 | 4 · 2 · | · 1 |
| 20 | 1 · 3 | · 42 · | · 4 · 21 · | · 3 |
| 21 | 2 · | 1 · 3 · 4 | · 4 | 1 · 2 3 · |
| 22 | · 1 · 2 | 3 · 4 · | · 4 · 1 | 3 · 2 · |
| 23 | | 3 · 2 · 4 | 2 3 | 1 · |
| 24 | 3 · 2 · | 4 · | 3 · 2 | · 4 |
| 25 | 3 · 21 · | 4 · | · 3 1 · | · 2 · 4 |
| 26 | · 3 | · 1 · 2 4 · | | · 1 · 4 |
| 27 | 1 · 3 | 2 · 4 · | · 2 1 · | · 3 · 4 |
| 28 | 2 · 4 · | · 1 · 3 | | · 2 1 3 · 4 · |
| 29 | 4 · 1 · 2 | · 3 | · 1 | 3 · 2 · 4 · |
| 30 | 4 · | 1 · 23 · | 2 · 3 · | 1 · 4 · |
| 31 | | | 3 · 2 · 1 | 4 · |

IVa. A Jupiter-holdak jelenségei

| Dátum | h m | | Hold | Jelenség | Dátum | h m | | Hold | Jelenség | | | |
|-------|-------|-------|------|----------|-------|-------|-------|-------|----------|---|---|---|
| XI. | 1 | 17 58 | v | 2 | f | XII. | 1 | 17 49 | k | 2 | e | |
| | | 20 29 | v | 1 | f | | | 18 48 | v | 3 | e | |
| | 3 | 21 26 | k | 4 | f | | | 19 03 | k | 1 | m | |
| | 4 | 1 13 | v | 4 | f | | | 20 29 | k | 2 | a | |
| | 6 | 17 00 | v | 3 | m | | | 20 33 | v | 2 | e | |
| | | 18 44 | k | 3 | | | f | | 20 49 | k | 3 | a |
| | | 20 51 | k | 2 | f | | | 22 39 | v | 1 | f | |
| | | 22 07 | v | 3 | | | | 23 09 | v | 2 | a | |
| | | 23 22 | k | 2 | | | a | 2 | 17 37 | k | 1 | a |
| | 23 35 | v | 2 | e | | | 18 33 | | v | 1 | e | |
| | | | | a | | 19 52 | v | | 1 | a | | |
| 9 | 17 20 | k | 1 | u | 3 | 17 07 | v | 1 | f | | | |
| | 18 19 | v | 1 | | | e | | 17 53 | v | 2 | f | |
| | 19 36 | v | 1 | | | a | 8 | 19 28 | k | 3 | e | |
| 11 | 18 21 | k | 4 | e | | 20 28 | | k | 2 | e | | |
| | 22 33 | v | 4 | | e | | | 20 59 | k | 1 | m | |
| | 15 | 17 45 | k | | 2 | m | | | 22 55 | v | 3 | e |
| 20 44 | | k | 1 | m | | | 23 05 | k | 2 | a | | |
| 23 15 | | v | 2 | f | 9 | 18 14 | k | 1 | e | | | |
| 16 | 17 57 | k | 1 | e | | | 19 33 | k | 1 | a | | |
| | 19 16 | k | 1 | | | a | | 20 31 | v | 1 | e | |
| | 20 13 | v | 1 | | | e | | 21 49 | v | 1 | a | |
| | 21 32 | v | 1 | | | a | 10 | 19 03 | v | 1 | f | |
| 17 | 17 57 | v | 2 | a | | 20 32 | | v | 2 | f | | |
| | 18 48 | v | 1 | | f | 17 | 17 26 | k | 1 | m | | |
| 20 | 19 23 | v | 4 | f | | | 17 48 | k | 2 | m | | |
| | 21 18 | k | 3 | | m | | | 20 58 | v | 1 | f | |
| 23 | 19 52 | k | 1 | e | 19 | 17 15 | v | 3 | m | | | |
| | 21 12 | k | 1 | | | a | | 17 38 | | v | 2 | a |
| | 22 08 | v | 1 | | | e | | 18 57 | k | 3 | f | |
| | 23 28 | v | 1 | | | a | | 22 16 | v | 3 | f | |
| 24 | 17 07 | k | 1 | m | 25 | 17 54 | k | 1 | a | | | |
| | 17 52 | k | 2 | | | a | | 18 58 | | v | 1 | e |
| | 17 57 | v | 2 | | | e | | 20 10 | | v | 1 | a |
| | 20 06 | v | 3 | u | 26 | 17 22 | v | 1 | f | | | |
| | 20 33 | v | 2 | | | a | | 17 35 | | k | 2 | a |
| | 20 43 | v | 1 | | f | | | | | | | |

V. A Magyarország látható

(A 3,70^m-nél nem halványabb)

| Csill. | RA | | D | | m | sp | 5 _m /100 ^a | | v _r | p | r | M |
|------------------|----|------|-----|----|------|-----|----------------------------------|-------|----------------|-------|-----|------|
| | | | | | | | RA | D | | | | |
| | m | o | ' | " | | | " | km/s | " | | | |
| Andromeda | | | | | | | | | | | | |
| α | 0 | 5,8 | +28 | 49 | 2,15 | AO | 13,4 | -16,1 | -13 | 0,028 | 120 | -0,6 |
| β | 1 | 6,9 | +35 | 21 | 2,37 | MO | +17,7 | -11,3 | 0 | 43 | 75 | +0,6 |
| γ | 2 | 0,8 | +42 | 5 | 2,13 | — | + 4,2 | - 5,2 | -13 | 8 | 400 | -3,3 |
| δ | 0 | 36,6 | +30 | 35 | 3,49 | K2 | +13,3 | - 9,0 | - 8 | 26 | 130 | +0,6 |
| ϵ | 22 | 59,6 | +42 | 3 | 3,63 | — | + 2,2 | - 0,2 | -14 | 10 | 330 | -1,4 |
| Aquarius | | | | | | | | | | | | |
| α | 22 | 3,2 | - 0 | 34 | 3,19 | GO | + 1,5 | - 0,5 | + 7 | 0,007 | 460 | -2,6 |
| β | 21 | 28,9 | - 5 | 48 | 3,07 | GO | + 1,6 | - 0,6 | + 6 | 6 | 550 | -3,0 |
| δ | 22 | 52,0 | -16 | 5 | 3,51 | A2 | - 4,2 | - 2,1 | +18 | 42 | 80 | +1,6 |
| Aquila | | | | | | | | | | | | |
| α | 19 | 48,3 | + 8 | 44 | 0,80 | A5 | +53,5 | +38,3 | -27 | 0,208 | 16 | +2,4 |
| γ | 19 | 43,9 | +10 | 29 | 2,80 | K2 | + 1,3 | - 0,1 | - 2 | 18 | 180 | -0,9 |
| δ | 19 | 23,0 | + 3 | 1 | 3,44 | FO | +25,5 | + 7,9 | -32 | 59 | 56 | +2,3 |
| ζ | 19 | 3,1 | +13 | 47 | 3,02 | AO | - 0,9 | -10,1 | -25 | 38 | 85 | +0,9 |
| η | 20 | 8,7 | - 0 | 58 | 3,37 | AO | + 3,4 | + 0,5 | -29 | 13 | 250 | -1,0 |
| λ | 19 | 3,6 | - 4 | 58 | 3,55 | B9 | - 2,5 | - 8,9 | -14 | 26 | 130 | +0,7 |
| Aries | | | | | | | | | | | | |
| α | 2 | 4,3 | +23 | 14 | 2,00 | K2 | +19,2 | -14,6 | -14 | 0,044 | 75 | +0,2 |
| β | 1 | 51,9 | +20 | 34 | 2,72 | A5 | + 9,8 | -11,0 | - 3 | 64 | 50 | +1,7 |
| 41c | 2 | 47,0 | +27 | 3 | 3,68 | B8 | + 6,7 | -11,3 | + 4 | 22 | 150 | +0,4 |
| Auriga | | | | | | | | | | | | |
| α | 5 | 13,0 | +45 | 57 | 0,09 | GO | + 8,3 | -42,7 | +30 | 0,071 | 46 | -0,7 |
| β | 5 | 55,9 | +44 | 57 | 1,90 | AOp | - 5,1 | - 0,4 | -18 | 39 | 85 | -0,1 |
| ϵ | 4 | 58,4 | +43 | 45 | 3,08 | F5p | + 0,3 | - 0,7 | - 3 | 7 | 460 | -2,7 |
| η | 5 | 3,0 | +41 | 10 | 3,28 | B3 | + 2,9 | - 7,1 | + 8 | 13 | 250 | -1,1 |
| δ | 5 | 56,3 | +37 | 13 | 2,71 | AOp | + 5,1 | - 8,3 | +29 | 25 | 130 | -0,3 |
| 1 | 4 | 53,7 | +35 | 5 | 2,90 | K2 | + 0,8 | - 1,9 | +17 | 20 | 160 | -0,6 |

fényesebb csillagok

és -40° deklinációnál északabbi csillagok)

| Cill. | RA | | D | | m | sp | $s_m/100^a$ | | v_r | p | r | M | | |
|----------------|----|------|-----|----|------|-----|-------------|--------|-------|-------|-----|------|------|---|
| | h | m | ° | ' | | | RA | D | | | | | km s | " |
| | " | " | " | " | | | " | " | | | | | " | " |
| Bootes | | | | | | | | | | | | | | |
| α | 14 | 13,4 | +19 | 27 | 0,06 | KO | +109,8 | -200,3 | - 4 | 0,087 | 38 | -4 | | |
| β | 15 | 0,1 | +40 | 35 | 3,63 | G5 | - 4,4 | - 3,9 | -20 | 24 | 140 | +0,5 | | |
| γ | 14 | 30,1 | +38 | 32 | 3,00 | FO | - 11,5 | + 14,6 | -36 | 20 | 160 | -0,5 | | |
| δ | 15 | 13,5 | +33 | 30 | 3,54 | KO | + 8,5 | - 12,1 | -12 | 28 | 120 | +0,7 | | |
| ϵ | 14 | 42,8 | +27 | 17 | 2,59 | --- | - 4,9 | + 1,4 | -16 | 15 | 220 | -1,5 | | |
| η | 13 | 52,3 | +18 | 39 | 2,80 | GO | - 6,3 | - 36,5 | 0 | 101 | 32 | +2,8 | | |
| Canes Venatici | | | | | | | | | | | | | | |
| α | 12 | 53,7 | +38 | 35 | 2,90 | AOp | - 23,4 | + 5,2 | - 3 | 0,024 | 140 | -0,3 | | |
| Canis Maior | | | | | | | | | | | | | | |
| α | 6 | 42,9 | -16 | 39 | 1,43 | AO | - 53,7 | -121,0 | - 8 | 0,373 | 8,7 | +1,4 | | |
| β | 6 | 20,5 | -17 | 56 | 1,97 | B1 | - 0,4 | - 0,1 | +33 | 11 | 300 | -2,8 | | |
| δ | 7 | 6,4 | -26 | 19 | 1,84 | F8p | - 0,4 | + 0,3 | +34 | 5 | 650 | -4,7 | | |
| ϵ | 6 | 56,7 | -28 | 54 | 1,78 | B1 | + 0,3 | - 0,3 | +27 | 10 | 330 | -3,2 | | |
| ζ | 6 | 18,4 | -30 | 2 | 3,10 | B3 | + 0,3 | + 0,2 | +33 | 13 | 250 | -1,3 | | |
| η | 7 | 22,1 | -29 | 12 | 2,43 | B5p | - 0,7 | + 0,4 | +40 | 12 | 270 | -2,2 | | |
| σ | 6 | 59,7 | -27 | 52 | 3,68 | K5 | - 0,3 | 0,0 | +22 | 11 | 300 | -1,1 | | |
| Canis Minor | | | | | | | | | | | | | | |
| α | 7 | 36,7 | + 5 | 21 | 0,37 | F5 | - 70,6 | -103,2 | - 3 | 0,291 | 11 | +2,7 | | |
| β | 7 | 24,4 | + 8 | 23 | 3,09 | B8 | - 5,0 | - 4,2 | +23 | 24 | 140 | 0,0 | | |
| Capricornus | | | | | | | | | | | | | | |
| β | 20 | 18,2 | -14 | 56 | 3,25 | --- | + 3,9 | + 0,3 | -19 | 0,013 | 250 | -1,0 | | |
| δ | 21 | 44,3 | -16 | 21 | 2,98 | A5 | + 26,1 | - 29,3 | - 5 | 63 | 52 | +2,0 | | |

V. A Magyarországon látható
(A 3,70^m-nél nem halványabb)

| Csill. | RA | | D | | m | sp | s _m /100 ^a | | v _r km/s | p " | r | M |
|------------|----|------|------|----|------|-----|----------------------------------|-------|------------------------|--------|-----|------|
| | h | m | ° | ' | | | RA | D | | | | |
| | " | " | " | " | | | " | " | | | | |
| Cassiopeia | | | | | | | | | | | | |
| α | 0 | 37,7 | +56 | 16 | 2,3 | KO | + 5,0 | - 2,9 | - 4 | 0,014 | 230 | -1,8 |
| β | 0 | 6,5 | +58 | 52 | 2,42 | F5 | + 52,7 | -17,8 | +12 | 73 | 44 | +1,7 |
| γ | 0 | 53,7 | +60 | 27 | 2,3 | BOp | + 2,6 | - 0,2 | - | 16 | 200 | -1,8 |
| δ | 1 | 22,5 | +59 | 59 | 2,80 | A3 | + 29,7 | - 4,7 | + 7 | 32 | 100 | +0,3 |
| ε | 1 | 50,8 | +83 | 25 | 3,44 | B3 | + 3,5 | - 1,6 | - 8 | 7 | 460 | -2,8 |
| η | 0 | 46,0 | +57 | 33 | 3,64 | F8 | +110,1 | -52,3 | + 9 | 182 | 18 | +4,9 |
| Centaurus | | | | | | | | | | | | |
| δ | 14 | 3,7 | -36 | 7 | 2,26 | KO | - 52,1 | -52,2 | + 1 | 0,058 | 56 | +1,1 |
| ε | 13 | 17,8 | -36 | 27 | 2,91 | A2 | - 33,9 | - 9,2 | 0 | 49 | 65 | +1,4 |
| Cepheus | | | | | | | | | | | | |
| α | 21 | 17,4 | +62 | 22 | 2,60 | A5 | + 14,7 | + 5,0 | -12 | 0,077 | 42 | +2,0 |
| β | 21 | 28,0 | +70 | 20 | 3,32 | B1 | + 1,0 | + 1,0 | -18 | 6 | 550 | -2,8 |
| γ | 23 | 37,3 | +77 | 21 | 3,42 | KO | - 6,5 | +15,4 | -42 | 65 | 50 | +2,5 |
| ζ | 22 | 9,1 | +57 | 57 | 3,62 | KO | + 1,4 | + 0,6 | -18 | 15 | 220 | -0,5 |
| η | 20 | 44,3 | +61 | 39 | 3,59 | KO | + 9,0 | +82,0 | -87 | 70 | 46 | +2,8 |
| ι | 22 | 47,9 | +65 | 56 | 3,68 | KO | - 6,7 | -12,2 | -12 | 35 | 95 | +1,4 |
| Cetus | | | | | | | | | | | | |
| α | 2 | 59,7 | + 3 | 54 | 2,82 | M2 | - 0,9 | - 7,4 | -25 | 0,013 | 250 | -1,4 |
| β | 0 | 41,1 | -18 | 16 | 2,24 | KO | + 23,0 | + 4,0 | +13 | 57 | 58 | +1,0 |
| γ | 2 | 40,7 | + 3 | 2 | 3,58 | A2 | - 14,1 | -14,7 | -11 | 40 | 80 | +1,6 |
| η | 1 | 6,1 | -10 | 27 | 3,60 | KO | + 21,3 | -13,2 | +12 | 30 | 110 | +1,0 |
| τ | 1 | 41,7 | -16 | 12 | 3,65 | KO | -171,8 | +86,0 | -16 | 301 | 11 | +6,0 |
| Columba | | | | | | | | | | | | |
| α | 5 | 37,8 | - 34 | 6 | 2,75 | B5p | - 0,1 | - 2,6 | +35 | 0,022 | 150 | -0,6 |
| β | 5 | 49,2 | - 35 | 47 | 3,22 | KO | + 4,8 | +39,9 | +89 | 27 | 120 | +0,4 |

fényesebb csillagok

és -40° deklinációnál északabbi csillagok)

| Csill. | RA | | D | | m | sp | $s_m/100^a$ | | v_r | P [*] | r | M |
|------------------------|----|------|-----|----|------|-----|-------------|-------|-------|----------------|-----|------|
| | h | m | ° | ' | | | RA | D | | | | |
| | " | " | " | " | | | km/s | " | | | | |
| Corona Borealis | | | | | | | | | | | | |
| α | 15 | 32,6 | +26 | 53 | 2,31 | AO | +11,9 | - 9,8 | + 3 | 0,049 | 65 | +0,8 |
| Corvus | | | | | | | | | | | | |
| β | 12 | 31,8 | -23 | 7 | 2,84 | G5 | + 0,4 | - 5,9 | - 8 | 27 | 120 | 0,0 |
| γ | 12 | 13,2 | -17 | 16 | 2,78 | B8 | -16,2 | + 1,5 | - 4 | 24 | 140 | -0,3 |
| δ | 12 | 27,3 | -16 | 14 | 3,11 | AO | -21,0 | -14,6 | + 8 | 24 | 140 | 0,0 |
| ε | 12 | 7,5 | -22 | 21 | 3,21 | KO | - 6,9 | + 0,7 | + 5 | 29 | 110 | +0,5 |
| Cygnus | | | | | | | | | | | | |
| α | 20 | 39,7 | +45 | 6 | 1,26 | A2p | - 0,2 | + 0,2 | var. | 0,005 | 650 | -5,2 |
| β | 19 | 28,7 | +27 | 51 | 3,10 | — | - 0,3 | - 0,8 | -24 | 8 | 400 | -2,3 |
| γ | 20 | 20,4 | +40 | 6 | 2,32 | F8p | + 0,1 | 0,0 | - 8 | 7 | 460 | -3,5 |
| δ | 19 | 43,4 | +45 | 0 | 2,97 | AO | + 4,5 | + 4,0 | -19 | 22 | 150 | -0,3 |
| ε | 20 | 44,2 | +33 | 47 | 2,64 | KO | +35,5 | +32,5 | -10 | 39 | 85 | +0,6 |
| ζ | 21 | 10,8 | +30 | 1 | 3,40 | KO | - 0,3 | - 5,6 | +17 | 17 | 190 | -0,4 |
| Draco | | | | | | | | | | | | |
| α | 14 | 3,0 | +64 | 37 | 3,64 | AOp | - 5,3 | + 1,4 | -16 | 0,015 | 220 | -0,5 |
| β | 17 | 29,3 | +52 | 20 | 2,99 | GO | - 1,7 | + 0,8 | -20 | 9 | 360 | -2,2 |
| γ | 17 | 55,4 | +51 | 30 | 2,42 | K5 | - 1,1 | - 2,4 | -27 | 22 | 150 | -0,9 |
| δ | 19 | 12,5 | +67 | 34 | 3,24 | KO | + 9,4 | + 9,0 | -25 | 27 | 120 | +0,4 |
| ζ | 17 | 8,6 | +65 | 47 | 3,22 | B5 | - 1,8 | + 1,9 | -14 | 22 | 150 | -0,1 |
| η | 16 | 23,3 | +61 | 38 | 2,89 | G5 | - 2,3 | + 5,8 | -14 | 33 | 100 | +0,5 |
| ι | 15 | 23,8 | +59 | 8 | 3,47 | KO | - 0,8 | + 0,9 | -10 | 32 | 100 | +1,0 |
| χ | 18 | 22,0 | +72 | 43 | 3,69 | F8 | +52,2 | -36,1 | +33 | 119 | 27 | +4,1 |
| Eridanus | | | | | | | | | | | | |
| β | 5 | 5,4 | - 5 | 9 | 2,92 | A3 | - 9,2 | - 7,9 | - 9 | 0,039 | 85 | -0,9 |
| γ | 3 | 55,7 | -13 | 39 | 3,19 | K5 | + 6,4 | -10,9 | +62 | 14 | 230 | -1,1 |
| 41 | 4 | 16,0 | -33 | 55 | 3,59 | B9 | + 6,2 | - 0,2 | +18 | 18 | 180 | -0,1 |

V. A Magyarországon látható

(A 3,70^m-nél nem halványabb)

| Csill. | RA ^a | | D | | m | sp | s _m /100 ^a | | v _r | p | r | M |
|-----------------|-----------------|------|-----|----|------|----|----------------------------------|-------|----------------|-------|-----|------|
| | h | m | ° | ' | | | RA | D | | | | |
| | " | " | " | " | | | " | " | " | " | | |
| Gemini | | | | | | | | | | | | |
| α | 7 | 31,4 | +32 | 0 | 1,59 | AO | -16,5 | -11,0 | + 3 | 0,070 | 46 | +0,8 |
| β | 7 | 42,3 | +28 | 9 | 1,76 | KO | -62,3 | - 5,2 | + 4 | 100 | 33 | +1,2 |
| γ | 6 | 34,8 | +16 | 27 | 1,93 | AO | + 4,8 | - 4,6 | var. | 42 | 80 | 0,0 |
| δ | 7 | 17,1 | +22 | 5 | 3,51 | FO | - 1,9 | - 1,5 | + 2 | 56 | 58 | +2,2 |
| ε | 6 | 40,9 | +25 | 11 | 3,18 | G5 | 0,0 | - 1,6 | +10 | 9 | 360 | -2,0 |
| η | 6 | 11,9 | +22 | 32 | 3,5 | M3 | - 6,4 | - 1,5 | +21 | 13 | 250 | -0,9 |
| θ | 6 | 49,5 | +34 | 1 | 3,64 | A2 | + 0,5 | - 5,3 | +21 | 24 | 140 | +0,5 |
| ζ | 7 | 41,4 | +24 | 31 | 3,68 | G5 | + 2,7 | - 5,4 | +20 | 23 | 140 | +0,5 |
| λ | 7 | 15,2 | +16 | 38 | 3,65 | A2 | - 4,3 | - 4,3 | -12 | 43 | 75 | +1,8 |
| μ | 6 | 16,9 | +22 | 32 | 3,19 | M3 | + 6,0 | -11,4 | +55 | 16 | 200 | -0,8 |
| ξ | 6 | 42,5 | +12 | 57 | 3,40 | F5 | -11,1 | -19,5 | +26 | 49 | 65 | +1,9 |
| Grus | | | | | | | | | | | | |
| γ | 21 | 50,9 | -37 | 36 | 3,16 | B8 | +10,1 | - 1,4 | - 2 | 0,020 | 160 | -0,3 |
| Hercules | | | | | | | | | | | | |
| α | 17 | 12,4 | +14 | 27 | 3,5 | — | - 0,8 | + 3,4 | -33 | 0,006 | 550 | -2,8 |
| β | 16 | 28,1 | +21 | 36 | 2,81 | KO | -10,3 | - 2,2 | -26 | 18 | 108 | -0,9 |
| δ | 17 | 13,0 | +24 | 54 | 3,16 | A2 | + 2,4 | -16,2 | -39 | 31 | 110 | +0,7 |
| ζ | 16 | 39,3 | +31 | 41 | 3,00 | GO | -47,0 | +38,5 | -71 | 110 | 30 | +3,2 |
| η | 16 | 41,2 | +39 | 1 | 3,61 | KO | + 3,5 | - 9,0 | + 8 | 48 | 70 | +2,0 |
| μ | 17 | 44,5 | +27 | 45 | 3,48 | G5 | -31,3 | -74,8 | -16 | 109 | 30 | +3,7 |
| π | 17 | 13,3 | +36 | 52 | 3,36 | K5 | - 2,9 | - 0,1 | -26 | 19 | 170 | -0,2 |
| Hydra | | | | | | | | | | | | |
| α | 9 | 25,1 | - 8 | 26 | 1,98 | K2 | - 1,5 | + 3,0 | - 4 | 0,016 | 200 | -2,0 |
| γ | 13 | 16,2 | -22 | 54 | 3,33 | G5 | + 6,9 | - 5,2 | - 5 | 25 | 130 | +0,3 |
| ε | 8 | 44,1 | + 6 | 37 | 3,48 | F8 | -19,1 | - 5,4 | +35 | 24 | 140 | +0,4 |
| ζ | 8 | 52,8 | + 6 | 8 | 3,30 | KO | -10,0 | + 1,1 | +23 | 26 | 130 | +0,4 |
| ν | 10 | 47,2 | -15 | 56 | 3,32 | KO | + 9,5 | +19,9 | - 1 | 26 | 130 | +0,4 |
| π | 14 | 3,5 | -26 | 27 | 3,48 | KO | + 4,3 | -15,0 | +27 | 37 | 90 | +1,3 |

fényesebb csillagok

és -40° deklinációnál északabbi csillagok)

| Csill. | RA | | D | | m | sp | $s_m/100^a$ | | v_r | p | r | M |
|-------------|-----|------|-------|----|------|-----------------|-------------|-------|-------|-------|-----|-------|
| | h m | | ° ' " | | | | RA | D | | | | |
| | | | | | | | " | " | | | | |
| Leo | | | | | | | | | | | | |
| α | 10 | 5,7 | +12 | 13 | 1,36 | B8 | -24,8 | + 0,1 | + 2 | 0,042 | 80 | -0,5 |
| β | 11 | 46,5 | +14 | 51 | 2,23 | A2 | -49,6 | -12,2 | - 1 | 77 | 42 | + 1,6 |
| γ | 10 | 17,2 | +20 | 6 | 2,06 | KO | +31,0 | -16,3 | -36 | 20 | 160 | -1,2 |
| δ | 11 | 11,5 | +20 | 48 | 2,58 | A3 | +14,6 | -13,8 | -22 | 51 | 65 | +1,1 |
| ϵ | 9 | 43,0 | +24 | 0 | 3,12 | GO _p | - 4,4 | - 1,8 | + 5 | 10 | 330 | -1,9 |
| ζ | 10 | 13,9 | +23 | 40 | 3,65 | FO | + 1,9 | - 1,3 | -19 | 18 | 180 | 0,0 |
| η | 10 | 4,6 | +17 | 0 | 3,58 | AO _p | - 0,1 | - 0,8 | + 2 | 4 | 800 | -3,4 |
| ϑ | 11 | 11,6 | +15 | 42 | 3,41 | AO | - 5,9 | - 8,5 | + 8 | 23 | 140 | +0,2 |
| Lepus | | | | | | | | | | | | |
| α | 5 | 30,5 | -17 | 51 | 2,69 | FO | + 0,3 | + 0,5 | +24 | 0,011 | 300 | -2,1 |
| β | 5 | 26,1 | -20 | 48 | 2,96 | GO | 0,0 | - 9,0 | -14 | 16 | 200 | -1,0 |
| ϵ | 5 | 3,3 | -22 | 26 | 3,29 | K5 | + 2,5 | - 7,3 | + 1 | 15 | 220 | -0,8 |
| ζ | 5 | 44,7 | -14 | 50 | 3,67 | A2 | - 1,6 | - 0,4 | +20 | 38 | 85 | +1,7 |
| μ | 5 | 10,7 | -16 | 16 | 3,30 | AO _p | + 4,2 | - 2,6 | +28 | 21 | 160 | -0,1 |
| Libra | | | | | | | | | | | | |
| α^2 | 14 | 48,1 | -15 | 50 | 2,90 | A3 | -10,7 | - 7,4 | -10 | 0,053 | 60 | +1,5 |
| β | 15 | 14,3 | - 9 | 12 | 2,74 | B8 | - 9,8 | - 2,6 | -37 | 20 | 160 | -0,8 |
| σ | 15 | 1,1 | -25 | 5 | 3,41 | M2 | - 7,3 | - 5,2 | - 4 | 31 | 110 | +0,9 |
| Lupus | | | | | | | | | | | | |
| η | 15 | 56,8 | -38 | 15 | 3,61 | B3 | - 2,2 | - 3,6 | + 7 | 0,009 | 360 | -1,6 |
| φ^1 | 15 | 18,6 | -36 | 5 | 3,59 | K5 | - 9,3 | - 9,6 | -29 | 12 | 270 | -1,0 |
| Lynx | | | | | | | | | | | | |
| 40 | 9 | 18,0 | +34 | 36 | 3,30 | K5 | -21,7 | + 1,3 | +38 | 19 | 170 | -0,3 |
| Lyra | | | | | | | | | | | | |
| α | 18 | 35,2 | +38 | 44 | 0,04 | AO | +20,0 | +28,1 | -14 | 0,121 | 27 | +0,4 |
| γ | 18 | 57,1 | +32 | 37 | 3,30 | AO _p | - 0,6 | - 0,3 | -22 | 15 | 220 | -0,8 |

V. A Magyarországon látható

(A 3,70^m-nél halványabb)

| Csill. | RA | | D | | m | sp | s _m /100 ^a | | v _r | p | r | M |
|-----------------|----|------|-----|----|------|-----|----------------------------------|-------|----------------|-------|------|------|
| | h | m | ° | ' | | | RA | D | | | | |
| | | | | | | | " | | " | | km/s | " |
| Ophiucus | | | | | | | | | | | | |
| α | 17 | 32,6 | +12 | 36 | 2,14 | A5 | +11,7 | -23,2 | +15 | 0,049 | 65 | +0,6 |
| β | 17 | 41,0 | + 4 | 35 | 2,94 | KO | - 4,3 | +15,4 | -12 | 28 | 120 | +0,1 |
| δ | 16 | 11,7 | - 3 | 34 | 3,03 | MO | - 4,6 | -14,9 | -20 | 31 | 110 | +0,5 |
| ε | 16 | 15,7 | - 4 | 34 | 3,34 | KO | + 8,2 | + 3,5 | -10 | 33 | 100 | +0,9 |
| ζ | 16 | 34,4 | -10 | 28 | 2,70 | BO | + 1,0 | + 2,0 | -19 | 6 | 550 | -3,4 |
| η | 17 | 7,5 | -15 | 40 | 2,63 | A2 | + 3,5 | + 9,0 | - 1 | 42 | 80 | +0,7 |
| θ | 17 | 18,9 | -24 | 57 | 3,37 | B3 | - 0,3 | - 2,5 | var. | 8 | 400 | -2,1 |
| κ | 16 | 55,3 | + 9 | 27 | 3,42 | KO | +29,3 | - 1,4 | -56 | 24 | 140 | +0,3 |
| ν | 17 | 56,3 | - 9 | 46 | 3,50 | KO | - 0,9 | -11,8 | +12 | 17 | 190 | -0,3 |
| Orion | | | | | | | | | | | | |
| α | 5 | 52,5 | + 7 | 24 | 0,6 | M2 | + 2,7 | + 0,7 | +21 | 0,011 | 300 | -3,9 |
| β | 5 | 12,1 | - 8 | 15 | 0,15 | B8p | + 0,1 | 0,0 | +24 | 6 | 550 | -6,0 |
| γ | 5 | 22,4 | + 6 | 18 | 1,64 | B2 | - 0,6 | - 1,4 | +18 | 14 | 230 | -2,6 |
| δ | 5 | 29,5 | - 0 | 20 | 2,46 | BO | + 0,1 | - 0,1 | +20 | 5 | 650 | -4,0 |
| ε | 5 | 33,7 | - 1 | 14 | 1,70 | BO | 0,0 | 0,0 | +26 | 7 | 460 | -4,1 |
| ζ | 5 | 38,1 | - 1 | 58 | 1,78 | BO | + 0,4 | - 0,2 | +16 | 8 | 400 | -3,7 |
| η | 5 | 21,8 | - 2 | 26 | 3,44 | B1 | + 0,7 | + 0,4 | +20 | 6 | 550 | -2,7 |
| ι | 5 | 33,0 | - 5 | 56 | 2,87 | O5e | + 0,3 | + 0,4 | +22 | 21 | 160 | -0,5 |
| κ | 5 | 45,4 | - 9 | 41 | 2,20 | BO | - 0,4 | - 0,2 | +20 | 6 | 550 | -3,9 |
| λ | 5 | 32,4 | + 9 | 54 | 3,49 | O5e | + 0,1 | - 0,6 | +33 | 4 | 800 | -3,5 |
| π ^a | 4 | 47,1 | + 6 | 53 | 3,31 | F8 | +46,8 | + 1,8 | +24 | 128 | 25 | +3,8 |
| τ | 5 | 15,2 | - 6 | 54 | 3,68 | B5 | - 1,5 | - 0,5 | +20 | 8 | 400 | -1,8 |
| Pegazus | | | | | | | | | | | | |
| α | 23 | 2,3 | +14 | 56 | 2,57 | A0 | + 5,8 | - 4,1 | - 4 | 0,033 | 100 | +0,2 |
| β | 23 | 1,3 | +27 | 49 | 2,61 | M2 | +18,8 | +13,9 | +10 | 18 | 180 | -1,1 |
| γ | 0 | 10,7 | +14 | 54 | 2,87 | B2 | - 0,1 | - 1,0 | + 5 | 7 | 460 | -2,9 |
| ε | 21 | 41,7 | + 9 | 39 | 2,54 | KO | + 2,5 | + 0,2 | + 5 | 13 | 250 | -1,9 |
| ζ | 22 | 39,0 | +10 | 34 | 3,61 | B8 | + 7,7 | - 0,8 | + 7 | 18 | 180 | -0,1 |
| η | 22 | 40,7 | +29 | 58 | 3,10 | GO | + 1,0 | - 2,5 | + 4 | 14 | 230 | -1,2 |
| μ | 22 | 47,6 | +24 | 20 | 3,67 | KO | +14,5 | - 4,1 | +14 | 31 | 110 | +1,2 |

fényesebb csillagok

és -40° deklinációnál északabbi csillagok)

| Csill. | RA | | D | | m | sp | $s_m/100^a$ | | v_r | P | r | M | | |
|------------------|----|------|-----|----|------|-----|-------------|-------|-------|-------|-----|------|------|---|
| | h | m | ° | ' | | | RA | D | | | | | km/s | " |
| | " | " | " | " | | | " | " | | | | | " | " |
| Perseus | | | | | | | | | | | | | | |
| α | 3 | 20,7 | +49 | 41 | 1,80 | F5 | + 2,5 | - 2,4 | - 2 | 0,012 | 270 | -2,8 | | |
| β | 3 | 4,9 | +40 | 46 | 2,7 | B8 | + 0,6 | - 0,1 | + 6 | 31 | 110 | -0,3 | | |
| γ | 3 | 1,2 | +53 | 19 | 3,08 | — | + 0,3 | - 0,3 | + 1 | 16 | 200 | -0,9 | | |
| δ | 3 | 39,4 | +47 | 38 | 3,10 | B5 | + 3,0 | - 3,5 | -10 | 12 | 270 | -1,5 | | |
| ϵ | 3 | 54,5 | +39 | 52 | 2,96 | B1 | + 2,3 | - 2,8 | - 6 | 0,005 | 650 | -3,5 | | |
| ζ | 3 | 51,0 | +31 | 44 | 2,91 | B1 | + 1,0 | - 1,1 | +21 | 8 | 400 | -2,6 | | |
| ϱ | 3 | 2,0 | +38 | 39 | 3,7 | M4 | +13,2 | -10,6 | +26 | 16 | 200 | -0,5 | | |
| Piscis Austrinus | | | | | | | | | | | | | | |
| α | 22 | 54,9 | -29 | 53 | 1,16 | A3 | +32,8 | -16,4 | + 6 | 0,135 | 24 | +1,8 | | |
| Puppis | | | | | | | | | | | | | | |
| ζ | 8 | 1,8 | -39 | 52 | 2,27 | O8 | - 3,1 | + 1,2 | -24 | 0,004 | 800 | -4,7 | | |
| ξ | 7 | 47,2 | -24 | 44 | 3,47 | GOp | - 0,5 | - 0,2 | + 4 | 5 | 650 | -3,0 | | |
| π | 7 | 15,4 | -37 | 0 | 2,74 | K5 | - 0,6 | + 0,5 | +16 | 14 | 230 | -1,6 | | |
| ϱ | 8 | 5,4 | -24 | 10 | 2,88 | F5 | - 8,6 | + 4,7 | -47 | 23 | 140 | -0,4 | | |
| Sagittarius | | | | | | | | | | | | | | |
| γ | 18 | 2,6 | -30 | 36 | 3,07 | KO | - 5,2 | -19,3 | +22 | 0,029 | 110 | +0,4 | | |
| δ | 18 | 17,8 | -29 | 51 | 2,84 | KO | + 3,8 | - 3,2 | -20 | 32 | 100 | +0,3 | | |
| ϵ | 18 | 20,9 | -34 | 25 | 1,82 | AO | - 4,1 | -12,9 | -11 | 20 | 160 | -1,7 | | |
| ζ | 18 | 59,4 | -29 | 57 | 2,71 | A2 | - 1,9 | - 0,5 | +22 | 32 | 100 | +0,2 | | |
| η | 18 | 14,2 | -36 | 47 | 3,16 | M4 | -14,1 | -16,7 | 0 | 24 | 140 | +0,1 | | |
| λ | 18 | 24,9 | -25 | 27 | 2,94 | KO | - 4,7 | -18,8 | -43 | 36 | 90 | +0,7 | | |
| ξ^1 | 18 | 54,7 | -21 | 10 | 3,61 | KO | + 3,1 | - 1,6 | -20 | 14 | 230 | -0,7 | | |
| π | 19 | 6,8 | -21 | 6 | 3,02 | F2 | - 0,1 | - 4,0 | -10 | 19 | 170 | -0,6 | | |
| δ | 18 | 52,2 | -26 | 22 | 2,14 | B3 | + 1,2 | - 5,8 | -11 | 21 | 160 | -1,3 | | |
| σ | 19 | 3,8 | -27 | 45 | 3,42 | KO | - 5,4 | -25,5 | +45 | 37 | 90 | +1,2 | | |
| φ | 18 | 42,5 | -27 | 3 | 3,30 | B8 | + 5,2 | - 0,2 | +22 | 15 | 220 | -0,8 | | |

V. A Magyarországon látható

(A 3,70^m-nél nem halványabb)

| Csill. | RA | | D | | m | sp | s _m /100 ^a | | v _r km/s | p " | r | M |
|-----------------|----|------|-----|----|------|-----|----------------------------------|-------|------------------------|--------|-----|------|
| | h | m | ° | ' | | | RA | D | | | | |
| | " | " | " | " | | | " | " | | | | |
| Scorpius | | | | | | | | | | | | |
| α | 16 | 26,3 | -26 | 19 | 0,98 | — | -0,9 | -2,8 | -3 | 0,014 | 230 | -3,3 |
| β | 16 | 2,5 | -19 | 40 | 2,76 | B1 | -1,4 | -2,6 | -6 | 8 | 400 | -2,7 |
| δ | 15 | 57,4 | -22 | 29 | 2,54 | BO | -1,1 | -3,0 | -16 | 11 | 300 | -2,3 |
| ε | 16 | 46,9 | -34 | 12 | 2,36 | KO | -61,3 | -25,6 | -2 | 47 | 70 | +0,8 |
| κ | 17 | 39,0 | -39 | 0 | 2,51 | B2 | -1,3 | -2,8 | -10 | 9 | 360 | -2,7 |
| λ | 17 | 30,2 | -37 | 4 | 1,62 | B2 | -0,1 | -3,1 | var. | 16 | 200 | -2,4 |
| μ ¹ | 16 | 48,5 | -37 | 58 | 3,3 | B3p | -1,4 | -3,0 | var. | 11 | 300 | -1,7 |
| μ ² | 16 | 48,9 | -37 | 56 | 3,64 | B2 | -1,3 | -2,8 | +2 | 7 | 460 | -2,2 |
| π | 15 | 55,8 | -25 | 58 | 3,00 | B2 | -1,2 | -3,2 | -3 | 0,012 | 270 | -1,6 |
| ν | 16 | 18,1 | -25 | 28 | 3,08 | B1 | -1,1 | -2,8 | var. | 9 | 360 | -2,1 |
| τ | 16 | 32,8 | -28 | 7 | 2,91 | BO | -1,1 | -2,8 | +1 | 9 | 360 | -2,3 |
| σ | 17 | 27,4 | -37 | 15 | 2,80 | B3 | -0,4 | -3,9 | +18 | 10 | 330 | -2,2 |
| Ϟ | 17 | 46,5 | -37 | 2 | 3,25 | K2 | +5,7 | +2,8 | +25 | 27 | 120 | +0,4 |
| Serpens | | | | | | | | | | | | |
| α | 15 | 41,8 | +6 | 35 | 2,75 | KO | +13,4 | +3,9 | +3 | 0,044 | 75 | +1,0 |
| η | 18 | 18,7 | -2 | 55 | 3,42 | KO | -55,6 | -70,0 | +9 | 48 | 70 | +1,8 |
| μ | 15 | 47,0 | -3 | 17 | 3,63 | AO | -8,8 | -2,9 | -10 | 17 | 190 | -0,2 |
| ξ | 17 | 34,7 | -15 | 22 | 3,64 | A5 | -4,2 | -6,6 | -43 | 31 | 110 | +1,1 |
| Taurus | | | | | | | | | | | | |
| α | 4 | 33,0 | +16 | 25 | 0,85 | K5 | +6,9 | -19,0 | +54 | 0,051 | 65 | -0,6 |
| β | 5 | 23,1 | +28 | 34 | 1,65 | B8 | +3,0 | -17,5 | +8 | 25 | 130 | -1,4 |
| ε | 4 | 25,7 | +19 | 4 | 3,63 | KO | +11,2 | -3,8 | +39 | 25 | 130 | +0,6 |
| ζ | 5 | 34,7 | +21 | 7 | 3,00 | B3p | +0,6 | -2,2 | var. | 9 | 360 | -2,2 |
| η | 3 | 44,5 | +23 | 57 | 2,96 | B5p | +2,3 | -4,4 | +10 | 17 | 190 | -0,8 |
| δ ^a | 4 | 25,8 | +15 | 46 | 3,62 | FO | +10,5 | -2,6 | +43 | 26 | 125 | +0,7 |

fényesebb csillagok

és 40° deklinációnál északabbi csillagok)

| Csill. | RA | | D | | m | sp | s _m /100 ^a | | v _r | p | r | M | | |
|------------|----|------|-----|----|------|-----|----------------------------------|-------|----------------|-------|--------|------|------|----|
| | h | m | ° | ' | | | RA | D | | | | | km/s | '' |
| | '' | '' | '' | '' | | | | | | | | | | |
| Triangulum | | | | | | | | | | | | | | |
| α | 1 | 50,2 | +29 | 20 | 3,58 | F5 | + 1,0 | - 2,3 | -13 | 0,051 | 65 | +2,1 | | |
| β | 2 | 6,6 | +34 | 45 | 3,08 | A5 | +15,0 | - 4,2 | +10 | | 18 180 | -0,6 | | |
| Ursa Major | | | | | | | | | | | | | | |
| α | 11 | 0,7 | +62 | 1 | 1,80 | KO | -11,9 | - 7,0 | - 9 | 0,031 | 110 | -0,7 | | |
| β | 10 | 58,8 | +56 | 39 | 2,44 | AO | + 8,2 | + 2,9 | -12 | | 43 75 | +0,6 | | |
| γ | 11 | 51,2 | +53 | 58 | 2,54 | AO | + 9,4 | + 0,4 | -11 | | 37 90 | +0,3 | | |
| δ | 12 | 13,0 | +57 | 19 | 3,44 | A2 | +10,6 | + 0,3 | -13 | | 43 75 | +1,6 | | |
| ε | 12 | 51,8 | +56 | 14 | 1,78 | AOp | +11,3 | - 1,1 | -12 | | 67 48 | +0,9 | | |
| ζ | 13 | 21,9 | +55 | 11 | 2,17 | A2 | +12,1 | - 3,2 | -10 | | 42 80 | +0,3 | | |
| η | 13 | 45,6 | +49 | 34 | 1,87 | B3 | -12,2 | - 1,8 | -11 | | 17 190 | -2,0 | | |
| θ | 9 | 29,5 | +51 | 54 | 3,26 | F8 | -94,6 | -54,2 | +15 | | 58 56 | +2,1 | | |
| ι | 8 | 55,8 | +48 | 14 | 3,12 | A5 | -44,2 | -24,3 | +13 | | 66 50 | +2,2 | | |
| κ | 9 | 0,2 | +47 | 21 | 3,68 | AO | - 3,2 | - 6,2 | + 4 | | 14 230 | -0,6 | | |
| λ | 10 | 14,1 | +43 | 10 | 3,52 | A2 | -16,4 | - 4,5 | +19 | | 31 110 | +1,0 | | |
| μ | 10 | 19,4 | +41 | 45 | 3,21 | K5 | - 8,2 | + 2,5 | -18 | | 32 100 | +0,7 | | |
| ο | 8 | 26,1 | +60 | 53 | 3,47 | GO | -12,8 | -11,3 | +20 | | 12 270 | -1,1 | | |
| ψ | 11 | 6,9 | +44 | 46 | 3,15 | KO | - 6,3 | - 3,5 | - 4 | | 35 95 | -0,8 | | |
| Ursa Minor | | | | | | | | | | | | | | |
| α | 1 | 48,8 | +89 | 2 | 2,01 | F8 | + 4,6 | - 0,4 | -13 | 0,009 | 360 | -3,2 | | |
| β | 14 | 50,8 | +74 | 22 | 2,02 | K5 | - 3,2 | + 0,7 | +17 | | 28 120 | -0,7 | | |
| γ | 15 | 20,8 | +72 | 1 | 3,14 | A2 | - 2,0 | + 1,6 | var. | | 18 180 | -0,6 | | |
| Virgo | | | | | | | | | | | | | | |
| α | 13 | 22,6 | -10 | 54 | 1,00 | B2 | - 4,1 | - 3,5 | + 2 | 0,017 | 190 | -2,8 | | |
| γ | 12 | 39,0 | - 1 | 11 | 2,90 | FO | -56,7 | + 0,5 | -20 | | 95 34 | +2,8 | | |
| δ | 12 | 53,1 | + 3 | 40 | 3,66 | M3 | -46,9 | - 6,0 | -18 | | 18 180 | 0,0 | | |
| ε | 12 | 59,7 | +11 | 14 | 2,95 | KO | -27,4 | + 1,6 | -14 | | 36 90 | +0,8 | | |
| ζ | 13 | 32,1 | - 0 | 20 | 3,44 | A2 | -28,5 | + 3,4 | -14 | | 33 100 | +1,0 | | |

Va. Csillagképek

(latin és magyar nevek és a

| | | | | |
|----|--|----------------------------------|---------------------------------------|---|
| 1 | Andromeda Antlia Apus Aquarius | And Ant Aps Aqr | Andr Antl Apus Aqar | Andromeda Légszivattyú Paradicsommadár Vízöntő |
| 5 | Aquila Ara Aries Auriga Bootes | Aql Ara Ari Aur Boo | Aquil Arac Arie Auri Boot | Sas Oltár Kos Szekeres Ökörhajcsár |
| 10 | Caelum Camelopardalis Cancer Canes Venatici Canis Major | Cae Cam Cnc CVn CMa | Cael Caml Canc CVen CMaj | Véső Zsiráf Rák Vadászebek Nagy Kutya |
| 15 | Canis Minor Capricornus Carina Cassiopeia Centaurus | CMi Cap Car Cas Cen | CMin Capr Cari Cass Cent | Kis Kutya Bak Hajógerinc Kassiopeja Centaurusz |
| 20 | Cepheus Cetus Chamaeleon Circinus Columba | Cep Cet Cha Cir Col | Ceph Ceti Cham Circ Colm | Cefeusz Cet Kaméleon Körző Galamb |
| 25 | Coma Berenices Corona Austrina Corona Borealis Corvus Crater | Com CrA CrB Crv Crt | Coma CorA CorB Corv Crat | Berenice Haja Déli Korona Északi Korona Holló Serleg |
| 30 | Crux Cygnus Delphinus Dorado Draco | Cru Cyg Del Dor Dra | Cruc Cygn Dlph Dora Drac | Déli Kereszt Hattyú Delfin Aranyhal Sárkány |
| 35 | Equuleus Eridanus Fornax Gemini Grus | Equ Eri For Gem Gru | Equi Erid Forn Gemi Grus | Csikó Eridanus folyó Kemenec Ikrek Daru |
| 40 | Hercules Horologium Hydra Hydrus Indus | Her Horo Hya Hyi Ind | Herc Horo Hyda Hydi Indi | Herkules Ingaóra Északi Vízikígyó Déli Vízikígyó Indu |

nevei

nemzetközileg használatos rövidítések)

| | | | | |
|----|---|---------------------------------|--------------------------------------|--|
| 45 | Lacerta Leo Leo Miner Lepus Libra | Lac Leo LMi Lep Lib | Lacr Leon LMin Leps Libr | Gyík Oroszlán Kis Oroszlán Nyúl Mérleg |
| 50 | Lupus Lynx Lyra Mensa Microscopium | Lup Lyn Lyr Men Mic | Lupi Lync Lyra Mens Mier | Farkas Hiúz Lant Táblahegy Mikroszkóp |
| 55 | Monoceres Musca Norma Octans Ophiucus | Mon Mus Nor Oct Oph | Mono Musc Norm Octn Ophi | Egyszarvú Légy Szögmérő Oktáns Kígyótartó |
| 60 | Orion Pave Pegasus Perseus Phoenix | Ori Pav Peg Per Pho | Orie Pave Pegs Pers Phoe | Kaszás Páva Pegazus Perzeusz Főnixmadár |
| 65 | Pictor Pisces Piscis Austrinus Puppis Pyxis | Pic Psc PsA Pup Pyx | Pict Pisc PscA Pupp Pyxi | Festő Halak Déli Hal Hajófara Tájoló |
| 70 | Reticulum Sagitta Sagittarius Scorpius Sculptor | Ret Sge Sgr Scr Sel | Reti Sgte Sgtr Scor Scul | Háló Nyíl Nyilas Skorpió Szobrász |
| 75 | Scutum Serpens Sextans Taurus Telescopium | Set Ser Sox Tau Tel | Scut Serp Sext Taur Tele | Pajzs Kígyó Szevtáns Bika Távcső |
| 80 | Triangulum Triangulum Australe Tucana Ursa Major Ursa Minor | Tri Tra Tuc UMa UMi | Tria Trau Tuen UMaj UMin | Északi Háromszög Déli Háromszög Tukán Nagy Medve Kis Medve |
| 85 | Vela Virgo Volans Vulpectula | Vel Vir Vol Vul | Velr Virg Voln Vulp | Vitorla Szűz Repülő Hal Kis Róka |

VI. A közelségük vagy fényerősségük miatt

| Név | Bayer jel | D. Katal. szám | RA | | D | p | r |
|---|--|------------------------------|-------|-------|-------|------|---|
| | | | h | m | o | " | |
| Lacaille 9352 Groombridge 34 v. Maanen csill. Achernar | α Eri | CD—37°15492 BD+43°44 | 0 33 | —37,6 | 0,219 | 14,9 | |
| | | | 0 16 | +43,8 | 0,278 | 11,7 | |
| | | | 0 47 | + 5,2 | 0,236 | 13,8 | |
| | | | 1 36 | —57,4 | 0,023 | 65 | |
| Luyten 726—8 Aldebaran | τ Cet ε Eri α Tau | | 1 37 | —18,2 | 0,375 | 8,7 | |
| | | | 1 42 | —16,2 | 0,275 | 11,8 | |
| | | | 3 31 | — 9,6 | 0,303 | 10,8 | |
| | | | 4 34 | +16,4 | 0,048 | 53 | |
| Kapteyn csill. Rigel Kapella Bellatrix | β Ori α Aur γ Ori | CD—45°1841 | 5 10 | —45,0 | 0,251 | 13 | |
| | | | 5 13 | — 9,2 | 0,003 | 800 | |
| | | | 5 14 | +46,0 | 0,070 | 47 | |
| | | | 5 23 | + 6,3 | 0,026 | 360 | |
| El Nath Alnilam Betelgeuse Kanopusz | β Tau ε Ori α Ori α Car | | 5 24 | +28,6 | 0,018 | 150 | |
| | | | 5 34 | — 1,2 | 0,007 | 1400 | |
| | | | 5 53 | + 7,4 | 0,005 | 500 | |
| | | | 6 23 | —52,7 | 0,018 | 100 | |
| Ross 614 Sziriusz Adhara | α CMa ε CMa | BD+5°1668 | 6 27 | — 2,8 | 0,248 | 13,1 | |
| | | | 6 43 | —16,7 | 0,375 | 8,7 | |
| | | | 6 57 | —28,9 | — | 600 | |
| | | | 7 25 | + 5,4 | 0,266 | 12,2 | |
| Kasztor Prokion Pollux | α Gem α CMi β Gem β Car | | 7 32 | +32,0 | 0,072 | 45 | |
| | | | 7 37 | + 5,3 | 0,288 | 11,3 | |
| | | | 7 43 | +28,1 | 0,093 | 40 | |
| | | | 9 13 | —69,6 | 0,038 | 50 | |
| Regulusz Groombridge 1618 Wolf 359 Lalande 21185 | α Leo | BD+50°1725 BD+36°2147 | 10 06 | +12,2 | 0,039 | 75 | |
| | | | 10 09 | +49,6 | 0,222 | 14,7 | |
| | | | 10 55 | + 7,3 | 0,425 | 7,7 | |
| | | | 11 02 | +36,3 | 0,402 | 8,1 | |

kitüntetett érdekességű csillagok fontosabb adatai

| v _r | s _m | A | | B | | A-B | T | |
|----------------|----------------|--------|---------|-------|-------|-------|-----|-------------------------------------|
| | | m | sp | m | sp | | | |
| + 24 | 6,09 | 8,59 | dM3 | | | | | |
| + 18 v | 2,91 | 8,07 | dM2,5 | 11,04 | sdM4e | 37'' | | |
| + 30 | 2,98 | 12,36 | wF | | | | | |
| + 19 | 0,10 | 0,51 | B5V | | | | | |
| + 29 | 3,32 | 12,5 | dM5,5e | 12,9 | | 2,4'' | 200 | B=UV Cet |
| - 16 | 1,92 | 3,5 | G8Vp | | | | | |
| + 15 | 0,97 | 3,73 | K2V | | | | | |
| + 54,1 | 0,20 | 0,86 | K5III | 13 | dM2 | 30'' | | |
| + 242 | 8,79 | 8,81 | MO | | | | | |
| + 20,7 v | 0,00 | 0,14 | B8Ia | 6,6 | B9 | | | |
| + 30,2 S | 0,44 | 0,05 | GIII | 10,2 | dM1 | 12' | | |
| + 18,2 | 0,02 | 1,64 | B2III | | | | | |
| + 8,0 | 0,18 | 1,65 | B7III | | | | | |
| + 26,0 v | 0,00 | 1,70 | B0Ia | | | | | |
| + 21,0 v | 0,03 | 0,41v | M2Iab | | | | | |
| + 20,5 | 0,02 | - 0,72 | FOIb-II | | | | | |
| + 24 | 0,97 | 11,13 | sdM4,5e | 14,8 | | | | |
| - 7,6 | 1,32 | - 1,42 | A1V | 8,7 | wA-F | | 50 | |
| + 27,4 | 0,00 | 1,48 | B2II | | | | | |
| + 26 | 3,73 | 9,82 | dM4 | | | | | |
| + 4 SS | 0,20 | 1,97 | A1V | 3,0 | Am | 2,2'' | | AB-C=72'' C=YY Gem |
| - 3,2 | 1,25 | 0,38 | F5IV-V | 10,7 | | | 41 | |
| + 3,3 | 0,62 | 1,16 | K0III | | | | | |
| - 5 | 0,18 | 1,67 | A1IV | | | | | |
| + 3,5 | 0,25 | + 1,36 | B7V | 7,9 | K2V | 176'' | | B ₁ -B ₂ =3'' |
| - 27 | 1,45 | 6,59 | dMO | | | | | |
| + 13 | 4,84 | 13,66 | dM6e | | | | | |
| - 86 | 4,78 | 7,47 | M2V | | | | | |

VI. A közelségük vagy fényességük miatt

| Név | Bayer jel | D. Katal. szám | RA | | D | P | r |
|-----------------------|--|---------------------------|-------|---|-------|-------|------|
| | | | h | m | o | " | |
| Ross 128 | α Cru γ Cru | | 11 46 | | + 1,1 | 0,297 | 11,0 |
| | | | 12 24 | | -62,9 | — | 400 |
| | | | 12 29 | | -56,9 | — | 200 |
| Wolf 424 | | | 12 32 | | + 9,2 | 0,225 | 14,5 |
| Spika | β Cru | | 12 45 | | -59,5 | — | 500 |
| | α Vir | | 13 23 | | -10,5 | 0,021 | 260 |
| | β Cen | | 14 01 | | -60,2 | 0,016 | 300 |
| Arkturusz | α Boo | | 14 14 | | +19,4 | 0,090 | 36 |
| Antaresz | α Cen α Sco | BD-12°4523 CD-46°11540 | 14 37 | | -60,7 | 0,762 | 4,3 |
| | | | 16 27 | | -26,3 | 0,019 | 400 |
| | | | 16 29 | | -12,6 | 0,244 | 13,4 |
| | | | 17 26 | | -46,9 | 0,213 | 15,3 |
| Shaula | λ Sco | BD+4°3561 BD+59°1915 | 17 31 | | -37,1 | — | 300 |
| Barnard csill. | α Lyr | | 17 56 | | + 4,5 | 0,545 | 6,0 |
| Véga | | | 18 36 | | +38,7 | 0,123 | 26 |
| Σ 2398 | | | 18 42 | | +59,6 | 0,278 | 11,7 |
| Ross 154 | α Aql α Cyg 61 Cyg | | 18 48 | | -23,9 | 0,340 | 9,6 |
| Altair | | | 19 49 | | + 8,8 | 0,198 | 16,5 |
| Deneb | | | 20 40 | | +45,1 | 0,013 | 1400 |
| | | | 21 05 | | +38,5 | 0,294 | 11,1 |
| Al Na'ir Kruger 60 | ϵ Ind α Gru | CD-39°14192 | 21 15 | | -39,0 | 0,255 | 12,8 |
| | | | 22 00 | | -57,0 | 0,285 | 11,4 |
| | | BD-56°2783 | 22 06 | | -47,1 | 0,051 | 64 |
| | | | 22 27 | | +57,5 | 0,253 | 12,9 |
| Luyten 789-6 | α PsA | CD-36°15693 | 22 36 | | -15,6 | 0,297 | 11,0 |
| Fomalhaut | | | 22 55 | | -29,8 | 0,144 | 23 |
| | | | 23 03 | | -36,1 | 0,273 | 11,9 |
| Ross 248 | | | 23 40 | | +44,0 | 0,316 | 10,3 |

kiűntetett őrdekessőő esillagok fontosabb adatai

| v _r km/s | s _m "/a | A | | B | | A-B | T a | |
|--------------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|--------------------|-------------|-------|--------|--------------|
| | | m | sp | m | sp | | | |
| - 13 - 6 SS + 21,3 - 5 | 1,36 0,04 0,27 1,87 | 11,13 1,39 1,69 12,7 | dM5 B1IV M3II dM5.5e | 1,9 6,7 12,7 | B3 A2 | 4,5'' | | |
| + 20 v + 1,0 S - 12 S - 5,2 | 0,05 0,05 0,04 2,28 | 1,28 v 0,91 v 0,63 0,06 | BO.5IV B1V B1III K2IIIp | 4 | | 1'' | 4 | |
| - 22,7 - 3,2 v - 13 v | 3,68 0,03 1,24 1,15 | 0,01 0,92 v 10,13 9,34 | G2V M1Ib dM4.5 M4 | 1,4 5,1 | dK5 B4eV | 3'' | 80 | *C=V 645 Cen |
| 0 -108 v - 13,9 + 8 | 0,03 10,30 0,34 2,29 | 1,60 9,54 0,04 8,90 | B2IV M5V AOV dM4 | 9,69 | dM5 | 15'' | | |
| - 4 - 26,3 - 4,6 v - 64 | 0,67 0,66 0,00 5,22 | 10,6 0,77 1,26 5,19 | dM4.5e A7IV, V A2Ia K5V | 6,02 | K7V | 27'' | | A=V1216, Sgr |
| + 21 - 40 + 11 + 26 | 3,46 4,67 0,19 0,87 | 6,72 4,73 1,76 v 9,77 | MOV K5V B5V dM3 | 11,43 | dM4.5e | 2,4'' | 44,5 | B=DOCep |
| - 60 + 6,5 + 10 - 81 | 3,27 0,37 6,87 1,58 | 12,58 1,19 7,39 12,24 | dM5.5e A3V M2V dM5.5 | 6,5 | dK4 | 2° | | B=HR 8721 |

*Proxima Cen; AB - C = 2.2°

VIIa. A félnapi ív hossza 47,5° földrajzi szélességen

| Északi (+) deklinációjú csillagokra | | | | Déli (–) deklinációjú csillagokra | | | | |
|-------------------------------------|------------|----|----|-----------------------------------|----|----|------------|----|
| D | Félnapi ív | | D | félnapi ív | | D | félnapi ív | |
| | h | m | | h | m | | h | m |
| 0 | 6 | 00 | 22 | 7 | 45 | 0 | 6 | 00 |
| 1 | 6 | 04 | 23 | 7 | 50 | 1 | 5 | 56 |
| 2 | 6 | 09 | 24 | 7 | 56 | 2 | 5 | 51 |
| 3 | 6 | 13 | 25 | 8 | 02 | 3 | 5 | 47 |
| 4 | 6 | 18 | 26 | 8 | 09 | 4 | 5 | 42 |
| 5 | 6 | 22 | 27 | 8 | 15 | 5 | 5 | 38 |
| 6 | 6 | 26 | 28 | 8 | 22 | 6 | 5 | 34 |
| 7 | 6 | 31 | 29 | 8 | 29 | 7 | 5 | 29 |
| 8 | 6 | 35 | 30 | 8 | 36 | 8 | 5 | 25 |
| 9 | 6 | 40 | 31 | 8 | 44 | 9 | 5 | 20 |
| 10 | 6 | 44 | 32 | 8 | 52 | 10 | 5 | 16 |
| 11 | 6 | 49 | 33 | 9 | 00 | 11 | 5 | 11 |
| 12 | 6 | 54 | 34 | 9 | 10 | 12 | 5 | 06 |
| 13 | 6 | 58 | 35 | 9 | 19 | 13 | 5 | 02 |
| 14 | 7 | 03 | 36 | 9 | 30 | 14 | 4 | 57 |
| 15 | 7 | 08 | 37 | 9 | 41 | 15 | 4 | 52 |
| 16 | 7 | 13 | 38 | 9 | 54 | 16 | 4 | 47 |
| 17 | 7 | 18 | 39 | 10 | 09 | 17 | 4 | 42 |
| 18 | 7 | 23 | 40 | 10 | 25 | 18 | 4 | 37 |
| 19 | 7 | 28 | 41 | 10 | 46 | 19 | 4 | 32 |
| 20 | 7 | 34 | 42 | 11 | 17 | 20 | 4 | 26 |
| 21 | 7 | 39 | | | | 21 | 4 | 21 |

VIII. Időadatok átszámítása szögmértékre

| Idő | ív | Idő | ív | Idő | ív | Idő | ív | Idő | ív | Idő | ív |
|-----|------|-----|------|-----|-------|-----|------|-----|------|-----|-------|
| h | o | h | o | h | o | h | o | h | o | h | o |
| 1 | 15 | 5 | 75 | 9 | 135 | 13 | 195 | 17 | 255 | 21 | 315 |
| 2 | 30 | 6 | 90 | 10 | 150 | 14 | 210 | 18 | 270 | 22 | 330 |
| 3 | 45 | 7 | 105 | 11 | 165 | 15 | 225 | 19 | 285 | 23 | 345 |
| 4 | 60 | 8 | 120 | 12 | 180 | 16 | 240 | 20 | 300 | 24 | 360 |
| | | | | | | | | | | | |
| m | o | m | o | m | o | s | '' | s | '' | s | '' |
| 1 | 0 15 | 21 | 5 15 | 41 | 10 15 | 1 | 0 15 | 21 | 5 15 | 41 | 10 15 |
| 2 | 0 30 | 22 | 5 30 | 42 | 10 30 | 2 | 0 30 | 22 | 5 30 | 42 | 10 30 |
| 3 | 0 45 | 23 | 5 45 | 43 | 10 45 | 3 | 0 45 | 23 | 5 45 | 43 | 10 45 |
| 4 | 1 0 | 24 | 6 0 | 44 | 11 0 | 4 | 1 0 | 24 | 6 0 | 44 | 11 0 |
| 5 | 1 15 | 25 | 6 15 | 45 | 11 15 | 5 | 1 15 | 25 | 6 15 | 45 | 11 15 |
| 6 | 1 30 | 26 | 6 30 | 46 | 11 30 | 6 | 1 30 | 26 | 6 30 | 46 | 11 30 |
| 7 | 1 45 | 27 | 6 45 | 47 | 11 45 | 7 | 1 45 | 27 | 6 45 | 47 | 11 45 |
| 8 | 2 0 | 28 | 7 0 | 48 | 12 0 | 8 | 2 0 | 28 | 7 0 | 48 | 12 0 |
| 9 | 2 15 | 29 | 7 15 | 49 | 12 15 | 9 | 2 15 | 29 | 7 15 | 49 | 12 15 |
| 10 | 2 30 | 30 | 7 30 | 50 | 12 30 | 10 | 2 30 | 30 | 7 30 | 50 | 12 30 |
| 11 | 2 45 | 31 | 7 45 | 51 | 12 45 | 11 | 2 45 | 31 | 7 45 | 51 | 12 45 |
| 12 | 3 0 | 32 | 8 0 | 52 | 13 0 | 12 | 3 0 | 32 | 8 0 | 52 | 13 0 |
| 13 | 3 15 | 33 | 8 15 | 53 | 13 15 | 13 | 3 15 | 33 | 8 15 | 53 | 13 15 |
| 14 | 3 30 | 34 | 8 30 | 54 | 13 30 | 14 | 3 30 | 34 | 8 30 | 54 | 13 30 |
| 15 | 3 45 | 35 | 8 45 | 55 | 13 45 | 15 | 3 45 | 35 | 8 45 | 55 | 13 45 |
| 16 | 4 0 | 36 | 9 0 | 56 | 14 0 | 16 | 4 0 | 36 | 9 0 | 56 | 14 0 |
| 17 | 4 15 | 37 | 9 15 | 57 | 14 15 | 17 | 4 15 | 37 | 9 15 | 57 | 14 15 |
| 18 | 4 30 | 38 | 9 30 | 58 | 14 30 | 18 | 4 30 | 38 | 9 30 | 58 | 14 30 |
| 19 | 4 45 | 39 | 9 45 | 59 | 14 45 | 19 | 4 45 | 39 | 9 45 | 59 | 14 45 |
| 20 | 5 0 | 40 | 10 0 | 60 | 15 0 | 20 | 5 0 | 40 | 10 0 | 60 | 15 0 |

VIII. Mesterséges

| „FEL” Dátum | Név | P Á L Y A | | | | jel | m é r e t m | tömeg kg | Leesésének dátuma vagy élettartam (Években) |
|----------------|------|-----------|---------------------|------|--------|-------------------|----------------|-------------|---|
| | | i | T | pe | ap | | | | |
| | | o | perc vagy nap | km | km | | | | |
| 1957. | | | | | | 1957. | | | |
| X. 4 | SZ 1 | 65 | 96 | 230 | 938 | $\alpha 2$ | 0,6 0,3 | 83 | 58. I. |
| XI. 3 | SZ 2 | 63 | 104 | 225 | 1637 | β | | 508 | 58. IV. 14 |
| 1958. | | | | | | 1958. | | | |
| II. 1 | E 1 | 33 | 115 | 356 | 2546 | α | 2,0 0,2 | 14 | 4 |
| III. 17 | V 1 | 34 | 134 | 650 | 3964 | $\beta 2$ | 0,2 0,2 | 2 | 200 |
| 26 | E 3 | 32 | 114 | 192 | 2699 | γ | 2,0 0,2 | 14 | 58. VI. 28 |
| V. 15 | SZ 3 | 65 | 106 | 206 | 1867 | $\delta 2$ | 3,6 1,7 | 1326 | 60. IV. 6 |
| VII. 26 | E 4 | 50 | 110 | 257 | 2116 | ε | 2,0 0,2 | 17 | 59. X. 23 |
| XII. 18 | A | 32 | 102 | 190 | 1466 | ζ | 24,4 2,7 | 3969 | 59. I. 21 |
| 1959. | | | | | | 1959. | | | |
| I. 2 | LU 1 | 23 | 443 | 0,98 | 1,32 | (μ) | | 361 | — |
| II. 17 | V 2 | 33 | 126 | 557 | 3318 | $\alpha 1$ | 0,5 0,5 | 10 | 150 |
| 28 | D 1 | 87 | 96 | 273 | 830 | β | 5,8 5,8 | 590 | 59. III. |
| III. 3 | P 4 | | 407 | 0,98 | 1,14 | (ν) | 0,5 0,2 | 6 | — |
| IV. 13 | D 2 | 90 | 91 | 251 | 373 | γ | 5,8 1,5 | 726 | 59. IV. 26 |
| VIII. 7 | E 6 | 47 | 765 | 251 | 42437 | $\delta 2$ | 0,7 0,6 | 64 | I |
| 13 | D 5 | 80 | 94 | 217 | 735 | { $\varepsilon 1$ | 5,8 1,5 | 680 | 59. IX. 28 |
| | | | | | | { $\varepsilon 2$ | 0,7 0,8 | 88 | 61. II. 11 |
| 19 | D 6 | 84 | 95 | 211 | 850 | ζ | 5,8 1,5 | 765 | 59. X. 20 |
| IX. 12 | LU 2 | | — | — | — | ((χ)) | | 390 | — |
| 18 | V 3 | 33 | 130 | 510 | 3743 | η | 2,4 0,5 | 68 | 150 |
| X. 4 | LU 3 | 86 | 16 | 4750 | 482800 | ϑ | 1,3 1,2 | 279 | 60. IV. |
| 13 | E 7 | 50 | 101 | 555 | 1085 | i1 | 0,8 0,8 | 41 | 24 |
| XI. 7 | D 7 | 82 | 95 | 161 | 829 | κ | 5,8 1,5 | 771 | 59. XI. 26 |
| 20 | D 8 | 81 | 103 | 188 | 1674 | λ | 5,8 1,5 | 775 | 60. III. 8 |
| 1960. | | | | | | 1960. | | | |
| III. 11 | P 5 | 28 | 312 | 0,80 | 0,99 | (α) | 0,6 0,6 | 43 | — |
| IV. 1 | T 1 | 48 | 99 | 587 | 752 | $\beta 2$ | 0,5 1,1 | 122 | 50 |
| 13 | TriB | 51 | 95 | 370 | 760 | $\gamma 2$ | 0,9 0,9 | 121 | I |
| 15 | D 11 | 80 | 92 | 177 | 555 | δ | | | 60. IV. 26 |

Égitestek

| rádiója meddig működött | A már kezdetben elkülönített rakéta | | | | „P6” cél | Megjegyzések |
|--|-------------------------------------|-------------------------------|-------------------|--|--|---|
| | jele | mérete | tömege | lecsésének dátuma vagy élettart. (Években) | | |
| | | m | kg | | | |
| 57. X. 27 58. IV. 14 | 1957. α1 | — | 508 | 57. XII. 1 | pálya k. sug. | kutya |
| 58. V. 23 58. VI. 16 | 1958. β1 | 1,2 0,5 | 23 | 200 | k. sug. geodézia k. sug. | |
| 58. X. 6 59. I. 13 | δ1 | — | — | 58. XII. 3 | mágn. k. sug. rádiózás | |
| 59. I. 5 59. III. 15 jól soha | 1959. α2 | 1,4 0,5 | 23 | 75 | (Hold-mágn.) felhőzet (rot. mentes rep.) | Holdközel: 8000 km |
| 59. III. 6 59. IV. 21 59. X. 6 | — — δ1 | — — — | — — 1360 | — — — | — — LE: 0,7×0,8; 73 kg „felhőzet-kép” | — — LE: csak látták ? |
| ? ? ? | — — — | — — — | — — — | — — — | (LE) (LE) | ε2 VIII. 14 leválasztva ε1-ről 1959 ε-hoz hasonló |
| 59. IX. 13 59. XII. 11 59. X. 26 | — — — | — — — | 1511 — 1553 | — — — | Hold elérése mágn. Holdfénykép: X. 7-én | 59. IX. 13-tól: Holdon Holdközel: 7000 km |
| 59. XI. 21 | i2 | 1,1 0,2 | 6 | 12 | 3—15 és 1216A sug. (LE) LE: 0,8×0,7, 136 kg | LE: nem látták |
| 60. VI. 26 60. VII. 12 | 1960. β1 γ1 | 1,2 0,5 1,2 0,5 4,5 1,4 | 23 23 582 | — 20 — | k. sug. meteorológia (navigáció) (LE: 136 kg) | mérések: 36 mill. km-ről felhőképek: VI. 17-ig |

VIII. Mesterséges

| „FEL” Dátum | Név | P Á L Y A | | | | jel | méret m | tömeg kg | Leesésének dátuma vagy élettartam (Években) | | |
|----------------|-------|-----------|---------------------|------|---------|---------------------------|-------------------------------|----------------|---|------------|------------|
| | | i | T | pe | ap | | | | | | |
| | | o | perc vagy nap | km | km | | | | | | |
| 1960. V. 15 | SZ 4 | 65 | 94 | 288 | 674 | 1960. {ε1 {ε3 ξ1 | 6,6 1,5 | 2494 | 10 | | |
| 24 | M 2 | 33 | 94 | 481 | 510 | | | 1576 | | | |
| VI. 22 | Tr 2A | 67 | 102 | 626 | 1048 | {η1 {η2 | 0,9 0,9 0,5 0,5 | 101 19 | 60 40 | | |
| VIII. 10 | D 13 | 83 | 94 | 246 | 632 | i1 κ λ1 | 30,5 30,5 | 68 | 60. XI. 14 | | |
| XII. 12 | Eε1 | 47 | 118 | 1522 | 1685 | | | 18 19 | 4609 | 17 | 60. IX. 16 |
| 18 | D 14 | 80 | 95 | 180 | 658 | | | | | | |
| 19 | SZ 5 | 65 | 91 | 322 | 322 | | | | | | |
| IX. 13 | D 15 | 81 | 94 | 203 | 763 | μ | 1,3 1,3 0,8 0,8 | 227 41 | 60. X. 18 | | |
| X. 4 | C 1B | 28 | 107 | 938 | 1231 | ν1 | | | 500 20 | | |
| XI. 3 | E 8 | 50 | 113 | 417 | 2288 | ξ1 | | | | | |
| 12 | D 17 | 82 | 97 | 185 | 995 | 0 | 7,6 | 7030 | 60. XII. 29 | | |
| 23 | T 2 | 49 | 98 | 621 | 726 | π1 | 0,5 1,1 | 127 | 20 | | |
| XII. 1 | SZ 6 | 65 | 87 | 187 | 257 | ρ1 | | 4563 | | 60. XII. 2 | |
| 7 | D 18 | 81 | 94 | 230 | 676 | o | | 1125 | 61. IV. 2 | | |
| 20 | D 19 | 83 | 93 | 208 | 634 | τ | | 1100 | 61. I. 23 | | |
| 1961. I. 31 | Sa 2 | 90 | 95 | 475 | 552 | 1961. α1 β1 β3 | 6,7 1,5 | 1860 | 61. II. 26 | | |
| II. 4 | SZ 7 | 65 | 90 | 200 | 338 | | | | | 6483 | |
| 12 | SZ 8 | 65 | 90 | 206 | 306 | | | γ3 | | | 61. II. 25 |
| 16 | E 9 | 39 | 118 | 636 | 2583 | {δ1 {δ2 | 2,0 1,1 3,7 3,7 1,8 0,5 | 643 7 60 | | | |
| 17 | D 20 | 81 | 95 | 283 | 772 | ε | 7,6 1,5 | 1111 | 61. III. 30 | | |
| 18 | D 21 | 81 | 97 | 243 | 1030 | ξ | 7,6 1,5 | 1111 | | | |
| 22 | Tr 3B | 29 | 96 | 171 | 995 | η | 3,7 3,7 | 6 | | | |
| III. 9 | SZ 9 | 65 | 89 | 177 | 249 | θ1 | | 4700 | --- | | |
| 25 | SZ 10 | 65 | 89 | 177 | 247 | i1 | | 4700 | --- | | |
| 25 | E 10 | 33 | 5012 | 177 | 181 052 | κ | 1,3 0,3 | 36 | | | |
| IV. 8 | D 23 | 82 | 94 | 295 | 703 | λ1 | | | --- | | |
| 12 | SZ 11 | 65 | 89 | 180 | 327 | μ1 | | 4725 | | | |

égitestek

| Rádiója meddig működött | A már kezdetben elkülönített rakéta | | | | „Fő” cél | Megjegyzések |
|-------------------------------|-------------------------------------|--------------------|----------|--|--|--|
| | jelc | mérete | tömege | leesésének dátuma vagy élettartama (Években) | | |
| | | m | kg | | | |
| 60. VII. 2 | 1960. ε2 | — | — | 60. VII. 17 | (űrrepülés) | 1 utasfülk. lev. VIII. 18 |
| 60. V. 26 | ζ2 | — | 2610 | 60. XII. 5 | (földi infravör. sug.) | |
| (60. VIII. 12) | γ3 | 4,5 1,4 | 582 | — | (navigáció) 3—8 és 1216A sug. LE: 0,7×0,8 m 159 kg | LE: 60. VIII. 12 |
| (60. VIII. 19) | i2 | 0,5 0,5 | 230 | 4000 | rádiózás LE | LE: 60. VIII. 19; LE: 60. VIII. 20. |
| (60. VIII. 20) | λ2 | — | — | 60. IX. 23 | LE egész λ1 | állatokkal |
| (60. IX. 14) | μ2 ξ2 | 4,5 1,4 1,1 0,2 | 454 6 | 250 10 | LE rádiózás ionoszféra | LE: csak látták |
| (60. XI. 15) | — | — | — | — | LE: 0,7×0,8 m 159 kg | LE: 60. XI. 15 biol. prep. |
| (60. XII. 2) | π2 ρ2 | 1,2 0,5 | 23 | 10 | 60. XII. 2 meteorológia (LE) | TV felhőképek LE: elégett |
| (60. XII. 10) | — | — | — | — | LE: 0,7×0,8 m 159 kg | LE: XII. 10; biol. prep. |
| 60. XII. 24 | — | — | — | — | földi infravör. sug. | |
| | 1961. α2 β2 | — | — | 61. II. 13 | | „Új típ. űrhajó” |
| 60. III. soha | γ2 | — | — | 61. II. 18 | „bolygó” felbocsátás k. sug. légtör sűrűség pálya | Erről indítva γ1 Vénusz közel: kb. 105 ezer km δ2: műszeres rakéta |
| 61. III. 30 | — | — | — | — | (LE) földi infravör. sug. navigáció | pályán is rakéta imp. |
| | i2 | — | — | 61. III. 26 | LE LE mágn. | LE: III. 9. állatok LE: III. 25. kutya |
| | μ2 | — | — | 61. IV. 16 | (LE) LE | LE: IV. 12. EMBER |

MAGYARÁZATOK

az I—VIII. táblázatokhoz

Csillagászati alapfogalmak

Az égitesteket tekinthetjük úgy, hogy azok egy végtelen sugarú gömb felületén, az *égbolton* látszanak. A csillagászat az égbolt egyes pontjainak megadására többféle koordináta rendszert is használ. A legtöbbször azonban (így általában táblázatainkban is) az a rendszer szerepel, amelyet a földi koordináta hálózat analógiájára vezettek be.

A Föld forgási tengelyének északi és déli fele rendre az égbolt azon két pontjára mutat, melyet az égbolt északi, illetve déli sarkának, *pólusának* nevezünk. A földrajzi hosszúsági, vagy más szóval földi meridián köröknek az égbolt pólusait átívelő *rektaszcenzió* „körök” (pontosabban: fél-körök) felelnek meg. Ezeket óra köröknek is mondjuk. A földrajzi szélességi körök mintájára beszélhetünk az égbolt *deklináció* köreiről is. Éppen úgy, mint a Föld felületén a földrajzi koordináta hálózattal, az égbolton (a pólusokat kivéve) ezzel az égi koordináta hálózattal adhatók meg az *észak—dél, kelet—nyugat* irányok. A földi egyenlítő síkjának és az égboltnak a metszési köre az (égi) *egyenlítő*. Mivel a Föld a Nap körül kering, a Napot az év folyamán az égboltnak mindig más és más pontján látjuk; ezek a pontok az *ekliptika* körét jelölik ki. Az egyenlítő és ekliptika két metszéspontban találkozik, közülük az, amelyik irányában látszik a Nap március második felében: a *tavaszpont*. A rektaszcenziókat a tavaszponttól számítjuk nyugat—kelet, tehát az égbolt látszólagos forgásával ellentétes irányban 0° -tól 360° -ig. A deklinációknál (teljesen ugyanúgy, mint a földrajzi szélességeknél) az egyenlítőtől a pólusok felé számolunk 0° -tól 90° -ig; az északi deklinációkat $+$, a délieket $-$ jellel látjuk el.

A földi meridián kör síkjának és az égboltnak a (kör) metszete az égi *meridián*.¹ Azonos földi meridiánokon fekvő helyeknek ugyancsak azonos az égi meridiánja. A Föld bármely helyén a függőön által meghatározott egyenes a hely meridiánjának síkjában fekszik (amennyiben

¹ A felesleges szószaporítás kedvéért — az általánosság rovása nélkül — itt és a továbbiakban nyugodtan eltekinthetünk az esetlegesen éppen a Föld valamelyik sarkpontjában fekvő megfigyelő hely lehetőségétől.

a Földet gömbnek és gömbszimmetrikus tömegeloszlásának feltételezzük) és az égboltot fent a hely ún. *zenit* pontjában metszi. A „rektasz-cenzió-deklináció” koordináta rendszer formailag kis módosításával kapjuk az „óraszög-deklináció” változatot. Utóbbi az előbbitől csak annyiban különbözik, hogy az *óraszöget* a meridián (az égi meridián körének) pólus—zenit—pólus ívétől és kelet—nyugat (tehát— a rektasz-cenzióval ellentétes —, az égbolt látszólagos forgásával egyező) irányban számítjuk.

A rektasz-cenziókkal az égbolt tavaszpontjához, az óraszögekkel a Föld egy-egy helyéhez viszonyítva jellemezhetőek az égitestek irányai, míg a deklinációkkal (mindkét rendszerben teljesen azonosan) végeredményben a Föld forgási tengelyéhez rögzítetten. Ha el is tekintünk a Föld (forgási tengelyen fekvő) középpontjának és az égitesteknek egymásra vonatkoztatott „tényleges” mozgásától, már a Föld forgási tengelye irányának „lassú” változásai miatt sem állandó számok az égitestek deklináció és rektasz-cenzió koordinátái. Ezen koordináták értékeinek ily módon létrejövő megváltozásai azonban általában csekélyeknek mondhatók, még egy év elmúlásával is minden esetben 1°-nél jóval kisebbek. A Föld forgása következtében előálló óraszög-változások azonban már minden percen kb. $\frac{1}{4}^\circ$ -ra rúgnak.

Azt mondjuk, hogy az égitest, illetve az égbolt egy pontja felső delelésben van, ha éppen a meridiánnak a két pólussal határolt abban a felében van, amelyik a zenitet is tartalmazza, tehát óraszögének értéke zérus. „Felső delelés” helyett általában — a rövidség kedvéért egyszerűen — *delelésről* beszélünk. Mivel az égbolt a pólusait „összekötő” egyenes (más szóval a Föld forgási tengelye) körül látszik forogni, nyilvánvaló, hogy minden égitest, amely egy-egy nap folyamán az égbolton mozdulatlanak (vagy legalábbis nem „gyorsan” mozognak²) tekinthető, deleléskor éri el legnagyobb látóhatár, azaz horizont feletti (szög-) magasságát. Fennáll ez a megállapítás magára a Napra is, amelynek iránya a Föld minden helyén a földfelülethez (tehát általában szögtávolsága a meridiántól és a horizonttól) irányítja ősidők óta a földi életet. Így természetes, hogy a mindennapi életben nélkülözhetetlen időszámításunkat is mindenkor és mindenhol a Nap deleléseihez kellett igazítani.

A Nap óraszöge két egymást követő delelés, más szóval egy *valódi napi nap* (tartama) alatt 360° -ot változik. Ezért az óraszögeket és ugyanúgy a rektasz-cenziókat is nem szögmértékben, hanem az 1 nap = 24 óra = 360° formula alapján időben szokás megadni.

Minden országban a lakosság használta órákról nagyjából a Nap óraszöge +12 óra idő olvasható le (24 órás számolás esetén). Az ily

² Mint például egy-egy meteor, vagy mesterséges hold.

módon egész durván megbecsülhető óraszög adat csak aránylag kevés kisebb területeken tér el $\frac{1}{2}$ óránál többel az egyébként percre is még egyszerűen megállapíthatótól. Az óramutatók végeredményben mindig valamilyen óraszögre utalnak, de általában nem pontosan a valódi Nap óraszögére.

A Nap óraszögének 360° -os változásai az év különböző napjain nem egészen egyforma idő alatt zajlanak le, azaz a valódi napi nap hossza az év folyamán kissé ingadozik, végső fokon a Föld Nap körüli mozgása azon két tulajdonsága következtében, hogy egyrészt a Föld forgási tengelye nem merőleges a mozgás síkjára, másrészt a mozgás sebessége mindig a pillanatnyi Nap—Föld-távolságtól függ, napközben gyorsabb, mint naptávolban. A Nap óraszögének változását az égbolt napi forgása és a Nap látszólagos (nyugat-kelet irányú) ekliptikai vándorlása együttesen határozza meg. Az óraszögek voltaképpen az egyenlítő síkjával párhuzamos síkban fekvő szögeket jelentenek. Ezért az ekliptikai elmozdulásoknak csak az egyenlítőre merőleges vetületei játszanak szerepet az óraszögeket illetőleg. Az ekliptika és egyenlítő síkjainak hajlásszöge kb. $23,5^\circ$. Így az égbolt különböző vidékein jelentős különbségek vannak például az ekliptika azon kis ívdarabjainak és az egyenlítőnek hajlásszögei között, amely ívdarabok mentén a Napot egyik napról a másikra elmozdulni látjuk; március és szeptember második felében ez a szög $23,5^\circ$, míg június és december második felében zérus körüli érték. Tehát egyenlő ekliptikai elmozdulásokhoz nem tartozhatnak ugyanilyen egyenlítőiek. Emellett az előzőek értelmében már maga a Nap ekliptikai látszólagos sebessége sem állandó, év elején gyorsabb, mint év közepén. Tehát a Nap óraszög-változásainak a kicsi „ekliptikai” részlete az év folyamán szüntelenül módosul két különböző ok miatt előálló kétféle szakaszosságú ingadozás eredményeként. Következésképpen a Nap teljes óraszögének változásai sem egyenletesek. Ezért a mai kor embere már ezért sem igazodhatik teljes szigorúsággal a Nap óraszögéhez, mint idő adathoz.

Ha a Nap az égbolton mindig az egyenlítőben, ekliptikai évi mozgásának átlagos sebességével, egyenletesen mozogna, akkor nyilvánvalóan óraszögének változása is teljesen állandó sebességű volna, amennyiben az égbolt napi forgásában, azaz a Föld tengelyforgásában már észrevett, de az eddig említetteknel sok nagyságrenddel kisebb és egyes esetek kivételével figyelmen kívül hagyható változásoktól eltekintünk. Egy ilyen képzeletbeli átlagos ún. *közép Nap* 360° -os óraszög-változása a *közép napi nap*. Időszámításunk alapegységének ez az időköz mondható; egy naptári nap pontosan ennyi ideig tart. Az időszámítás céljára a közép Napot alkalmas módon úgy választották meg, hogy óraszöge a valódi Naptól az év folyamán soha ne különbözzön $\frac{1}{4}$ óránál sokkal többet.

Tudnivalók a táblázatokhoz

(A táblázatok számadatainak, illetve a „fejlécekben” szereplő fogalmaknak és az alkalmazott rövidítéseknek, jelöléseknek ismertetése, a táblázatok számozásának sorrendjében, az egyes táblázatokra vonatkozólag általában balról-jobbra haladólag:)

I. táblázat:

KÖZÉP-EURÓPAI zónaidő: a greenwichi kezdő meridiántól, azaz a 0° földrajzi hosszúsági körtől keletre fekvő 15° (= -15°) földrajzi hosszúsági körön levő helyek középideje. (Középidő: a közép Nap óraszöge $+12^h$.) Mivel óráinkról leolvasható idők mindig óraszöget jelentenek, az óraszögek viszont mindig egy-egy meghatározott meridiánra vonatkoznak, emiatt csak egymástól pontosan az észak—dél vonalban, azaz azonos földrajzi hosszúságon fekvő helyek idejei egyezhetnek meg. Már mintegy évszázada annak, hogy a helyi idők használatáról általában le kellett térni. A Földet 15° -os földrajzi hosszúság-különbségek szerint haladólag időzónákra osztották és egy-egy ilyen zónán belül azonos óramutató állást használnak, kevés kivételtől eltekintve. Így Magyarország egész területén a közép-európai zónaidőt.

Világidő: a 0° földrajzi hosszúságú helyek középideje, más néven greenwichi középidejő. Ha a közép Nap Greenwichben delel, a 15° keleti földrajzi hosszúságú helyeken óraszöge éppen 1^h . (Mert 15° -nak 1^h felel meg.) Ezért: világidő $+1^h$ = közép-európai zónaidő összefüggés alapján kell ezen kétféle időadatból egyiket a másikra átszámítani.

Nap és Hold kelte és nyugta adatok $47,5^\circ$ északi földrajzi szélességű 19° keleti földrajzi hosszúságú helyre vonatkoznak, szabad látóhatár és normális légköri körülmények esetén tengerszinten és az égitestek „felső” peremének kelési és nyugvási időpontjait jelentik. A légköri sugártörésre $34'$ van véve; átlagosan ennyivel látszanak az égitestek magasabban a horizontban.

Hold fényváltozásai alatt megadott idők a Hold ekliptikai merőleges „vetületének” pontjaira vonatkoznak; ha ennek a pontnak a szögtávolsága a Naptól, az okliptikában mérve rendre 0° , 90° , 180° és 270° , akkor van újhold (☉), első negyed (☽), holdtölte (☾), illetve utolsó negyed (☾).

Julián dátum az a szám, amely megmutatja, hogy i. e. 4713. év január 1. 12^h világidő óta hány közép napi nap telt el.

Csillagidő ($\lambda = 0^\circ$ -nál): a 0° földrajzi hosszúságú helyeken a tavaszponti óraszöge. (Itt, csillagidő: a „valódi csillagidő”, azaz a dátumra érvényes tavaszponti helyre vonatkozó. A „közép csillagidő” a tavaszponti olyan közepes helyzetének óraszögét jelenti, amely hely körül ingadozik a tavaszponti 18,6 éves szakaszhosszúsággal³ a Föld forgási tengelyének ún. nutációs irányváltozásai miatt.) *RA* és *D* rektaszczenziót, illetve deklinációt jelent.

A Nap delel oszlop időpontjai a 19° keleti földrajzi hosszúságú helyekre vonatkoznak.

Ia. táblázat:

Időegyenlet a valódi-időből kivont középideőt jelenti, azaz a valódi Nap óraszöge mínusz a közép Nap óraszöge. Ennek az adatnak birtokában határozhatjuk meg, hogy a Nap mikor delel ismert földrajzi hosszúságú helyen. Ha a Nap delel, más szóval valódi dél van, akkor a valódi Nap óraszöge zérus, azaz a valódi-ideő 12^h . Tehát a Nap delelésének időpontja: (helyi) középideőben = 12^h — időegyenlet. Magyarország egész területétől nyugatra esik a 15° keleti földrajzi hosszúsági kör, amelynek középidejét használjuk. Ezért amikor 12^h van óráinkon, az ország minden helyén a középideő ennél több, és pedig annál több, amennyivel keletebbre vagyunk. A földrajzi hosszúság értékéből 15° -ot levonva és ezt szögmértékről időre átszámolva kapjuk, hogy mennyivel több a (helyi) középideő a zónaidőnél. Az így nyerhető időkülönbséget (ami például Budapesten 16 perc), ha levonjuk 12^h -ből és az így adódó időből vonjuk ki az időegyenletet (természetesen előjelét figyelembevétel), az eredmény a Nap delelésének időpontja lesz.

Ib. táblázat:

Az adatok olyan napokra szólnak, mikor a Hold deklinációja egy-egy keringés közben, váltakozva, rendre minimális, illetve maximális. Ilyenkor legnagyobb az eltérés a különböző helyeken a kelési és nyugvási időpontok között. Minél jobban két-két megadott, egymást követő dátumtól távolabbi, közbülső napot tekintünk, általában annál elenyészőbbek a különbségek a budapesti (I. táblázatbeli) adatoktól. A feltüntetett városok kiválasztása olyan, hogy a táblázat segítségével egész Magyarország területére megbecsülhetők (mintegy perenyi pontossággal) a Hold kelésének és nyugvásának időpontjai.

³ A „középideő” és „valódi-ideő” szóhasználat helyett is helyesebb lehet talán közép (még helyesebben közepes) napidőt és valódi (még helyesebben látszólagos vagy tényleges) napidőt mondani.

A táblázatot rendre a következő földrajzi szélességekre, illetve hosszúságokra számítottuk: $47^{\circ}30'$, $16^{\circ}30' = 1^{\text{h}}6^{\text{m}}$; $46^{\circ}24'$, $17^{\circ}0' = 1^{\text{h}}8^{\text{m}}$; $47^{\circ}30'$, $19^{\circ}0' = 1^{\text{h}}16^{\text{m}}$; $46^{\circ}24'$, $20^{\circ}15' = 1^{\text{h}}21^{\text{m}}$; $47^{\circ}30'$, $21^{\circ}45' = 1^{\text{h}}27^{\text{m}}$ és $48^{\circ}24'$, $21^{\circ}45' = 1^{\text{h}}27^{\text{m}}$. Ezek a földrajzi koordináták ebben a sorrendben általában nagyjából a fejlécben megadott városokra tekinthetők érvényesnek a táblázat adatainak pontossági határain belül. (Az időadatok közép-európai zónaidőt jelentenek.)

II. táblázat:

P oszlop: a Nap forgási tengelyének helyzetét megadó szögek a napkorong észak pontjától számítva; pozitív jel keleti, negatív jel nyugati irányú hajlást jelent.

B₀ és L₀ oszlop: a napkorong középpontjának héliografikus szélessége, illetve hosszúsága. Ezek a koordináták is teljesen a földrajzi koordináták mintájára lettek meghatározva; a különbség csak annyi, hogy a hosszúságokat 0° -tól 360° -ig kelet—nyugat (a Nap tengely-forgásával egyező) irányba számoljuk és a kezdő meridiánt sajtószerű módon kellett megválasztani, mivel a Napon nincs marandó és észlelhető alakzat, amelyhez rögzíteni lehetne. A Nap egyenlítő síkja és az ekliptika síkja $7,25^{\circ}$ szöget zár be és a két sík metszévonalja a napfelületen két pontot jelöl ki. Közülük azt, amelyikből, ha az ekliptikán a Nap forgásával egyező irányban elindulunk, a Nap egyenlítői síkjától délre kerülünk, nevezzük a Nap egyenlítő felszálló csomójának az ekliptikán. A zérus héliografikus hosszúsági körnek azt választották, amelyik a Nap középpontjából nézve 1854. január 1-én 12^{h} világidőkor ezen felszálló csomón haladt át. Az L_0 adatok azzal a feltevéssel vannak számítva, hogy az ily módon megállapított kezdő meridián 25,38 közép napi nap alatt végez egy forgást a csillagokhoz képest.

Az adatok 0^{h} világidőre vonatkoznak.

III. táblázat:

Csillagászati egység: annak az ellipszis fél nagytengelyének hossza, amely ellipszisen a Föld a Nap körül kering. 1 csillagászati egység = 149,6 millió km. Ez az átlagos Föld—Nap távolság. (A bolygóknak a Földtől való távolságait ezzel a hosszúság egységgel kifejezve tartalmazza a táblázat.)

Magnitudo skála: a csillagászatban a fény intenzitások helyett az égitestek fényességének megadására szolgál. (Lényegében ez az intenzitásoknak egy speciálisan meghatározott loga-

ritmikus skálája.) Egy magnitúdókülönbség kb. két és félszeres (pontosabban: 2,512-szeres) intenzitás különbséget jelent. Minél halványabb az égitest, magnitúdója, annál nagyobb szám. Természetesen a fényesség megállapítás eredménye mind a fényt érzékelő berendezés szín-érzékenységétől, mind az égitest színeinek (hullámhosszainak) összetételétől függ. A táblázat az emberi szemre vonatkozó, vizuális fényességeket adja. A skála zérus pontját úgy választották meg, hogy az égbolt északi pólusa közelében látszó fényesebb csillag, a Sarkcsillag magnitúdója kb. + 2. (Szabad szemmel még a +6 magnitúdójú égitestek láthatók; a gyengébb fényességűek már nem.)

IV. és IVa. táblázat:

A Jupiter négy fényes holdjára vonatkozó események időpontjai közép-európai zónaidőben megadottak. A holdak neve és sorszáma: Io (1), Európa (2), Ganymede (3), Callisto (4).

Helyzeteit a holdaknak (a fejlécben feltüntetett időpontban) a pontok szemléltetik. Magát a bolygót a középvonal érzékelteti. A pillanatnyi mozgás iránya mindig a holdak megjelölésére szolgáló szám felé tart.

Jelenségeknél a táblázat nem az összeseket tartalmazza, hanem csupán azokat, amelyek elsősorban alkalmasak arra, hogy nálunk megfigyelhetők legyenek. A középső oszlopban a *k*, vagy *v* betű azt mutatja, hogy a szomszédos oszlop idő adata a jelenség kezdetére, vagy végére vonatkozik-e. A többi betű jelentése: *f* = *fogyatkozás* (a Jupiter-hold fogyatkozásban van, tehát a Jupiter árnyék-kúpjába 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* vetődik a Jupiter korongjára (a Jupiteren teljes napfogyatkozás van).

V. táblázat:

Csillagképek külföldön is csaknem kizárólagosan használt latin elnevezéseinek ábécé sorrendjében, az egyes csillagképeken belül a Bayer által (1603-ban) bevezetett, általában görög betűs megnevezések sorrendjében összeállított csillagkatalógus. Az égbolt egyes vidékeit nagyjából a szabad szemnek feltűnő fényesebb csillagcsoportosulások alapján különböztethetjük meg. Ezen az alapon osztották fel már ősidők óta az égboltot csillagképekre.

RA és D koordináták az 1950. év kezdetére vonatkoznak.

m oszlop: vizuális magnitúdóban megadott látszólagos fényességek.

A legtöbb adat (a Harvard csillagvizsgáló észlelései alapján) az ún. revidált Harvard-fotometria számértéke; a + 2,05-nél fényesebb csillagoknál (1957-es) új, igen nagy pontosságú fényelektromos mérések eredményei szerepelnek (dült számokkal). A csak egy tizedesre megadott értékek változó fényességű csillagokra utalnak; a közötti magnitúdó az átlagos fényesség.

sp oszlop: a csillagok színképeinek Harvard osztályozása nyomán a spektráltípus. Ha hiányzik az adat, azt jelenti: két csillag-színkép észlelhető (tehát a még távcsőben is csak egynek látszó csillag a valóságban — legalább — kettő; kettős csillag).

Sm/100^a oszlopokban a csillagok („tényleges”) mozgása nyomán 100 év alatt létrejövő koordinátaváltozások állnak. Itt a rektaszncenzióváltozás nagysága is ív másodpercekben van megadva (és nem időben). A csillag Naphoz viszonyított mozgása következtében előálló elmozdulását az égbolton, ennek kifejezését szög mértékben, a csillag sajátmozgásának nevezzük.

v_r oszlopban a csillag és a Nap összekötő egyenesébe eső, a két égitest relatív mozgásától származó sebesség összetevő áll. A számok azt mondják meg, hogy másodpercenként hány kilométer az ilyen irányba eső elmozdulás. + jel távolodást, — jel közeledést jelent. „Var.” megjegyzés arra utal, hogy ez a sebesség erősen változik.

p oszlop: (évi) parallaxis. A csillagról a Föld—Nap távolsága ekkora szögben látszik.

r oszlop: a parallaxis számértékeiből számított csillagtávolságok, fényévekben. (Egy fényév az a távolság, amelyet a másodpercenként 300 ezer km-t befutó fény egy év alatt megtesz.) Ezek az adatok, a 30 fényévnél nagyobb távolságoknál, rendre egyre több fényévre kikerékített értékek, a nagyobb távolságoknál egyre bizonytalanabb parallaxis értékek miatt.

M oszlop: vizuális magnitúdókban megadott valódi, ún. abszolút fényességek. A csillagoknak az a fényessége, amely akkor lenne észlelhető, ha mind egyforma 32,6 fényév távolságból látszanának, feltéve, hogy látszólagos fényességük csak a távolságtól függ.

Va. táblázat:

A csillagképek „önmaguktól” alakultak ki és mind régen, mind még ma is az a rendeltetésük, hogy a könnyű, gyors tájékozódást az égbolton és a Földön elősegítsék. Az égbolt helyzete a látóhatárhoz a különböző földrajzi szélességű helyeken (már a néhány

fokkal eltérőek között is) szembeeszköen más. Csak a Föld egyenlítőjéről vehető szemügyre és onnan is csak egy teljes esztendő leforgása közben az egész égbolt összes „csillagaival”. Az égbolt kisebb-nagyobb részeinek a megnevezésére és hozzávetőleges megjelölésére létrejött csillagképeknek a határai és számuk sem volt egyértelműen és mindenütt egyaránt elismerten meghatározva 1928-ig. Ekkor végül a Nemzetközi Csillagászati Unió a száznál többől a hagyományokat és célszerűséget figyelembe véve 88 csillagképet tartott meg és rektaszcenzió-deklináció körök mentén megállapította pontosan határvonalait is. Ezek megnevezését tartalmazza a táblázat.

Az ekliptika mentén (kb. 30° rektaszcenziótól kezdődőleg, nagyjából 30° — 30° rektaszcenziókülönbségekkel, növekvő rektaszcenzió irányban haladva) rendre a következő csillagképek vannak: Aries, Taurus, Gemini, Cancer, Leo, Virgo, Libra, Scorpius, Sagittarius, Capricornus, Aquarius és Pisces. Ezek az állatövi csillagképek.

VI. táblázat:

A csillagok megnevezése általában vagy valamilyen elismert csillag katalógus címére vagy szerzőjére történő utalás mellett álló számmal (amely szám általában a csillag valamilyen sorszáma a jegyzékben), vagy csillagképe rövidített neve mellé írt különböző betűkkel (és számokkal) történik. Gyakran használatos a mintegy +9 magnitúdó alsó fényesség határig több százezer csillagot tartalmazó BD, illetve CD rövidítéssel megadott katalógusok sorszámaira vonatkozó utalás, ezekben a katalógusokban a különböző deklináció értékeknek megfelelően vannak a csillagok csoportosítva.

V_r oszlopban a sebesség adatokat követően néhol S vagy v betű található. Ez mindkét esetben azt mutatja, hogy a sebesség értéke változik. S jelzésnél a sebesség változása azt árulja el, hogy a csillag (ún. spektroszkópiai) kettős csillag, két csillag kering egymás körül. Két S betű, egymás mellett azt mondja, hogy a jól két csillagnak észlelhető „csillag” mindkét komponense még külön-külön is kettős a spektroszkópiai megfigyelések alapján. Tehát a „csillag” legalább egy négyes rendszer, v jelzésnél a változó sebesség valószínűleg más októl ered.

S_m oszlopban a teljes évi sajátmozgás.

A és B oszlopokban, az m alatt, fényességek vizuális magnitúdóban; a halványabb csillagok kivételével a Johnson—Morgan-féle fotoelektromos mérések nyomán. Míg az sp jelzés alatt a színkép-típusok állnak, a legtöbb esetben a Yerkes csillagvizsgáló Morgan—Keenan-féle osztályozása szerint, amely a (mögölöző V. táblázatban

kizárólagosan szereplő) Harvard osztályozásnál sokkal többet mondó. Ha a *B* oszlopokban is van adat, ez azt mutatja, hogy a „csillag” jól észlelhetően kettős és a két csillag adatait külön-külön tüntetik fel az *A* és *B* (kettős) oszlopok.

A—B oszlopban az utóbb említett esetek egy részénél megadott a két csillag szögtávolsága és a

T oszlopban pedig a két csillag egymás körüli keringésének ideje, években.

C betű az utolsó oszlopban (három helyen) még egy-egy további „külön” észlelhető komponensre hívja fel a figyelmet. Ezeknél a *C*-vel jelölt csillag szög-távolságát a csillagrendszer többi tagjaitól ugyancsak feltünteti a táblázat.

VIIa. táblázat:

A táblázat tulajdonképpen a légköri sugártörés kissé módosító (általában az időadatokat mintegy 2 perccel megnövelő) hatásának figyelmen kívül hagyásával azt adja meg, hogy mekkora az *óraszög* értéke *nyugvás*kor. A táblázat segítségével elég jól megbecsülhető, hogy ismert deklinációjú égitestek nálunk mennyi ideig tartózkodnak a horizont felett.

VIII. táblázat:

Mesterséges égitesteknek nevezhetők mindazon tárgyak, melyeknek tudatos emberi tevékenység nyomán sikerült olyan nagy kezdősebességet adni, hogy ezt követőleg a „tárgy” többé már csak vagy a benne elhelyezett valamilyen berendezés (például rakéta) hatására létrejövő, vagy egy legalább mintegy 90 percnyi ideig tartó repülés alatt a földi légkör okozta sebesség változás miatt kerülhet újból vissza a földfelületre (vagy éghet el esése közben a Föld alacsonyabban fekvő sűrűbb léggrégeiben).

A táblázat nem tartalmazza az összes mesterséges égitesteket. Még a (radarral vagy optikai úton) jól észleltek és így legalábbis egy ideig megállapított pályán mozgó közlők közül sem mindot. Egy-egy mesterséges égitest felboesátása alkalmával ugyanis a kezdetben egyetlen darabot alkotó tárgynak több része különválk és a meghatározott céllal útra boesátott fő (néhány esetben nem is egy) darabbal együtt több kisebb-nagyobb, különféle tárgyból is tulajdonképpen önálló mesterséges égitest lesz. (Így például a földfelület közelében a felemelkedésnél a műszeres részt általában valamilyen burok

védi. Ez, illetve ennek egyes darabjai is mesterséges égitestté válhatnak. Az ilyen vagy ehhez hasonló darabok a legtöbb esetben el is vesznek.)

A táblázat tartalmazza azonban 1961 április 12-ig bezárólag az összes sikeres mesterséges égitest felbocsátások alkal-mával létrehozott (és legalábbis egy-egy időszakban) mindenképpen égitestnek tekintendő tárgyak közül a legfontosabbak, érdekesebb, ismert adatait. A történelemben minden időre emlékezetes dátum marad 1961. április 12-e, amikor először utazott ember mesterséges égitesten. Mert a *Gagarint* szállító („Vosztok 1.” elnevezésű) űrhajó kabinja röppályájának egy jelentős szakaszán mesterséges holdként mozgott.

„*FEL*” jelzésű oszlopban a „felbocsátások” dátumai állnak. Ha egy ilyen dátum alatt a következő sorban nincs dátum, de a

Jel oszlopban van görög betű, azt jelenti, hogy az ebből a (második) sorból kiolvasható adatok is még ugyanazon felbocsátásból keletkező további fontosabb mesterséges égitestre vonatkoznak. A mesterséges égitest felbocsátásoknak (általában a sorrendnek megfelelően) rendre a görög ábécé betűivel és az elébük írt felbocsátási évszámmal adnak megkülönböztető jelet; a görög betű után írt arab számok pedig az egymástól függetlenül mozgó és valami módon külön-külön is észlelt részekre utalnak. Ha a görög betűs jelet zárójelbe tettük, akkor az általában mesterséges „bolygót” jelez, míg a (zárójel nélküli) többiek, kivétel nélkül mind mesterséges „holdakat”.

Név feliratú oszlopból látható, hogy a mesterséges égitestet a Szovjetunió vagy az Amerikai Egyesült Államok bocsátotta-e fel. A szovjet felbocsátásokat a szputnyik és lunyik szavak két első betűjével (dülten szedett *SZ-* és *LU-*val) jeleztük. A lunyik név arra utal, hogy az egyik fő cél a Hold megközelítése volt, míg a szputnyik szó jelentése („kísérő”): hold. Csillagászati szempontból a harmadik lunyik is szputnyik volt; ennek a kivételével a többi szovjet mesterséges holdakat a felbocsátások dátumainak rendjében szputnyik-sorszámokkal is meg szokták különböztetni (éppen úgy, mint a lunyikokat). A „név” oszlopból a szovjet mesterséges égitesteknél a felépítés hasonlósága vagy különbözősége még nem tűnik ki. Ezzel szemben az amerikai felbocsátásoknál a megnevezések, illetve a megnevezésül szolgáló betűk nagyjából már különféle típusokra utalnak. Így: *E* = explorer, *V* = vanguard, *A* = atlas, *D* = discoverer, *P* = pioneer, *C* = courier, *T* = tiro, *Tr* = transit, *M* = midas és *Ec* = echo. Ha ezen típust jelző betűk mellett álló sorszámok közül, egy-egy kategórián belül hiányzanak számok, ez a tény mindig valamilyen sikertelen amerikai kísérletet dokumentál.

A már kezdetben elkülönített rakéta feliratú négy oszlop a mesterséges égitest létrehozásához szükséges „csillagászati kezdősebességet” megadó berendezésre vonatkozik, ha ezt a kezdősebesség elérése után már a mesterséges égitestté-válás kezdetén elkülönítették a „felbocsátás” tulajdonképpeni célját szolgáló többi „résztől”. Ha ezen négy oszlop mindegyikében vízszintes vonalka áll csupán, azt jelenti, hogy ilyen leválasztás nem történt, tehát a kezdősebességet szolgáltató rakéta-berendezés nem alkotott külön, önálló mesterséges égitestet. (A többi oszlopok a különféle kutatások céljaira szerkesztett és felszerelt mesterséges égitestekre vonatkoznak.)

Pálya feliratú négy oszlop a „kezdeti”, általában az első napokra érvényes adatokat tartalmazza. Közülük az:

i oszlop: a pálya síkjának hajlási szöge az egyenlítő síkjához (fokokban).

T oszlop: keringési idő. A dült számok napokat, a többiek perceket jelentenek. (A mesterséges bolygónál a keringési idők nem a Földhöz viszonyított helyzetre értendők.)

pe és *ap oszlop*: a pálya legközelebbi és legtávolabbi pontjának távolsága a mesterséges holdaknál a földfelülettől (kilométerekben), a mesterséges bolygónál a Naptól számítva csillagászati egységekben, két tizedesre megadva (dült számokkal).

Méreteket (méterben, tized méterre) megadó mindkét oszlopban, ha az egymás mellett álló körülméleti hosszúságot és szélességet jelentő két szám megegyezik, ez gömb, vagy legalább nagyjából gömb-szimmetrikus alakra utal.

Fő célként a rendszerint több különféle tudományos kutatási és műszaki-kísérleti probléma közül egy-egy emeltünk ki. A kutatási célok főleg a csillagászat, geofizika és biológia, valamint a technika tárgykörébe vágnak. Amennyiben a megnevezett fő célt csak részben, vagy egyáltalán nem sikerült megvalósítani, úgy erre a körülményre zárójel hívja fel a figyelmet.

A két utolsó oszlopban általában (helyszűke miatt) rövidítéseket, címszerű megnevezéseket lehetett csak alkalmazni. Ezek legtöbbje azonban magától érthető.

(*k. sug.* rövidítés a különféle korpuszkuláris sugárzásokra vonatkozó mérésekre utal, míg a rövid hullámhosszúságú elektromágneses sugárzások esetében angstromokban megadtuk a vizsgálat tárgyát képező hullámhosszukat is.) Külön szólni kell még a:

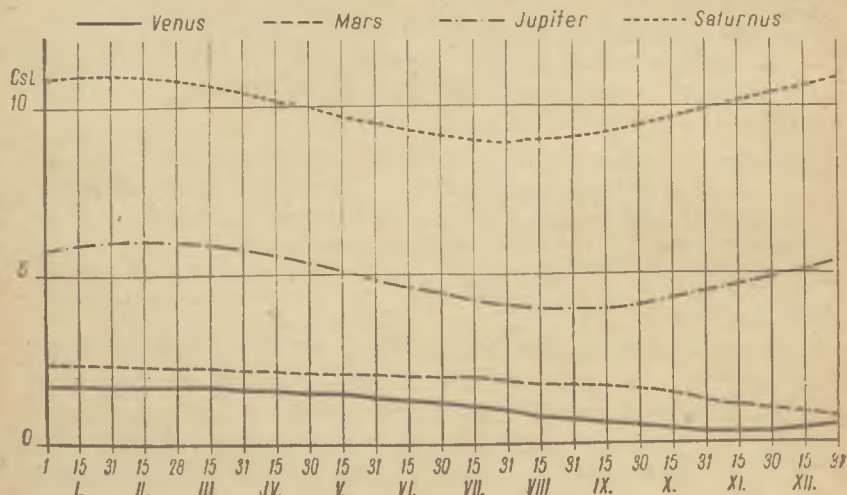
LE szócseka jelentéséről. Ezzel a rövidítéssel neveztük meg mindazokat a kísérleteket, amelyek arra irányultak, hogy a mesterséges holdat, illetve annak egy részét épségben visszahozzák a Föld felületére. A *LE*

jelzés után, ha az utolsó oszlopban dátum szám áll, azt mondja, hogy a kísérlet sikerrel járt; a dátum egyben a leereszkedés napját mutatja. Több helyen a *LE* szó után arra is utalunk, hogy egyebek között, mi az ami visszaérkezett. (Így az utolsó előtti oszlopban néhol a visszahozott műszertartály méterben kifejezett hosszát és szélességét is feltüntettük.)

A táblázat egyes rubrikái a nem közölt, vagy csak nem eléggé megbízhatóan ismert adatok miatt üres. Ha azonban egy rubrikában vonalka áll, azt jelenti, hogy abban az esetben a vonatkozó hiányzó adat nem értelmezhető. Sz 4=első, Sz 5=második, Sz 6=harmadik, Sz 9=negyedik, Sz 10=ötödik, Sz 11=hatodik „szputnyik űrhajó”. 1961 γ 1 „Vénusz rakéta”, illetve interplanetáris űrállomás néven szerepelt főleg a napisajtóban.

Egy-egy táblázat fenti ismertetésénél előfordul, hogy nem „minden” kerül szóba. Ilyen esetekben a hiányzó magyarázatokat egy megelőző táblázat tudnivalói között lehet megtalálni.

D—6



1. ábra. A bolygók távolsága a Földtől Cs. E.-ben. Összeállította: Tokody Lajos (Szolnok)

A CSILLAGOS ÉG 1962-BEN

(Időpontok közép-európai zónaidőben)

Január

Bolygók

Merkúr 27-ig hátráló, utána előretartó mozgást végez, 8-ig a Nyilas, utána a Bak csillagképben tartózkodik. Az egész hó folyamán megfigyelhető napnyugta után a délnyugati égbolton. Másfél órával nyugszik a Nap után. 21-én legnagyobb keleti kitérésben 19° távolságra a Naptól. 16-án fázisa 0,74, fényessége $-0,7$ magnitúdó, mindkettő csökkenő. — *Vénusz* előretartó mozgást végez 21-ig a Nyilas, utána a Bak csillagképben. E hó folyamán a Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. 27-én felső együttállásban a Nappal. — *Mars* előretartó mozgást végez a Nyilas csillagképben. E hó folyamán a Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. — *Jupiter* előretartó mozgást végez a Bak csillagképben. E hó folyamán még látható napnyugta után a délnyugati égbolton. A hó elején két és fél órával, végén háromnegyed órával nyugszik a Nap után. — *Szaturnusz* előretartó mozgást végez a Bak csillagképben. A hó elején még megfigyelhető napnyugtakor a délnyugati égbolton. Ekkor még két órával nyugszik a Nap után. 22-én együttállásban a Nappal. — *Uránusz* hátráló mozgást végez az Oroszlán csillagképben. Az esti órákban kel és az egész éjszaka folyamán megfigyelhető. — *Neptunusz* előretartó mozgást végez a Mérleg csillagképben. Éjfél után kel, és a hajnali órákban figyelhető meg a délkeleti égbolton.

Megfigyelhető jelenségek

| Nap | Óra | |
|-----|-----|---|
| 1 | 22 | Neptunusz 4° -kal délre a Holdtól |
| 3 | — | Quadrantidák meteorraj gyakorisági maximuma |
| 3 | 02 | Algol minimumban |

| Nap | Óra | |
|-----|-----|--|
| 5 | 23 | Algol minimumban |
| 7 | 14 | Merkúr 4°-kal délre a Holdtól |
| 7 | 14 | Szaturusz 2°-kal délre a Holdtól |
| 7 | 17 | Merkúr 2°-kal délre a Szaturusztól |
| 8 | 09 | Jupiter 1°-kal délre a Holdtól |
| 8 | 20 | Algol minimumban |
| 16 | 18 | Aldebaran 0,6°-kal délre a Holdtól. A csillag Hold általi fedése tőlünk is megfigyelhető |
| 16 | 18 | Merkúr 0,4°-kal délre a Jupitertől |
| 23 | 03 | Algol minimumban |
| 23 | 05 | Regulusz 0,6°-kal délre a Holdtól. A csillag Hold általi fedése tőlünk is megfigyelhető |
| 23 | 06 | Uránusz 0,3°-kal délre a Holdtól |
| 26 | 00 | Algol minimumban |
| 28 | 21 | Algol minimumban |
| 31 | 18 | Algol minimumban |

Február

Bolygók

Merkúr 17-ig hátráló, utána előretartó mozgást végez a Bak csillagképben. A hó utolsó harmadában figyelhető meg közvetlenül napkelte előtt a délkeleti égbolton. Ekkor háromnegyed órával kel a Nap előtt. 5-én alsó együttállásban a Nappal. 25-én fázisa 0,45, fényessége +0,5 magnitúdó, mindkettő növekedő. — *Vénusz* előretartó mozgást végez 12-ig a Bak, utána a Vízöntő csillagképben. A hó második felében mint alkonyicsillag újra látható a délnyugati égbolton. A hó végén 1 órával nyugszik a Nap után. 25-én fázisa 0,99, fényessége —3,4 magnitúdó, mindkettő csökkenő. — *Mars* előretartó mozgást végez a Bak csillagképben. E hó folyamán a Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. — *Jupiter* előretartó mozgást végez a Bak csillagképben. A Nap közelsége miatt e hó folyamán nem figyelhető meg. 8-án együttállásban a Nappal. — *Szaturusz* előretartó mozgást végez a Bak csillagképben. E hó folyamán a Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. — *Uránusz* hátráló mozgást végez az Oroszlán csillagképben. Az egész éjszaka folyamán megfigyelhető. 17-én szembenállásban a Nappal. — *Neptunusz* 14-ig előretartó, utána hátráló mozgást végez a Mérleg csillagképben. Éjfélkor kel és a hajnali órákban figyelhető meg a délkeleti égbolton.

Megfigyelhető jelenségek

| Nap | Óra | |
|-----|-----|---|
| 1 | 18 | Uránusz $0,3^\circ$ -kal északra a Regulusztól |
| 5 | 01 | Teljes napfogyatkozás, nálunk nem figyelhető meg. A teljes fogyatkozás vonala Borneo, Celebesz, Új-Guinea szigetén és a Csendes-óceán egyenlítői térségein halad át |
| 7 | 00 | Mars $0,7^\circ$ -kal délre a Szaturnusztól |
| 12 | 08 | Merkúr 5° -kal északra a Marstól |
| 12 | 23 | Aldebaran $0,5^\circ$ -kal délre a Holdtól. A csillag Hold általi fedése tőlünk is megfigyelhető |
| 17 | 23 | Algol minimumban |
| 19 | 10 | Uránusz $0,2^\circ$ -kal délre a Holdtól |
| 19 | 12 | Regulusz $0,6^\circ$ -kal délre a Holdtól |
| 19 | 14 | Részleges holdfogyatkozás a félárnyékban. Tőlünk nem látható |
| 20 | 20 | Algol minimumban |
| 25 | 15 | Neptunusz 4° -kal délre a Holdtól |
| 27 | 23 | Plutó szembenállásban a Nappal |

Március

Bolygók

Merkúr előretartó mozgást végez 13-ig a Bak, 13-tól 30-ig a Vízöntő, utána a Halak csillagképben. A hó első hetében megkísérlelhető megfigyelése közvetlen napkelte előtt a délkeleti égbolton, bár e hóban helyzete észlelésre nem nagyon kedvező. A hó első napjaiban háromnegyed órával kel a Nap előtt. 3-án legnagyobb nyugati kitérésben 27° távolságra a Naptól. 2-án fázisa $0,55$, fényessége $+0,4$ magnitúdó, mindkettő növekedő. — *Vénusz* előretartó mozgást végez 6-ig a Vízöntő, utána a Halak csillagképben, közben 16-tól 19-ig a Cet csillagképet érintve. Mint alkonyicsillag látható a délnyugati égbolton. A hó elején egy, végén másfél órával nyugszik a Nap után. 15-én fázisa $0,98$, fényessége $-3,4$ magnitúdó, mindkettő csökkenő. — *Mars* előretartó mozgást végez 8-ig a Bak, utána a Vízöntő csillagképben. E hó folyamán a Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. — *Jupiter* előretartó mozgást végez 11-ig a Bak, utána a Vízöntő csillagképben. E hó folyamán a Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. — *Szaturnusz* előretartó mozgást végez a Bak csillagképben. E hó folyamán napkelte előtt újra látható lesz a délkeleti égbolton. A hó közepén másfél órával kel a Nap előtt. — *Uránusz* hátráló mozgást végez az Oroszlán csillagképben. Napkelte előtt nyugszik és az egész éjszaka folyamán meg-

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

Megfigyelhető jelenségek

| Nap | Óra | |
|-----|-----|---|
| 2 | 23 | Szaturusz 1° -kal délre a Holdtól |
| 4 | 14 | Merkúr $0,^{\circ}7$ -kal délre a Holdtól. A Merkúr Hold általi fedése tőlünk is megfigyelhető |
| 5 | 03 | Mars $0,^{\circ}5$ -kal délre a Holdtól |
| 5 | 04 | Jupiter $0,^{\circ}4$ -kal délre a Holdtól |
| 6 | 14 | Mars $0,^{\circ}4$ -kal délre a Jupitertől |
| 10 | 00 | Algol minimumban |
| 12 | 06 | Aldebaran $0,^{\circ}6$ -kal délre a Holdtól |
| 12 | 21 | Algol minimumban |
| 13 | 05 | Merkúr 1° -kal délre a Jupitertől |
| 15 | 18 | Algol minimumban |
| 17 | 02 | β Lyrae minimumban |
| 18 | 14 | Uránusz $0,^{\circ}1$ -kal délre a Holdtól |
| 18 | 18 | Regulusz $0,^{\circ}6$ -kal délre a Holdtól. A csillag Hold általi fedése tőlünk is megfigyelhető |
| 18 | 18 | Merkúr 1° -kal délre a Marstól |
| 24 | 20 | Neptunusz 3° -kal délre a Holdtól |
| 25 | — | Hydrádák meteorraj (március 12-től április 5-ig) gyakorisági maximuma |
| 31 | 12 | Szaturusz 1° -kal délre a Holdtól |

Április

Bolygók

Merkúr előretartó mozgást végez —7-től 8-ig a Cet csillagképet érintve — 18-ig a Halak, 18-tól 30-ig a Kos és utána a Bika csillagképben. A hó utolsó hetében figyelhető újra meg napnyugta után a nyugati égbolton. A hó végén már másfél órával nyugszik a Nap után. 16-án felső együttállásban a Nappal. 26-án fázisa 0,89, fényessége $-1,2$ magnitúdó, mindkettő csökkenő. — *Vénusz* előretartó mozgást végez 4-ig a Halak, 4-től 20-ig a Kos, utána a Bika csillagképben. Mint alkonycsillag látható a nyugati égbolton. A hó közepén két órával nyugszik a nap után. 15-én fázisa 0,95 csökkenő, fényessége $-3,3$ magnitúdó növekedő. — *Mars* előretartó mozgást végez 12-ig a Vízöntő, 12-től 28-ig a Halak, 28-tól a Cet csillagképben. A hó utolsó napjaiban észlelése újra megkísérélhető közvetlenül napkelte előtt a keleti égbolton. A hó végén háromnegyed órával kel a Nap előtt. — *Jupiter* előretartó mozgást végez a Vízöntő csillagképben. A Nappal való együttállása

után, a hajnali szürkületben újra látható a délkeleti égbolton. A hó közepén másfél órával kel a Nap előtt. — *Szaturnusz* előretartó mozgást végez a Bak csillagképben. A hajnali égbolton látható. A hó közepén két és fél órával kel a Nap előtt. — *Uránusz* hátráló mozgást végez az Oroszlán csillagképben. A hajnali órákban nyugszik és az éjszaka első felében figyelhető meg. — *Neptunusz* hátráló mozgást végez a Mérleg csillagképben. A hó elején a koraesti órákban kel, és a hó végén az egész éjszaka folyamán megfigyelhető.

Megfigyelhető jelenségek

| Nap | Óra | |
|-----|-----|---|
| 2 | 00 | Jupiter 0,°5-kal délre a Holdtól |
| 3 | — | Virginidák meteorraj (március 1-től május 10-ig) gyakorisági maximuma |
| 3 | 00 | Mars 2°-kal északra a Holdtól |
| 4 | 20 | Algol minimumban |
| 5 | 23 | Vénusz 5°-kal északra a Holdtól |
| 8 | 15 | Aldebaran 0,°8-kal délre a Holdtól |
| 14 | 19 | Uránusz 0,°2-kal délre a Holdtól |
| 15 | 00 | Regulusz 0,°8-kal délre a Holdtól. A csillag Hold általi fedése tőlünk is megfigyelhető |
| 21 | 01 | Neptunusz 3°-kal délre a Holdtól |
| 22 | — | Lyridák meteorraj (április 12-től 24-ig) gyakorisági maximuma |
| 24 | 22 | Algol minimumban |
| 27 | 18 | Algol minimumban |
| 27 | 22 | Szaturnusz 0,°8-kal délre a Holdtól |
| 29 | 16 | Jupiter 1°-kal északra a Holdtól |

Május

Bolygók

Merkúr 26-ig előretartó, utána hátráló mozgást végez a Bika csillagképben. E hónapban kerül az év folyamán megfigyelésre legkedvezőbb helyzetbe. Az egész hó folyamán látható napnyugta után a délnyugati égbolton. A hó közepén két órával nyugszik a Nap után. 13-án legnagyobb keleti kitérésben 20° távolságra a Naptól. 16-án fázisa 0,32, fényessége +0,8 magnitúdó, mindkettő csökkenő. — *Vénusz* előretartó mozgást végez 23-ig a Bika utána az Ikrék csillagképben. A koraesti órákban figyelhető meg a nyugati égbolton. A hó közepén két és fél órával nyugszik a Nap után. 15-én fázisa 0,89 csökkenő, fényessége —3,4 magnitúdó, növekedő. — *Mars* előretartó mozgást végez 2-ig a Cet, 2-től 29-ig a Halak, utána a Kos csillagképben. Nap-

kelte előtt figyelhető meg a keleti égbolton. A hó közepén egy órával kel a Nap előtt. — *Jupiter* előretartó mozgást végez a Vízöntő csillagképben. Hajnalban látható a délkeleti égbolton. A hó elején kettő, végén három órával kel a Nap előtt. — *Szaturnusz* 22-ig előretartó, utána hátráló mozgást végez a Bak csillagképben. Éjfélkor kel, és a hajnali órákban figyelhető meg. — *Uránusz* 4-ig hátráló, utána előretartó mozgást végez az Oroszlán csillagképben. Éjfél után nyugszik és az éjszaka első felében figyelhető meg. — *Neptunusz* hátráló mozgást végez a Mérleg csillagképben. Az egész éjszaka folyamán megfigyelhető 3-án szembenállásban a Nappal.

Megfigyelhető jelenségek

| Nap | Óra | |
|-----|-----|---|
| 1 | 19 | Mars 3°-kal északra a Holdtól |
| 5 | — | Aquaridák meteorraj (április 29-től május 21-ig) gyakorisági maximuma |
| 5 | 13 | Merkúr 7°-kal északra a Holdtól |
| 6 | 00 | Vénusz 5°-kal északra a Holdtól |
| 6 | 01 | Aldebaran 1°-kal délre a Holdtól |
| 6 | 19 | Vénusz 6°-kal északra az Aldebarantól |
| 10 | 11 | Merkúr 8°-kal északra az Aldebarantól |
| 12 | 02 | Uránusz 0,5°-kal délre a Holdtól |
| 12 | 07 | Regulusz 1°-kal délre a Holdtól |
| 18 | 06 | Neptunusz 3°-kal délre a Holdtól |
| 25 | 04 | Szaturnusz 0,6°-kal délre a Holdtól |
| 27 | 05 | Jupiter 2°-kal északra a Holdtól |
| 30 | 16 | Mars 4°-kal északra a Holdtól |

Június

Bolygók

Merkúr 19-ig hátráló, utána előretartó mozgást végez a Bika csillagképben. E hó folyamán nem kerül megfigyelésre kedvező helyzetbe, csak a hó elején és végén látható néhány napig. A hó első napjain a nyugati égbolton napnyugtakor, a hó utolsó napjain a keleti égbolton napkeltekor. 1-én háromnegyed órával nyugszik a Nap után, 30-án háromnegyed órával kel a Nap előtt. 7-én alsó együttállásban a Nappal. 1-én fázisa 0,04, fényessége +2,4 magnitudo, mindkettő csökkenő; 30-án fázisa 0,33, fényessége +0,8 magnitudo, mindkettő növekedő. — *Vénusz* előretartó mozgást végez 15-ig az Ikrek, utána a Rák csillagképben. Az esti órákban látható a nyugati égbolton. Két és fél órával nyugszik a Nap után. 15-én fázisa 0,80, csökkenő, fényessége —3,4 magnitudo, növekedő. — *Mars* előretartó mozgást végez 29-ig a Kos,

utána a Bika csillagképben. A keleti égbolton figyelhető meg a reggeli szürkületben. A hó elején egy és negyed órával, végén két és negyed órával kel a Nap előtt. — *Jupiter* előretartó mozgást végez a Vízöntő csillagképben. A hajnali órákban látható a keleti égbolton. A hó közepén éjjélkor kel. — *Szaturnusz* hátráló mozgást végez a Bak csillagképben. Éjjél előtt kel, és az éjszaka második felében figyelhető meg. — *Uránusz* előretartó mozgást végez az Oroszlán csillagképben. Éjjél előtt nyugszik, és a koraesti órákban figyelhető meg a nyugati égbolton. — *Neptunusz* hátráló mozgást végez a Mérleg csillagképben. Éjjél után nyugszik, és az éjszaka első felében figyelhető meg.

Megfigyelhető jelenségek

| Nap | Óra | |
|-----|-----|--|
| 5 | 04 | Vénusz 4°-kal északra a Holdtól |
| 8 | 11 | Uránusz 0,8°-kal délre a Holdtól |
| 11 | 20 | Vénusz 5°-kal délre a Polluxtól |
| 14 | — | Scorpius-Sagittaridák meteorraj (április 20-tól július 30-ig) gyakorisági maximuma |
| 14 | 13 | Neptunusz 3°-kal délre a Holdtól |
| 21 | 08 | Szaturnusz 0,5°-kal délre a Holdtól |
| 23 | 13 | Jupiter 2°-kal északra a Holdtól |
| 28 | 11 | Mars 5°-kal északra a Holdtól |
| 29 | 19 | Aldebaran 1°-kal délre a Holdtól |
| 30 | 07 | Merkúr 0,8°-kal északra a Holdtól |

Július

Bolygók

Merkúr előretartó mozgást végez 10-ig a Bika, 10-től 26-ig az Ikrek, utána a Rák csillagképben. A hó első felében figyelhető meg napkelte előtt a keleti égbolton. Ekkor egy órával kel a Nap előtt. 1-én legnagyobb nyugati kitérésben 22° távolságra a Naptól. 29-én alsó együttállásban a Nappal. 10-én fázisa 0,60, fényessége —0,2 magnitudo, mindkettő növekedő. — *Vénusz* előretartó mozgást végez 2-ig a Rák, utána az Oroszlán csillagképben. Az esti órákban látható a nyugati égbolton. Két órával nyugszik a Nap után. 15-én fázisa 0,71 csökkenő, fényessége —3,6 magnitudo, növekedő. — *Mars* előretartó mozgást végez a Bika csillagképben. A keleti hajnali égbolton látható. A hó közepén három órával kel a Nap előtt. — *Jupiter* 3-ig előretartó, utána hátráló mozgást végez a Vízöntő csillagképben. Az esti órákban kel, és a későesti óráktól kezdve már megfigyelhető. — *Szaturnusz* hátráló mozgást végez a Bak csillagképben. A hó elején az esti órákban kel, a hó végén már az egész éjszaka folyamán megfigyelhető. 31-én szembenállásban a Nappal

— *Uránusz* előretartó mozgást végez az Oroszlán csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. — *Neptunusz* 23-ig hátráló, utána előretartó mozgást végez a Mérleg csillagképben. Éjfélkor nyugszik, és az esti órákban figyelhető meg.

Megfigyelhető jelenségek

| Nap | Óra | |
|-----|-----|---|
| 5 | 08 | Vénusz 0,6°-kal északra a Holdtól |
| 5 | 21 | Uránusz 1°-kal délre a Holdtól |
| 11 | 05 | Vénusz 1°-kal északra az Uránusztól |
| 11 | 21 | Neptunusz 4°-kal délre a Holdtól |
| 12 | 01 | Vénusz 1°-kal északra a Regulusztól |
| 17 | 01 | Algol minimumban |
| 17 | 12 | Részleges holdfogyatkozás a félárnyékban. Tőlünk nem látható |
| 18 | 14 | Szaturunusz 0,7°-kal délre a Holdtól |
| 20 | 19 | Jupiter 2°-kal északra a Holdtól |
| 23 | 14 | Mars 5°-kal északra az Aldebarantól |
| 27 | 01 | Aldebaran 1°-kal délre a Holdtól |
| 27 | 05 | Mars 4°-kal északra a Holdtól |
| 27 | 20 | Uránusz 0,3°-kal északra a Regulusztól |
| 31 | 13 | Gyűrűs napfogyatkozás. Tőlünk nem látható |

Augusztus

Bolygók

Merkúr előretartó mozgást végez 4-ig a Rák, 4-től 25-ig az Oroszlán, utána a Szűz csillagképben. A hó közepétől már megkísérelhető megfigyelése a nyugati égbolton napnyugta után. Ekkor egy órával nyugszik a Nap után. 24-én fázisa 0,78, fényessége 0,0 magnitudo, mindkettő csökkenő. — *Vénusz* előretartó mozgást végez 3-ig az Oroszlán, utána a Szűz csillagképben. A koraesti órákban látható a nyugati égbolton. A hó elején két, végén másfél órával nyugszik a Nap után. 15-én fázisa 0,58, csökkenő, fényessége —3,8 magnitudo, növekedő. — *Mars* előretartó mozgást végez 22-ig a Bika, utána az Ikrek csillagképben. A hajnali keleti égbolton látható. A hó közepén négy órával kel a Nap előtt. — *Jupiter* hátráló mozgást végez a Vízöntő csillagképben. A hó elején a koraesti órákban kel, a hó végén már az egész éjszaka folyamán látható. 31-én szombenállásban a Nappal. — *Szaturunusz* hátráló mozgást végez a Bak csillagképben. A hó elején még az egész éjszaka folyamán megfigyelhető, a hó végén két és fél órával nyugszik napkelte előtt. — *Uránusz* előretartó mozgást végez az Oroszlán csillagképben. E hó folyamán nem figyelhető meg. 24-én szombenállásban a Nappal.

— *Neptunusz* előretartó mozgást végez a Mérleg csillagképben. Az esti órákban nyugszik és a hó elején még a koraesti órákban megfigyelése még megkísérelhető.

Megfigyelhető jelenségek

| Nap | Óra | |
|-----|-----|---|
| 2 | 07 | Uránusz 1°-kal délre a Holdtól |
| 3 | — | Aquaridák meteorraj (július 25-től augusztus 10-ig) gyakorisági maximuma |
| 4 | 09 | Vénusz 4°-kal délre a Holdtól |
| 6 | 02 | β Lyrae minimumban |
| 6 | 03 | Algol minimumban |
| 8 | 05 | Neptunusz 4°-kal délre a Holdtól |
| 9 | 00 | Algol minimumban |
| 10 | 06 | Merkúr 1°-kal északra a Régulusztól |
| 10 | 17 | Merkúr 0,°8 északra az Uránusztól |
| 11 | — | Perseidák meteorraj (július 20-tól augusztus 19-ig) gyakorisági maximuma |
| 14 | 20 | Szaternusz 0,°9-kal délre a Holdtól. A bolygó Hold általi fedése tőlünk is megfigyelhető |
| 15 | 21 | Részleges holdfogyatkozás a félárnyékban. Tőlünk is látható. Belépése a félárnyékba 19 ó 15,6 p; fogyatkozás közepe 20 ó 56,9 p; kilépés a félárnyékból 21 ó 38,3 p; fogyatkozás nagysága 0,62 a félárnyékban |
| 16 | — | Cygnidák meteorraj (július 25-től szeptember 8-ig) gyakorisági maximuma |
| 17 | 00 | Jupiter 1°-kal északra a Holdtól |
| 18 | — | Cepheidák meteorraj gyakorisági maximuma |
| 19 | 00 | β Lyrae minimumban |
| 23 | 06 | Aldebaran 0,°9-kal délre a Holdtól |
| 24 | 23 | Mars 3°-kal északra a Holdtól |
| 29 | 01 | Algol minimumban |
| 31 | 03 | Vénusz 0,°02-kal délre a Spicától |
| 31 | 22 | β Lyrae minimumban |
| 31 | 22 | Algol minimumban |

Szeptember

Bolygók

Merkúr 24-ig előretartó, utána hátráló mozgást végez a Szűz csillagképben. A hó első felében látható napnyugta után a nyugati égbolton. Ekkor egy órával nyugszik a Nap után. 10-én legnagyobb

keleti kitérésben, 27° távolságra a Naptól. 8-án fázisa 0,61, fényessége +0,3 magnitúdó, mindkettő csökkenő. — *Vénusz* előretartó mozgást végez 17-ig a Szűz, utána a Mérleg csillagképben. Napnyugta után látható a délnyugati égbolton. A hó elején másfél, végén egy és egy-negyed órával nyugszik a Nap után. 15-én fázisa 0,42, csökkenő, fényessége —4,1 magnitúdó, növekedő. — *Mars* előretartó mozgást végez az Ikrek csillagképben. Éjfél előtt kel és az éjszaka második felében látható a keleti égbolton. — *Jupiter* hátráló mozgást végez a Vízöntő csillagképben. Az egész éjszaka folyamán megfigyelhető. A hó végén napkelte előtt másfél órával nyugszik. — *Szaturnusz* hátráló mozgást végez a Bak csillagképben. Éjfél után nyugszik, és az éjszaka első felében figyelhető meg. — *Uránusz* előretartó mozgást végez az Oroszlán csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. — *Neptunusz* előretartó mozgást végez a Mérleg csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg.

Megfigyelhető jelenségek

| Nap | Óra | |
|-----|-----|---|
| 1 | 06 | Merkúr 6°-kal délre a Holdtól |
| 3 | 03 | Vénusz 8°-kal délre a Holdtól |
| 4 | 12 | Neptunusz 4°-kal délre a Holdtól |
| 11 | 04 | Szaturnusz 1°-kal délre a Holdtól |
| 12 | — | Piscidák meteorraj (augusztus 16-tól október 8-ig) gyakorisági maximuma |
| 13 | 05 | Jupiter 1°-kal északra a Holdtól |
| 18 | 03 | Algol minimumban |
| 19 | 13 | Aldebaran 1°-kal délre a Holdtól |
| 21 | 00 | Algol minimumban |
| 22 | 14 | Mars 2°-kal északra a Holdtól |
| 22 | 19 | Vénusz 6°-kal délre a Neptunusztól |
| 23 | 21 | Algol minimumban |
| 26 | 02 | Uránusz 2°-kal délre a Holdtól |
| 30 | 14 | Mars 6°-kal délre a Polluxtól |

Október

Bolygók

Merkúr 15-ig hátráló, utána előretartó mozgást végez a Szűz csillagképben. A hó második felében figyelhető meg a keleti égbolton napkelte előtt. A hó közepén egy órával, végén egy és egy-negyed órával kel a Nap előtt. 6-án alsó együttállásban a Nappal. 22-én legnagyobb nyugati kitérésben 18° távolságra a Naptól. 28-án fázisa 0,76, fényessége —0,7 magnitúdó, mindkettő növekedő. — *Vénusz* 23-ig előretartó, utána

hátráló mozgást végez a Mérleg csillagképben. A Nappal való együttállásához közeledve e hó folyamán éri el legnagyobb fényességét, a hó végén azonban már a Nap közelsége miatt nehezen figyelhető meg. Az esti szürkületben látható a délnyugati égbolton. A hó közepén egy órával nyugszik a Nap után. Legnagyobb fényességét ($-4,3$ magnitúdót) 8-án éri el. Fázisa ugyanekkor $0,26$, csökkenő. — *Mars* előretartó mozgást végez 7-ig az Ikrek, utána a Rák csillagképben. A későesti órákban kel, és az éjszaka második felében látható a keleti égbolton. — *Jupiter* 29-ig hátráló, utána előretartó mozgást végez a Vízöntő csillagképben. A hó elején három, végén egy órával nyugszik éjjel után. Az éjszaka első felében figyelhető meg. — *Szturnusz* 9-ig hátráló, utána előretartó mozgást végez a Bak csillagképben. Éjfélkor nyugszik, és az esti órákban figyelhető meg a délnyugati égbolton. — *Uránusz* előretartó mozgást végez az Oroszlán csillagképben. E hó folyamán a hajnali órákban újra látható lesz a keleti égbolton. — *Neptunusz* előretartó mozgást végez a Mérleg csillagképben. E hó folyamán a Nap közelsége miatt nem figyelhető meg.

Megfigyelhető jelenségek

| Nap | Óra | |
|-----|-----|---|
| 1 | 21 | Neptunusz 3° -kal délre a Holdtól |
| 2 | 10 | Vénusz 11° -kal délre a Holdtól |
| 8 | 12 | Szturnusz $0,9^\circ$ -kal délre a Holdtól |
| 10 | 12 | Jupiter 1° -kal északra a Holdtól |
| 11 | 02 | Algol minimumban |
| 13 | 22 | Algol minimumban |
| 16 | 19 | Algol minimumban |
| 19 | — | Orionidák meteorraj (október 11-től 30-ig) gyakorisági maximuma |
| 21 | 02 | Mars 1° -kal északra a Holdtól |
| 23 | 11 | Uránusz 2° -kal délre a Holdtól |
| 26 | 22 | Merkur 3° -kal délre a Holdtól |
| 30 | 04 | Vénusz 11° -kal délre a Holdtól |
| 30 | 22 | Merkur 4° -kal északra a Spicától |
| 31 | 03 | Algol minimumban |

November

Bolygók

Merkúr előretartó mozgást végez 10-ig a Szűz, 10-től 24-ig a Mérleg, 24-től 29-ig a Skorpió, utána a Kígyótartó csillagképben. A hó első napjaiban még látható a hajnali szürkületben a délkeleti égbolton. Ekkor még egy órával kel a Nap előtt. 25-én felső együttállásban a

Nappal. 2-án fázisa 0,87, fényessége —0,8 magnitúdó, mindkettő növekedő. — *Vénusz* hátráló mozgást végez a Mérleg csillagképben. A hó végén újra látható mint hajnalcsillag a délkeleti égbolton. Ekkor két órával kel a Nap előtt. 27-én fázisa 0,07, fényessége —3,9 magnitúdó, mindkettő növekedő. — *Mars* előretartó mozgást végez 18-ig a Rák, utána az Oroszlán csillagképben. Az esti órákban kel, és a hó folyamán megfigyelésre mind kedvezőbb helyzetbe kerül, mivel 1963-as Nappal való szembenállásához közeledve, úgy fényessége, mint átmérője észrevehetően növekedik. — *Jupiter* előretartó mozgást végez a Vízöntő csillagképben. Éjfél körül nyugszik, és az esti órákban figyelhető meg a délnyugati égbolton. — *Szturnusz* előretartó mozgást végez a Bak csillagképben. Az esti órákban nyugszik, és napnyugta után még megfigyelhető a délnyugati égbolton. — *Uránusz* előretartó mozgást végez az Oroszlán csillagképben. Éjfélkor kel, és a hajnali órákban figyelhető meg a keleti égbolton. — *Neptunusz* előretartó mozgást végez a Mérleg csillagképben. E hó folyamán nem figyelhető meg. 6-án együttállásban a Nappal.

Megfigyelhető jelenségek

| Nap | Óra | |
|-----|-----|---|
| 3 | 01 | Algol minimumban |
| 4 | 20 | Szturnusz 0,°6-kal délre a Holdtól |
| 5 | 21 | Algol minimumban |
| 6 | 19 | Jupiter 1°-kal északra a Holdtól |
| 8 | 06 | Algol minimumban |
| 13 | — | Tauridák meteorraj gyakorisági maximuma |
| 16 | — | Leonidák meteorraj gyakorisági maximuma |
| 18 | 10 | Mars 0,°7-kal északra a Holdtól |
| 19 | 19 | Uránusz 2°-kal délre a Holdtól |
| 22 | 00 | Vénusz 4°-kal délre a Neptunusztól |
| 23 | 02 | Algol minimumban |
| 25 | 11 | Vénusz 6°-kal délre a Holdtól |
| 25 | 13 | Neptunusz 3°-kal délre a Holdtól |
| 25 | 23 | Algol minimumban |
| 28 | 19 | Algol minimumban |

December

Bolygók

Merkúr előretartó mozgást végez 11-ig a Kígyótartó, utána a Nyilas csillagképben. A hó közepétől kezdve figyelhető meg a délnyugati égbolton az esti szürkületben. A hó közepén egy órával, végén másfél órával nyugszik a Nap után. 27-én fázisa 0,82, fényessége —0,6 magni-

tudó, mindkettő csökkenő. — *Vénusz* 1-én stacionárius, utána előretartó mozgást végez a Mérleg csillagképben. Mint hajnalcsillag figyelhető meg a hajnali órákban a délkeleti égbolton. A hó elején még csak két órával, végén már négy és fél órával kel a Nap előtt. 15-én fázisa 0,22. Legnagyobb fényességét (—4,4 magnitúdót) 19-én éri el. — *Mars* 27-ig előretartó, utána hátráló mozgást végez az Oroszlán csillagképben. Az esti órákban kel, és az egész éjszaka folyamán megfigyelhető. A Nap-pal való szembenálláshoz közeledve felületének megfigyelésére mind kedvezőbb helyzetbe jut. A hó elejétől végéig átmérője 9,"3-ről 11,"8-re, fényessége +0,3 magnitúdóról —0,4 magnitúdóra növekszik. — *Jupiter* előretartó mozgást végez a Vízöntő csillagképben. Az esti órákban nyugszik, és a koraesti órákban figyelhető meg a délnyugati égbolton. — *Szaturnusz* előretartó mozgást végez a Bak csillagképben. Napnyugta után még megfigyelhető a délnyugati égbolton. A hó elején négy és fél, végén három órával nyugszik a Nap után. — *Uránusz* 11-ig előretartó, utána hátráló mozgást végez az Oroszlán csillagképben. Éjfél előtt kel, és az éjszaka második felében figyelhető meg. — *Neptunusz* előretartó mozgást végez a Mérleg csillagképben. A hajnali órákban újra látható lesz a délkeleti égbolton.

Megfigyelhető jelenségek

| Nap | Óra | |
|------|-----|---|
| 2 | 04 | Szaturnusz 0,°2-kal délre a Holdtól |
| 4 | 04 | Jupiter 2°-kal északra a Holdtól |
| 12 | — | Geminidák meteorraj (december 5-től 19-ig) gyakorisági maximuma |
| 13 ♦ | 04 | Algol minimumban |
| 14 | 00 | Vénusz 0,°9-kal északra a Neptunusztól |
| 16 | 00 | Algol minimumban |
| 16 | 08 | Mars 0,°9-kal északra a Holdtól |
| 17 | 04 | Uránusz 2°-kal délre a Holdtól |
| 18 | 21 | Algol minimumban |
| 21 | 18 | Algol minimumban |
| 22 | 23 | Neptunusz 3°-kal délre a Holdtól |
| 23 | 08 | Vénusz 2°-kal délre a Holdtól |
| 28 | 12 | Merkur 2°-kal délre a Holdtól |
| 29 | 15 | Szaturnusz 0,°2-kal északra a Holdtól |
| 31 | 16 | Jupiter 2°-kal északra a Holdtól |

G. I.

DETRE LÁSZLÓ:

A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA CSILLAGVIZSGÁLÓ INTÉZETÉNEK MŰKÖDÉSE

(1960. július 1—1961. május 31)

A Piskésetőn létesített fiókintézet főépületét 1960. szeptember 8-án adták át az Intézetnek. A tél folyamán a jászapáti bútorszövetkezet leszállította az obszervatórium számára rendelt bútorok nagy részét. 1961 márciusában elkészült egy kisebb, letolható tetővel ellátott megfigyelőhelyiség, ahová fotoelektromos megfigyelések céljából 25 cm átmérőjű reflektor kerül. 1960 novemberben elkészült a Zeiss-műveknél rendelt 90/180/60 cm-es Schmidt-teleszkóp befogadására szolgáló épület alsó része. A Zeiss-művek 1960 decemberében leszállították a kupola felső részének alkatrészeit, de a kupola összeszerelésére csak 1961 júliusában kerül sor. A MTA megrendelt számunkra a Zeiss-műveknél egy modern blinkkomparátort. Ez 1962-ben kerül leszállításra.

Felújítási és beruházási keretünkben a mátrai obszervatórium számára a fotoelektromos megfigyelésekhez kompenzográfot, oszcilloszkópot és több kisebb mérőműszert vásároltunk. A költségvetés terhére 2 nagyérzékenységű galvanométert, 2 Werra-fényképezőgépet, egy filmfelvevőt és 4 EMI-multipliert vásároltunk. A mátrai obszervatórium műhelye számára szerszámgepeket szereztünk be. A Honvédelmi Minisztériumtól több TZK-távcsvet és teodolitokat kaptunk ajándékba.

A Geofizikai Év keretében végzett szputnyik-megfigyelésekhez 20 000 Ft tudományos segélyt kaptunk. Ez lehetővé tette egy tudományos segéd-erő alkalmazását. 1960 végéig az állast Sárkány Péter, azután Thaly Koppány töltötte be.

A könyvtár 1960-ban vétel útján 413, csere vagy ajándék útján 744 kötettel gyarapodott, összesen 149 000 Ft értékben. A könyvtár állománya ezzel 18 028 kötetre gyarapodott. Megkezdjük a piskésetői obszervatórium könyvtárának szervezését.

Az Intézet személyzetében beállott változások: 1961 márciusában az Intézet gazdasági vezetője Bán József lett. 1960. augusztus 1-től alkalmaztuk Thaly Koppányt, az Uránia Csillagvizsgáló munkatársát tudományos segédőrnöknek. 1961. április 1-től kineveztük elektrotechnikusként Valyon Józsefet. A piskésetői obszervatóriumhoz kisegítő munkakörben Jakubovics Zoltánt, Storch Jenőt és Szabad Bélát vettük fel. A nyári hónapokra

az Akadémia lehetővé tette három egyetemi hallgatónak gyakornokként való felvételét.

A Német Tudományos Akadémia a tautenburgi kétméteres teleszkóp felavatási ünnepségeire meghívta Detre Lászlót és Balázs Júliát. A Német Akadémia lehetővé tette azt is, hogy résztvegyenek az Astronomische Gesellschaft weimari konferenciáján és utána megbeszéléseket folytassanak a potsdami csillagvizsgálón.

A rodewischi iskolai csillagvizsgáló és szputnyikállomás 10 éves jubileumára Detre Lászlót, Almár Ivánt és Ill Mártont hívta meg az NDK kultuszminisztériuma. Detre üdvözlő beszédet tartott az ünnepi ülésen, továbbá előadást tartott a Lunyik II becsapódásáról végzett hazai megfigyelésekről, Almár és Ill pedig az ünnepséggel kapcsolatos kollokviumon ismertették a hazai szputnyik-megfigyelőállomások munkáját.

Almár Iván és Illés Erzsébet négy hetet töltöttek Lengyelországban, ahol bekapcsolódtak a fedési változócsillagokra vonatkozó ottani munkákba. A MTA lehetővé tette, hogy Lovas Miklós és Ill Márton kiutazhassanak az International Astronomical Union által 1960 decemberében rendezett leningrádi holdkonferenciára. Az 1961 januári moszkvai szputnyik-konferencián az Akadémiát Almár Iván képviselte, aki ott beszámolt a hazai megfigyelési módszerekről.

Balázs Bélának a MTA és a Szovjet Akadémia 5 hetes szovjet tanulmányutat tett lehetővé. Balázs Moszkvában és a krími Asztrófizikai Observatóriumban a kisdiszperziójú spektrálklasszifikáció gyakorlati módszereit tanulmányozta. A krími csillagda kollokviumán előadást tartott kozmológiai kérdésekről.

A hamburgi csillagvizsgáló lehetővé tette egy magyar csillagásznak 9 hónapos tanulmányútját. Az ösztöndíjra Balázs Bélát jelöltük, aki 1961 márciusában utazott ki Hamburgba. Ott a nagy Schmidt-teleszkóppal végzett munkákba kapcsolódott be és nyílthalmazok színindex-magnitúdó diagramjait határozza meg.

Az Akadémia lehetővé tette, hogy az Intézet 7 tagja az Intézet gépcsopján kisebb műszerekkel Constanza-ba utazhassék az 1961. február 15-i teljes napfogyatkozás megfigyelésére. Sajnos, a borult idő lehetetlenné tette a megfigyeléseket.

Az Intézetet Musztyel moszkvai, Bartl jénai, Rybka krakkói csillagász látogatta meg, utóbbi négy munkatársával. A KFKI vendégeként hazánkban tartózkodó Grigorján bjurakáni csillagász az Intézet kollokviumán előadást tartott.

Az Intézet az Akadémia javaslatainak értelmében az 1960/61. tanévben bekapcsolódott az egyetemi oktatásba, elsősorban a gyakorlati csillagászat terén.

Az Intézet tudományos munkájáról a következőket jelenthetem:

A *változócsillagok* kutatásában a kínai csillagászokkal kiépített kooperáció első eredménye volt az AC Andromedae speciális RR Lyrae-csillagunk a nankingi csillagvizsgálóval való szimultán megfigyelése. A munkába az USA berkeley-i intézete is bekapcsolódott. A kooperatív megfigyeléseket 1961 őszén folytatjuk a nankingi és a Steward-csillagdával együttesen.

Detre nankingi tartózkodása alkalmával a CY Aqr és a BE Mon változcillagokról végzett fotoelektromos megfigyeléseket Chang professzorral közösen publikálta az Acta Astronomica Sinica-ban. A BE Mon-ról ez alkalommal kiderült, hogy nem RR Lyrae-csillag, hanem Cefeida. A kínai csillagászok felkérésére Balázs Júlia és Detre László cikket írtak az Acta Astronomica Sinica számára „Work on variable stars at the Budapest Observatory” címmel. Ugyanők egy-egy beszámolót és több javaslatot küldtek be a Nemzetközi Csillagászati Uniónak a berkeley-i kongresszusra megjelenő Draft Report-ja számára.

Almár folytatta az AR Her periódus- és fénygörbe-változásainak elemzését. A Johnson-csillagokkal való összehasonlítások alapján Paál Györggyel együtt meghatározták az összehasonlító színét és magnitudóját az internacionális rendszerben. Felülvizsgálta Klepikovának eredményeit. Eredményeiről beszámolt az Intézet kollokviumán és a krakkói csillagdán is.

Almár és Illés krakkói tartózkodásuk alkalmával feldolgozták az ottani megfigyelési anyag egy részét abból a szempontból, hogy a fedési változók O—C diagramjai közül melyek interpretálhatók egy láthatatlan harmadik test perturbációja alapján. Az analízist W Del, Z Dru, ZX Her és RV Lyr változókra végezték el az Irwin-féle standard fényidőgörbék segítségével és valamennyi esetben reális tömegeket és pályákat kaptak. Eredményeiket két kisebb német nyelvű cikkben beküldték a lengyel Acta Astronomica folyóirat számára.

Balázs Béla tanulmányokat folytatott az O—C diagramok elvi kérdéseiről. A munka doktori disszertációjának készül. Az alapvető kérdés a következő probléma tisztázása: ha adva van az ugrásszerű periódusváltozások eloszlási függvénye, milyenek lesznek a szabálytalan periódusváltozások következtében kialakuló hullámok amplitudójának és hosszának eloszlási függvényei az O—C diagramban, végtelen hosszú megfigyelési idő, vagy igen sok csillag feltételezése mellett. A témáról több megbeszélést folytatott a MTA Matematikai Intézet munkatársaival.

Kanyó Sándor redukálta a VW Cep-ről 1959-ben kapott terjedelmes megfigyelési anyagot. 1961-ben megkezdte az RV UMA Blaskoeffektust mutató RR Lyrae-csillag fotoelektromos megfigyelését sárga és kék színtartományban. A megfigyeléseket kiterjeszti az egész fénygörbére. Almár és Illés ugyancsak ebben a két színtartományban 1961 tavaszán sok maximumot figyeltek meg az ST Leonis RR Lyrae-csillagról. A megfigyeléseik azt mutatják, hogy a csillag fénygörbéje valószínűleg periódusosan változik, körülbelül 30 napos időközökben. A 25 cm-es reflektoron Illés megkezdte a TU Cas különleges cefeida szisztematikus fotoelektromos megfigyelését négy színtartományban.

Thaly Koppány kimérte a Rosenborg-fotométeren az XZ Dra Blaskóeffektust mutató RR Lyrae-csillagról 1945—1955 között készült több ezer fényképfelvételt és a méréseket redukálta. Balázs Júlia és Detre megkezdte az anyag feldolgozását, tekintetbe véve a régebbi megfigyeléseket és a legtöbb években végzett fotoelektromos megfigyeléseket.

Az újonnan beszerzett EMI-multipliereket kipróbáltuk. Az RCA 1P21 csövekkel szemben az EMI csövekkel kb. 3 fényrenddel halványabb csillagokat tudunk megfigyelni, ugyanakkora sötétáram mellett. A 60 cm-es

reflektoron 10^{-9} a/mm érzékenységgű galvanométerrel közvetlenül 11. fényrendű csillagokat is meg tudunk figyelni, míg az eddig használt erősítő közbeiktatásával a határ 16. magnitúdó. Az EMI csövek közül kettő kvarcablakos és így a jövőben a megfigyeléseket az ultraibolya színtartományra is ki tudjuk terjeszteni, egyelőre az alumíniumozott 25 cm-es reflektorunkon. A MOM 1961 májusra elkészült egy méter átmérőjű vákuumkamrájával és így a közeljövőben 60 cm-es reflektorunkat is alumíniumoztatni tudjuk.

A moszkvai sürgöny-előrejelzések alapján rendszeresen megfigyeltük a szovjet mesterséges holdak átvonulását. 1961 tavaszától kezdve, a Smithsonian Institution-tól kapott adatok alapján megfigyelünk néhány amerikai mesterséges égitestet is és a megfigyeléseket beküldjük a moszkvai központnak. A munka Almár vezetésével folyik, akinek Pál Györggyel közösen írt cikke: „A vizuális szputnyik-megfigyelés új módszere az AT-I távcsövek segítségével” megjelent az optikai megfigyelőállomások moszkvai Bulletin-jében. Balázs Béla új eljárást dolgozott ki a megfigyelések pontosságának fokozására, egy TZK távcsövet fototeodolittá alakítva át. Az új berendezés és megfigyelési eljárás leírása „Szputnyikok megfigyelése skálafotografáló berendezéssel ellátott TZK távcső segítségével” címmel megjelent az előbb említett Bulletin-ben.

Balázs Béla és Pál György egy kozmológiai vitába bekapcsolódva cikket írtak „Some remarks on the interpretation of Cosmology” címmel, amely a Nature angol folyóiratban jelent meg.

Az Intézet kiadványaiban a következő munkákat jelentettük meg:
Nr. 46. K. Kordylevsky (Krakkó): Vergleich der (O—C) Diagramme von RR Lyrae- und Bedeckungsveränderlichen.

Nr. 47. S. M. Kung (Nanking): The zero point of the period-luminosity relation of Cepheids and the absolute magnitude of the RR Lyrae-variables.

Nr. 48. G. Marx und N. Menyhárt: Über die Perspektiven der Neutrinoastronomie.

Az Intézet tudományos dolgozói sok ismeretterjesztő és népszerűsítő cikket írtak különböző hazai folyóiratokban és újságban és sok előadást tartottak.

DEZSŐ LORÁNT:

A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADEMIA NAPFIZIKAI OBSZERVATÓRIUMÁNAK MŰKÖDÉSE

(1958 január—1961 április)

A Magyar Tudományos Akadémia Csillagvizsgáló Intézetének Napfizikai Osztálya 1958. január 15-én teljes személyzetével és csaknem az összes addig is használatában állott és munkájához szükséges felszereléssel együtt Budapestről Debrecenbe költözött. Itt, — formailag 1958. január 20-tól — mint akadémiai önálló Napfizikai Kutató Csoport, 1958. október 17-től kezdve hivatalosan Napfizikai Obszervatórium néven folytatja működését.

Az Obszervatórium a Kossuth Lajos Tudományegyetem főépületétől mintegy fél kilométerre északra, már a Nagyerdőben, az Egyetemi Botanikus Kert közepén kapott elhelyezkedési lehetőséget. Debrecen városának csillagvizsgáló céljára történt adományából három évtizeddel ezelőtt épült ide egy öt méter belső átmérőjű csillagászati kupolával ellátott „emeletre és földszintre” és összesen négy helyiségre osztott kis épület. Az egyetem tulajdonába tartozó ezen épületet mintegy kétszeresére bővítettük és szükségleteink szerint alakítottuk át. Így az építkezés nyomán 2 észlelő helyiség és további 2 észlelő helyiségnek számító transzportábilis, 4×5 méter alapterületű vas műszerház, 5 dolgozó szoba, fotolaboratórium, kis kéziműhely és folyosó (valamint szélfogó, raktár és mosdó) keletkezett.

Sajnos az Obszervatórium megfelelő elhelyezkedésének és berendezésének megvalósításához szükséges építkezési munkálatok 1959 nyaráig húzódtak el. Így észlelő műszereinket csak ekkor kezdhettük el eredeti terveink szerint felállítani. Addig — kényszerűleg, ideiglenes megoldásban — 5"-es fotehéliográfunkkal a kupolából észleltünk. Kezdetben a kupola-épületben általában csak az észlelési munkák elvégzésére volt lehetőségünk és közel egy évig főleg a Magyar Tudományos Akadémia Atommag Kutató Intézete által rendelkezésre bocsátott munkahelyiségre voltunk utalva.

Az MTA Atommag Kutató Intézet másban is sok segítségünkre volt. A legjelentősebbet, az Intézet mechanikai műhelyének támogatását külön is meg kell említenünk, hiszen az első évben az Obszervatóriumnak még műszerész álláshelye sem volt, pedig teljes instrumentális berendezésünket magunknak „húzilag” kellett megoldani.

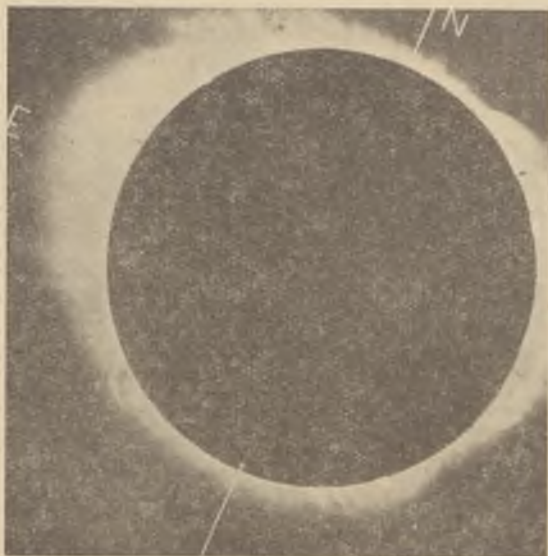


1/a. ábra. A debreceni Napfizikai Observatórium épülete, előtérben a 10"-es refraktor a rúszertelt 5"-es fotehéliográffal. Észleléskor a műszer teljesen a szabadban áll. A műszerház síneken északra eltolható. A kupolában nyert elhelyezést egy nagy 10"-es Cassegrain reflektor típusú fotehéliográf, míg a kupola előtti déli teraszon van a spektrohélioszkóp célosztója, innen a sugármenet függőleges irányban halad le a kupolahelyiség alatti sötét szobába, a spektrohélioszkóphoz

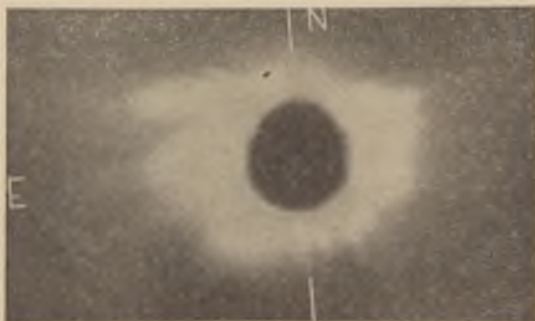
Mivel lehetőségünk nyílt arra, hogy az 1961. február 15-i teljes napfogyatkozás megfigyelésére Bulgáriába expedíciót szervezzünk, így az építő vállalat több mint egy éves késése, amellyel műszereink felállítására elé akadályt gördített, különösen károsan hatott. Mert, még mielőtt befejezhetjük volna négy észlelő műszerrendszerünk végleges elkészítését és üzembehelyezését, máris a halaszthatatlan napfogyatkozási észlelésekhez szükséges speciális műszerezés tervezésének és kivitelezésének munkálataihoz kellett fognunk. (Csaknem teljes 1960. évi munkánkat a fogyatkozási expedíció előkészületei kötötték le, mivel ez, az észlelés technikai problémák mellett, még sok és nagyrészt külföldi vonatkozású adminisztrációs előkészítéssel is járt.)

Napfogyatkozási expedíciónk sikeres volt, annak ellenére, hogy az egymástól légvonalban mintegy 100 km-re telepített mindkét megfigyelő állomásunkon voltak zavaró körülmények és így kevesebb számú használható fotografikus észlelést nyertünk, mint amennyire optimálisan számíthattunk volna. A lipniki megfigyelő állomáson gyorsan futó alacsony (szakadozott) kumulusz felhők közötti réseken át törtérhettek csak észlelések. Második megfigyelő állomásunkon, Szilisztrában, a fogyatkozás totáli-

tási fázisa alatt ugyan tökéletesen derült volt, de nem sokkal előtte még és a megelőző napokon is állandóan borult és így a műszerek megfelelő kipróbálására nem volt már elegendő idő. Emiatt a szilisztrai megfigyelési anyag egy része nem használható. Végeredményben azonban sikerült a napkorona



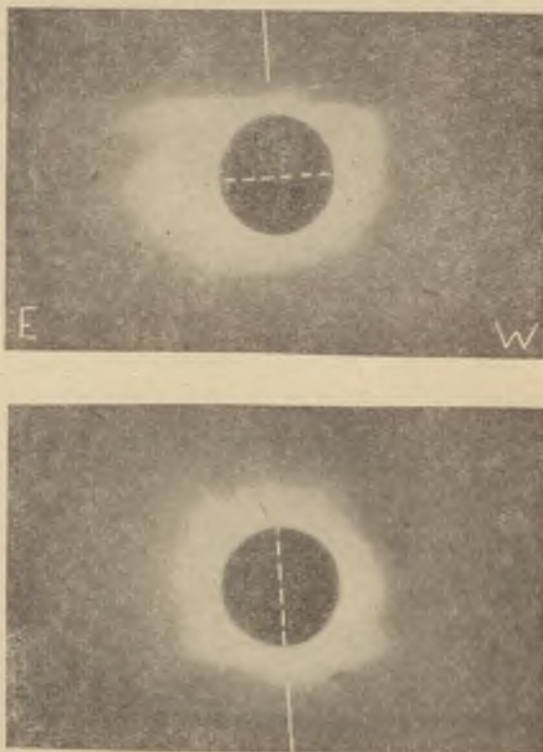
1/b. ábra. A belső napkorona 1961. február 15-én. Az 5"-es fotohéliográffal készült felvétel a lipniki megfigyelő állomáson. Expozíciós idő: 20 másodperc. A holdkorong átmérője az eredeti (Agfa 188) lemezen 10 cm. Az eredeti negatívon körbe tökéletesen látszik a belső korona sugaras szerkezete. Néhány fényes protuberanciú szembeeszkő



1/c. ábra. A külső napkorona 1961. február 15-én. A napfogyatkozási észlelési anyag kiegészítésére a szilisztrai megfigyelő állomáson egy (5,5 cm-es nyílású, 40 cm fókuszs távolságú) telemegor optikával készült fénykép. Agfacolor T, (17/10 Din) filmre. A holdkorong képe az eredeti filmen 4 mm. Itt és az 1/c és 1/d ábrán a folytonos vonaldrabok a Nap rotációs tengelyének irányát mutatják: fent (az N betűnél) van az északi pólus, E a napkorong keleti oldalát jelöli

szerkezetére és polarizációs viszonyaira vonatkozólag értékes fotografikus megfigyelési anyagot gyűjteni, melynek kiértékelését már meg is kezdtük. (Mivel az időjárás kedvezőtlen alakulása miatt a lemezek fotometriai kiméréséhez skálákat a fogyatkozási észlelésekkel egy időben nem lehetett létrehozni, az eredeti tervtől eltérő módszerrel utólagosan, már márciusban Debrecenben készítettünk külön foto-lemezekre ilyeneket és ezeket a megfelelő fogyatkozási lemezekkel párosítva egyszerre hívtuk elő.)

Az Obszervatórium célja, tudományos munka-programja: a földi, elsősorban geofizikai kihatásai miatt gyakorlatilag is fontos naptevékenység tanulmányozása, főleg a napfoltok és napprotuberanciák jelenségeinek vizsgálata útján. A foltok és protuberanciák törvényszerűségeinek kutatásához felhasználjuk egyrészt az irodalomban fellelhető 8–9 évtizedre is visszanyúló, sok éves hosszú, homogén észlelési sorozatok mérési adatait, másrészt a rendelkezésünkre álló eredeti (elsősorban saját) fotografikus



1/d. ábra. A napkorona fényének polarizáltságát feltűntető két kép. A lipnik megfigyelő állomáson egy 3"-es kis refraktor direkt fókusz síkjában elhelyezett lemezekre az objektív elé helyezett polaroidon keresztüli fényképezett képek. A polarizációs irányokat a szaggatott vonalak jelzik. A holdkorong átmérője az eredeti negatívon 6 mm. Expozíciós idő: 20 másodperc



1je. dőra. A lipniki megfigyelő állomás, a műszerek összeszerelése utáni napon az első reguláris nap-észlelés közben. Az ekvatoriális tárcső deklinációs tengelyének ellensúlyja közelében (letakarva) egy kis speciális 4 objektívű, a fogvatkozási észlelésekhez készült fotokamara. Az a kis foto-tárcső, amelyik az 1je dőra felőrtelű készítette, alig látszik a 10"-es refraktor okulár felőrti cabrészének közelében. A 10"-es refraktorttal is speciális polarizációs észleléseket végeztünk (Előrtében két bolgár munkás: a szerelési munklatoknál segítők)

megfigyelési anyagokat. Általában a „lassú” változásokat idegen, míg a „gyorsakat” saját észlelések alapján tanulmányozzuk. Kutatásaink alapelve, hogy a foltokat „fejlődésünkben” — különböző fejlődési fázisokra elkülönítetten — a protuberanciákat a foltokkal összefüggésben kell vizsgálni. Kutatási módszerünk statisztikai és induktív jellegű. (És lényegesen eltérő minden más nap-statisztikai vizsgálattól, amelyeneket általában mindenfelé már régóta végeznek.)

Új módszerünknek köszönhető, hogy a foltok problémáit illetőleg, rendre, néhány évi munkával, több új, meglepő törvényszerűséget sikerült felismernünk. Ezeket csaknem kizárólag (az 1922-től 1934-ig terjedő) 13 évi greenwichi mérési eredmények adatainak mindenre kiterjedő, még mások által a hozzánk hasonló alapossággal meg sem kísérelt új feldolgozása, kiértékelése útján nyertük.

Eddigi észleléseink közül említésre érdemesek az 5"-es fotehéliográffal a sárga színtartományban végzett fotoszfóra megfigyelések. Ezeket az észleléseket még Budapesten kezdtük el és néhány éven belül már egy teljes napciklusra vonatkozólag lesz homogén és folyamatos megfigyelési anyag



11j. ábra. A szilisztrai megfigyelő állomás, nem sokkal a teljes fogyatkozás előtt. A 6"-es fotehéliográf és egy 3"-es refraktor. Utóbbi is polarizációs észlelésre használtuk a fogyatkozáskor, egyébként a héliográf „ezpondló” távcső. (Ezen észlelő műszerünk Debrecenben a 10"-es refraktor közelében áll. Itt az ekratorialis, kis kocsira szerelve síneken gördíthető ki műszerházának déli ajtaján.) A kép jobboldalán két szilisztrai érettségiző diák azok közül, akik a fogyatkozási észleléseknél segítettek: a lipniki megfigyelő állomáson két ruszei főiskolai hallgató nyújtott hasonló segítséget. A hivatatosan mindössze 7 személyből álló és 1 hónapig tartó külföldi expedíció munkájába bekapcsolódtak még Hunyadi Ilona, Kánya István és Török István debreceni negyedéves egyetemi hallgatók is

birtokunkban. A Budapestről Debrecenbe történt átköltözésünk és bulgáriai napfogyatkozási expedíciónk miatt sem szakadt meg ezen észlelési sorozat. A fotehéliográf szállítását minden esetben úgy oldottuk meg, hogy csak néhány észlelési napot veszítettünk, amennyi télen a kedvezőtlen időjárás miatt máskor is bekövetkezik. Jelenleg már kb. 6000 fotografikus felvételünk van ebben a sorozatban a teljes napkorongról.

Az Observatóriumunk az állandó főfoglalkozásuk kategóriájában mindössze hat álláshelye van. Ezért tudományos munkaprogramunk előmozdítása érdekében igyekeztünk az adottságok és lehetőségek szerint segítséget szerezni önkéntes külső munkatársaktól. Így többek között jelentős tényező, hogy kooperációba léphettünk a miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem Matematikai Intézetével. Az Intézet protuberancia kutatásainkba kapcsolódott be mérésünk matematikai kiértékelésével. Napfogyatkozási expedíciónk munkálataiban Csada Imre, Kulin György és Murik Miklós csillagászok voltak legfőbb segítőtársaink.

RÓKA GEDEON:

A TIT CSILLAGÁSZATI ÉS ŪRHÁJÓZÁSI SZAKOSZTÁLYAINAK 1960/61. ÉVI MŪKÖDÉSE

A Társulat alapszabályai értelmében az 1961. évi országos küldöttgyűlés alkalmával a választmány és a szakosztályok a következő három évrre új vezetőséget választottak.

A csillagászati és ūrhajózási szakosztályok munkáját irányító Országos Választmány elnöke: dr. Detre László akadémiai levelező tag, a MTA Csillagvizsgáló Intézetének igazgatója. Elnökhelyettesek: Dezső Loránt kandidátus, a MTA debreceni Napfizikai Observatóriumának igazgatója és dr. Kulin György, a budapesti Ūránia Csillagvizsgáló igazgatója. Vezetőségi tagok: dr. Földes István kandidátus, egyetemi docens és Szabó Gyula tanár, a miskolci csillagászati szakosztály titkára. Titkár: Róka Gedeon. A Választmánynak hivatalból tagja a budapesti és megyei szakosztályok elnökei.

A budapesti szakosztály elnöke: Almár Iván kandidátus, a MTA Csillagvizsgáló Intézetének tudományos munkatársa, a szakosztályvezetőség tagjai: Földes István, Kulin György, Nagy Ernő, Pónori Thewrewk Aurél.

Baranya megyében elnök: dr. Székely Jenő, titkár: dr. Tóth László.

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

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

Hajdú megyében elnök: Dezső Loránt.

Heves megyében elnök: dr. Udvarhelyi Károly, elnökhelyettes: Zétényi Endre.

A többi megyében összevont szakosztályokban együtt vannak a csillagászok, fizikusok, kémikusok és matematikusok, vagy pedig a csillagászok a földrajzi szakosztály keretén belül működnek mint önálló csoport. E tekintetben minden megye önmaga állapítja meg a helyi körülményeknek legjobban megfelelő tagozódást.

A Szovjetunióknak az ūrkutatásban elért sikerei és a kulturális tömegmozgalom fellendülése következtében az 1960/61. évadban is fokozódott az érdeklődés a csillagászati és ūrhajózási előadások iránt. Az előadások számszerű emelkedése jól kidomborodik, ha az elmúlt 3 évi statisztikát hasonlítjuk össze. A szakosztályok 1958-ban 1024, 1959-ben 2785, 1960-ban 2572 előadást, 1961 első feléig pedig 1997 előadást tartottak. Ezen belül

számszerűen fejlődött a munkások közötti és a falusi ismeretterjesztő munka. 1958-ban 122 előadás hangzott el munkások előtt, 1959-ben és 1960-ban 609. Falun 1958-ban 249 előadás volt, 1959-ben 864, 1960-ban 956. Munkásakadémiákon 1959-ben a csillagászat 47 előadással szerepelt, 1960-ban pedig 148 előadással.

Az elmúlt három évben megtartott 6381 előadásból 1728 esik Budapestre. A megyék közül legtöbb előadás volt Borsod megyében (914), legkevésbé Tolnában (120), 300-on felül volt az előadások száma Bács megyében, 200-on felül Baranya, Békés, Csongrád, Heves és Pest megyében. Általában a megyei előadások száma is emelkedett. 1959-hez képest csupán Csongrád, Győr, Hajdú és Nógrád megyéknél mutatkozik némi visszaesés.

A legnagyobb érdeklődés az elmúlt évben is az űrhajózási témájú előadások iránt nyilvánult meg, különösen a csendes-óceáni szovjet űrási-rakéta kísérletek, a Vénusz rakéta útnak indítása és Gagarin űrnagy sikeres első űrrepülése idején. Az 1961. évi április 12-e utáni heteknek úgyszólván minden előadása kimagasló, ünnepélyes előadás volt, hiszen az előadók évek óta arról tájékoztatták a hallgatóságot, hogy a mesterséges égitestekkel folytatott kísérletek jelentős tudományos eredményeik mellett, voltaképpen csak előkészítői a még nagyobb jelentőségű tudományos programok: az ember űrrepülésének. S a közönség együtt örült az előadókkal, hogy az élenjáró szovjet tudomány rohamos fejlődése ezt a reményünket a várható-nál is sokkal hamarabb valóra váltotta. A Társulat nyilvános előadásai mellett nagy számban igényelték ezeket az előadásokat a fővárosban, valamint a megyékben a falusi kultúrotthonok és művelődési házak is. Pécsent április 20-án a Művelődési Házban „Ember a világűrben a fizikus, az orvos és a csillagász szemével” címmel 350 főnyi hallgatóság előtt reprezentatív nagy előadást tartottak, melyen Jeges Károly tanszékvezető főiskolai tanár, a pécsi fizikai szakosztály elnöke a fizika tudománya, dr. Grastyán Andre, az orvostudományok kandidátusa, egyetemi adjunktus az orvostudomány, dr. Tóth László a pécsi csillagászati szakosztály titkára pedig a csillagászat szempontjából ismertette a szovjet tudomány ápr. 12-i világsikerét. Az előadásnak olyan nagy sikere volt, hogy a következő napon egy nagyobb befogadóképességű teremben, az SzMT „Doktor Sándor” Kultúrházában meg kellett ismételni. A második előadáson több mint 500 főnyi hallgatóság jelent meg.

A csillagászati és űrhajózási előadások iránt egyre fokozódó igények szükségessé tették a szakosztályok új tagokkal való megerősítését. A Választmány ennek érdekében egyéves csillagászati levelező tanfolyamot indított, melyen rokonszakos pedagógusok, főiskolai hallgatók és felsőosztályos középiskolai tanulók vettek részt. A tanfolyam hallgatói 1960 nyarán két napos konferencián vettek részt a budapesti Uránia Csillagvizsgálóban, 1960. év végén és 1961 elején Budapesten, Egerben és Kecskeméten megtartott vizsgákon pedig 43-an nyertek bizonyítványt a tanfolyam elvégzéséről. Különösen kiváló eredménnyel vizsgáltak a miskolci csillagászati szakkör középiskolai tanulói, szám szerint kilencen és az egri főiskolás szakkör tagjai közül hárman, ami Szabó Gyula és Zétényi Andre szakkörvezetők lelkiismeretes és áldozatkész munkájának eredménye. Szabó Gyulát a Társulat Országos Elnöksége olismerő oklevéllel tüntette ki.

Előadói konferenciák

A szovjet rakétakísérletek minden egyes kiemelkedő eseményekor a szakosztályok elnökei Budapesten országos előadói konferenciára gyűltek össze, hogy megvitassák az előadások tartalmi és módszertani kérdéseit. Ezeket a konferenciákat jelentős segítséget nyújtottak a budapesti szakosztálynak azok a tagjai, akik a MTESZ asztronautikai szakosztályának vezetőségében működnek: Almár Iván, Nagy Ernő, Nagy István György, Sinka József.

Az országos előadói konferenciák után számos konferenciát tartottak a megyei szakosztályok is, melyeken az űrhajózási problémák megvitatásán túlmenően a járási előadók más csillagászati témák felkészítésével is foglalkoztak.

A miskolci szakosztály a beszámolási időszakban 3 megyei előadói konferenciát rendezett.

1960. október 10-én megtartott előadói konferencián Apostol Ince szakosztályelnök „Földünk és a Világmindenség” címmel, Gauser Károly pedig „Szemléltetés a csillagászati ismeretterjesztő előadásokon” címmel tartott előadást. 1961. február 28-án dr. Kulin György és Róka Gedeon tartottak előadást a csillagászat világnézeti kérdéseiről. Az első sikeres űrrepülés után újra összehívták az előadókat és részükre az Uránia Bemutató Csillagvizsgálóban egéssznapos továbbképzés keretében dr. Halm Tibor repülőorvos alezredes tartott előadást az űrhajózás biológiai problémáiról. Ezt követően Apostol Ince foglalta össze az űrrepülés fejlődését.

1961-ben az Uránia Bemutató Csillagvizsgálón kívül Borsodnádason (Apostol Ince) és Sárospatakon (Szabó Gyula) tartottak járási, illetve körzeti előadói megbeszélést az űrhajózás időszerű kérdéseiről.

A pécsi szakosztály a falusi előadók felkészítése céljából 5 községben tartott előadói konferenciát.

Ápr. 18-án „Ember a világűrben” címmel a Társulat pécsi klubjában a fizikai, csillagászati, biológiai és műszaki szakosztályok együttesen Jeges Károly, dr. Grastyán Endre és dr. Tóth László vezetésével előadói konferenciát rendeztek, melyre a járási szervezetek képviselőit is meghívták.

A Komárom megyei szakosztály a Föld és a Világmindenség, valamint az űrhajózás tárgyköréből összevont előadói konferenciát rendezett a csillagászati, fizikai és földrajzi szakosztályi tagok részére.

Szakosztályi élet és előadói tevékenység

A szakosztályi élet tekintetében a miskolci szakosztály munkája példamutató, ahol a szakosztályvezetőség negyedévenként rendszeresen megtartja üléseit, előadói konferenciákat rendeznek a járási előadók számára is, irányítják a megye területén az ismeretterjesztő munkát, előzetesen megvitatják az előadásokat, rendszeresen tartanak táveszöves bemutatókat, szakköröket szerveznek, melyeknek tagjai tudományos megfigyelő munkát végeznek és részt vesznek a továbbképző tanfolyamon, tehát a miskolci szakosztály a szakosztályi munka minden területén működik. A miskolci

Uránia Bemutató Csillagvizsgáló felszerelésén kívül a megyében 4 saját-készítésű távcső áll a csillagászati ismeretterjesztés céljára. (Miskolc, Tiszapalkonya, Kurittyán, Golop). A megye területén tartott előadások színvonala mind tartalmi, mind módszertani szempontból emelkedett. A szemléltetésen javítani lehetne, ha az előadók jobban felhasználnák az iskolák csillagászati szemléltető anyagát.

Más szempontból meg első helyen a debreceni szakosztályt kellene említenünk, ahol Dezső Loránt szakosztályi elnök szakszerű és igen tevékeny irányítása mellett folyik a munka, az előadók meghatározott témákra felkészítése és az előadók ellenőrzése.

A pécsi szakosztály 1960. május 1-től 1961 április végéig 130 előadást tartott. Csillagászati előadásokat tartottak a Pécs városi Munkásakadémiák, KISZ Akadémiák, Nők Iskolája és a Baranya megyei Tanács által 36 községben szervezett előadássorozatokban. A vidéki előadások egy része után az Egyetemről kért hordozható távcsővel bemutatókat is tartottak.

A kecskeméti szakosztály 134 előadást tartott 8046 hallgató előtt. Az utóbbi évben Bács-Kiskun megyében a falusi, illetve tanyai ismeretterjesztés vett nagy lendületet. Falusi és tanyai hallgatóság előtt 33 előadást tartottak, mely az összes előadásoknak 39%-a. Az előadások többségét itt is az úrhajózással kapcsolatos témák alkották, de több előadás foglalkozott az égbolton észlelhető jelenségekkel, a csillagászat és babona kapcsolatával, az új csillagászat megteremtőivel. Nagy érdeklődést váltottak ki a KISZ-fiatalok előtt tartott előadások is. Az újonnan alakult bajai járási szakosztály keretében Baján magasabb színvonalú ismeretterjesztő előadássorozatot rendeztek, melyen Ill Márton, a Bajai Városi Tanács Csillagvizsgáló Intézetének tudományos munkatársa havonta egy alkalommal tartott előadást. Az állandó hallgatóság előtt tartott előadások mélyebb bepillantást tudtak adni a csillagászat tudományába.

Az egri szakosztály nemcsak folytatta az egri, hatvani és gyöngyösi vállalatok és üzemek körében az ismeretterjesztő munkát, hanem kilépett a megye területére, a falvakba. Tapasztalatuk szerint a falusi lakosság körében a világnézeti nevelés frontján igen nagy feladat vár a szakosztályokra, mert még a fiatalság körében is élénken élnek az égitestekhez fűződő babonás, misztikus elképzelések és a legegyszerűbb égi jelenségek okát sem ismerik. Füzesabonyban a bemutatás közben úgy indult meg a beszélgetés, hogy egy nagyobb fiú hullócsillagot látva felkiáltott: most megy egy lélek a tisztítófűzbe.

A február 15-i napfogyatkozás alkalmával Egerben rendkívüli csillagászati hetet szerveztek nyilvános nagy előadásokkal, a fogyatkozás napján pedig nyilvános bemutatást tartottak a Pedagógiai Főiskola toronyterasan.

Az ismeretterjesztő munkában az összevont szakosztályok is kivették részüket.

Fejér megyében 119 volt az összes előadások száma. Az előadások városi viszonylatban a munkásakadémiák keretében, illetve nagy előadások formájában hangzottak el, falun pedig a tesz-akadémiákon és a Népszerű Tudományos Esteken.

Győr-Sopron megyében kevés előadást tartottak, de remélhetőleg nagyban emelni fogja a csillagászati előadások számát városban és falun egyaránt, hogy a Vagongyárban működő csillagászati szakkör bekapcsolódott a TIT munkájába.

Komárom megyében a fizika és földrajzi szakosztály tagjainak segítségével sikerült 88 előadást tartani 4300 hallgatónak. Az előadások több mint fele falusi hallgatóságot elé került.

Nógrád megyében az elmúlt évben 51 előadás volt 2705 hallgatónak. Csillagászati témák szerepeltek a szervezett ismeretterjesztés (munkás-akadémiák, tsz-akadémiák, nők akadémiaja) sorozataiban is.

Pest megyében, az elmúlt év során, a csillagászati előadások száma majdnem kétszeresére emelkedett. A legnagyobb emelkedés a falusi előadások számánál mutatkozik. A megye számos falujában megrendezték a „Világ és az ember” c. előadássorozatot, a Váci Erdőgazdaság dolgozói részére pedig egy 6 előadásból álló sorozatot, melynek keretében a csillagok világáról, a más égitesteken való élet lehetőségeiről és az űrhajózás problémáiról beszéltek az előadók. Szentendrén és Cegléden bemutatásokat is tartottak.

Somogy megyében megtartott 77 előadásból 62 városban hangzott el 3776, falun pedig 15, 1041 hallgatónak. A kaposvári fiúgimnázium tanulóiból csillagászati szakkör alakult, melynek létszáma jelenleg 12 fő. Közülük 7 tag sajátította el a tükrörcsiszolás módját és készítettek egy-egy jól használható távcsövet 10, 12, 14, 15, 16 cm-es átmérővel. A szakkör ifjúsági vezetője, Pernecky Gábor, felvételt nyert a moszkvai Lomonoszov Egyetemen, csillagászati szakra.

Veszprém megyében 51 csillagászati előadást tartottak 2502 hallgatónak. Ebből 39 volt városi 1925 hallgatónak és 12 falusi 377 fővel. Az előadások megtartásához segítséget kaptak a fizikai és műszaki szakosztálytól, a Naprendszeren belüli élet lehetőségének megvilágításában pedig a TIT biológiai választmányától.

Csillagászati Hét

1952 óta a Társulat csillagászati szakosztályai minden évben nyár végén országos Csillagászati Hétet rendeznek, melynek keretében Budapesten a hét minden napján, a nagyobb vidéki városokban pedig a hét néhány napján ismeretterjesztő előadásokat, filmvetítéseket és távcsöves bemutatásokat tartanak a nagyközönség részére.

A Csillagászati Hét célja, hogy tovább szélesítsük a csillagászati előadások iránt érdeklődők tábort, újabb látogatókat nyerjünk meg a bemutató csillagvizsgálók előadássorozatai és távcsöves bemutatásai részére. Az 1960 szeptemberében megtartott Csillagászati Hét sikerebb volt, mint az előző évek. Ez főként egyrészt annak eredménye, hogy a szakosztályok részletkérdések helyett nagyobb, átfogóbb témákat választottak. Másrészt a Csillagászati Hétről nemcsak hírek, hanem terjedelmesebb ismeretelések jelentek meg a Népszabadságban, Népszavában, Magyar Nemzetben, Hétfői Hírekben, Esti Hírlapban, a vidéki lapok közül a Vas Népben, Somogy-megyei Hírlapban, Dunántúli Naplóban, Zalai Hírlapban, Petőfi

Népében, Békés-megyei Népújságban, Fejér megyei Hírlapban. A rádió is több alkalommal foglalkozott a Csillagászati Héttel.

A budapesti Csillagászati Hetet szeptember 26-án Felcsuti László, a TIT főtitkárhelyettese nyitotta meg a Kossuth Klubban, ahol a hét napjain az alábbi előadások hangzottak el:

- szept. 26. dr. Kulin György: Fantázia és valóság az úrhajózásban.
- szept. 27. Róka Gedeon: Vannak-e értelmes lények más bolygókon?
- szept. 28. dr. Vámos László: Ember a világűrben.
- szept. 29. Gausser Károly: A csillagászat újabb gyakorlati alkalmazásai.
- szept. 30. Ponori Thewrewk Aurél: A Biblia csillagászati vonatkozásai
- okt. 1. ifj. Bartha Lajos: Az 1961. évi február 15-i helyi napfogyatkozás

Minden előadást filmvetítés követett.

A Kossuth Klub nagy terme szűknek bizonyult, az első két előadáson nem is fértek be a terembe a megjelentek, de az érdeklődés a hét végére sem csökkent.

A központi előadók közül dr. Kulin György Szegeden, Ponori Thewrewk Aurél Zalaegerszegen, Földes István és Almár Iván Szombathelyen, Gausser Károly Szegeden, Miskolcon és Kaposvárott tartottak előadásokat.

A Baranya megyei szakosztály október hónapban rendezte meg a Csillagászati Hetet, melynek keretében nagy látogatottság mellett az alábbi előadásorozatot tartották meg:

- okt. 24. dr. Székely Jenő: A Csillagászati Hét jelentősége
dr. Tóth László: A Világmindenség szerkezete
- okt. 25. dr. Székely Jenő: Matematika és fizika a csillagászatban.
- okt. 26. Zukovits Imre: Közlekedés a világűrben.
- okt. 27. Kiss Miklós: Az 1961. évi febr. 15-i teljes napfogyatkozás.
- okt. 28. dr. Görcs László: Az új csillagászat megteremtői.
- okt. 29. Áts György: Tágul-e a Világegyetem.

A Somogy megyei szakosztály a Csillagászati Hetet szept. 26—okt. 1 között rendezte meg, amikor az Arany-téglagyárban, az Agyagipari Ksz.-ben, a Tűzrendészeti állomáson és a Zalka Máté utcai Kollégiumban tartottak előadásokat. A Kilián György Ifjúsági Ház tetőteraszán bemutatót tartottak. A Csillagászati Hét befejező napján Gausser Károly „Mit tart a csillagász a világ végéről?” c. előadását 300-an hallgatták meg.

Az egri csillagászati szakosztály ugyanebben az időben „vándor” csillagászati hetet tartott. A művelődési autóval kisebb hordozható távcsövet vittek ki a falvakba, melynek különösen Füzesabonyban és Pétervásárán volt nagy sikere.

A miskolci csillagászati szakosztály november hónapban megtartott Csillagászati Hét során számos előadást tartott Miskolcon, Kazincbarcikán,

Ózdon, Tiszapalkonyán, Sárospatakon, Sátoraljaújhelyen, Szikszón, Mezőkövesden és Putnokon. Az előadások fő témái voltak az űrhajózás új eredményei, a Világmindenség szerkezete, a kozmogóniai elméletek, a csillagos ég, a Hold. Több előadás hangzott el a csillagászat haladó hagyományairól is: Farkas Gyula tanár Ciolkovszki munkásságáról, Frisnyák Sándor TIT természettudományi szakítottkár a csillagászat helyi történetéről, továbbá Comenius Sárospatakon írt „Orbis pictus” c. művének csillagászati fejezeteiről tartott előadást.

Új Urániák szervezése

A Társulat Központja új Urániák létesítése érdekében 10 db 15 cm-es tükrös távcsövet készíttetett a megyei szervezetek részére, és a Választmány határozata értelmében ezeket Békéscsaba, Debrecen, Kaposvár, Kecskemét, Nyíregyháza, Pécs, Sopron, Szekszárd, Székesfehérvár és Zalaegerszeg városoknak juttatta. A szakosztályok nagy lelkesedéssel fogadták ezeket a műszereket és az ismeretterjesztő munka nagymértékű fellendítését helyezték ezek segítségével kilátásba. Sajnos, azonban a tetemes költséggel elkészített távcsövek, bár egyike-másika már két esztendeje a megyei szervezetnél van, még mindig nem kerültek felállításra és nem szolgálják az ismeretterjesztést. Ezek a távcsövek a helyi szervek, tanácsok, iskolák segítségével volnának elhelyezhetők. Komoly ígéretek és tervek vannak erre vonatkozólag is, de még egyik sem jutott el a megvalósulásig.

Ez arra mutat, hogy még nem mindenütt ismerték fel a csillagászati előadások világnézeti nevelő értékét és azt, hogy az előadások csak megfelelő szemléltetéssel, távcsöves bemutatással egybekötve lehetnek meggyőzőek. Előfordul az is, mint például Komárom megyében, hogy a szakosztályi tagság nagyobbik része még idegenkedik a távcsöves bemutatástól és szemléltetésül inkább táblai rajzot, vagy a témához kapcsolódó keskenyfilmet használ. A távcsöves bemutatás természetesen nem pótolja a rajzot, vagy a filmvetítést, hanem mindezt kiegészíti. A tapasztalatok szerint azonban a közönség részére mindig a bemutatás jelenti a legnagyobb vonzóerőt. Az egri szakosztály beszámolója szerint Füzesabonyban a hatalmas plakát alig 5—6 embert tudott az előadásra toborozni. De amikor az úttesten felállították a távcsövet, mellyel látni lehetett a Hold hegyeit, olyan tömeg gyűlt össze, hogy alig tudtak tőlük mozdulni.

Írásbeli ismeretterjesztés

A szakosztályok tagjai közül többen részt vettek az írásos ismeretterjesztésben is.

Szabó Gyula (Miskolc) „Csillagászati Hét Borsodban” és „Február 15-én napfogyatkozás lesz Miskolcon” címmel írt cikkeket a Borsodi Szemlében. Földolgozta a meteorológiai kutatás Borsod—Abaúj—Zemplén megyei történetét, mely a Borsodi Földrajzi Évkönyvben jelenik meg. Suba István (Miskolc) a házilag készíthető csillagászati távcsőről írt cikkeket „A csillagos ég” szakosztályi közlönyben.

A Fejér megyei szakosztály a február 15-i napfogyatkozásról broszúrát készített, amelyet falusi terjesztés céljára 15 000 példányban nyomattak. A terjesztés a MSZMP járási agit. prop. osztályain keresztül történt. Készülőben van az ember első űrrepüléséről szóló broszúra is, mely 8 kérdés, illetve felelet formájában tárgyalja a legalapvetőbb tudnivalókat. A broszúra alapján a falusi TIT-csoportok a megye számos községében tartanak ankétokat.

A Heves megyei szakosztály a helyi lapban megemlékezett a Kepler évfordulóról és cikket írt a napfogyatkozásról.

Szentmártoni Béla (Kaposvár) három tanulmányt írt A Csillagos Ég c. közlönyben.

Dr. Tóth László (Pécs) az aktuális űrhajózási eseményekkel kapcsolatban több újságcikket írt és nyilatkozatot adott a helyi sajtónak és rádiónak.

KULIN GYÖRGY:

A TUDOMÁNYOS ISMERETTERJESZTŐ TÁRSULAT
URÁNIA BEMUTATÓ CSILLAGVIZSGÁLÓINAK MŰKÖDÉSÉRŐL

BUDAPEST

Beszámolási időszak 1960. május 1—1961. ápr. 30.

1. Mindennapos előadások és bemutatók.

A Sánte utcai Uránia Bemutató Csillagvizsgáló minden derült este az érdeklődők rendelkezésére állt az elmúlt időszak folyamán is.

A csoportos látogatások résztvevői főként az iskolák és intézmények, valamint az üzemek szervezésében látogatták az Urániát. A fővárosi iskolákon kívül több vidéki iskola is felkeresett bennünket.

Főként a tavaszi és őszi derült időszakokban az egy napra eső látogatók száma sok esetben meghaladta a 150 főt. Az előadóterem és a terasz korlátozott befogadóképessége miatt ilyen alkalmakkor csak 2—3 részletben tudtuk a forgalmat lebonyolítani.

2. Csütörtöki sorozat

A beszámolási időszakra esik az 1960. évi őszi és az 1961. évi tavaszi sorozat. Az őszi sorozat 1960. okt. 20-tól dec. 22-ig tartott. Az előadók és az előadások a következők voltak: *Sinka József*: Az űrhajózás aktuális problémái. *Dr. Marx György*: Az ismeretlen gravitáció. *ifj. Bartha Lajos*: A bolygóközi anyag és az állatövi fény. *Dr. Horváth Árpád*: Régi műszerek, régi emberek. *Dr. Berkes Zoltán*: A földi légkör kozmikus kapcsolatai. *Gausser Károly*: Van-e űr a Világegyetemben? *Ponori Theurewk Aurél*: A maya és az azték csillagászat. *Dr. Kulín György*: A Merkúr és Vénusz bolygó. *Róka Gedeon*: A csillagvárosok kutatásának újabb eredményei. *Pivét Endre*: Az űrrakéták műszerezése. Az 1961. évi tavaszi sorozat március 16-tól május 18-ig tartott.

Előadói és az előadások tárgyai a következők voltak: *Dr. Fényes Imre*: A hőmérséklet fogalma a modern fizikában és a csillagászatban. *Dr. Kulín György*: Az elemek és a naprendszer kora. *Keszthelyi Lajos*: A Mössbauer effektus. *Dr. Szabó János*: Eljuthatunk-e a távoli csillagokhoz? *Dr. Flórián Endre*: A híradástechnika szerepe a légkör megismerésében. *Marik Miklós*: A Nap kutatásának legújabb eredményei. *Gausser Károly*: A Nap környezete. *Ponori Theurewk Aurél*: Az arabok csillagászata.

Ifj. Bartha Lajos: Mágnesség a Világegyetemben. *Róka Gedeon*: A Világegyetem örök törvényei.

Valamennyi csütörtöki előadás látogatott volt. Ezeknek az előadásoknak sokkal nagyobb publicitást kellene adnunk. Érdeklődés is lenne irántuk, de propagandájában korlátot szab az előadótermünk csekély befogadóképessége.

3. Filmvetítés

Előadásainkat általában filmvetítés kíséri. *Nagy Ferenc* gondnokunk lelkes munkája következtében igen sok természettudományos és technikai film került bemutatásra. Nagyobb csoportok esetén a teraszra csak kevesen férnek fel, ezért a várakozók számára filmeket adunk.

Állandó, mősorkísérő filmek beszerzése még nem valósult meg az Uránia igen szűk költségvetési kerete miatt.

4. Uránián kívül tartott előadások

Az Uránia munkatársai közül ifj. Bartha Lajos, Gauser Károly, dr. Kulin György és Ponori Thewrewk Aurél a budapesti és a megyei TIT-szervezetek rendezésében igen számos csillagászati előadást tartottak. Az Egyházügyi Főhatóság és az Országos Békebizottság rendezésében a protestáns és a katolikus lelkészek számára az egész országban tartott előadások előadói is túlnyomórészt az Uránia munkatársai voltak.

5. Egyéb ismeretterjesztő munka

A rádióban és televízióban az Uránia munkatársai számos előadást tartottak az elmúlt időszakban. A hazai ismeretterjesztő és fantasztikus regények lektoraként közreműködtek Bartha, Kulin és Ponori munkatársak.

Kiadásra elkészültek a következő munkák:

Gauser Károly—Sztrókay Kálmán: Az ember és a csillagok.

Kulin György: A kis csillagász távcsöve.

Kulin György: Optikai eszközök házi készítése.

Kulin—Róka: A nagy Világegyetem.

Ponori Th. Aurél: Régi csodák mai szemmel.

Az Élet és Tudomány szerkesztésében Kulin és Ponori vettek tevékenyen részt.

A napilapokban és a hazai folyóiratokban, a Csillagos Ég o. folyóiratban az Uránia munkatársai számos cikket írtak.

6. Citadella. Ipari Vásár

Moisza János munkatársunk lelkes szervezésével az Uránia felkészült a Citadellán létesített bemutató üzemeltetésére és a Tavaszi Ipari Vásáron való részvételre. A Citadellában mindennap 10—22 óráig városi panorámát és este égitesteket mutatunk be. *Moisza Jánost* az Uránia fejlesztése érdeké-

ben végzett munkájáért a Társulat Országos Elnöksége elismerő oklevéllel tüntette ki.

Tervbe vettük egy városi Bemutató létesítését, amihez még a technikai felszerelés kiegészítése szükséges.

7. Tudományos munka

Az Uránia Bemutató Csillagvizsgáló rendeltetése a népszerűsítés. A munkatársak továbbképzése és a munkatársak tevékenysége maga után vonja felszerelésünk keretei között tudományos munka végzését is. Munkatársaink ezen a téren elismerésre méltó munkát végeztek Bartha Lajos vezetésével.

a) *A Nap megfigyelése* a 20 cm-es Heyde refraktorral történt. A 25 cm átmérőjű napképet kivetés után lerajzoltuk napfoltszámolás és pozíció-mérés céljára. A 198 napészlelést ifj. Bartha Lajos, Fejes Imre, Pintér Sándor, Székely Csaba és Thaly Koppány végezték. A kiértékelés munkájában Szántó András és Pintér Sándor vettek részt. A megfigyelések adatai szerint 1961 második felében a naptövékenység hirtelen lecsökkent.

A napészlelések adatait a zürichi Szövetségi Csillagvizsgálóval, a Nemzetközi Geofizikai Együttműködés moszkvai központjával és a freibergeri Fraunhofer Intézettel közöljük.

b) *A Hold megfigyelése* főként az Alphonsus kráter és az Aristarchos kráter megfigyelésére szorítkozott. Előbbiről 11, utóbbiról 15 észlelést végeztünk. Az Alphonsus a Nap állásától függően változtatja alakját és intenzitását. Megállapítást nyert, hogy az Aristarchos kráter láthatósága a hamuszürke fényben a Hold librációs szögétől függ.

Felkérésünkre a csehszlovák amatőrök is bekapcsolódnak az Alphonsus 1958-ban feltűnt új foltjának megfigyelésébe.

A holdészleléseket Bartha a 20 cm-es refraktorral 100-, 150-, 250-, 300- és 600-szoros nagyítással végezte, szín-szűrők segítségével.

c) *A Vénusz megfigyelése* 20 alkalommal történt Bartha, Szántó és Thaly közreműködésével. Több alkalommal sikerült észlelni a Vénusz sarki süvegét és színszűrővel sűrű foltokat lehetett megfigyelni. A sarki süveg leginkább kék szűrőn át látható. A sarki süveg mérete határozottan változó.

d) *A Mars megfigyelése* során 1960. dec. 1–1961. febr. 3-ig 29 észlelést történt ifj. Bartha Lajos, Jáger Tamás, Petik Péter, Pintér Sándor, Sarkadi



2. ábra. A Vénusz 1961. február 12-én. Exp.: 5 mp. Heyde refraktoron; kiértékelés (Petik és Székely felvétele)

Nagy István és Szántó András részvételével. Legérdekesebb a déli hősapka változásának megfigyelése. A felszíni képződmények sárga szűrőn át mutatkoztak legtisztábban.

Kezdeményezésünkre nemzetközi kooperáció jött létre a Mars légkörzésének és felhőképződésének megfigyelésére. Az együttműködés résztvevői között csehszlovák (J. Sadil), jugoszláv (Römer) és német (Sandner) észlelők szerepelnek.

A Mars összfényességét Bartha és Petik határozták meg, eszerint legnagyobb fényessége 1961. jan. 14-én volt $-1,72$ magnitúdóval.

e) *A Jupiter bolygóról* 1960 nyarán 44 rajz készült. Megfigyelők: Bartha, Fejes, Moisza, Pintér, Szántó és Székely. Kalocsán Hegyi Lajos csatlakozott e megfigyelő-gárdához. A rajzok jól mutatják a Jupiter sávjainak gyors változásait.



3. ábra. Az 1961. február 15-i napfogyatkozás 8 óra 53 perckor. Exp.: 1 mp. a Heyde refraktoron kivettéssel. (Petik és Székely felvétele)

f) *Az Uránuszról* Bartha és Petik fotometriai fényességmérést végeztek.

g) A Burnham 1959 k és a Candy 1960 n üstökös-ről Bartha és Petik fotometriai fényességméréseket végeztek.

h) A Merkúr 1960. nov. 7-i átvonulását a Nap előtt az Uránia munkatársai részint 4400 magasságban repülőgépről, részben pedig az Uránja teraszáról fényképezéssel figyelték meg.

i) Az 1960. febr. 15-i részleges napfogyatkozást az Uránia munkatársai a TIT film- és fotoszakkörének és a csillagászati és fizikai szakkörének tagjaival kar-

öltve figyelte meg. Az észlelések kiterjedtek a kontaktusok megfigyelésére, a fogyatkozás periódusainak fényképezésére, fényességmérésre és térerősség mérésre.

k) *A változó csillagok megfigyelése* Bartha, Fejes, Petik, Pintér, Szántó, Székely és Thaly részvételével történt. A 455 észlelés megoszlott a szabálytalan és RV Tauri változók között. Nemzetközi program keretében megfigyeltük a Nova Herculis leszálló ágát. Az adatokat az AAVSO-nak továbbítottuk.

l) *Ionoszféra észlelések.* Az Uránia rádiólaboratóriumában Jáger Tamás, Gyarmati János és Piret Endre megkezdte a rendszeres térerősségmérést. Az észlelési adatokat nemzetközi megállapodás értelmében a kühlingsborni nemzetközi központnak küldtük el kiértékelésre.

m) *Mesterséges holdak.* 1960 augusztusában és szeptemberében Bartha, Fejes, Gauser, Jáger és Szántó mintegy 1000 fényességbecslést végzett az Echo I. jelzésű mesterséges holdról, annak fényingadozásáról. Ezenkívül 41 közelítő pozíciót határoztunk meg. Drahos és Fejes 4 fényképet készített. Hegyi Lajos Kalocsán hasonló észleléseket végzett. Megfigyeléseinket a Smithsonian Institutnak is elküldtük.

Az év folyamán beszerzett nagy látószögű fényképező kamara felszerelése után a mesterséges holdak megfigyelési programját kiszélesítjük.

n) *Elméleti munkák.* Bartha számításai szerint az Egyed László által kidolgozott földmágneses elmélet párhuzamot mutat a tényleges értékekkel. Az Encke üstökösrel kapcsolatban Bartha párhuzamosságot talált az üstökös gyorsulása és a naptevékenység között, aminek okát az interplanetáris anyag naptevékenységtől függő sűrűségváltozásában látja.

Jáger a hazai ionoszféra észlelésekből kimutatta a holdnapi és holdhónapi változásokat.

Gauser az Echo I. adatait dolgozta fel.

Szántó tovább folytatta a naptevékenység észak-dél aszimmetriájának vizsgálatát. Kimutatta, hogy a napfoltok száma az észak és déli féltéken periodikus változást mutat.

o) *Irodalmi tevékenység*

Külföldi folyóiratokba, a Die Sterne és az Astronomische Mitteilungen Wien, valamint a Nachrichtenblatt-ba Bartha Lajos cikket írt a Merkúr átvonulásáról, a Vénusz megfigyeléséről, a holdmágnességről, a Burnham üstökös fényességéről és az 1961. febr. 15-i napfogyatkozásról.

Bartha Lajos az Eötvös Loránt Fizikai Társulatban, a Meteorológiai Társaságban és a Geofizikusok Egyesületében tartott előadásokat a színes csillagászati fényképezésről, az üstökösök fizikájáról, a mesterséges holdak tudományos eredményeiről, a Hold fényváltozásának földmágneses hatásáról és a bolygók mágneses teréről.

p) *Expedíció.* A Tudományos Akadémia debreceni Napfizikai Observatóriumával dr. Kulin György részt vett a bulgáriai teljes napfogyatkozás expedíciójában, ahol az expedíció lipniki állomásán végzett megfigyeléseket.

Statisztika

Az Uránia Bemutató Csillagvizsgálóban az elmúlt időszakban előadásokon és bemutatókon, valamint a kísérő filmbemutatókon 17 303 fő vett részt.

Az 1960-as tavaszi Ipari Vásáron Moicsa János szervezésével felállított bemutatón 7500 résztvevő vett részt.

Személyi ügyek

Az Uránia jelenlegi státusa:

Igazgató: Dr. Kulin György.

Műszerész-tervező: Orgoványi János felállításban

Gondnok: Nagy Ferenc.

Ennek az Intézetnek termelő részlege helyileg az Uránia Csillagvizsgálóban volt, minthogy szervesen nőtt ki az amatőrmozgalomból. Keretei azonban annyira kitágultak, hogy helyileg is el kellett különülnie. A Csillagvizsgáló és az Intézet kapcsolata azonban igen szoros. Kiegészíti az Uránia Csillagvizsgáló és az egész TIT munkáját, minthogy az ismeretterjesztésnek új formáját valósította meg.

Az élőszóval, írott betűkkel, filmmel, országjárással és kiállításokkal végzett munka mellé az a törekvés szegődött, hogy a természettudományos érdeklődésük kezébe olcsón, sokszor házilag előállítható eszközöket adjon. Ezeknek készítését elvégezze és a készítés módját tanfolyamokon megtanítsa. Ezáltal az Uránia a politechnikai képzés erős bázisa lett hazánkban. Szakkörei pedig az országos szakköri mozgalom számára mintaszakkörökké nőttek ki magukat.

Az Intézet legfőbb feladata, hogy az országot szemléltető eszközökkel lássa el és ezen a téren igen szép fejlődést ért el. Rugalmas és mozgékony szervezeti felépítése lehetővé teszi új szemléltető eszközök gyors megvalósítását. Ezen felül éppen eme tulajdonsága miatt számos esetben nyújtott segítséget a népgazdaságnak.

A termelő és kereskedelmi részleg évi négymillió forint összeget meghaladó forgalmat bonyolít le.

A gyakorlati foglalkoztatásokkal párhuzamosan rendezett tanfolyamai egyre terebélyesedő mozgalommá nőttek. E munka csillagászati vonatkozásában az Uránia munkatársai hathatós segítséget nyújtottak.

Az Uránia Intézet 1960. május 1—1961. május 1-ig terjedő időszakában végzett munka nagyszerűségéről a következő tanfolyamok és egyéb alkalmak tanúskodnak:

1. *Gyakorlati csillagászati tanfolyam* 2 csoportban 12 és 17 résztvevővel.

2. *Tükrös távcső építése és kezelése.* 18 résztvevő készítette el saját-kezüleg 125 mm átmérőjű, kb. 900 mm fókuszú távcsőtükrét.

3. *Gyakorlati csillagászat őszi tanfolyam* 29 fő a csillagászat gyakorlati kérdéseivel ismerkedett.

4. *A Hold megfigyelése* tanfolyamnak 10 résztvevője az Uránia nagy távcsövén tanulmányozta a Holdat és ismerkedett felszíni képződményeivel.

5. *Távcsővel a szputnyikok nyomában* tanfolyam konzultációkon beszélt meg a mesterséges holdak megfigyelésének módszerét.

6. *Mikroszkóp építése* e. idei tanfolyamon a résztvevők nem készítettek mikroszkópot, csak annak eljárásait beszélték meg.

7. *A mikroszkóp felhasználása az iparban* tanfolyamnak 12 résztvevője volt.

8. *Makro- és mikrofotográfia* gyakorlattal 33 résztvevővel.

9. *Filmfelvételgéppel a természet világában* tanfolyamon résztvevői természettudományos kisfilm készítésének elméleti és gyakorlati problémáival foglalkoztak.

10. *A kémia a mindennapi életben* tanfolyamot 14-en hallgatták.

11. A mikrobiológia és szövettan tanfolyamnak 25 résztvevője volt.
12. A növények és rovarok gyűjtése és preparálása tanfolyamon 10-en kaptak kiképzést.

13. A madarak természetvédelmi jelentősége tanfolyam 13 résztvevővel.

Kóczán László lelkes munkája azonban a tanfolyamokon túlmenően másban is megnyilvánult. A Természettudományi Szakkörök Klubjeleto elevenebbé vált. A Társulat régi hagyományai közül újra életre keltette a Népszerű Természettudományos Estéket. Ezek a Kossuth Klubban megrendezett előadások zártkörűek voltak annyiban, hogy arra csupán a tanfolyamok és a szakkörök kaptak meghívót. Nagyobb publicitás esetén ezek az



3/a. ábra. Parallaktikus szerelésű, zárt tengelyrendszerű csillagászati és földi távcső, 33-szoros földi, 75-szörös és 100-szoros csillagászati nagyítással. Orgoványi János terve alapján. Bognár Ernő és Kovács Ottó kezemunkája

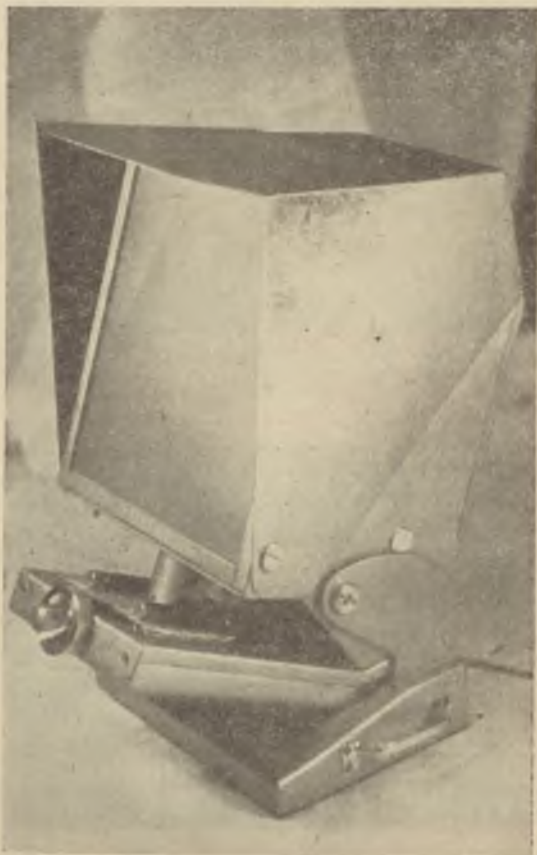


3/b. ábra. Automata, pénzbedobósos punórnáma távcső 30-szoros nagyítással. Működési idő két perc. Pálósi Ferenc és Reindl János tervezése és kivitelezése

alkalmak igen látogatott rendezvényei lehetnek a Társulat ismeretterjesztő munkájában.

A márc. 15—május 10-ig tartott öt Népszerű Tudományos Est előadásai és előadói a következők voltak: *Kollányi Ágoston*: Film és Természettudomány. *Dr. Kulin György*: A Mindenség, a Föld és az Ember. *Dr. Fridvally László*: Loewenhook mikroszkópjától az elektronmikroszkópig. *Dr. Sárkány Sándor*: A növény mint nyersanyagforrás. *Dr. Magyar Imre*: Idegrendszer és hormonok.

Az Uránia Intézet *termelő részlegének* termékei közül fényképen is bemutatunk néhányat. Az Intézet készíti az Ezüstkalászos vándorládák mikroszkópját és vetítógépét. Elkészült egy új típusú, parallaktikus szerelésű, zárt tengelyrendszerű csillagászati távcső Orgoványi János tervei alapján. Ez lesz a szemléltető eszközök tárának hordozható távcsöve.



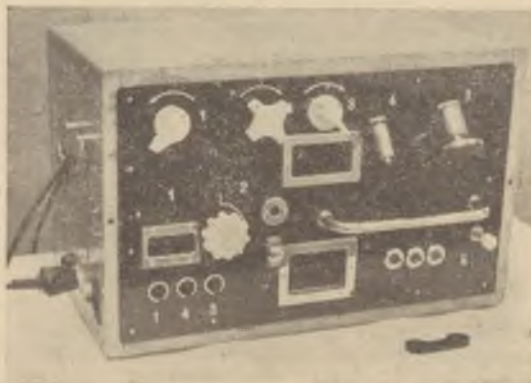
3/c. ábra. Mikrokártya leolvasó berendezés. Készítette Bogár Ernő

Pénzbedobós automata panoráma távesövet készített a műhely két kiváló műszerésze: Pálosi Ferenc és Reindl János. Mikrokártya leolvasó berendezést készített Bognár Ernő.

A Találmány! Hivatal megbízásából elkészült egy lélektani műszer és egy hordozható röntgenkészülék. Az Uránia gyártja Majoros Sándor tervei alapján az első optikai játékot, amelynek dobozba rakott elemeiből 41 féle optikai eszköz állítható össze.

Az Uránia Intézet kereskedelmi részlege: Bpest VI., Lenin krt. 96. Tel.: 124—290 vagy 119—467.

Termelő részleg, optika, mechanika és műanyag: Üllői út 121. Tel.: 142—655.



3/d. ábra. Több funkciós lélektani műszer. Pálosi Ferenc és Reindl János kezemunkája

BAJA

A bajai Csillagvizsgáló a helyi Tanácshoz tartozik, költségvetéséről is a Tanács gondoskodik, de mint a TIT munkáját is támogató Intézetről, beszámolunk munkásságáról.

Felszerelés. Meglevő és már ismertett felszerelésünk gyarapodása terén a következőket említhetjük:

Elkészült az új kupola álló része. A teljesen vasbetonból készült új kupola a régittől déli irányban fekszik és a jó kilátás biztosítva van.

Beszerezési keretünk terhére vásároltunk egy feszültségstabilizátort, két akkumulátortöltőt, egy Praktika F: 3-as fényképezőgépet, egy erősítőberendezést négy hungszóróval. A Szabadsághegyi Csillagvizsgálótól négy TZK műszert kaptunk, valamint egy teodolitot és egy szögtávesövet. Beszereltünk egy szovjet légi fényképezőgépet, egy Zeiss gyártmányút pedig a budapesti Uránia becsátott rendelkezésre. Beszereltünk egy Heyde gyártmányú csillagászati teodolitot, valamint több kisebb gépet.

Elkészült az 50 cm-es tükörrel rendelkező táveső optikai része a tubussal. Valószínű, hogy mechanikai részének készítését ez évben megkezdjük.

Könyvtárunk főként idegennyelvű könyvekkel gyarapodott. Beszereltünk egy amerikai részletes fotografikus holdatlaszt, több részletes eseh-

szlovák csillagterképet és egy csillagkatalógust. 1961 január 1-ével 14 külföldi szakfolyóirat jár Intézetünk számára, amelyekhez külön könyvszekrényt vásároltunk.

Dobler Mihály egészségi okok miatt megvált az Intézettől és helyébe 1960. júl. 15-ével Sütő Károly mat.-fiz. szakos tanár lépett.

Külföldi kapcsolatok. Ill Márton tudományos főmunkatárs meghívás alapján részt vett az IAU Leningrádban és Pulkovóban tartott Hold-szimposiumon. Itt előadást tartott a Lunyik II becsapódásával kapcsolatos megfigyeléseinkről, illetve annak lehetséges értelmezéséről.

1961. márc. 6-tól egy hónapig Ill Márton a kultúrcsere egyezmény keretében a Magyar Tudományos Akadémia jóváhagyásával a Német Demokratikus Köztársaságban tartózkodott tanulmányúton. A mesterséges holdak fotografikus észlelésének módszereit tanulmányozta a potsdami akadémiai Csillagvizsgálóban, a jénai Egyetemi Csillagvizsgálóban, a rodewischi és bautzeni mesterséges hold megfigyelő állomáson.

Tapasztalatai alapján Intézetünkben is megvalósította a mesterséges holdak fotografikus észlelését, ami a megfigyelés pontosságát nagymértékben fokozza. Azóta a rodewischi és bautzeni megfigyelő állomásokkal kooperációs megfigyeléseket végzünk.

A Német Dem. Közt. Meteorológiai és Hidrológiai Szolgálat kühlingsborni Ionoszféra kutató Observatóriumából nálunk járt dr. K. Sprenger s megbeszéltük vele az 1961. febr. 15-i napfogyatkozással kapcsolatos ionoszféra megfigyeléseket.

Intézetünkben járt 1960 őszén dr. Erich Bartl, a jénai csillagvizsgáló tudományos munkatársa, majd a jugoszláviai napfogyatkozási expedíció befejeztével ismét felkeresett bennünket és értékes tapasztalatcserére került sor.

A mesterséges holdak megfigyelésében a kinoteodolitos módszerrel dolgoztunk 0,1 fok pozíció meghatározási pontossággal és 639 pozíciót mértünk. A fotografikus módszerre a beszámolási időszak vége előtt kevéssel térünk át.

A Szovjetunió illetékes szervétől a bajai 113. sz. állomás kollektívája diszoklevelet kapott a Föld mesterséges holdjai megfigyelésében végzett aktív segítségért.

Multiplieros fotométerünk segítségével változók fénygörbéit észleltük. Az RR Lyr, CO Aur, SY UMa, BQ Gem, BN Gem és W Boo változócsillagokról 5137 észlelést végeztünk.

Naptevékenység észlelése terén minden derült napon legalább két sárgaszűrős felvételt készítünk és kiegészítjük fotoszféra rajzzal. Napfoltszám-lálást végzünk és tanulmányozzuk a foltok fejlődését.

Ionoszféra észlelések regisztrálása folyamatosan történik. A februári napfogyatkozással a kühlingsborni Observatóriummal kooperációban 3 hónapon át végeztünk speciális megfigyelést, amihez az Orsz. Meteorológiai Intézet Pestlőrinci Observatóriuma adott segédműszereket.

A napfogyatkozás megfigyelése céljára külön műszert készítettünk és 123 sikeres felvételt készítettünk. Érdekesek voltak a kísérőjelenségek:

AZ 1961. II. 15-I NAPFOGYATKOZÁS



Bajai Csillagvizsgáló

4. ábra. Sorozatfelvétel az 1961. február 15-i részleges napfogyatkozásról. A Bajai Csillagvizsgáló felvétele

a hőmérséklet érezhetően csökkent, a fű deresedett, a galambok, tyúkok nyugovóra tértek, a napfogyatkozás elmúltával a kakasok élénk kukorékolásba kezdtek.

A fogyatkozás tartama alatt Intézetünkben tartózkodtak a miskolci Uránia munkatársai Szabó Gyula vezetésével, megtekintették berendezéseinket és felszereléseinket.

Ismeretterjesztő előadásokat összesen 121 napon 207 alkalommal tartottunk, bemutatóval. Üzemekben, tsz-ekben, művelődési házakban 35 esetben tartottunk előadást. A komolyabban érdeklődők számára havonta külön előadást tartottunk 60—70-es létszámmal. A bemutatások résztvevőinek száma igen változó, néha 5 embernek mutattunk be, de volt eset, hogy 150—160-an jelentek meg. Nemegyszer a bemutatás jóval éjjeli utániig elhúzódott.

Borbás Mihály
az Intézet vezetője

EGER

Az elmúlt időszak kiemelkedő eseménye az egeri csillagászati szakkör megalakulása. A szakkör tagjai közül kilencen vettek részt az országos előadóképző tanfolyam vizsgáján, ahol 6 hallgatónk dícséretet, 3 pedig előadói képesítést kapott.

A bemutatások fő időszaka a Csillagászati Hét volt, ezenkívül 19 alkalommal tartottunk bemutatót.

Kapcsolatot kerestünk a miskolci csillagászati szakkörrel, azok ellátottak hozzánk, mi pedig az ő vendégszeretetüket élveztük.

A szakkör fő munkája jelenleg az egeri Csillagászati Múzeum létrehozása. A helyiségek rendbehozatala után a jelenleg Budapesten levő egeri műszerek egy része ebben a múzeumban nyer elhelyezést.

Dr. Zétényi Endre

KALOCSA

A kalocsai Haynald Observatóriumban működő Uránia Bemutató Csillagvizsgáló az elmúlt időszak alatt 25 alkalommal tartott távcsöves bemutatót összesen 300 fő, főként diák számára.

A csillagászati szakkör rendszeresen folytatta munkáját.

A Napról 110 rajzot készítettünk.

445 észlelést végeztünk az AF Cyg, VZ Caml, WZ Cas. és U, Mon változócsillagokról.

Megfigyeltük a Jupiter sávjainak változását 35 esetben.

A Vénusz sarki süvegéről 10, a Mars hósapkájának változásáról 7 megfigyelést végeztünk.

1960 szeptemberében több esetben figyeltük az Echo I. fényváltozásait és a meridiánátmenet időpillanatát.

Az 1961. febr. 15-i napfogyatkozásról számos fényképet készítettünk, fotóluxszal árnyékban mértük a fényesség változást. A megfigyeléseket Gogolak József, Aszódi János, Énisz Péter és ifj. Hegyi Lajos végezték.

Munkánkban igen nagy támogatást kaptunk a budapesti Uránia Csillagvizsgálótól, valamint Balogh János tanártól.

Ifj. Hegyi Gyula
mb. vezető

MISKOLC

Urániánk célja kettős: egyrészt a csillagászati ismeretek széleskörű terjesztése, másrészt a szakosztályi tagok szakmai és metodikai ismereteinek bővítése.

Előadások és bemutatások képezték munkánk gerincét. 1960-ban megyei szervezetünk megbízásából 396 csillagászati előadást tartottunk 26 562 hallgató részére. Ebből 201 előadás a miskolci és borsodi üzemekben, gyárakban, bányászklubokban és munkásszállásokon hangzott el, több mint 15 000 munkás előtt. Falusi előadásaink száma 195 volt s ezen 10 763 személy vett részt. 16 előadást a Csillagvizsgálóban tartottunk mintegy 750 érdeklő

lődő jelenlétében. Mindezt 15 távcsöves bemutató egészítette ki. Ezeken kívül havonta egyszer szakosztályi értekezletet tartottunk az előadások anyagának szakmai és módszertani megbeszélésére.

Jelenleg két felnőtt és egy ifjúsági csillagászati szakkör működik. Szakköreink részint gyakorlati jellegűek, részint pedig a Kulin—Zerinváros: A távcső világa c. könyv feldolgozásával a tudnivalók elsajátítására irányul.

Az elmúlt időszakban munkatársaink közül Apostol Ince, Fábrián Endre, Elek Árpád, Szabó Gyula, Tóth Kálmán, Suba István és Varga Pál végeztek eredményes munkát. Szakköri vezetők közül Fucker Fridolin, Bulla Dezső, Pálincás Csaba és Veres Ferenc munkája méltó az elismerésre.

Munkatársaink közreműködésével a Csillagvizsgáló szerteágazó tudományos munkát is végzett az égitestek megfigyelése terén.

A miskolci Uránia az elmúlt időszak alatt eredményes munkát végzett a dolgozók természettudományos ismereteinek bővítésében, elősegítette a materialista világnézet kialakítását és a szocialista tudat megerősödését. Mi erre az eredményre vagyunk a legbüszkébbek.

Szabó Gyula

a miskolci Uránia vezetője

AZ EMBER ÁTLÉPTE A KOZMOSZ KÜSZÖBÉT

1961. április 12-e nevezetes dátum marad a csillagászat történetében. *Gagarin* őrnagy sikeres űrrepülésével beléptünk az űrhajózás korába. A *Vosztok* 1. űrhajó a gyakorlat erejével tette reális lehetőséggé az ember űrkeresésének sokat ígérő perspektíváit. Az augusztus 6-án felbocsátott *Vosztok* 2. űrhajón a Földet 17-szer körül repülő *Tyitov* őrnagy pedig már jelentős lépéssel tovább haladt a lehetőség valósággá válásához vezető úton.

A csillagászat fejlődése, csakúgy, mint más tudományé, szorosan összefonódott a társadalmi haladással. Az újabbkori csillagászat megteremtésében is nagy szerepet játszott a középkor alkonyán a hajózás és kereskedelem kényszerítő ereje. A fejlődést emellett a csillagászat saját belső kérdései irányították, melyeknek megoldása nagymértékben függött a rendelkezésre álló műszerektől, a kor technikai lehetőségeinek felhasználásától.

Sokat köszönhetünk a régieknek is, akik a távcső előtti korban végezték megfigyeléseiket. A térbeli és időbeli tájékozódás akkori követelményeinek eleget tudtak tenni és túljutva a látszaton, megtették az első, legnehezebb lépést a Világegyetem szerkezetének megismerése felé vezető úton. A csillagászati távcső azonban minőségi változást jelentett a Világmindenség megismerésében.

A távcsöves csillagászat különösen a fényképezéssel, a szinképlemzéssel, a távcsőre szerelt különféle segédműszerekkel, a modern fizika törvényeinek a csillagászatban alkalmazásával ért el meglepő eredményeket. Az optikai csillagászat mellé már folsorakozott a rádiócsillagászat, és egyre újabb módszerek és eljárások teszik mind tökéletesebbé az égitestekről hozzánk érkező különféle sugárzások tanulmányozását. Világképünk a fényévek milliárdjágáig tángult és a természet törvényei szerint mozgó anyagi világot ismertünk meg a csillagok világában. Mindinkább világossá válik, hogy az ember nemcsak megismerheti a Világegyetem törvényeit, hanem ezeket a törvényeket fel lehet használni a fizikában és más természettudományokban. A csillagászat igen sokat kapott a fizikától, de már megkezdte adósságának törlesztését.

Az eddig elért nagyszerű eredmények ugyanakkor rávilágítottak arra is, hogy a lehetőségeket nem lehet az eddigi, vagy ezekhez hasonló kutatási módszerekkel teljesen kiaknázni. Kimutatták például a Mars bolygó színes foltjaiban szerves molekulák jelenlétét, ami bizonyosság amellet, hogy a Mars bolygón növények élnek. A biológiai, az élet fejlődésének törvényei szempontjából azonban azt is kellene tudnunk, hogy milyenek ezek a növények. Erre már csak a közvetlen vizsgálat adhat feleletet, ha majd az űrhajósok eljutnak a Mars bolygóra. Sok más problémát is csak a közvetlen tanulmányozás oldhat meg. De nemcsak jelenlegi problémáinkra várhatunk feleletet, hanem mindezek ideig teljesen ismeretlen jelenségeket és törvényszerűségeket fedezhetünk fel.

Az űrhajózás valóra válása ezért még jelentősebb minőségi változást hoz a Világegyetem megismerésében, mint annak idején a távcső feltalálása. A megismerésnek ez az útja sem független azonban a társadalmi haladástól. Az űrhajózás kiterjeszti az ember uralmát a természet fölött. Ahhoz azonban, hogy a természet erőit az emberiség érdekében használják fel, az embernek urrá kell lennie a társadalom vak erőin is, és saját magának kell kezébe vennie sorsának irányítását. Ezért bír különös jelentőséggel, hogy az első űrhajót a megvalósult szocializmus országa bocsátotta útjára. Gagarin és Tyitov hazája mindent megtesz annak érdekében, hogy az egész világ tudósainak összefogásával, békés alkotó munkával a tudomány és technika vívmányait az ember felemelkedésének szolgálatába állítsák.

DETRE LÁSZLÓ:

A CSILLAGÁSZAT LEGÚJABB EREDMÉNYEI

A legutóbbi beszámolónk óta is a mesterséges égitestek állnak az érdeklődés középpontjában. A Szovjetunió az 1960. május 15-én felbocsátott első szputnyik-űrhajóval megindította az ember űrrepülésének előkészítését. Ezt a kísérletet 1960. augusztus 19-én, december 1-én, 1961. március 9-én és 25-én újabb szputnyik-űrhajók követték, és a vártnál sokkal előbb, április 12-én megvalósult az első emberi űrutazás. A Voszток 1. szputnyik-űrhajón *Gagarin* repülőőrnagy útjával a Szovjetunió megnyitotta az asztronautika új korszakát.

1961. február 12-én felbocsátott szovjet Vénusz-rakéta érdekessége főleg abban állt, hogy a rakétát egy előzőleg földkörüli pályára kényszerített szputnyikról indították útjára.

Az amerikai mesterséges égitestek közül a legfigyelemreméltóbb az 1960. március 11-én fellőtt Pioneer V volt, mellyel 36 millió km távolságig sikerült fenntartani az összeköttetést. Az 1960. április 1-én és november 23-án fellőtt két Tيروس (Television Infrared Observation Satellite) televízió értékes meteorológiai adatokat közölt különösen a ciklonok keletkezéséről. Nagy fényessége miatt feltűnést keltett az 1960. augusztus 12-én felbocsátott Echo I., egy 30 m átmérőjű műanyagballon, alumíniumbevonattal, amelyet pályáratérés után benzoesavval fújtak fel. A Discoverer XIII volt 1960. augusztus 10-én az első visszatérő mesterséges hold. 1961 május 5-én *Shepard* tengerészkapitány rakétaútjával az amerikaiak is hozzájárultak az ember űrrepülésének tanulmányozásához.

A legérdekesebb új eredmény, amelyet a mesterséges holdakban elhelyezett műszerek segítségével kaptak, a Földet körülvevő porréteg felfedezése volt. *Whipple* eredményei szerint a porréteg sűrűsége belső részén százezerszer akkora, mint az interplanetáris poré. A por sűrűsége a Földtől való távolsággal csökken, de csak 150 000 km távolságban megy át az állatövi fényt előidéző porrétegre. A por legnagyobb része rendkívül kicsi, 10^{-9} gramm nagyságrendű részecskékből áll. *Whipple* szerint a földkörüli porfelhő meteoriteknek a Holdra csapódása alkalmával a Holdról elszabaduló portól származik.



5. ábra. J. A. Gagarin bratagi, aki a Vosztok 1. szputnyik-
űrhajóján először lépett meg a Földre!

gömbi szimmetriától való eltérése! Például a Föld lapultsága milliószor nagyobb hatást hoz létre a mesterséges holdak pályájában, mint a Holdéban. Sőt a gravitációs mező vizsgálata a mesterséges holdak segítségével felülmúlja a gravimetriai méréseket is, minthogy a gravitációs mező aszimmetriájának hatása a mesterséges holdak mozgásában akumulálódik. Így legújabbban meg lehetett határozni a Vanguard II és III mesterséges holdakról a Baker-Nunn kamarákkal készült felvételek analizéséből a földi egyenlítő ellipticitását. Az egyenlítő leghosszabb és legrövidebb átmérőjének különbségére 410 méter adódott, a nagytenyegy geográfiai hosszúságára pedig -33° .

A mesterséges holdakban elhelyezett műszerek útján nyert eredmények mellett igen fontosak a pálya kicsi változásaiából nyerhető információk is. Az égi mechanika nagy fejlettsége dacára a mesterséges holdak mozgásának elméletét most kellett kidolgozni a csillagászoknak, mert a valódi holdak, amelyek mozgását kidolgozták, sokkal távolabb keringenek bolygójuktól, mint a mesterséges holdak a Föld körül. Amellett pályasíkjuk hajlása az egyenlítőhöz is nagy a valódi holdakéhoz képest. Különösen a szovjet és amerikai kiadványokban állandóan igen sok értekezés jelenik meg az utóbbi időben a mesterséges holdak mozgásáról.

A mesterséges holdak segítségével igen jól vizsgálható a Föld gravitációs mezejének a

Részletesen kidolgozták a légkörnek a mesterséges holdak mozgására gyakorolt hatásának elméletét és így sikerült új adatokat kapni a felső légkör sűrűségére. Újabban kiderült, hogy a légkör sűrűsége változik a naptevékenységgel. 180—300 km között napfoltmaximum idején a sűrűség 20%-os ingadozásokat mutat. 300 km-en felül a változások túlnyomórészt a napszakokkal függenek össze. 400 km magasságban a légkör sűrűsége nappal még csak 1,7-szer nagyobb, mint éjjel, de 700 km-től felfelé már tízszer.

Az amerikai tengerészet az amerikai kontinensen keresztül hatalmas radarhálózatot épített ki rádióleadóval nem rendelkező mesterséges égitestek megfigyelése céljából. A berendezés annyira érzékeny, hogy sikerült egy a Föld körül 600 km magasságban keringő 5 m hosszú drótot felfedezni, amely valamelyik amerikai mesterséges hold roncsa. A radarberendezés a pozíciókat számológépbe továbbítja, amely kiszámítja a pályát.

Mesterséges égitestek tömeges felbocsátása ellen már megtörtént az első tiltakozás csillagászok részéről. Nagyobb számú olyan fényes mesterséges hold, mint az Echo, már erősen zavarná a csillagászati fényképezést. De különösen erős tiltakozást váltott ki a nagytávolságú televíziós adások céljából felvetett az a terv, hogy létesítsenek a Föld körül egész övet parányi, de nagy számú dipólusból. Ha ez a terv megvalósulna, a legnagyobb mértékben zavarná a rádiócsillagászati kutatásokat.

Franciaországban, Nancy közelében, részben befejezték egy hatalmas rádióteleszkóp építését. A teleszkóp mozgatható része 200×40 m felületű siktükörből áll, mely egy kelet—nyugat irányú tengely körül forgatható. Ez a meridián közelében levő rádióforrásokról jövő sugarakat egy szilárd felállítású 300×35 m felületű gömbtükörre vetíti, és ez a két tükör között egy kelet—nyugat irányban mozgatható antenára gyűjti a sugarakat. Így elérik, hogy a rádióforrás, delelése alkalmával, 1 óra hosszat megfigyelhető.

A Jodrell Bank-i rádióteleszkóptól 60 km-re nyugatra felállított segédantennákkal a leghosszabb alapvonalú rádióinterferométert létesítették. Ezzel $3''$ feloldást lehet elérni, és így a legtöbb rádióforrás átmérőjére az eddiginél kisebb felső határt lehet szabni. Az interferométerrel 189 cm hullámhosszon 91 rádióforrás átmérőjét határozták meg. Ezek a mérések azért fontosak, mert így gyenge rádióforrásokról is megállapítható, hogy felületi fényességük komparábilis-e a Cygnus A-rádióforrásával, ami azt jelentené, hogy a Cygnus A-hoz hasonló objektumok. A 91 rádióforrás közül 7 olyant találtak, melyeknek átmérője kisebb $3''$ -nél és felületi fényességük legalább olyan erős, mint a Cyg A forrásé. Ezek a rádióforrások nyilván igen távoli különleges extragalaxisok, vagy extragalaxis-párok. A pontos helymeghatározás

alapján, amit az új interferométer lehetővé tesz, sikerült a 14N5A 4'5" átmérőjű rádióforrást fényképfelvételen azonosítani. Színkép-vonalai 150 000 km/sec távolodási sebességnek megfelelő vöröseltolódást mutatnak. *Hoyle* szerint van egy teoretikus alsó határ a rádióforrások megfigyelhető szögátmérőjére és pedig különböző kozmológiai modellekre ez a határ más és más. A Cyg A-hoz hasonló objektumokra a változatlan állapotú világegyetemre az alsó határ 4", az *Einstein—de Sitter* világegyetemre 15". Az új eredmények szerint a rádióforrások jelentős részének kisebb az átmérője 4"-nél is.

Minkowski jelentős munkát végzett az 5 méteres tükörteleszkóppal rádióforrások optikai képének kutatásában. Az egyik legérdekesebb eredménye a 3C295 rádióforrás azonosítása. Ez a forrás 10-szer kisebb és 70-szer gyengébb a CygA-nál. A fényképfelvételek a rádióforrás helyén galaxishalmazt mutatnak, melynek legfényesebb két tagja 19,0 és 20,9 fényrendű. Az utóbbi színképében erős emissziós vonal mutatkozik, és így minden bizonnyal ez a rádióforrás (*ApJ* 132. 908). *Baum* a halmaz két tagjáról sokszínfotometriai méréseket végzett, és ebből a vöröseltolódásra 132.00/km/sec távolodási sebességnek megfelelő értéket kapott.

Rendkívül érdekes kísérletet tett *Davies* az intersztelláris mágneses tér erősségének meghatározására. Az erős rádióforrások színképében a Tejútrendszer spirálkarjaiban elhelyezkedő hidrogénfelhők 21 cm-en abszorpciós vonalat hoznak létre, és ha van intersztelláris mágneses tér, a vonalon ki lehet mutatni a Zeeman-effektussal járó polarizációs effektusokat. A Jodrell Bank-on végzett mérések nem tudtak kimutatni Zeeman-effektust, és eszerint a mágneses tér kisebb, mint 4×10^{-6} gauss. Ez a felső határ is ötször kisebb az elméletileg levezetett érték-nél (*Nature* 187. 1088).

Heeschen amerikai rádiócsillagász extragalaktikus rádióforrásokra megszerkesztette az első abszolút fényesség-színindex-diagramot (*AJ* 65. 346). A színindexre a 68,2 és 21,4 cm-es hullámhosszú sugárzási fluxusok közti különbséget használta fel. Kilenc ismert távolságú forrás látszólagos fényességéből és távolságából kiszámította az abszolút fényességet. A diagramban a kilenc forrás egy ág mentén helyezkedik el, úgy, hogy kis abszolút fényességnek kis színindex, nagy abszolút-fényességének nagy színindex felel meg. Érdekes, hogy a legkülönbözőbb galaxisok ugyanazon ág mentén helyezkednek el.

A radarszillagászat az utóbbi időben igen nagy fejlődésnek indult. Jelenleg már külön tudjuk észlelni a Hold egyes részeiről visszaverődő rádióhullámokat, tekintve, hogy rendkívül fokozni tudták az idő- és frekvencia-szétválasztás pontosságát. A holdkorong közepéről visszaverődő hullámok előbb érkeznek vissza, mint a szélekről. Azonkívül a Hold tengelyforgása miatt a Hold egyik fele közeledik, a másik távo-

lodik tőlünk, és a visszaverődő hullámok Doppler-frekvencia-változása ennek megfelelően más és más lesz a holdkorong különböző részein. Az idő- és frekvencia-eltolódás révén elkülöníthetők a Hold különböző részeiről reflektált hullámok. *Pettengill* igen érdekes térképet közölt a Hold különböző részeiről történt reflexiók erősségéről (Proc. I.R.E.). Remény van arra, hogy radar segítségével hamarosan meg tudjuk határozni a Vénusz tengelyforgási idejét.

Mint ismeretes, a szupernova-maradványok erős rádióforrások. Minthogy a szupernova által kidobott anyag expandál, a rádiósugárzásnak idővel gyengülni kell. A legerősebb rádióforrás, a Cas A is szupernova-maradvány, kora kb. 260 év. *Skłowski* szovjet csillagász kiszámította, hogy ha a rádiósugárzás elektronok szinkrotron-sugárzása, és a mágneses tér a szupernova által kidobott köd sugarának négyzetével csökken, a Cas A fluxusának évi 2%-kal kell csökkennie (Szovj. AZs 37. 256). Már most erről a rádióforrásról három megfigyelési sorozat van, részben a cambridge-i, részben a Green Bank-i rádiócsillagászati obszervatóriumból. Az első sorozat 1948-ban, a második 1956-ban, a harmadik 1960-ban készült. Minthogy az abszolút rádiófluxus mérése igen nehéz, a Cas A fluxusát az extragalaktikus és állandónak feltételezhető Cyg A forrásával hasonlították össze. A mérési eredmények igazolják, hogy a Cas A fluxusa csökkenőben van, éspedig évente több mint 1%-kal (Nature 168. 555).

Blackwell és *Ingham* angol csillagászoknak a bolíviai chacaltay-i kozmikus sugárzási állomáson 5600 m magasságban végzett rendkívül pontos megfigyelések útján végre sikerült tisztázniuk az állatövi fény természetét (ld. MN 122. 113—176). Bár már *Cassini* azt állította, hogy az állatövi fényt az interplanetáris poron visszaverődő napfény okozza, újabban inkább azt hitték, hogy az állatövi fény túlnyomórészt elektronokon való szóródás következtében jön létre. Erre a feltevésre főleg a polarizációs mérések vezettek. Az állatövi fény erősen polarizált, és a polarizáció a Naptól való távolsággal nő. Ezt a megfigyelési eredményt a napfénynek elektronokon való szóródásával meg lehet magyarázni, ha feltételezzük, hogy a Föld közelében az elektronsűrűség 1000 elektron cm^3 -enként. De nehezen volt érthető, hogy miért koncentráliódik akkor az állatövi fény az okliptika, illetve pontosabban a Jupiter-pálya síkjában. A szputnyikok segítségével végzett mérések is azt mutatták, hogy az interplanetáris gáz sűrűsége igen kicsi. *Blackwell* és *Ingham* a kérdést spektroszkópiai úton döntötte el. Ha az állatövi fény elektronokon való szóródás eredménye volna, az elektronok nagy sebessége miatt az állatövi fény színekében a napszínkép Fraunhofer-vonalai szétkenődnének. Igen fényerős berendezéssel, több éjjelen át összesen 7 órás kintartással készített színeképfelvételek viszont most mutatták a Fraunhofer-vonalakat. A napfény tehát túlnyomórészt

az interplanetáris poron szóródva hozza létre az állatövi fényt. Érdekes eredmény még, hogy napkitörések után az állatövi fény fényessége kicsit növekszik, mert napkitörésekkel az interplanetáris elektron-sűrűség nagyobbodik.

A princetoni stratoscope-program keretében végzett felszállások alkalmával készített napfelvételsorozat alapján most sikerült először kielégítően meghatározni a napgranulák élettartamát. Schwarzschild eredménye az átlagos élettartamra 8,6 perc, kétszer akkora, mint amennyi a Föld felszínéről készített felvételekből adódott. Ez mutatja, milyen kedvezőtlenül befolyásolta ezeket a megfigyeléseket a légköri turbulencia.

Danjon francia csillagász kimutatta, hogy a Föld tengelyforgása az eddig ismert szekuláris és évszakos változások mellett a napkitörésekkel is változik. A változások megfelelnek az impulzuszórási momentum 6×10^{32} g cm²/sec változásának, ezt pedig megmagyarázná a légkörben 220 cm/sec sebességű, a Föld forgásával ellentétes irányú szél. Úgy látszik, a napkitörésekkel a légkörbe kerülő ionfelhők létrehozhatnak ilyen szelet.

Babcock az 5 méteres teleszkóp coude-fókuszában elhelyezett körös polarizációs analizátorával végzett megfigyelései folyamán a HD 215441 AOp színektípusú csillagról kimutatta, hogy felületén 34 400 gauss erősségű mágneses tér van. Ez eddig a legnagyobb mágneses terű csillag. A csillag színeképeiben sok vonal Zeeman-komponenseire való bomlását direkt meg lehet figyelni. A mágneses térerősség és a radiális sebesség szabálytalan ingadozásokat mutat. A csillag felületén a mágneses energiasűrűség $4,6 \times 10^7$ erg/cm³. A mágneses nyomás a külső rétegekben felülmúlja a gáznyomást (ApJ 132. 521).

Dibai szovjet csillagász érdekes vizsgálatot közölt az üstökös-szerű ködök keletkezéséről (Szovj. A. Zs. 37. 16). Az ilyen ködök világítását a köd csúcsában elhelyezkedő csillag okozza. A ködök gyakran csatlakoznak nagyobb diffúz ködökhöz. Dibai érdekes észrevétele, hogy az üstökös-szerű köd tengelye a felé a csillag felé irányul, amely a nagyobb diffúz köd világítását gerjeszti. Ugyanez a helyzet a diffúz ködök határára fellépő sötét, ún. elefántormány ködökkel, mint amilyen pl. a Lófej-köd. Így ezek a ködök az üstökös-szerű ködöktől csak abban különböznek, hogy nincs bennük külön megvilágító csillag. Dibai szerint az üstökös-szerű, meg az elefántormány ködök is diffúz gáz-ködök sűrűbb részei. Ezt a sűrűbb részt, amikor az expandáló diffúz köd odaér, az ionizált gáz melegíti és összenyomja, mégpedig legjobban a diffúz gáz világítását és expanszióját okozó csillag felé mutató tengelyen. Az összenyomódás elősegíti az összenyomott és lassan kúp alakot felvevő sűrűsödés csúcsában a csillagképződést. Amikor a csillag kialakul, a sötét ködből üstökös-szerű világító köd lesz. Így az üstökös-szerű

ködök két csillag hatására keletkeznek. Az egyik, a diffúz köd világitását okozó O vagy B csillag felelős a köd alakjáért, a másik, legtöbbször T Tauri-típusú csillag pedig a fényéért.

Courtes francia csillagásznak sikerült optikailag is kimutatni a Tejútrendszer központja körül expandáló hidrogénfelhőt, amelyet nemrég *Oort* a 21 cm-es rádiósugárzás révén talált. Amíg a rádiómegfigyelések a HI felhőt mutatták ki, *Courtes* most a HII-komponenst tudta kimutatni. A felvételek a H alfa fényében *Fabry—Pérot* interferométerrel sikerültek. A gázfelhők expanziós sebességére az optikai megfigyelésekből ugyanaz az érték adódott, mint a rádiómegfigyelésekből.

Kerr szerint (*Nature* 188. 216) kisebb sebességgel a spiráliskarok is expandálnak. Úgy gondolják, hogy az intersztelláris mágneses mezőkben a gáznak hatalmas méretű áramlása folyik, a Tejút síkjában kifelé, majd a Tejútrendszer haloján keresztül vissza a centrum felé. *Pawsey* a 21 cm-es sugárzás révén tényleg kimutatta, hogy a Nap közelében a gáz a Tejút síkjának mindkét oldalán a Tejút síkja felé mozog (*Nature* No 4769).

Budapest, 1961. május 10.

E. R. MUSZTYEL

a Szovjet Tudományos Akadémia levelező tagja:

A SZOVJET ASZTROFIZIKA SIKEREI A KOZMOSZ TANULMÁNYOZÁSÁBAN

Az asztrofizika ma a csillagászat legfontosabb ága. Ez a tudomány az égitestek, tehát a csillagok, ködök, a csillagközi anyag, a Nap, a Hold, a bolygók és holdjaik, a bolygókközi anyag, az üstökösök, meteorok és meteoritok fizikai állapotát és kémiai összetételét tanulmányozza. Az asztrofizika egyik alapvető feladata, hogy kidolgozza az égitestek keletkezésének és fejlődésének problémáit.

Az asztrofizikai kutatás a megfigyeléseken alapszik. A csillagászok azután feldolgozzák megfigyeléseiket és magyarázatukra felhasználják a matematika, fizika, kémia és más tudományok törvényeit.

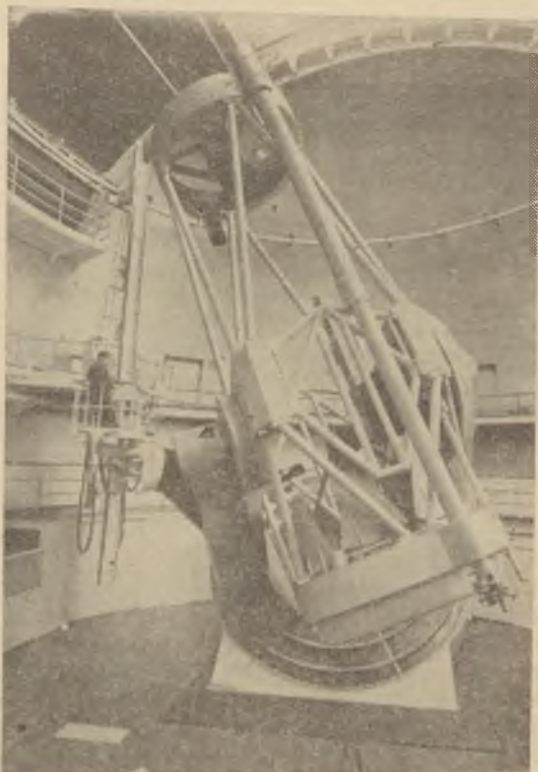
A körülöttünk levő világmindenségről a legtöbb értesülést távcsöveink segítségével nyerjük, melyek legfontosabb segédberendezéseikkel együtt a csillagvizsgálókban vannak elhelyezve. Itt végzik a csillagászok megfigyelő munkájukat.

Jelenleg a Szovjetunióban számos, modern csillagvizsgálóban folyik asztrofizikai kutatás. A Szovjetunió egyik legnagyobb asztrofizikai intézete a Szovjet Tudományos Akadémia krími asztrofizikai obszervatóriuma. Ez a csillagvizsgáló a Krím-félsziget közepén helyezkedik el, 30 km-re Szinferopoltól, 600 m tengerszintfeletti magasságban. Igen jól fel van szerelve a legmodernebb asztrofizikai berendezésekkel. Itt állították fel 1960-ban a Szovjetunió és egész Európa legnagyobb távcsövét, melynek tükrórátmérője 2,6 m. A teljes egészében a Szovjetunióban elkészített távcsőnek és kupolájának képét a 6. és 7. ábrán láthatjuk. Ezenkívül már évek óta működik itt egy kitűnő toronyteleszkóp és más, a Nap tanulmányozására alkalmas műszerek.

Az asztrofizika, különösen pedig a csillagok és a Nap kutatása terén nagy munkát végeznek a pulkovói csillagvizsgálóban is.

Az ország déli részein a Kaukázusban és Közép-Ázsiában levő obszervatóriumok munkája szintén nagy figyelmet érdemel. Ezek a csillagvizsgálók majdnem mind a szovjet hatalom alatt épültek. A Kaukázusban van az abasztumani, a bjurakáni és az azerbajdzsáni, Közép-

Ázsiában pedig a taskenti, alma-atai és a sztalinabadi obszervatórium. Az örmény Tudományos Akadémia Bjurakáni Csillagvizsgálójában nemrégiben nagy fényerejű távcsövet állítottak fel, melynek tükör-
átmérője 1 m.



6. ábra. A Szovjet Tudományos Akadémia Iráni Asztrofizikai
Obszervatóriumának 2,6 méteres refraktora, Európa legnagyobb
távcsőve

Szólnunk kell még az asztrofizika egyik igen fontos ágáról, a rádió-
csillagászatról is, amely ugyan nem régi tudomány, de már is igen
figyelemreméltó eredményekkel dicsekedhetik. Az asztrofizikai problé-
mák jelentős részét csakis rádiócsillagászati módszerek segítségével
oldhatjuk meg. Napjainkban a Szovjetunióban már egész sor rádió-
távcső működik, melyek közül a Pulkovóban és Szerpuhovban (200
km-re D-re Moszkvától) a Szovjet Tudományos Akadémia Fizikai
Intézetében levők meglehetősen nagyok. Ez utóbbi különösen tökéletes

műszer, melyet a rövidhullámú spektrumtartomány (mm, cm, dm) kutatására szerkesztettek.

A legutóbbi időkig az asztrofizika még teljesen megfigyelésen alapuló tudomány volt. Az összes megfigyeléseket a Föld felszínéről végezték. Amikor azonban a Szovjetunióban sikerrel felbocsátották a Föld első mesterséges holdját (1957. okt. 4.), valamint az első kozmikus



7. ábra. A Szovjet Tudományos Akadémia krími Asztrofizikai Observatóriumu 2,6 méteres távcsövének kupolája

rakétát (1959. jan. 2.), új lehetőségek tárultak fel az asztrofizika előtt, mivel az égitestek most már közvetlen közelből is tanulmányozhatók. Az asztrofizika tehát egyre inkább kísérleti tudománnyá válik.

Jelen beszámolóinkban felsoroljuk a távcsövek és mesterséges égitestek segítségével kapott új szovjet eredményeket. Természetesen meg kell elégednünk a legérdekesebb eredmények ismertetésével. A felsorolást a hozzánk legközelebb eső égitesttel, a Holddal kezdjük, és fokozatosan térünk át a távolabbi égitestekre.

Hold

A Hold, Földünk egyetlen természetes kísérője már régóta foglalkoztatja az emberiséget. Mint ismeretes, a Holdon ninesen sem víz, sem valamelyest is sűrű légkör, felszínén a sík, helytelenül tengernek nevezett területeket hegyvidékek választják el egymástól. A Holddal kapcsolatban azonban még sok probléma nincs tisztázva. Ezek közül többnek a megoldása lehetővé vált a szovjet holdrakéták segítségével. Pl. az 1959. szeptember 12-én felbocsátott szovjet kozmikus rakéta műszereinek segítségével sikerült megállapítani, hogy ha a Hold fel-

színén van is valamilyen mágneses tér, az mindenesetre nagyon kicsiny, kisebb, mint 60 gamma. Ez az eredmény igen fontos a földmágnesség keletkezése kérdésének megoldása szempontjából.

A Holddal kapcsolatos izgató találgatások egyike volt, hogy milyen lehet a Hold tulsó, tőlünk nem látható oldala. A Hold ugyanis mindig csak egyik felét fordítja felénk, így a másikat sohasem láthatjuk. Ezt



8. ábra. A Szovjet Tudományos Akadémia Krími Asztrofizikai Observatóriumának toronyteleszköpe

a rejtélyt megoldottuk. Mint ismeretes, az 1959. október 7-én kilőtt 3. szovjet kozmikus rakéta sikeresen lefényképezte a Hold másik oldalát. Csak nemrég látott napvilágot az a részletes holdtérkép, amelyet a Sternberg Intézetben, valamint a pulkovói és karkovi csillagvizsgálóban végzett aprólékos munka alapján készítettek el, mindazon részletek feltüntetésével, melyeket a rakéta berendezései észleltek.

A Hold tulsó oldaláról készített felvételeken túlsúlyban vannak a hegyes vidékek, a látható részen elterülő tengereknek megfelelő sík terület pedig csak nagyon kevés akad. Igen jól megfigyelhetőek a Hold déli és egyenlítő-menti részein elhelyezkedő krátermezők.

N. A. Kozirev pulkovói csillagász nemrégiben az Alfonsus holdkráterben érdekes és szokatlan spektroszkópai jelenséget figyelt meg. Ez a jelenség arról tanúskodik, hogy a holdfelszín egyes helyein világító gáztömegek törnek elő. Lehetséges, hogy ez a Hold vulkanikus tevékenységének maradványaival van összefüggésben.

1960 decemberében a pulkovói csillagvizsgálóban ülésezett a Nemzetközi Csillagász Konferencia, melyen a Holddal kapcsolatos problémákat vitatták meg. Ezen a konferencián igen sok érdekes előadás hangzott el.

Vénusz

A Naprendszer bolygói közül a Vénusz a legközelebbi szomszédunk. A legnagyobb közelállás esetében a Föld és a Vénusz közötti távolság mindössze 40 millió km, ennek ellenére a Vénuszról csak nagyon keveset tudunk. Ennek oka abban rejlik, hogy a Vénuszt mindig sűrű felhőréteg takarja, amely meggátolja a bolygó felszínének megfigyelését. Indokolt azonban az a feltételezés, hogy a Vénusz felületéről kisugárzó rádióhullámok akadály nélkül áthatolnak légkörén. Az amerikai csillagászok a dm-es hullámsávban megmérték a Vénusz rádiósugárzását és kimutatták, hogy a bolygó felszínének hőfoka nagyon magas, 300 C° nagyságrendű. A Szovjetunióban a mm-es hullámsávban végzett mérések is azt bizonyítják, hogy a Vénusz felületén magas hőmérséklet uralkodik. Ez azzal magyarázható, hogy a Vénusz sűrű légköre a mi üvegházainkhoz hasonló állapotot teremt a bolygó alsó légrétegeiben.

Új korszakot nyitott meg a bolygó kutatásban az 1961. február 12-én a Vénusz irányában felbocsátott kozmikus rakéta. E kimagasló esemény azt ígéri, hogy az emberiség a közeljövőben meg fog szabadulni azoktól a korlátoktól, amelyet a Földön elhelyezett távcsövek jelentenek számára.

Bolygóközi anyag

A bolygóközi tér nem üres. Ezt a teret főként gáz (protonok és elektronok), valamint aprószemű por tölti ki. Igaz ugyan, hogy a gázok és a por sűrűsége nagyon csekély, azonban egyes elméleti és gyakorlati problémák szempontjából nélkülözhetetlen a bolygóközi gáz és por tanulmányozása. Ilyen probléma például a földi nagytávolságú rövid-

hullámú összeköttetés lehetőségeinek előrejelzése, amelyről a továbbiakban még beszélni fogunk. A Naprendszer térségében uralkodó viszonyok ismerete igen fontos a jövő bolygóközi utazásai szempontjából is.

Az első amit tudnunk kell az, hogy milyen a bolygóközi tér gáz-, illetve porsűrűsége, és milyen a gáz és por relatív előfordulási gyakorisága. Figyelembe kell vennünk azt is, hogy a bolygóközi teret betöltő gázok és por hozzák létre az ún. állatövi fényt, amely az éjszakai sötét égbolton az állatövi csillagképek területén gyenge fénysugárzás alakjában figyelhető meg.

V. G. Feszenkov akadémikus behatóan tanulmányozta az állatövi fény eredetének kérdését és meggyőző érveket hozott fel annak alátámasztására, hogy ezt a jelenséget főleg a por és nem a gázok által szétszórt napsugarak hozzák létre. Ez arra a fontos következtetésre vezet, hogy a bolygóközi gázok sűrűsége nagyon csekély, és pedig a Naptól földtávolságnyira 1 cm^3 -ben legfeljebb néhány tucat elektron található. Ezen feltevés helyességét igazolja az első és a második szovjet kozmikus rakéta segítségével nyert és már közzétett adatok elemzése, valamint *Blackuel* angol csillagásznak az állatövi fény színképelemzésére vonatkozó eredménye.

Meteorok, meteoritek

A meteorok, vagyis a bolygórendszerünkben mozgó apró szilárd testek, valamint a meteoritek, a Föld felszínét néha elérő nagyobb testek tanulmányozása különösen nagy jelentőségű a bolygóközi utazások szempontjából, ugyanis a bolygóközi űrhajó összeütközése meteorittal vagy akár meteorral nagy veszélyeket rejthet magában, mivel ezen testek rendszerint nagy, másodpercenként több 10 km-es sebességgel mozognak. A harmadik szovjet mesterséges hold és az első szovjet kozmikus rakéta kutatásai alapján azonban kiderült, hogy a meteor és a mikrometeor veszély meglehetősen kicsiny.

A Szovjet Meteorbizottságban, melyet V. G. Feszenkov akadémikus vezet, állandóan nyilvántartják és tanulmányozzák a Szovjetunió területére hulló meteoriteket. Ennek folyamán gazdag kutatási anyag gyűlik össze, amely lehetővé teszi, hogy a meteorok eredetének bonyolult problémáját megoldjuk. Különösen részletesen tanulmányozzák a nagy Tunguz meteoritot, amely 1908-ban esett a Földre, és számtalan kísérő jelenséget váltott ki. A kapott eredmények elemzéséből arra lehet következtetni, hogy ez esetben a Föld egy üstökös magjával ütközött össze.

Nap

A Nap, ez a hatalmas izzó gázgömb, bolygórendszerünk központi teste. A Nap tanulmányozásának jelentősége a következőkkel világhítható meg.

1. Jól tudjuk, hogy a csillagok, beleértve a legközelebbi csillagot: a Napot is, sajátságos fizikai laboratóriumok, amelyekben az anyag gyakran olyan állapotban van, melyet a Földön nem lehet kísérletileg előállítani. A felgyülemlett adatok összességéből kitűnik, hogy a Nap és a rajta végbemenő fizikai folyamatok tanulmányozása új lehetőségeket tár fel a modern fizika egyes alapvető fejezeteinek fejlődéséhez. Rá kell mutatnunk pl. arra, hogy a magenergia és a hidrogén részvételével lefolyó termikus magreakciók korszakalkotó gondolata első ízben a Nap energiaforrásainak tanulmányozása során vetődött fel. Nagy jelentőségű továbbá a napfoltok mágneses terében levő gázok viselkedésének tanulmányozása az irányítható termikus magreakciók szempontjából. A Nap aktív területein kozmikus sugárzás keletkezik, ezért a Napon végbemenő fizikai folyamatok vizsgálata elsőrendű fontosságú a kozmikus sugárzás eredetének tisztázására.

2. A Napnak, mint a legközelebbi csillagnak, tanulmányozása feltétlenül szükséges a csillagok keletkezése és fejlődése, az elemeknek a Világmindenségben történő keletkezése és átalakulása, valamint a Naprendszer és a Föld keletkezése problémáinak tisztázásához. Minthogy a Nap közel van hozzánk, lehetőségünk nyílik olyan problémák megoldására, melyek hozzáférhetetlenek lennének a többi csillag tanulmányozása útján.

3. Az utóbbi időben különösen fontos gyakorlati és elméleti jelentőségre tett szert a rövidhullámú rádióösszeköttetési és rádiólokációs viszonyok előrejelzésének problémája. A légkör felső rétegének fizikai állapota, valamint a Föld mágneses terének változása ugyanis gyakorlatilag teljesen a Naptól és az annak felületén lejátszódó folyamatoktól függ.

A Szovjetunióban a Nap rendszeres észlelésére speciális napszolgálatot létesítettek, melynek az a feladata, hogy a Nap felületén lejátszódó összes jelenségeket naponként feljegyezze. A Szovjetunió napszolgálatának állomásai a Távols-Kelettől Lvovig helyezkednek el, és így a Napot majdnem folyamatosan figyelemmel tudják kísérni. E tekintetben a Szovjetunió napszolgálatja egyedülálló az egész világon.

A napszolgálat feljegyzi a napfoltok számát, megállapítja területüket, értékeli a foltok mágneses terét, tanulmányozza a kromoszférikus flereket, a napkoronát stb. A Nap légköre legkülső részének, a napkoronának megfigyelésére különleges hegyi koronaállomásokat szerveztek. Európa legmagasabb hegye, az Észak-Kaukázusban levő Elbrusz

közelében működik egy ilyen állomás, 2100 m tengerszint feletti magasságban (l. 9. sz. ábra). *M. N. Gnyevisev*, az állomás igazgatója sok figyelemreméltó összefüggést állapított meg a korona és a Nap légkörének többi része között.

A szovjet napszolgálat összes eredményeit a „Nap adatai” c. havonként megjelenő kiadvány közli, amelyet az egész világ ismernek.



9. ábra. Napkorona észlelési állomás az Észak-Kaukázusban levő Elbrusz hegy közelében, 2100 m tengerszint feletti magasságban

A Szovjetunióban a napszolgálaton kívül nagyarányú, tisztán kutatójellegű munkát folytatnak a különféle napjelenségek tanulmányozására. Különösen intenzíven tanulmányozzák a Nap mágneses terét, és az ún. kromoszférikus flereket. Flereknek nevezzük a napkorong egy viszonylag kis részén megfigyelhető fényességnövekedéseket, amelyeket legjobban az izzó állapotban levő hidrogén fényében figyelhetünk meg. A 6-os ábrán egy fler fényképét láthatjuk, amely a krími asztrofizikai intézetben készült 1956. augusztus 31-én. Az elégtelen intenzív kromoszférikus flerek mozgavarják a rövidhullámú rádióvételt, és gyakran mágneses viharokat, valamint sarki fényt idéznek elő. Egyes esetekben (mint pl. 1956. február 23-án) a flereket a kozmikus sugárzás lényeges felerősödése kíséri, ami arról tanúskodik, hogy az adott esetben maga a fler a kozmikus sugárzás forrása.

A kromoszférikus flerek tanulmányozását különösen széles körben végzik a krími csillagvizsgálóban *A. B. Szevernijnek*, az intézet igazgatójának vezetésével. Nagy megfigyelési anyagra támaszkodva Szevernij megállapította, hogy a flerek keletkezése és még egész sor más fizikai

jelenség a napfelszínen a Nap mágneses terének viselkedésével függ össze.

A pulkovói csillagvizsgálóban B. A. Krat professzor és munkatársai a Nap légköre szerkezetében mutatkozó inhomogenitásokat vizsgálják, amely a különböző elemek eltérő hőmérsékletében és nyomásában nyilvánul meg.

Aktívan tanulmányozzák a Nap légkörének külső részét, a napkoronát. A szovjet csillagászok minden napfogyatkozást megfigyelnek, és ez lehetővé teszi, hogy a korona szerkezetéről pontos adatokat nyerjenek.

A pulkovói csillagvizsgálóban (tehát egészen kicsiny tengerszint feletti magasságban) fogyatkozáson kívül is kiváló eredménnyel észlelték a napkoronát (I. A. Prokofjeva).

V. V. Vitkevics rádiótávcső segítségével felfedezte a Nap ún. legkülső koronáját, amely a naplégkör legkülső része, és igen különös fizikai állapotban van.

Csillagok

A modern asztrofizika egyik legfontosabb feladata a csillagok tanulmányozása. Minden egyes csillag egy hatalmas izzó gázgömb. Különös érdekességük, hogy tulajdonképpen gigantikus fizikai laboratóriumoknak lehet őket tekinteni, amelyek gyakran erősen elütnek egymástól, mivel nagyon sok csillagtípus létezik. A csillagok egymástól fényerősségükben, méreteikben, tömegükben, hőmérsékletükben, kémiai összetételükben, mágneses terük sajátságaiiban és csillagrendszerükben elfoglalt helyzetükben különböznek. Sok olyan csillagot találhatunk, amelyek változtatják fényerejüket (ún. változó-csillagok). Tanulmányozásukat különösen a Szovjetunióban folytatják széles körben. A Nemzetközi Csillagászati Unió határozata értelmében a szovjet csillagászok rendszeresen kiadják a változó-csillagok katalógusát, amely világszerte az e területen dolgozó csillagászok nélkülözhetetlen kézikönyve.

A szovjet asztrofizikusok nagy figyelmet szentelnek az ún. szupernóvák tanulmányozásának. Ezek olyan csillagok, amelyek katasztrofális sebességgel növelik fényerejüket, miközben nagy sebességgel hatalmas mennyiségű világító gázt lövellnek ki magukból. A kilövellt gázok mennyiségét elsőként V. A. Ambarcumjan és N. A. Kozirev szovjet csillagászok becsülték meg hozzávetőlegesen. A Szovjetunióban a közönséges nóvák kémiai összetételét is vizsgálják. Ez nagyon rendellenes, mivel a szén, oxigén és nitrogén gyakorisága a nóvák gázburkában lényegesen nagyobb, mint a közönséges csillagokban. A nóvák és szupernóvák tanulmányozásának jelentősége abban áll, hogy ezek a csillagok minden

valószínűség szerint a kozmikus sugárzás leeffektívebb forrásai. E következtetést *I. Sz. Sklovszkij* vonta le az ún. Rák-köd spektrumának és polarizációjának elméleti vizsgálata útján. A Rák-köd egy óriási gáz-köd, amelyet az 1054-ben felrobbant szupernóva dobott ki magából. Sklovszkij kimutatta, hogy a Rák-köd folytonos spektruma lényegében a köd mágneses terében mozgó relativisztikus elektronoknak, azaz a kozmikus sugárzás részecskéinek sugárzása következtében jön létre.

A Szovjetunióban nagy figyelmet szentelnek a csillagok keletkezése és fejlődése problémáinak, ez egyébként az egész csillagászat legfontosabb és legérdekesebb feladata. Ambarcumjan akadémikus a csillagrendszerek új típusát, a csillagtársulásokat fedezte fel. A csillagtársulások a csillagoknak olyan csoportjai, amelyek bizonyos jellegzetes tulajdonságokkal rendelkeznek.

A csillagtársulások létezésének tényéből Ambarcumjan levonta azt a következtetést, hogy Tejútrendszerünkben a csillagok keletkezése, mely néhány milliárd évvel ezelőtt kezdődött, még jelenleg sem fejeződött be. Ambarcumjan ezen következtetését alátámasztják a csillagok keletkezésére és fejlődésére vonatkozó kutatási eredmények is. Ezek is arra a következtetésre vezetnek ugyanis, hogy a csillagképződés folyamata ma is szakadatlanul tart, és az általunk megfigyelt csillagok többsége viszonylag nemrég, mindössze néhány millió éve keletkezett.

Galaxisok

A mi bolygórendszerünk központi csillagával, a Nappal együtt egy nagy csillagrendszerben, az ún. Tejútrendszerben helyezkedik el, amely kb. 100 milliárd csillagot tartalmaz, átmérője pedig kb. 100 000 fényév.

A mi Tejútrendszerünkhöz hasonló csillagrendszerek (galaxisok) száma nagyon nagy. A legnagyobb távcsövek segítségével több száz-ezer galaxist sikerült lefényképezni. A legtávolabbi ismert galaxis 6 milliárd fényévre van tőlünk. A mi Tejútrendszerünk és a többi galaxis vizsgálatával szintén foglalkoznak a Szovjetunióban. A pulkovói csillagvizsgáló nagy rádiótávcsöve segítségével *J. N. Parinszkij* Tejútrendszerünk központi részének finom szerkezetét tanulmányozta. Eközben nagy sűrűségű gázfelhőt fedezett fel, amely valószínűleg a Tejútrendszer magja. Ugyanilyen eredményekre jutottak egyidejűleg az Amerikai Egyesült Államokban is.

A külső galaxisok tanulmányozására is nagy munkát kezdtek meg. Ezekkel kapcsolatban Ambarcumjan akadémikus arra a következtetésre jutott, hogy a galaxiscsoportok és halmazok expandálnak. Megállapította továbbá, hogy egyes rádiósugárzást kibocsátó galaxisok olyan rendszerek, amelyekben a galaxisok magjainak kettéhasadása

játszódik le. Ambarcumján véleménye szerint a galaxis magja nagy sűrűségű csillag előtti állapotban levő anyagot tartalmaz, amely kiövell a magból és csillagokká alakul át. A szovjet asztrofizika jövő fejlődését nagymértékben elő fogja segíteni az a tény, hogy már 1961-től kezdve ontani kezdik észlelési eredményeiket az ország új nagy teleszkópjai, a krími asztrofizikai obszervatórium 2,6 m-es reflektora (6. sz. és 7. sz. ábra), és a bjurakáni csillagvizsgáló 1 m-es Schmidt-teleszkópja (1. a borítón) és a Szovjet Tudományos Akadémia Fizikai Intézetének Szerpuhov mellett felállított Mills-kereszt rendszerű nagy rádiótávcsöve.

*

Végezetül kétségtelen, hogy a jövőben is folytatódni fog a kozmosz ostroma. Ebben az ostromban különösen fontos szerepet fognak játszani az automatikus bolygóközi állomások. A kozmosz birtokbavételének következő lépése olyan bolygóközi űrhajók felbocsátása lesz, amelyek embert is visznek magukkal. E tekintetben igen nagy jelentőségű az első űrhajós 1961. április 12-i történelmi jelentőségű útja. Ez a nap, amikor *J. A. Gagarin* őrnagy, a Szovjetunió polgára 1½ óra alatt körülrepülte a Földet és tökéletesen egészségesen visszatért, valóban megnyitja a kozmosz közvetlen birtokbavételének korszakát.

ALMÁR IVÁN:

AZ INTERPLANETÁRIS KÖZLEKEDÉS CSILLAGÁSZATI PROBLÉMÁI

Interplanetáris közlekedésről a szó szoros értelmében akkor beszélhetünk, ha az űrhajó, Földünkről kiindulva egy másik bolygó térségébe hatol, és onnan vissza is tér. Az első *interplanetáris* repülést az 1961. február 12-i szovjet Vénusz-rakéta hajtotta végre, az első *közlekedést* a világűrben (szputnyikpályán) 1961. április 12-én a Vosztok űrhajó. Az interplanetáris közlekedés megvalósítása még a jövő feladata, de ez a két, sikeres lépés belátható távlatba hozta az asztronautikai kutatások ezen fő célját, úgyhogy érdemes áttekinteni a probléma helyzetét ma, közvetlenül az ember első űrrepülése után.

Magától értetődik, hogy a most tárgyalásra kerülő csillagászati problémák nem merítik ki az egész témakört, hiszen egy rendkívül komplex tudomány, az asztronautika minden ága szerepet vállal a feladat megoldásában; a rakéta-, irányítás- és híradástechnikai vonatkozásokat, az élettani kérdéseket azonban csak annyiban fogjuk érinteni, amennyire azok megszabják a csillagász feladatát is.

A csillagászat három teendője az interplanetáris repülés megszerzésével kapcsolatban a következő: 1. az adott feltételek mellett az optimális *pálya* kiszámítása a célbolygóig és vissza, 2. a célbolygón uralkodó viszonyok előzetes tanulmányozása, 3. a rakéta *megfigyelése* repülés közben.

A pályaszámítás

Az interplanetáris rakéták pályájának előzetes megtervezésénél két döntő szempontot kell figyelembe venni: az *energiaszükségletet* és a *repülési időt*. Az előbbi különösen a kísérletek jelenlegi szakaszában, az automatikus űrrakétáknál játszik fontos szerepet, hiszen kisebb energiaszükséglet nagyobb hasznos terhet, és így több műszert jelent. A repülési idő meghosszabbodása viszont egyrészt megnövekedti az űrrakéta követését, másrészt — emberrel közlekedő űrhajó esetén — erősen megnöveli az élet fenntartásához szükséges táplálék, levegő

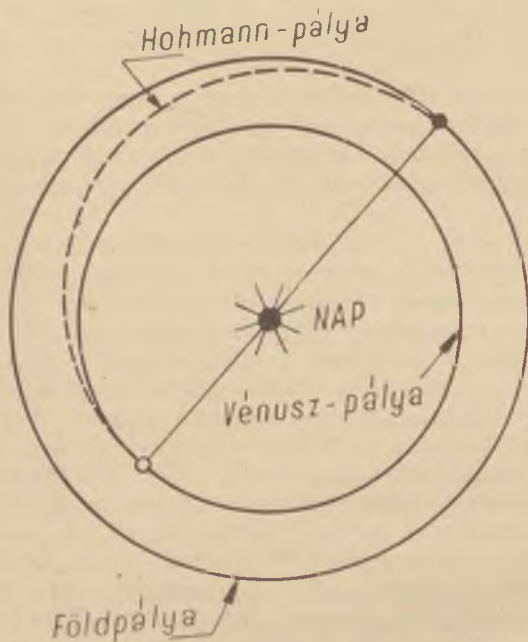
és víz mennyiségét, fokozza a sugárártalom veszélyét, a pszichológiai és fiziológiai megterhelést stb. Mindez együttvéve amellet szól, hogy az űrhajók útját a lehető legrövidebbre válasszuk, még ha ezáltal az energiaszükséglet, pontosabban a szükséges üzemanyag mennyisége növekszik is.

Még egy harmadik szempont is közrejátszik a pálya megválasztásában, különösen az indítás utáni szakaszon. Ügyelni kell arra, hogy az indításkor, a „nekifutás” idején elkerülhetetlenül fellépő kisebb-nagyobb *sebesség- és irányhibák ne hatványozódjanak meg* a repülés során, illetve szükség esetén módot kell találni a pálya utólagos korrigálására. Ismeretes, hogy *egy* pernyi eltérés az indítás *időpontjában*, vagy 1—3 m/sec a *sebességben*, vagy 0,°1—0,°3 hiba a *kezdőirányban* külön-külön is mintegy százezer kilométer eltérést okoz megérkezéskor a Vénuszhoz viszonyított pozíció tekintetében. Ezt a pontosságot közvetlenül a Földről indulva nehéz elérni, viszont ha az űrrakétát először a kört mennél jobban megközelítő szputnyikpályára helyezzük, s innen indítjuk tovább, az eredeti hibák a második startnál kiküszöbölhetők. Emellett, mint a Pravdának a Vénusz-rakétáról szóló cikke is hangsúlyozza, szputnyikpályáról az űrrakéta közel vízszintesen indulhat olyan pályán, melynél a *gravitációs veszteségek* minimálisak. Mennél nagyobb ugyanis a kezdősebességnek a horizonttal bezárt szöge, annál nagyobb gravitációs veszteségek lépnek fel a „nekifutás” aktív szakaszán, annál kisebb lehet a felrepített hasznos teher. Ezért indították a Vénusz-rakétát is egy mesterséges holdról, a *8. szputnyikról* oly módon, hogy először földi parancsra a rakéta tengelyét pontosan a kiszemelt irányba állították (legalkalmasabbak erre a kis, sűrített levegővel működő segédtrakéták), majd ugyancsak távirányítással az előre meghatározott pillanatban bekapcsolták a gyorsító rakétákat.

Természetesen az indítás sohasem lehet abszolút pontos. Ezért később, a világűrben való közlekedés során, repülés közben pozíció- és sebességadatok szerzendők a földi megfigyelőhálózat segítségével, majd megállapítandók az űrhajó pályaelemei. Ezek nyilván eltérnek majd az előre számítottól, s ezért, ha az űrhajót mégis a célba akarjuk kormányozni, a megfigyelések alapján, lehetőleg minél hamarabb alkalmas *korrekciós-lökésekkel* kell az eltérést kiküszöbölni. A korrekciós-lökések nagyságát és irányát gyorsan csak elektronikus számológép segítségével számíthatjuk ki, mert a pontos pályaszámítás hosszas numerikus számítást igényel.

Az indítás után következik a repülés leghosszabb ideig tartó szakasza, miközben az űrhajó mesterséges bolygóként a Föld térségéből a célbolygó körzetéig jut el. Ennek az útnak, pontosabban a pálya megválasztásának égi mechanikai problémái régóta szerepelnek az asztronautikai szakirodalomban. A „klasszikus” megoldást *W. Hohmann*

német mérnök ajánlotta, és lényege, hogy a rakéta egy a kiinduló és a célbolygó pályáját egyaránt érintő ellipszis íven mozog, természetesen úgy, hogy a Nap van az ellipszis egyik fókuszában (11. ábra). Ha mindkét bolygó pályája kör, és a pályasíkok 0° szöget zárnak be egymással, ez az a pálya, melynek megvalósításához a legkisebb kezdősebesség kell, ez a pálya felel meg legjobban a *minimális energia* említett követelményének. Ugyanakkor nyilvánvaló, hogy mivel a Földnek a rakéta indulásakor éppen 180° -nyira kell lennie attól a hely-



11. ábra.

től, ahol majd a rakéta a célbolygóval találkozik, csak bizonyos indítási időpontok felelnek meg a Hohmann-pálya követelményeinek. A Föld—Vénusz utazásra alkalmas időpontok 584, a Föld—Mars utazásra alkalmas időpontok 780 naponként térnek vissza, és az időpontok között a célbolygó Hohmann-pályán való megközelítése még akkor sem lenne lehetséges, ha a bolygók valóban körpályán, és egy síkban keringének.

Valójában egyik követelmény sem teljesül tökéletesen. A bolygópályák nem nulla excentricitásúak, és ezért a bolygóközi utazás energiaszükséglete módosul aszerint, hogy az indítás és érkezés az ellipszis-

pálya tengelyirányához viszonyítva hol következik be. Az I. táblázat azt tünteti fel, hogy mekkora indító és fékező impulzus szükséges körpályák és olyan ellipszispályák esetén, melyek tengelye egybeesik.

I. táblázat (Föld—Mars utazás)

| $\Sigma \Delta v$ m/sec sebesség szükséglet | Körpályák | Ellipszispályák | |
|--|-----------|-----------------|-------------------|
| | | egyirányú | ellentétes irányú |
| | 5560 | 5230 | 5170 |
| | | 6030 | 5830 |

Egyirányú a két ellipszis, ha az apogeumok egy irányban, ellentétes irányú, ha a Naphoz képest 180° -kal eltérő irányban vannak. Az első sor azt az összenergia-szükségletet adja meg, mely a marspálya apogeumába vezető pályához tartozik, míg a második sor értékei a perigeumra vonatkoznak.

A bolygópályák excentricitása, mint látjuk, csak az energia-szükségletet befolyásolja, és nem jelent lényeges problémát, viszont a *pályasíkok hajlásszöge* jelentős zavaró körülmény. Ha el akarjuk kerülni, hogy az eredetileg síkbeli feladat térbelivé váljon, a Hohmann-pályák közül csak azok jönnek számításba, melyeknél a célbolygó a megközelítéskor szintén az ekliptikában, a Föld pályasíkjában tartózkodik. Ekkor az indítás továbbra is a Föld mozgásával párhuzamosan történik, vagyis a kívánt startsebesség megvalósításakor a Föld pályasebességét teljes mértékben hasznosítani tudjuk. Ez tehát a *minimális* energiaszükséglethez tartozó pálya — viszont megvalósítására igen ritkán nyílik alkalom. A második táblázatban 1970-ig megadjuk mindazon időpontokat, illetve időszakokat, amikor közönséges Hohmann-pálya létrehozható, vagyis amikor a célbolygónak az ekliptikához viszonyított helyzetétől függetlenül, a rakéta kétszeresen érintő pályát írhat le. Ezen időpontok közül azonban csak a Vénusz 1967-es helyzete felel meg annak a követelménynek is, hogy a célbolygó a megközelítéskor pályája csomóvonalra közelében legyen; a Marssal ilyen konstelláció a közeljövőben egyáltalán nem lesz.

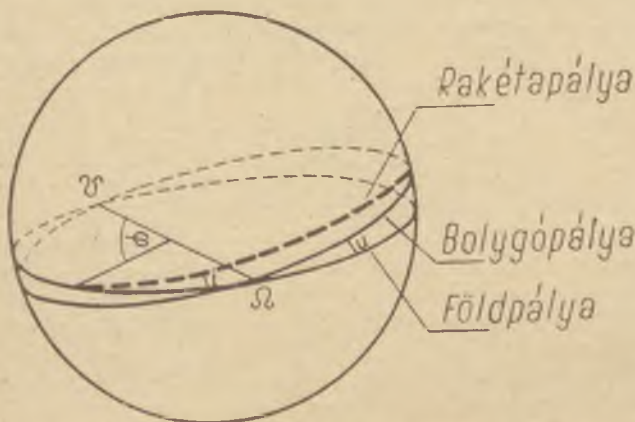
II. táblázat

| Év | Vénusz | Mars |
|------|----------|------------|
| 1962 | aug. | szept/nov. |
| 1964 | márc. | nov/dec. |
| 1965 | okt/nov. | jan. |
| 1966 | — | dec |
| 1967 | jún. | jan/febr. |
| 1969 | jan. | jan/márc. |

Gyakorlatban tehát szükség van a háromdimenziós átmenőpályákra, melyek kilépnek a Föld pályasíkjából. Ilyen pályákon a befutott ellipszisívhez tartozó η középponti szög már nem 180° , hanem annál kisebb, viszont a szükséges kezdeti energia nagyobb. Képlettel megadva, ha az átmenő pálya i hajlásszöge az ekliptikához 10° -nál kisebb, akkor

$$\sin (180^\circ - \eta) = \frac{u}{i} \sin \varphi$$

ahol u a két bolygópálya hajlásszöge, és φ a földpályán a csomóponttól az indítás helyéig terjedő ívhez tartozó középponti szög (12. ábra).



12. ábra.

Másrészt mekkora az a többlet, mely háromdimenziós pályán a szükséges kezdősebességben jelentkezik? Számítások szerint az egy síkban történő áthaladás Földhöz viszonyított kezdősebességének négyzetéhez

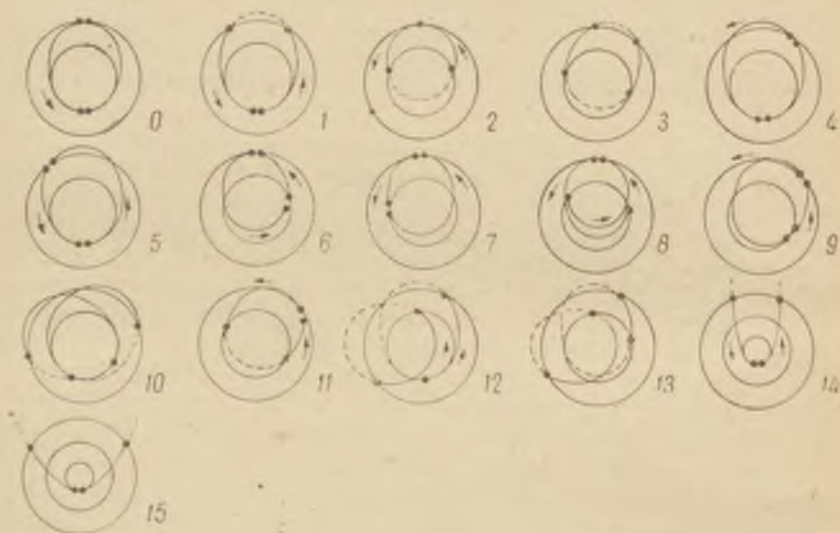
$$4 v_{\text{Föld}}^2 \cdot \sin^2 \frac{i}{2}$$

menyiség adandó, ahol $v_{\text{Föld}}$ a Földnek a Naphoz viszonyított sebessége, i pedig ismét a pályák hajlásszöge. Látjuk tehát, hogyha a klaszikus megoldástól eltérően 3 dimenziós átmenőpályákkal számolunk, a kezdősebességet jelentősen növelni kell. Ez egyrészt energetikai szempontból hátrányos, másrészt hatása abban is megmutatkozik, hogy a rakéta és a célbolygó pályáinak meredek metszése miatt a célbolygó gravitációs hatása a megközelítéskor rövid szakaszon érvényesül. Ezt a gravitációs hatást tehát a bolygó mellett elhaladó rakéta mozgásá-

nak korrigálására kevésbé használhatjuk, s így az utólagos pályakorrekciók végrehajtását kezelő személyzetre kell bízni.

Összegezve megállapíthatjuk, hogy a bolygóközi közlekedés kezdeti szakaszában, automatikus rakétáknál ajánlatos az indítási időpont alkalmas megválasztásával *i* csökkentésére, *síkbeli* mozgásra törekedni, mert ezáltal az energiaszükséglet csökken, a pontosság pedig növekszik.

Később azonban, amint az ember is beszáll az űrhajóba, a másik alapvető követelményre, a *repülési idő csökkentésére* is tekintettel kell lenni. Ebből a szempontból az energiaminimumos Hohmann-pályák nem kedvezőek, hiszen maga az utazás is hosszú, és emellett vissza-



13. ábra.

utazás előtt a célbolygón be kell várni az alkalmas konstellációt. Egy teljes Vénusz-utazás Hohmann-pályán 2,08 évet, egy Mars-utazás pedig 2,67 évet venne igénybe. A már említett fiziológiai és pszichológiai tényezők azonban az utazás megrövidítését követelik, és ezért előtérbe kerülnek azok a nem érintő, hanem a célbolygó pályáját metsző röppályák, melyek nagyobb energiabefektetés árán rövidebb utazási időt biztosítanak. A 13. ábra *Krafft A. Ehricke* nyomán áttekintést ad a lehetséges pályamódosulatokról, ismét elhanyagolva a bolygópályák egymással bezárt hajlásszögét, és a körtől eltérő alakját is. A 0-val jelölt pálya a Hohmann-féle megoldás. A többi megoldás különféle metsző ellipsziseket (sőt parabolát és hiperbolát is) használ az oda-,

illetve visszaútra. Ha az oda-, illetve visszautat *ugyanazon* ellipszis két ívén kívánjuk megtenni, az egész expedíció időtartama nem csökkenthető, sőt a kezdősebességet növelve a helyzet romlik, mert a várakozási idő gyorsabban növekszik, mint ahogy a repülési idő csökken.

Ha viszont eltekintünk ettől a követelménytől, és az oda- és visszauton *különböző* ellipszisek ívén haladunk, a szükséges időtartam erősen csökkenthető. Ehricke a 13. ábrán 10-zel jelölt megoldást ajánlja egy Vénusz-utazásra (a Föld mozog a külső körön), és a 12-vel jelölt megoldást egy Mars-utazásra (a Föld mozog a belső körön). A III. táblázat első részében a Vénusz-expedíció egyes szakaszainak teljes energia- és időszükségletét adjuk meg, az előbbit azzal a sebességtöbblettel jellemezve, mely a pályára állításhoz, illetve érkezéskor a fékezéshez szükséges. A táblázat második része ugyanezen adatokat egy Mars-expedícióra adja meg. A sebességtöbbleteket összegezve képet kapunk a teljes pálya energiaszükségletéről.

III. táblázat

Vénusz-expedíció

| | Δv m/sec | időtartam (nap) |
|---------------------|------------------|-----------------|
| Indulás a Földtől | 6720 | 295 |
| Érkezés a Vénuszhoz | 3960 | 23,7 |
| Indulás a Vénusztól | 3360 | 222,5 |
| Érkezés a Földhöz | 5180 | |
| Összesen : | 19220 | 541,2 |

Mars-expedíció

| | | |
|-------------------|-------|-------|
| Indulás a Földtől | 4250 | 138 |
| Érkezés a Marshoz | 6700 | 34 |
| Indulás a Marstól | 7950 | 175,2 |
| Érkezés a Földhöz | 7000 | |
| Összesen : | 25900 | 347,2 |

Ezen, Ehricke által ajánlott pályák energiaigényesebbek ugyan a Hohmann-pályáknál, de a teljes repülési idő a Vénusznál csak 541,2 nap (a 760 nappal szemben), és a Marsnál 347,2 nap (a 973 nappal szemben). A megtakarítás tehát 0,6, illetve 1,7 év az utazási időben, ami lényegesen megkönnyíti az utasok ollátásának, illetve sugárvédelmének biztosítását. A III. táblázatból az is kiderül, hogy a Mars-expedíció lényegesen energiaigényesebb, viszont az Ehricke-féle pályán gyorsabban lenne lebonyolítható, mint egy Vénusz-expedíció.

Az indítás és a bolygóközi út pályaproblémái után hátra van még a *megérkezés* tárgyalása. Minthogy a mesterséges bolygóvá vált űrrakéta pályasebessége a megközelítés idején nem egyezik meg a célbolygóéval, sőt általában felülmúlja a reávonatkoztatott helyi szokési sebességet is, ahhoz, hogy tartósan a célbolygó közelében maradhasson, újabb sebességmódosításra (fékezésre vagy gyorsításra) van szükség. Ezt a körülményt a tárgyalt példákban is figyelembe vettük már. Az első bolygóközi utazásoknál közvetlen leszállás helyett célszerűbbnek tartják az űrrakétát előbb a bolygó mesterséges holdjává változtatni, mivel ez a manőver lényegesen biztonságosabb, és a bolygófelszín és légkör kikutatása ilyen holdpályáról is lehetséges. A körpályára állítás a segédrakéták alkalmas időben való működtetésével történik. Mielőtt azonban az űrhajó kabinjába ember szállna be, a célbavett bolygó légkörét és esetleges sugárzási övezeteinek elhelyezkedését ajánlatos távirányított, automatikus űrrakétákkal megvizsgálni, nehogy a pilótát szükségtelenül sugárzási vagy termikus veszélynek tegyék ki. Csak miután az automatikus űrlaboratóriumok a bolygót körülvevő közegről megszerezték a szükséges adatokat, és szerencsésen visszatértek a Föld körzetébe, kerülhet sor az ember első bolygóközi útjára.

A csillagászati alapadatok bizonytalanságának hatása az űrhajó útjára

Az automatikus interplanetáris rakéták másik feladata bizonyos *csillagászati alapadatok* pontatlanságának kiküszöbölése lesz. A bolygóközi közlekedésben ugyanis nyilvánvalóan nem lesz elegendő az a pontosság, amellyel ma a bolygók pillanatnyi helyzetét ismerjük. Ha nem sikerül idejében pontosabban megismerni a Naprendszer alapvető állandóit, az első űrhajósoknak gyakran kell korrekciós manőverekhez folyamodniuk, hogy az űrhajót visszavezessék a kijelölt pályára — ez pedig veszélyezteti az egész expedíció sikerét.

Az itt alkalmazásra kerülő módszerek lényege régóta ismeretes, és úgy összegezhető, hogy valamely égitest, jelen esetben az automatikus űrrakéta pályájának alakulásából következtethetünk vissza azon égitestek tömegére és helyzetére, melyek a mozgást megszabják. Ugyanígy sikerült annakidején a Neptunusz bolygót „papíron” felfedezni, és ugyanez a módszer újabban széleskörű alkalmazásra talált a Föld—Hold rendszernek a szputnyikok és lunyikok segítségével történő vizsgálatában. Így többek közt mesterséges holdakkal határozták meg a Föld gravitációs potenciáljának második tagját stb. A csillagászati konstansok bizonytalansága döntő szerepet játszik az előzetes pályaszámításokban, hiszen például a Föld sugarának nem kielégítő pontosságú ismerete egymagában 80 km-nyi bizonytalanságot

okoz egy, a Holdra irányított rakéta becsapódási helyének előzetes kiszámításánál.

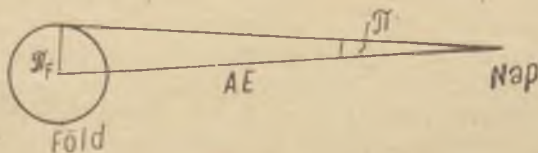
Azok a csillagászati állandók, melyek ismerete az interplanetáris közlekedésre befolyást gyakorol, a következők: 1. a Nap parallaxisa (csillagászati egység), 2. a gravitációs állandó, 3. a bolygók tömege, 4. a bolygók átmérője és lapultsága, 5. az interplanetáris anyag sűrűsége.

1. Legnagyobb jelentőségű állandó a *csillagászati egység*, a Föld és a Nap átlagos távolsága. Precíz definíciója: egy perturbálatlan pályán mozgó, fiktív Föld átlagos távolsága a Naptól, ha a Föld tömege és keringési ideje annyi, amennyit annak idején *Gauss* használt a *k* gravitációs állandó meghatározásánál. (Ez utóbbi kikötés függetlenné teszi a definiált távolságot a Föld tömegére és az év hosszára vonatkozó egyre újabb és újabb eredményektől.) A csillagászati egység (*AE*) szoros összefüggésben áll a *Nap parallaxiséval* (π), amennyiben

$$AE = \frac{\pi_f}{\pi}$$

(14. ábra), ahol π_f a Föld sugara.

Mivel a Nap parallaxisának közvetlen pontos mérésére nincs lehetőség, közvetett módszereket használnak. Elegendő például bármely, a Nap



14. ábra

körül közvetlenül keringő test hozzánk viszonyított távolságát megmérni, hiszen ebből a Naptól mért távolságok *különbsége* könnyen nyerhető, míg a középtávolságok *aránya* Kepler III. törvényéből következik. (Megjegyezzük, hogy természetesen nem abszolút pontosan, hiszen a törvényben konstansok is szerepelnek, melyek bizonytalansága befolyásolja az eredményt.) A méréshez célszerű olyan égitestet választani, mely hozzánk viszonylag közel mozog, így a nagybolygók közül a Vénusz, a kisbolygók közül elsősorban az Erosz kínálkozik. Legújabbban a Vénusz távolságát radarvisszhanggal közvetlenül is megmérték (*Price és Green* 1958-ban, a Szovjetunióban 1961-ben), és megkísérelték a csillagászati egység meghatározását mesterséges kisbolygók segítségével is. Elsőnek 1960-ban a Pioneer V.-tel próbálkoztak, de a pályaszámításhoz nem állt rendelkezésre kielégítő mennyiségű megfigyelési anyag, így az eredmény nem túl megbízható.

A klasszikus csillagászat más módszerei közül említést érdemel a Hold hosszúsági librációjának vizsgálata, melyből szintén a Nap hatására következtek, és néhány olyan módszer, mellyel a Földnek a Naphoz viszonyított pályasebességét kívánták meghatározni (aberráció, egyes csillagok színképében talált periodikus Doppler eltolódás stb). Összegyűjtve a régebbi eredményeket a IV. táblázatban közöljük:

IV. táblázat

| Nap-parallaxis | szerző |
|---------------------|--------------------|
| 8''8036 ± 0''0046 | Gill 1889 |
| 8''806 ± 0''004 | Hinks 1904 |
| 8''790 ± 0''001 | Spencer Jones 1941 |
| 8''803 ± 0''004 | Spencer Jones 1928 |
| 8''805 ± 0''007 | Adams 1941 |
| 8''799 ± 0''001 | Witt 1935 |
| 8''799 | Noteboom 1921 |
| 8''7984 ± 0''0004 | Rabe 1954 |
| 8''80184 ± 0''00005 | Price 1959 |

A Pioneer V révén nyert Nap-parallaxis: $8''7974 \pm 0''0008$. Mint látjuk, az eredmények meglehetősen eltérőek, a bizonytalanság messze felülmúlja az egyes szerzők által megadott középhibát. A csillagászati egység jelenleg elfogadott értéke 149 450 000 km \pm 70 000 km. Még pontosabb eredményt szolgáltatott a szovjet rádiólokációs vizsgálatok 1961-ben, melyek szerint 1 AE = 149 457 000 km.

Ami a csillagászati egység bizonytalanságának következményeit, illeti a számolt mesterséges bolygó-pálya nagytengelyének relatív

hibája $\left(\frac{\Delta(2a)}{2a} \right)$ arányos a csillagászati egység relatív hibájával (π'_{\odot}).

Az arányossági tényező a kiindulási helyzet és a kezdeti sebességadatok függvénye. Mint a IV. táblázatból látjuk, π'_{\odot} értéke 0,0001 és 0,001 közé esik. Az alsó határnak megfelelő bizonytalanság Mars-, illetve Vénusz-rakéta pályáknál 8400, ill. 3500 km; a felsőnek megfelelő 84 000, ill. 35 000 km.

Újabbán a Jodrell Bank-i rádiótávcsővel sikerült radarvisszhangot észlelni magúról a Napról. Ez kísérlet a csillagászati egység közvetlen mérésére. Természetesen mérési eredményt szolgáltat minden bolygóközi űrrakétakísérlet, például a február 12-i Vénusz-rakéta pályája is. Nyugati szakemberek véleménye szerint a csillagászati egység bizonytalanságát

körülbelül tizedére kell még csökkenteni, mielőtt a bolygóközi közlekedés egyáltalán megindulhat. A feladat megoldása tehát nagyonis időszerű.

2. Más a helyzet a Gauss-féle gravitációs állandóval, mely Kepler III. törvényében szerepel:

$$k_s = \frac{2\pi a^{3/2}}{P\sqrt{\mu}} = 0,01720209895$$

ahol μ a tömegek összege. Mivel a képletben a konstansok bizonytalansága kicsi, a k_s értékét igen megbízhatóan, 9 értékes jegyre pontosan ismerjük. Ez megfelel a bolygóközi közlekedés követelményeinek.

3. Induláskor és érkezéskor nem annyira a Nap, hanem inkább az illető bolygó vonzása szabja meg a pálya alakulását. Legpontosabban saját bolygónk tömegét ismerjük, de már a Föld—Hold rendszer össz-tömegének bizonytalansága úgy befolyásolja a bolygóközi útra induló rakéta startját, hogy a szökési sebesség értékében $\pm 0,3$ m/s hibát okozhat. Sokkal rosszabb a helyzet egynéhány bolygónál, mely pedig a bolygóközi közlekedés „menetrendjén” szerepel. Valamely *bolygó tömege* meghatározható holdjainak mozgása, vagy más bolygók perturbáló hatása segítségével. E módszerek pontossága függ a holdak számától, a bolygótól mért távolságuktól, illetve attól, milyen messze van a perturbáló bolygó. Minthogy a Naprendszerben az egyes nagybolygók kísérőinek száma erősen eltérő, a bolygók tömegét is különböző pontossággal ismerjük. Nehéz a helyzet a Merkurnál, Vénusznál és a Plutónál, melyeknek nincs holdjuk, vagy legalábbis nem ismerjük őket. Ezek tömegét a szomszédos bolygóknak mozgásukra gyakorolt hatásából lehet kiszámítani, ha hosszabb ideig figyeljük helyzetüknek a számítottól való eltérését. Megjegyezzük, hogy ez a munka régebben annyira hosszadalmasnak és terméketlennek számított, hogy századunkban a bolygók közül csak a Vénusz és a Szaturnusz tömegére vonatkozó eredményeket vizsgálták felül és módosították. Várható, hogy a más bolygók közelébe jutó űrrakéták mozgásának elemzése (elektronikus számológépekkel) ezen a területen is új eredményekre vezet.

4. A bolygóközi közlekedésben, ha egy bolygó szoros megközelítését tűzik ki célul, szükség lesz a *bolygó átmérőjének* és alakjának pontos ismeretére. Menet közben a távolságokat ugyanis a bolygó tömegközéppontjától mérve kapjuk, és nem közömbös, hogy milyen magasságban kezdődik a bolygó légköre és szilárd felszíne. Az átmérő mérése közvetlenül, vizuálisan, mikrométer segítségével, vagy fényképlemezen mikroszkóppal történhet. Mindkét módszer tartalmaz néhány elkerülhetetlen hibaforrást (a bolygó légkörének bizonytalan kiterjedése, a távesső fókuszálása stb.), s ezek általában nagyobbak mutatják a

bolygót, mint amekkora az a valóságban. Az V. táblázat a Mars, a VI. táblázat a Vénusz átmérőjére vonatkozó újabb eredményeket adja meg a közölt hibahatárokkal együtt.

V. táblázat

| Egyenlítői átmérő km | Szerző |
|----------------------|------------------|
| 6652 \pm 11 | Trumpler 1927 |
| 6679 \pm 42,3 | Van de Kamp 1928 |
| 6860 \pm 21,7 | Rabe 1929 |
| 6834 \pm 50,2 | Renyl 1941 |
| 6826 | Muller 1948 |

VI. táblázat

| | |
|-------|-------------|
| 12620 | Rabe 1928 |
| 12313 | Ross 1928 |
| 12246 | Kuiper 1949 |

A Vénusz átmérőjét a legpontosabban 1959. júl. 7-én sikerült megmérni, amikor a bolygó elfedte a Reguluszt. Két tucat megfigyelés alapján az átmérő 12146 \pm 12 km-nek adódott. Valójában könnyen elképzelhető, hogy még ez az érték is nagyobb a szilárd felszín átmérőjénél; egyes szerzők a bizonytalanságot 300 km nagyságrendűnek tartják.

Szoros megközelítésnél még a bolygó *lapultsága* is szerepet játszhat. A lapultságot, akárcsak a Föld esetében, mesterséges holdak apszisvonalának elfordulásából lehet legalkalmasabban meghatározni.

Űrrakéták megfigyelése

A pályaszámítás mellett a másik feladatkör, ahol a csillagászok elősegíthetik az interplanetáris közlekedés megvalósulását, az űrrakéták optikai megfigyelése. Ennek célja a bolygóközi útra induló rakéta pozíciójának meghatározása az utazás első szakaszában. A rádióméréseket kiegészítő, s azokat bizonyos szempontból felülmúló pontoságú csillagászati megfigyelések hasznos szolgálatot tohotnek az esetleges pályakorrekciók meghatározásánál.

Tekintettel arra, hogy az űrrakéták közvetlen megfigyelése, mint látni fogjuk, nagy technikai nehézségekbe ütközik, az első és a második szovjet holdrakéta néhány órával indulás után *nátriumfelhőt* bocsátott ki a követés megkönnyítésére. A gyorsan szétterjedő gázfelhőt ugyanis a Nap sugárzása világitásra gerjeszti. A mesterséges csóva középpontjának helyzetét pontosan ki lehet mérni.

Számítások szerint egy kilogramm elgőzölögtetett nátriumból álló felhő fényessége százezer kilométerről $+5$ mg. Lefényképezése nagy érzékenyséű műszerrel, megfelelő kontrasztot biztosító szűrőn keresztül történhet. A Szovjetunióban kifejlesztett műszer-típus jellemzői: objektívátmérő 10 cm, fókusz 25 és 50 cm, fényerő 1 : 2,5. Az interferenciaszűrők az 5893 Å hullámhosszon dolgoznak (sávszélesség ± 30 Å) expozíciós idő 20 sec. Ezzel a műszerrel sikerült 70 felvételt készíteni a 2. lunyik nátriumcsóvájáról (az 1. lunyikéről csak egyetlen hiteles fénykép ismeretes), mialatt az 1200 km átmérőjű gázburokká tágult. A kiterjedés sebessége 2100 m volt másodpercenként. A kibocsátás helyének koordinátáit $3''$, idejét ± 10 sec pontossággal sikerült meghatározni. A csóva fényessége $+ 5,5$ mg volt.

Ugyancsak a szeptember 12-i nátriumfelhő szétoszlását sikerült a Szovjetunióban elektronoptikai képátalakító segítségével vizuálisan is nyomonkövetni. A megfigyelések szerint a csóva teljesen egyenletesen tágult, és a végén gyűrű alakot vett fel. Sklovszkij szovjet csillagász megjegyzése szerint a nátrium mint alapanyag nem a legideálisabb, mert lithium gázból ugyanakkora fényesség eléréséhez negyvenszer kevesebb kellene csupán. A lithium elpárologtatása azonban még technikai nehézségekbe ütközik.

Ha utólagos pályakorrekciót kívánunk végrehajtani, nyilván nem elegendők a nátrium- vagy lithiumfelhők megfigyelése által szolgáltatott adatok. Az *űrrakéták közvetlen megfigyelése* azonban újszerű csillagászati és technikai problémákat vet fel, melyekkel érdemes kissé részletesebben foglalkoznunk. Egy különleges jelzőtűkör nélküli űrrakéta több százezer kilométer távolságból nézve aligha fényesebb 15—17 mg-nál, közvetlen vizuális megkeresésére tehát jelenlegi eszközeinkkel nincs remény. Az említett magnitúdó értékek azonban a nagy csillagászati műszerek teljesítőképességének határain belül vannak, ha igénybe vesszük a fényképezés azon előnyét, hogy a filmen vagy lemezen hosszabb ideig „gyűjthetjük” az égitestről érkező fényt. Természetesen az űrrakéta az expozíció alatt is mozog a csillagokhoz képest, nyoma elkenődik a lemezen, és így az említett előny egy része elvész. Ha viszont felvétel közben a távesővet folyamatosan, a rakéta látszó mozgásával *párhuzamosan* toljuk el, a csillagok képe kis vonal lesz ugyan a lemezen, de az űrrakétáé pont, melyben a róla érkező fény teljes egészében koncentrálódik. Ez a módszer, melyet a csillagászkok kisbolygók és üstökösök fényképezésénél már régóta alkalmaznak, reményt nyújt arra, hogy segítségével halvány űrrakéták fotografikus nyomonkövetése megvalósítható lesz.

Nézzük a program korszerűvitelének előfeltételeit! Minthogy a fényképezéshez használt nagy táveső rendszerint nagy fókusz-távolságú és látómezeje kicsiny, ismerni kell legalább közelítő pontossággal a

rakéta égi koordinátáit a fényképezéshez kiválasztott pillanatban; tudnunk kell ezenkívül, hogy tőlünk nézve látszik-e ekkor a rakéta; ismernünk kell mozgásának irányát és szögsebességét, hogy a távcsövet vele párhuzamosan tudjuk mozgatni; végül ajánlatos körülbelül meghatározni látszó fényességét is, hogy az alkalmas műszert és expozíciós időt kiválaszthassuk.

Az űrrakéták pályájának pontos kiszámításával kapcsolatban említettük már, hogy ez a meglehetősen bonyolult művelet elektronikus számológépek használatát teszi szükségessé. Nyilvánvaló azonban, hogy egy csillagvizsgáló intézet, amikor űrrakéta-megfigyeléshez készülődik, nem mindig vehet igénybe ilyen eszközöket. Ha azonban az elméletileg és gyakorlatilag egyaránt rendkívül bonyolult többtest-problémát több kéttest-problémával helyettesítjük, vagyis a rakéta útját olyan szakaszokra bontjuk, melyeken belül elegendő csak egyetlen égitest vonzását figyelembe venni, a megoldás elemi eszközökkel is végrehajtható. Ez volt az a gondolat, melynek alapján Jegorov szovjet csillagász még 1957-ben az összes lehetséges holdrakéta-pályát hasznosság és megvalósíthatóság szempontjából áttekintette. De Jegorov módszere, a „szférákra” bontás, bármely űrrakéta pályájának megszerkesztésénél alkalmazható, s az így elkövetett hiba, mint bebizonyították, nem nagyobb annál, mint amelyet az indításnál fellépő bizonytalanság okoz. Tehát ez az egyszerű, közelítő eljárás joggal helyettesítheti a pontosat az előzetes tájékozódásnál, és az űrrakéták optikai megkeresésénél.

Azt a szférát, amelyen belül az induló űrrakéta mozgására ható erők közül csak a Föld vonzását vesszük figyelembe, tehát a „Föld szféráját”, Jegorov a következőképp definiálja: a rakéta a Föld szféráján belül van mindaddig, amíg a Nap perturbáló erejét, mellyel a rakétának a Földre vonatkoztatott mozgását zavarja, a Föld vonzóerejével elosztva kisebb számot kapunk, mint a Nap körüli mozgására kifejtett földi perturbáló erő és a Nap vonzóerejének hányadosa. A szféra sugara 930 000 km. Hasonlóan definiálhatjuk a Holdnak a Földre vonatkoztatott szféráját is, melynek sugara 66 000 km. Egy m tömegű testnek egy M tömegűre vonatkoztatott szférája általában

$$r = A \left(\frac{m}{M} \right)^{2/3}$$

sugarú, ahol A a két test távolsága.

Ezek szerint például egy, a Hold mellett elhaladó űrrakéta pályája a következő szakaszokra bontható: 1. repülés a Földtől a holdszféra határáig, 2. áthaladás a Hold szféráján, 3. repülés a holdszféra túl, a földszféra határáig, 4. mozgás a Naprendszerben a Nap körül. Úgy

vehetjük tehát, hogy a mozgás mind a négy szakaszon belül a Kepler-törvényeknek megfelelő, egyszerű kúpszelet pályán (ellipszis, hiperbola vagy parabola) történik, s a kúpszeletek alkalmas „összeillesztése” érdekében a szféráhatárokon való átlépéskor a rakéta pillanatnyi sebességéhez vektoriálisan hozzáadjuk annak az égitestnek a sebességét, amelynek szféráját a rakéta elhagyja. (Belépéskor viszont a sebességet ugyanennyivel csökkenteni kell.)

Az eljárás gyakorlati keresztülvitelére közvetlenül űrrakéták fel lövése után kínálkozik alkalom, amikor az újságok rendszeresen közlik, hogy az új égitest valamely időpontban milyen irányban, és a Földtől mekkora távolságban tartózkodik. Néhány ilyen kezdeti pozíció már elegendő a teljes pálya megszerkesztéséhez. E sorok írója *Balázs Bélával*, az MTA Csillagvizsgáló Intézete tudományos munkatársával közösen kidolgozta a grafikus szerkesztés módszerét, és 1959-ben egy angol nyelvű dolgozatban — a számítás megkönnyítését célzó nomogramokkal együtt — ismertette. Példaképpen az 1. lunyik mozgását tárgyaltuk, és a 4 kezdeti pozíció alapján meghatározott pálya végig jól egyezett a hivatalosan közölttel. A módszernek kifejezetten az optikai megfigyelések céljára kibővített változata, az 1961. február 12-i szovjet Vénusz-rakéta pályájára vonatkozó eredményekkel együtt nemsokára megjelenik a Szovjetunióban is.

A rakéta pillanatnyi helyzete és a mozgás iránya tehát ezen az úton a megfigyelő számára kielégítő pontossággal meghatározható. Szükség van még a *szögsebesség* nagyságára, hogy a távcsövet a rakétával párhuzamosan mozgathassuk. Az r távolságban, v sebességgel haladó test szögsebessége

$$\omega = \frac{|v| \sin \beta}{r}$$

ahol β az r és v által bezárt szög, amely a pályaszerkesztés során amúgyis adódik. Tapasztalataink szerint a holdrakéták szögsebessége kb 1"/sec, míg a csaknem radiálisan távolodó Vénusz-rakétáé 126 300 km távolságban csak 30"/óra volt, ami megfelel a kisholygók átlagos szögsebességének. A gyorsan mozgó holdrakéták fényképezésére *Lozinszkij* szovjet csillagász a távcső eltolása helyett a *kazetta* folyamatos eltolását ajánlja. Erre a célra szerinte különösen alkalmas az *Abele*-féle szputnyik-kamera, melynél egy egyszerű segédberendezéssel mozgatva a kazettát, az effektív expozíciós idő 9 percre növelhető.

Azzal az érdekes problémával, hogy mikor és milyen feltételek mellett látszik egy űrrakéta, *Gurko* szovjet csillagász foglalkozott. Alapfeltétel természetesen, hogy a megfigyelő állomáson éjjel legyen, de a Nap által megvilágított rakéta elég magasan álljon a megfigyelő horizontja felett. A számítás gyakorlati keresztülvitelére *Gurko* egy-

szerű, grafikus módszert ajánl, melyet alkalmaztak a Szovjetunióban is, midőn meghatározták az 1. és 2. lunnyik nátriumfelhője kibocsátásának időpontját.

Végül *K. G. Henize* nyomán foglalkozunk az űrrakéták *látszó fényességének* megbecslésével! Maga a rakéta természetesen bármilyen alakú lehet, de egyszerűség kedvéért szorítunk csak arra az esetre, amikor a rakéta 10 m sugarú jelzőgömböt, vagy 1 m² területű síktüköröt visz magával. A Hold távolságából nézve, ha a fázisszög 0° (telehold), egy diffúz jelzőgömb fényessége 12,0 mg, egy tükröző gömbé 13,1 mg, a síktüköré 6,1 mg. Ugyanezen adatok a Vénusz távolságára (elongációban, 90° fázisszögnél) 24,7 mg, 24,5 mg, ill. 18,3 mg. Természetesen feltettük, hogy a síktükör éppen a legalkalmasabb szögben áll a földi megfigyelőhöz képest.

A VII. táblázatban *Henize* nyomán összefoglaljuk, hogy 5 amerikai óriástávcső milyen határmagnitudoig „ér el”, ha az objektum látszó szögsebessége 1",0/sec, illetve 0",01/sec. A számításnál feltették, hogy a távcső nem követi az űrrakétát, ezért nagyobb szögsebesség mellett nagyobb a fényvesztés is.

VII. táblázat

| Távcső | Átmérő cm-ben | Határmagnitudo | |
|----------------------|---------------|----------------|----------|
| | | 1"0/sec | 0"01/sec |
| Mt Palomar reflektor | 500 | 14,9 | 19,9 |
| Mt Wilson reflektor | 250 | 13,9 | 18,9 |
| Mt Wilson reflektor | 150 | 14,0 | 19,0 |
| Mt Palomar Schmidt | 120 | 14,9 | 19,9 |
| Yerkes refraktor | 100 | 10,1 | 15,1 |

*

Ebben a cikkben az interplanetáris közlekedés megvalósulásának hajnalán azt igyekeztünk megvilágítani, hogy mit vár az asztronautika a csillagászatától a nagy cél elérése érdekében. Természetesen a kapcsolat kétirányú, és a hollygók asztronautikai eszközökkel történő kutatása erősen visszahat majd a csillagászatra is. Ez a folyamat tulajdonképp megkezdődött már, és az űrhajózás korszakának első eredményei között szép számmal vannak olyanok, melyek a csillagászatot gazdagítják — elegendő csak a Hold túlsó oldalának lefényképezésére utalni. De nem kétséges, hogy mindaz, amit a csillagászat eddig kapott, szerény kezdet csupán, melyet csak ízelítőnek kell tekintenünk a közvetlen interplanetáris kutatásokban rejtőző hatalmas, ma még teljesen beláthatatlan lehetőségekhez képest.

KULIN GYÖRGY:

AZ ELEMÉK ÉS A NAPRENDSZER KORA

Az események és a jelenségek leírásában két kérdésre akarunk választ kapni, az egyik a helyre vonatkozik: *hol történt*, a másik az idő: *mikor történt*. Ez a két adat szükséges ahhoz, hogy az eseményeket a maguk helyére telessük.

A legenda és a mese története hely és idő nélküli. Minden mese úgy kezdődik, hogy: *hol volt, hol nem volt, vagy pedig: élt egyszer egy ember*. Nem is fontos sem az, hogy valóban mi volt a mese színhelye és az sem érdekel bennünket, hogy mikor történt.

A történelmi események, a természeti jelenségek azonban nem nélkülözhetik ezt a két fontos adatot.

A természettudomány fejlődésével bebizonyosodott, hogy a Világegyetemnek is megvan a maga története. Ennek a történetnek egyik központi kérdése, hogy hogyan és mikor keletkezett az ember lakóhelye, a Föld.

Mielőtt még erre a merész kérdésre választ adhatott volna az ember, tanácstalanul állt meg az ásatásokból előkerült csodálatos emlékek előtt. Babilónia és Egyiptom írott és faragott műemlékei kerültek elő. Ámulattal kérdezte az ember, kik és mikor készítették ezeket a nagyszerű dolgokat. Mikor éltek azok az uralkodók, akiket ennyi pompa vett körül?

Milyen jó is lett volna, ha az egyiptomi királysírok lezárásakor elindítottak volna egy örök járású órát, csak le kellene olvasni a mutató állását.

Ez a naívnak látszó kívánság teljesült, amikor felismerte a tudomány, hogy a természetnek vannak ilyen órái, csak a mutatójuk különös kissé. A régi, szerves anyagból készült maradványok évezredek mutató órája a szén. A közönséges szénnek, a C_{12} -nek egy radioaktív változata, izotópja, a C_{14} , amely a levegő nitrogénjéből a kozmikus sugárzás hatására keletkezik és meglevő tömegének felét mindig 5 600 évenként sugározza el. A légkörben levő szénben a közönséges és a radioaktív szén aránya állandó. Minden billió közönséges szénatomra két radioaktív szénatom jut. A növények testébe és minden élőlénybe

beépült szénmennyiségben a radioaktív szén mennyiségaránya 5 600 évenként felére csökken. Ilyen módon 100—200 év pontossággal meg tudják határozni a szerves anyagok korát akár 10 000—20 000 évre visszamenőleg is.

Amikor ugyanis a levegő szene beépül a növénybe, kikerül a levegő körforgalmából és a radioaktív óra most már járni kezd. Tovább folytatódik a radioaktív szén bomlása, de mert beépült a növény testébe, az eredeti C_{12} -es és C_{14} -es arány tovább nem marad fenn. A levegő körforgásában megmaradó szén 12-es és 14-es változatának aránya azért marad állandó, mert a radioaktív szén folyamatosan keletkezik a kozmikus sugárzás hatására. A növény testében azonban egyre fogy a radioaktív szén mennyisége, éspedig pontosan kiszámítható módon.

A szén izotóp módszer kormeghatározásai azonban egy időn túl már bizonytalanokká válnak a mérési eljárások hibahatárai miatt. A kultúrtörténeti szerves eredetű emlékek kormeghatározásában azonban még mindig megbízható eredményeket adnak.

A Föld múltjának megállapításához nagyobb időskálára van szükség, olyan órákra, amelyek évmilliókat és évmilliárdokat mérnek.

Eleinte, amíg nem ismerte a tudomány a természet örök óráit, a tenger vizének sótartalmából és az üledékes kőzetek vastagságából próbálta megállapítani a geológiai korokat.

Semmi biztosítékunk nincsen arra nézve, hogy ezek a folyamatok azonos üteműek voltak a múltban, mint a jelenben.

Emiatt a geológiai korok és csontmaradványok korára elég eltérő eredményeket kaptak.

Az üledékes kőzetek egymásra rakódtak az idők folyamán, a különböző rétegekben talált maradványok tehát megmutatták az időbeli sorrendet, csak a keletkezés és a rétegek közötti időtartam volt bizonytalan.

Azt a természetes órát, amely alkalmas milliárd éveket átfogó időtartamokat mérni, a radioaktív elemekben találták meg. A századfordulón egymásután fedezték fel a különböző radioaktív elemeket és azok radioaktív bomlástermékeit. Szinte kilátástalan volt, hogyan sikerül megállapítani a különböző bomlástermékek összefüggését. A megoldáshoz vezető út akkor nyílt meg, amikor kiderült, hogy valamennyi radioaktív bomlási sor végén stabil, tovább nem bomló elem található, az ólom.

A probléma első pillanatra teljesen nyílnak látszott. Meg kell mérni a végső bomlásterméknek a tömegarányát a radioaktív anyaelemhez képest, és ha ismerjük az átalakulás ütemét, kiszámítható a bomlás kezdete óta eltelt idő, vagyis az az időpont, amikor a megszilárdult földkéreg magába zárta a radioaktív anyagot.

Mielőtt még elfogadnánk ezt az utat, két kérdést kell tisztázni.
a) vajon a radioaktív anyagok bomlása azonos ütemű folyamat-e, valóban óramű pontossággal történik-e a radioaktív elemek bomlása?

b) tisztázni kell azt is, hogy a kőzetekben talált ólom mennyisége teljes egészében a radioaktív elem bomlásterméke-e, nem keveredhet-e hozzá más úton keletkezett ólom is?

Az első kérdésre mindjárt megnyugtató választ kapunk és vele együtt a radioaktív bomlás fontos törvényét ismerjük meg. Ez a törvény pedig kimondja, hogy minden radioaktív elem önmagától és semmivel nem befolyásolható módon a radioaktív anyagra jellemző sugárzás révén azonos ütemben bomlik fel radioaktív vagy stabil elemekké. A bomlás szigorú üteme pedig az, hogy ha egy idő alatt a meglévő radioaktív anyag fele alakul át, akkor a megmaradt rész fele ugyanannyi idő alatt bomlik el ismét felére. Azt az időtartamot, amennyi idő alatt az anyag fele elbomlik, az illető radioaktív anyag *felezési idejének* nevezzük.

Néhány radioaktív elem felezési ideje:

| | |
|-----------------|--------------------|
| Tórium C | 3 tízmilliomod mp. |
| Tórium emanáció | 54 mp. |
| Polónium | 136 nap |
| Rádium | 1580 év |
| Urán 238 | 4,6 milliárd év |
| Tórium | 13,4 milliárd év |

Az urán 238 esetében pl. 1 g uránból minden másodpercben 12 000 atom bomlik el és mégis 4,6 milliárd évre van szükség, hogy az egy gramm uránnak fele elbomoljon. Természetesen ekkor a megmaradt fél grammból másodpercenként már csak 6 000 atom fog elbomlani. Így aztán az urán élettartama, ha egy grammról van is szó, roppant hosszú.

A törvény azonban szigorúan érvényes, és ez adja a megbízható támpontot a kormeghatározásokhoz.

Most már csak az a kérdés, hogy a másik problémára is lehet-e ilyen megnyugtató választ adni.

Szerencsére kiderült, hogy az urán és a tórium bomlástermékéből keletkező ólom nem ugyanaz, mint a természetes ólom. Az urán ólomnak atomsúlya 206, a tóriumé 208 és a közönséges ólom atomsúlya 207,2. Ma már a fizikának meg vannak az eszközei, amelyeknek segítségével e különböző atomsúlyú ólmokat szét tudják választani.

Mindjárt az első kormeghatározásokból kiderült, hogy az a 100 millió év, amit a régi módszerekkel megállapítottak a Föld korára, nagyon kevés. Már a karbonkori elég fejlett növény- és állatvilággal

rendelkező korszak képződményei 340 millió éveseknek bizonyultak. A régebbi kőzetek korára pedig mintegy kétmilliárd évet kaptak.

Az urán-módszerrel végzett kormeghatározások eredményeit a tórium ólom-módszer csak megerősítette.

Az urán bomlásterméke nemcsak ólom, hanem hélium is. A kőzetekbe zárt héliummennyiség alapján ezzel a módszerrel is lehet kormeghatározást végezni.

Újabban felhasználják kormeghatározásokra a radioaktív káliumból keletkező argont és a radioaktív réniumból keletkező ozmiumot is.

Egész sereg kozmikus óra áll tehát manapság már a tudósok rendelkezésére, s ezek alapján eléggé pontosan ismerjük a Föld korát. Ha azt mondjuk, hogy ez néhány milliárd év, már mondtunk valamit, de ennél sokkal pontosabb érték is megadható.

Kozmogóniai szempontból fontos volt annak eldöntése, hogy vajon a meteorok kora egyezik-e a Föld korával. El kellett végezni ezt a számítást olyan meteorokra is, amelyek nem tartalmazznak uránt. Így lépett előtérbe a kormeghatározás terén a nemes-gáz módszer. Többféle nemesgáz keletkezik radioaktív bomlásból.

Azok a próbálkozások, amelyek a héliumot vették alapul, a legkülönbözőbb korokat eredményezték. Így pl. a vasmeteoritok korára 1 millió és 7,6 milliárd év közötti időtartamokat kaptak.

Különösen izgalmas volt az, hogy itt a Földénél is magasabb kort kaptak. Kiderült azonban, hogy a hélium nemcsak radioaktív bomlás útján keletkezhet, hanem a kozmikus sugárzás hatására is.

Felismerték azt is, hogy a radioaktív bomlásból eredő hélium atomsúlya 4, a kozmikus sugár eredetűé pedig 3.

Ezután már egyre tisztultak a problémák, sőt ez a zavart okozó tény újabb nagyszerű eszközt adott a kutatók kezébe.

Többféle nemesgáz alapján a meteorok korára is megkapták felső határnak a 4,6 milliárd évet, amit a földi kőzetek korául is kaptak.

Így született meg az egységes vélemény, hogy azok a szilárd kőzetek, amelyek Földünket és a meteoritokat alkotják, *4,6 milliárd évesek*.

Ezt fogadjuk el ma egyben az egész Naprendszerben az anyagok megszilárdulási korául.

Az újabb kérdés tehát az lett, vajon mi a magyarázata annak, hogy a hélium 3 alapján végzett kormeghatározások annyira eltérőek?

Egyszerre világos feletet adhatunk erre is, ha arra gondolunk, hogy a meteorok nem így keletkeztek, ahogyan ma keringenek a Naprendszer terében, hanem valamikor egy nagyobb test alkotórészei voltak. Ha pedig így volt, akkor addig, amíg egy nagyobb test belsejében foglaltak helyet, nem voltak kitéve a kozmikus sugárzás hatásának, és így nem is termelődhetett hélium 3. A kapott különböző korok

éppen azt mutatják, hogy az egyes meteoritok mikor váltak ki a nagyobb testből.

Az elmondottak nem pusztá feltevések. Megvizsgáltak különböző meteoritokat. A felszíntől kezdve rétegeket hasítottak le róluk és rétegenként vizsgálták a hélium 4 és hélium 3 arányát. A kozmikus sugár eredetű hélium 3 aránya annál nagyobb volt, minél közelebb volt a réteg a felszínhez. E kétfajta hélium százalékaránya tehát a réteg mélységétől is függ. Bonyolult vizsgálatokat követel meg annak megállapítása, hogy egy-egy meteordarab mikor morzsolódhatott le egy nagyobb testből. Mindenesetre az most már bizonyosnak látszik, hogy a meteorok jó része valamikor egy nagyobb égitest belsejébe volt zárva.

Ez a következtetés pedig olyan kérdésre ad választ, aminek feltevése is fantasztikusnak tűnt volna, mielőtt a fizika ezeket az összefüggéseket felismerte.

Valóban a meteorok eredetét illetően csak találgatásokra voltunk utalva, most pedig kezünkben vannak a kétségtelen bizonyítékok arra nézve, hogy a meteoritok valamely nagyobb test széthullt darabjai.

Feltételezhető, hogy a nagy meteorok és a kisbolygók eredete közös. Ez esetben pedig most már reményünk van arra is, hogy a szétrobbant anyabolygó pusztulásának korát meghatározzuk.

Mivel a hélium 3 módszerével a meteorok korára alsó határként tízmillió év rendű kort kaptak, úgy látszik, hogy a Földön már elég magasrendű élet volt, amikor ez az égi katasztrófa bekövetkezett.

Az eredmények és az eljárások még frissek, remélhetjük, hogy a most felfedezett úton haladva egyre határozottabb eredmények birtokába jutnak a kutatók.

Ha nehéz is lesz az egyes meteoritok történetét pontosan felfedezni, felbecsülhetetlen értékű maga a felfedezett tény, a hélium 4 hosszabb és a hélium 3 rövidebb lejárati órája. Ha nem is tudjuk még bizonyosan, mégis nagyon valószínű, hogy a meteorok és a kisbolygók rokon eredetűek. Ez esetben pedig valóban kellett létezni valamikor a Mars és Jupiter között egy nagybolygónak, amely valami ismeretlen kozmikus katasztrófa folytán szétmorzsolódott. Lehet, hogy az ok a Nap és a Jupiter árapálykeltő erejének rezonanciája volt, lehet, hogy más volt az ok. De ma már nem csupán tetszetős feltevés, hanem tényekkel megerősített következtetés, hogy a Phaetonnak nevezett nagybolygó létezett.

E egyszerű eredmények után is vakmerőnek tűnik az a kérdés, vajon mikor keletkeztek a Naprendszer alkotó elemek.

Az első komoly ellenvetés egy ilyen lehetőség ellen az, hogy mielőtt az elemek szilárd kéregbe záródtak, valamilyen más halmazállapotban lehettek. Akár folyékony, akár gázállapotot tételezünk fel, kilátástalan

lenne minden próbálkozás a kormeghatározásra azokkal a módszerekkel, amelyekkel a kéreg kialakulásáig követtük a Föld és a meteorok történetét. Hiszen, ha voltak radioaktív anyagok, azok bomlástermékei nem maradhattak az anyaelem közelében, a termelt nemesgázok elpárologtak, egyéb melléktermékek, így az ólom is cseppfolyós állapotában elkeveredett.

És az út mégsem járhatatlan.

Csupán egyetlen olyan kérdés marad nyitva, amely mint látni fogjuk nem túlságosan befolyásolja a végeredményt. Ez pedig az, hogy vajon az általunk ismert 92 állandó kémiai elem a Világmindenség története során egyszerre, egy időben keletkezett-e, vagy pedig sorozatos átalakulások során épültek fel egymásból, esetleg az elemek keletkezése — beleértve a legelsőt, a hidrogént is, ma is állandóan megtörténik.

Egyelőre tételezzük fel, hogy a nehezebb elemek egy időben keletkeztek, vagy legalábbis nem sok idő telt el kialakulásuk között.

Tegyük fel továbbá azt, hogy az urán 235 és urán 238 bőségaránya ugyanaz volt.

Most már teljesen mindegy, hogy ezek az elemek milyen halmazállapotban voltak, bomlásuk ütemét — mint említettük — semmiféle külső beavatkozás nem változtatja meg. Felezési idejük ugyanaz marad, a kozmikus óra egyenletesen jár.

E kétfajta urán között lényeges különbség mutatkozik a felezési idő tekintetében. Az urán 235 felezési ideje 700 millió év, az urán 238-é pedig 4,6 milliárd év. Eszerint az urán 235-ös óra 6,5-szerte gyorsabban jár.

A földi kőzetekben jelenleg a kétfajta urán mennyiségaránya 1 : 137. A gyorsabban bomló urán 235-ből tehát érthető módon sokszorosán kevesebb van.

Ha viszont az időben visszafele megyünk, azt találjuk, a számítás alapján, hogy 850 millió évvel ezelőtt a két uránfajta mennyiségaránya kétszerese volt a mainak. Tehát 850 millió évvel ezelőtt 1 : 68-hoz volt az arány. Ismét 850 millió évvel korábban 1 : 34 volt az arány.

Tovább folytatva a számolást azt kapjuk, hogy ezelőtt 6,6 milliárd évvel e két uránfajta bősége azonos volt.

Ezek szerint tehát e két elem korának keletkezésére a felső határ 6,6 milliárd év.

Ha az elemek keletkezése és megszilárdulása között nagyon sok idő telt volna el, annyi, hogy a gyorsabb felezési idejű urán 235 jó része elbomolhatott volna, máig ennek az elemnek el kellett volna tűnni. Mivel ma is létezik, a Naprendszer korára nézve felső határt lehet felállítani.

A radioaktív óra keletkezése pillanatában járni kezd. Órájának ütéseit, jelzéseit azonban csak abból vehetjük észre, ha szilárd anyagba zárva bomlástermékeket termel. Az óra elindulása — vagyis az elem keletkezése és az óra ütése, vagyis a megszilárdulása között eltelt időt keressük.

Ha egy már járó órát számláló szerkezettel látunk el, s annak segítségével az óra mindig üt, valahányszor eltelik 12 óra, már kaphatunk valami támpontot, de elég nagy bizonytalansággal.

Ha pl. az óra 0 órakor kezdett el járni, a számláló szerkezetet 0 óra 1 perckor szereltük fel és csak 12 órakor üt, az óra eredeti állása és első jelzése között majdnem 12 óra telt el. Ha viszont az óra már járt 11 óra 59 percet és a számlálóberendezést ekkor szereljük fel, rá egy percre már jelez is. Ekkor pedig csak 1 perc telt el.

Ha most az óra megindulása az elem keletkezését, a számláló beállítása pedig a megszilárdulást jelenti — látjuk, hogy e két dolog között eltelt időt csak 12 óra bizonytalansággal tudjuk megmondani.

Most gondoljuk el, mennyivel pontosabb lenne a számolás, ha eredeti óránkkal egy időben elindulna egy másik óraszerkezet, amely 40-szer gyakrabban jelez. Amikor a lassan járó óra 1-et jelez, a gyorsabban járó már 40-et jelezne. Ekkor a másik óráról már 40-szer pontosabban határozhatnánk meg a mutató állása és az első ütés között eltelt időt. Magyarán szólva 12 óra helyett 18 perces bizonytalanság állna csupán fenn.

Azt jelenti ez, hogy ha lenne ilyen másik radioaktív óránk, az elem keletkezése és megszilárdulása között eltelt időt 40-szer pontosabban tudnánk megmondani.

Megindult hát a keresés ilyen gyors felezési idejű, tehát gyorsabban járó kozmikus órák után.

Ha viszont létezett és bizonyára létezett is ilyen gyorsabb felezési idejű radioaktív elem, annak már el kellett tűnni a Naprendszerből az alatt az idő alatt, ami ennek keletkezése és megszilárdulása között eltelt.

Ez a gondolat helyénvaló, de nem vezet mégsem zsákutcába.

Honnan keressünk olyan elemet, amely már természetes állapotban nincs is meg a Naprendszerben?

Ha azonban ez a gyors felezési idejű radioaktív elem ma már nem is létezik, létezhetett akkor, amikor kialakulása után megszilárdult. Egy kevés mennyiség még beágyazódott a kőzetekbe, és csak a földtörténet évmilliárdjai alatt tűnt el a teljes mennyisége.

A gyorsítóberendezések mesterségesen előállított radioaktív termékei között kutattak ilyen elem után.

A legideálisabbnak a radioaktív jód 129 mutatkozott, amelynek felezési ideje 17 millió év, és terméke a xenon 129.

Ez a jód-óra-tehát 40-szerre gyorsabban jár, mint a 235-ös urán-óra. Ha nincs is meg manapság a 129-es jód, de megszilárdulásakor még volt belőle egy kevés, annak termékének, a 129-es xenonnak meg kell lenni.

Ha most ismét feltételezzük, hogy a stabil 127-es jód és a radioaktív 129-es jód valamikor azonos bőségű volt, a kőzetekben ma is megtalálható 127-es jód és a maradék xenon aránya megmutatja, hogy a kőzetek megszilárdulásakor mennyi 129-es jód ágyazódott be.

A xenon 129 és jód 127 arányát 0,00001-nek találták.

A jód 129 keletkezése után tehát annyi idő telt el a kőzetek megszilárdulásáig, ameddig a stabil és radioaktív jódok aránya 1 : 1-ről 1 : 0,00001-re csökkent.

A 17 millió éves felezési állandót alapul véve ez 290 millió év alatt következett be.

Eszerint tehát a jód keletkezése és a meteorok anyagának megszilárdulása között 290 millió év telt el.

Azért említettük a meteorokat, mert ezt a nagyszerű eredményt az észak-dakotai Richardtonban hullott meteorokó és a Kaukázuson túl hullott meteorit vizsgálatából kapták.

Az előbbi eredményeket úgy kaptuk, hogy az elemek egyidejű keletkezését tételeztük fel. Meg kell vizsgálni, hogy mi a helyzet, ha ez nem így volt. Ha az elemek felépülése folyamatosan történt, és pedig egymásból épültek fel, a nagyobb rendszámú elemek később keletkeztek, mint az alacsonyabb rendszámúak. Szerencsére ennek tekintetbe vétele nem zárja ki, hogy bizonyos — aránylag már kisebb bizonytalansággal megoldjuk a problémát.

Ha ugyanis még tekintetbe vesszük azt a másik felfogást is, hogy a nehezebb elemek felépüléséig hosszú idő telt el, az eredmény nem sokkal változik. Amíg a nehezebb elemek kialakultak, a radioaktív 129-es jód folyton bomlott, és a kezdeti arány ezek szerint nem 1 : 1-höz volt, hanem csak 1 : 0,0025, akkor az az idő, amely alatt ez az arány a beágyazódás idején fennálló 0,00001-re csökkent, 170 millió év lett volna.

Hozzá kell még tennünk azt, hogy ha helyt adunk azok felfogásának is, hogy a jódtermelés üteme az elemek kialakulásának folyamán nem egyenletes, hanem lassuló volt, akkor a 170 millió év helyett csak 120 millió év telt el az elemek keletkezése és azok beágyazódása között.

Ilyen nagy időskálában végeredményben nem nagy a különbség a 120 és a 290 millió év között sem.

Vannak tehát még finomabb bizonytalanságok, amelyek tisztázásra szorulnak, de most már megnyílt az út, amelyen határozott lépésekkel haladva megfelelhetünk arra a kérdésre is, ami eleinte any-

nyira bizarrnak tűnt, hogy mennyi idő telt el az elemek kialakulása és a kőzetek megszilárdulása között. Mint látjuk, legfeljebb néhány százmillió évről van szó. Semmi esetre sem lehet szó milliárd évekről, hiszen azalatt a jó óra már rég lejárt volna.

A Naprendszer kőzeteinek korához, a 4,6 milliárd évhez hozzáadva a kialakulás óta eltelt maximális 290 millió évet, 4,9 milliárd évet kapunk. Ez alatt az idő alatt ment tehát végbe a Naprendszer felépítése.

Pontosabban megfogalmazva nem arra adtunk feleletet, hogy mikor keletkeztek az elemek az egész Világegyetemben. Az anyagi világ körforgása örök. Minden tudásunk, minden megállapításunk az időben és térben korlátozott. Csak arról a világról beszélhetünk, amelyről műszereinkkel tudomást szerezhettünk. Az elmondottak is csak arra adnak feleletet, hogy a mi kozmikus környezetünkben, a Nap környezetében megjelent elemek és azok megszilárdulási pillanatának időskáláját megállapítsuk. A Föld és a Naprendszer kialakulása szempontjából azonban ez döntő jellegű és teljesen elégséges.

E. R. MUSZTYEL

a Szovjet Tudományos Akadémia levelezőtagja:

A NAP KORPUSZKULÁRIS SUGÁRZÁSA ÉS ANNAK HATÁSAI A FELSŐ LÉGKÖRRE

1. Napjainkban a tudományban egyre nagyobb és nagyobb szerepet játszik a Föld légkörének 60—70 km-nél magasabb felső rétegeinek vizsgálata. Ennek több oka van, néhányat felsorolunk közülük:

A nagy távolságú rövidhullámú rádióösszeköttetés azáltal válik lehetővé, hogy a felső légrétegek ionizált állapotban vannak, azaz atomjaiknak és molekuláiknak egy része meg van fosztva külső elektronjaitól. Mint köztudomású, az ilyen rádióösszeköttetés nélkülözhetetlen a ma emberének gyakorlati tevékenységében. Ezenkívül a felső légkörben mozognak a mesterséges holdak is, amelyek oly sok adattal járulnak hozzá a bennünket környező világ megismeréséhez.

A felső légrétegek fizikai állapotát azonban gyakorlatilag a Nap és a naptevékenység határozza meg. A Nap sugárzását két típusra oszthatjuk: *a*) elektromágneses sugárzás, *b*) korpuzskuláris sugárzás.

A Nap minden hullámhosszon kibocsát elektromágneses sugárzást, intenzív forrása a szemünkkel érzékelhető közönséges optikai sugárzáson kívül a röntgen, az ultraibolya és a rádióhullámoknak is. Éppen ez az ultraibolya és röntgensugárzás teszi elektromosan vezetővé a felső légkör bizonyos rétegeit, az úgynevezett ionoszférát, amely viszont a nagytávolságú rádióösszeköttetés lehetőségét biztosítja Földünkön.

A Nap korpuzskuláris sugárzásán a belőle különböző sebességgel kibocsátott részecskék (atomok és ionok) áramlását értjük.

E jelenség részletes vizsgálata (lásd később) arra enged következtetni, hogy a korpuzskuláris sugárzás, ha viszonylag kis mennyiségben is, de folytonosan árad a Naphól. A napfelszín egyes területei, az úgynevezett aktív területek (lásd később) azonban viszonylag sokkal erősebb forrásai a korpuzskuláris sugárzásnak. Ha a Föld ilyen korpuzskuláris sugárzás útját keresztezi, felső légkörének és ami különösen fontos, ionoszférájának fizikai állapota jelentős változásokat szenved. A korpuzskulák behatolását egy sor jelenség kíséri légkörünkben. Romlanak a rövidhullámú összeköttetés lehetőségei (e zavar néha

igen erős, különösen a sarkvidékeken áthaladó rövidhullámok esetében). A korpuszkulák behatolásának előrejelzése ezért igen nagy jelentőségű gyakorlati feladat, mivel ez lehetővé teszi a rövidhullámú vételre vonatkozó idejekorán történő prognózis felállítását. A Naphól eredő korpuszkulák geomágneses zavarokat, azaz a Föld normális mágneses tere erősségének megváltozásait, sarki fényt és a kozmikus sugarak sugarak erősségének ingadozásait is előidézhetik. (A kozmikus sugarak ugyanis részint a Napról, részint pedig Tejútrendszerünk távoli vidékeiről származnak.) A korpuszkuláris áramlások Földhöz érkezéneek egyik legérzékenyebb jelzője a földi mágneses tér, amelyet a geofizikai megfigyelőállomások kísérnek figyelemmel. Ezért a Nap korpuszkuláris sugárzását legtöbbször a geomágneses zavarok analízise alapján vizsgálják, bár vannak természetesen más módszerek is: az utóbbi időben pl. rakéták segítségével is nyertek néhány fontos adatot ezen sugárzás természetére vonatkozóan. A geomágneses és egyéb mérések alapján a Nap korpuszkuláris sugárzását a következő típusokra oszthatjuk fel:

a) viszonylag stabil áramlások, amelyek fokozatosan kibontakozó geomágneses zavarokat keltenek,

b) erősebb, kitörésszerűen kezdődő zavarokat előidéző korpuszkuláris áramlások,

c) kis intenzitású folytonos korpuszkuláris sugárzás,

d) kozmikus sugarak.

Mint ismeretes, a kozmikus sugárzás is részecskékből áll, amelyek azonban a fénysebességhez közeli vagy legalábbis azzal összemérhető nagyságrendű sebességekkel mozognak.

Vizsgáljuk most a fenti típusokat egyenként.

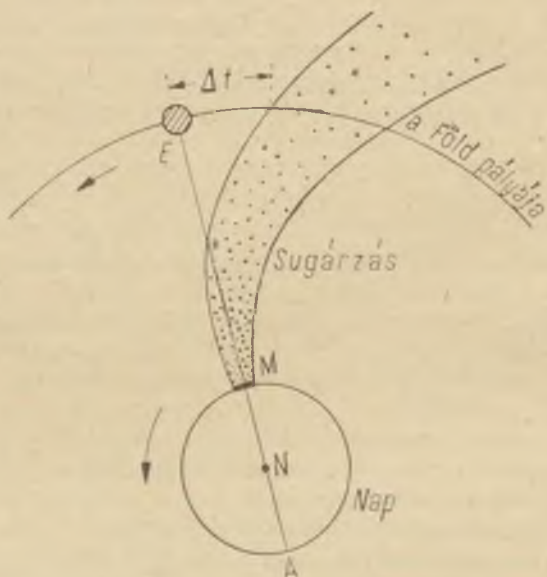
2. Tekintsük először a fokozatosan kifejlődő mágneses zavarokat. Amint az elnevezésből is kitűnik, ezek esetében a Föld mágneses terének változása a normális nyugalmi állapotból a perturbált állapotba fokozatosan megy végbe. E zavarok intenzitása nem jelentős. A szóban forgó zavaroknak, amelyeket *J. Bartel's* nyomán *M* perturbációknak is szoktak nevezni, egyik legjellegzetesebb sajátossága a 27 napos ismétlődés.

Ennek eredményeképpen igen gyakran észlelhetünk 27 napos geomágneses perturbációs sorozatokat. Egy sorozaton belül az egymás utáni zavarok kezdete között eltelt idő 27 nap. Egyes sorozatok mindössze néhány perturbációból állnak, számuk néha eléri a 10–12-t is.

A 27 napos szakaszsosság magyarázatára már néhány évtizeddel ezelőtt a következő gondolatot vetették fel:

Úgy kell elképzelnünk, hogy a Napon vannak bizonyos stabil korpuszku-la-források, az úgynevezett *M* régiók, melyek együtt forognak a Nappal. Mivel pedig a Nap tengelyforgása a Földön levő meg-

figyelő számára éppen 27 nap, természetes, hogy a Földnek 27 naponként be kell lépnie a stabil forrásokból származó áramlásba. Mindezt a 14/a. ábra szemlélteti. Ábránkon az M régió éppen áthalad a Nap $EM A$ középső meridiánján, melyet a Nap—Föld irány határoz meg. Δt idő múlva a Föld belép az áramlásba. A következő ilyen belépés éppen 27 nap múlva következik be. Az ábrán N a Nap forgási tengelye, amely a papír síkjára merőlegesen áll.



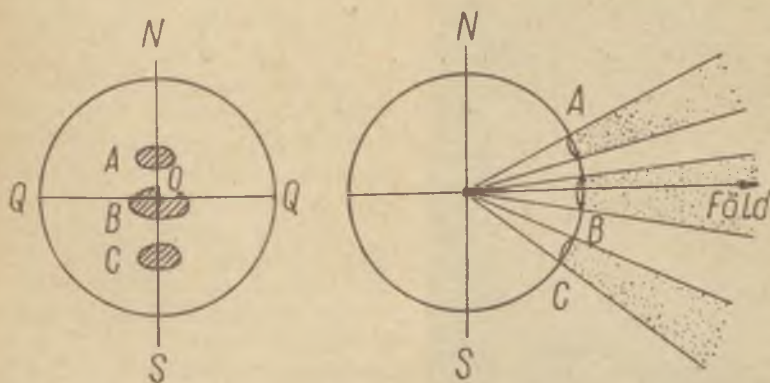
14/a. ábra

Az M zavarok különösen nagy szerepet játszanak a naptevékenységi ciklus leszálló ágában, egészen a minimumig. Jellemző sajátosságuk, hogy minden M perturbáció élettartama viszonylag nagy, átlagban 5—6 nap, közvetlenül a minimum előtt pedig eléri a 12—15 napot. Ezért az M perturbációk igen kellemetlen zavarforrások a rövidhullámú rádiózás számára.

Mind elméleti, mind pedig gyakorlati vonatkozásban fontos feladat megtalálni azt a helyet a Napon, ahonnan az M zavarokat okozó korpuszkulák kilépnek. 1942-ben a jelen sorok szerzője megfigyelte, hogy minden kalcium flokkulusznak (vagy fáklyának) a napkorong látszólagos középpontján történő áthaladását bizonyos Δt idő eltelte után geomágneses zavarok kísérik. Azoknak a flokkuluszoknak viszont, amelyek áthaladnak ugyan a Nap középső meridiánján, de csak elég

nagy távolságra a korong közepétől (több mint $3-5^\circ$), általában nincs ilyen hatásuk. Ebből azt a következtetést lehetett levonni, hogy a flokkuluszok radiális, vagyis olyan korpuszkuláris sugárzás forrásai, amely közelítőleg a Nap középpontját a flokkuluszokkal összekötő egyenes vonalán halad.

A mondottakat a 15. sz. ábrán szemléltettük. Az ábra baloldalán a *NOS* vonal a Nap középső meridiánja, *O* a napkorong középpontja



15. ábra.

a Földről nézve, *QQ*-vonal a Nap egyenlítője. A *B* flokkulusz áthalad a látszólagos középponton, az *A* és *C* azonban nem. Meg kell még jegyeznünk, hogy ezen áramlás radiális voltát bizonyítják a földmágnesség és a sarki fény időszaki változásai is.

A fentiek megvilágítására tegyünk még egy megjegyzést. Ismeretes, hogy a Napon a különböző nem stacionárius folyamatok főként az úgynevezett aktív területen fejlődnek ki. Az egyes aktív területeken belül keletkeznek napfoltok, kromoszferikus flerek (lásd később) stb. Minden aktív terület legfontosabb elemei közé tartoznak az ún. kromoszferikus fáklyák, vagy más szóval flokkuluszok. A fotografikus felvételeken a legkontrasztosabbnak a kalcium flokkuluszok látszanak. Ezek a felvételek a napszínkép egyik legerősebb *K* és *H* vonala középső részének sugaraiban készülnek (a *K* legerősebb vonalai ionizált kalciumnak felelnek meg). A 16. ábra *K* vonalakban készült napfelvételt mutat, amelyet 1957. június 17-én készítettek a Szovjetunió Tudományos Akadémiájának Krími Asztrofizikai Observatóriumában. A napkorongon látható világos területek a flokkuluszok helyei. Az ilyen napfelvételeket spektroheliogramoknak nevezzük. Igen fontos, hogy minden kalcium flokkulusz külső kontúrja gyakorlatilag egybeesik az

aktív területek külső kontúrjával. Ennek alapján azt az általánosabb kijelentést tehetjük, hogy minden aktív terület közelítőleg radiális korpuszkuláris sugárzás forrása. Ezt a következtetést az utóbbi időben megerősítette egy 5 naptevékenységi ciklusra kiterjedő (1906—1952) észlelési anyag feldolgozása. E munkában a Szovjetunió napszolgálatá, Franciaország (Medon), India (Kodaikanal) által megfigyelt kb. 2000 flokkuluszt használtak fel. A Δt közepes késési idő ezek alapján 4—5 nap, ami 400 km/sec nagyságrendű korpuszkula sebességnek felel meg.



16. ábra.

Miután megállapítottuk azt a helyet, ahonnan az M perturbációk korpuszkuláris sugárzása kilép, vissza kell térnünk arra a kérdésre, hogy milyen e sugárzás szerkezete, és milyenek fizikai sajátosságai. Figyelembe kell vennünk, hogy a Nap légkörének legkülső része a korona, rendkívül kiterjedt sugaras szerkezetű képződmény. A gázok sűrűsége a koronában igen csekély, átlagos hőmérséklete viszont millió fokos nagyságrendű. Nyilvánvaló, hogy a korpuszkuláris sugárzásnak

szoros kapcsolatban kell állnia a napkoronával. Meg kell még jegyez-nünk, hogy minden aktív területen mágneses teret is megfigyelhetünk, tehát ennek is tükröződnie kell az aktív területekről kilépő korpusz-kuláris sugárzás fizikai sajátosságaiban. Valóban, mivel mai fizikai ismereteink szerint a mágneses térnek a Nap légkörében uralkodó fizikai körülmények között, ahol az elektromos vezetőképesség rend-kívül nagy, a közegbe „befagyva” kell jelen lennie, az aktív területekről felemelkedő gázoknak magukkal kell sodorniuk a „befagyott” mágneses teret. Azonban az M zavarok korpuszkuláris sugárzása szerkezetének kérdésében is természetesen a megfigyelés a döntő szó. Ezen sugárzá-sok egyik legfontosabb megfigyelhető sajátága rendkívüli időbeli állandóságuk: a Δt késlekedési idő egy adott geomágneses sorozatra vonatkozóan igen gyakran gyakorlatilag állandónak mutatkozik. Ez az állandóság annak ellenére áll fenn, hogy a sorozat élettartama (néha 10—12 fordulat) alatt a geomágneses zavarokért felelős aktív terület fizikai állapota lényeges változásokon mehet át. Az aktív terület fizikai állapotában a két fordulat között eltelt 27 nap alatt történő változás-nak az áramlásban levő korpuszkulák sebességének jelentős megválto-zását kellene előidézni, és ezáltal a Δt időnek lényegesen meg kellene

változnia. Ebből a szerző arra a megállapításra jutott, hogy az aktív területekből kilépő korpuzkuláris áramlás viszonylag merev, radiális irányú befagyott mágneses terek erővonal-csöveiben halad. Feltételezhetjük, hogy az ilyen csövekben a gázok sűrűsége lényegesen nagyobb, mint a napkorona környező részeiben. Számításokkal kimutatható, hogy a mágneses tér erősségének 10^4 gauss-nak kell lennie ahhoz, hogy a cső kívánt merevségét biztosítsa. Ez minden tekintetben teljesen elfogadható eredmény. *L. Sz. Marocsnyik* részletesebb számítása kimutatta, hogy e csöveknek időben igen állandóaknak kell lenniük. A csőben áramló gázok sebességének és sűrűségének erős ingadozásai a cső „hajlását” és a Δt késési időt csak igen kis mértékben befolyásolják. Még, ha a gázok sebessége a csőben néhány száz km/sec-ről 0-ra csökken is, a Δt késési idő számottevő változására néhány hónapot kellene várnunk. Nyilvánvaló tehát, hogy ezzel magyarázható a mágneses zavarok stabilitása az egyes sorozatokon belül.

A befagyott mágneses terekre és az aktív területekről kiinduló viszonylag nagy sűrűségű erővonal-csövekre vonatkozó elképzelés helyessége mellett szólnak a következő tények:

a) A kozmikus sugarak vizsgálata és a rakétákkal végzett mérések az áramlásokba befagyott mágneses terek jelenlétét mutatják.

b) Rádiócsillagászati polarimetrikus és optikai megfigyelések tanúsága szerint a korona sűrűsége az aktív területek felett nagyobb az átlagosnál.

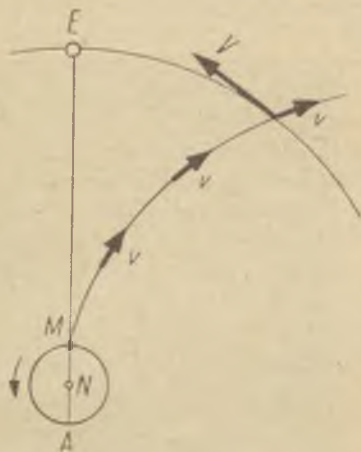
c) A napfogyatkozások alkalmával készült korona felvételeken az aktív zónák felett egyenes sugarakat találtak (*E. J. Bugoszlavszkaja*).

d) A sugárzásnak strukturális jellege van, amint az az M perturbáció strukturájának vizsgálata alapján kimutatható (*M. Sz. Bobrov*).

Ha röviden is, de érinteni szeretnénk még azt a kérdést, hogy milyen erők hozzák létre a mágneses csöveket. Feltehető, hogy a hőátágulás erői játszanak itt szerepet. Viszonylag sűrű és forró gáztokegek megjelenése az aktív területek felett (ez mérési eredmény) okozza a gázok kiterjedését és felfelé történő mozgását, mivel lefelé rohamosan nő a naplégréteg sűrűsége. A mágneses terek jelenléte miatt ennek a kiterjedési folyamatnak nyilvánvalóan mágneses csövek képződésére kell vezetnie. A számítások azt mutatják, hogy a szóban forgó kiterjedési folyamat eredményeként a gázok 400–600 km/sec-os felfelé irányuló sebességre tehetnek szert, ami jó összhangban van a megfigyelésekkel. Nem szabad azonban elfelejtenünk, hogy ez csak a gázok kezdeti mozgásának V_0 belépési sebessége a csőben, amely a Föld távolságában nagymértékben lecsökkenhet. Ezenkívül az aktív terület előregedésével V nyilván erősen csökkenhet, de mint tudjuk ez, alig befolyásolja a Δt értéket. Azt gondolhatjuk, hogy a korpuzkulák alapsebessége,

amely meghatározza az M típusú földmágneses zavarok erősségét, a cső V keresztirányú mozgási sebessége, amelyet a Nap forgása határoz meg (17. ábra).

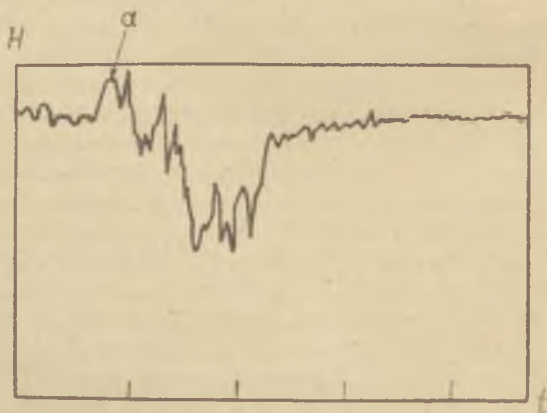
Térjünk most át a kitörésszerűen kezdődő zavarok tárgyalására.



17. ábra.

3. A hirtelen kezdődő földmágneses zavarok egész sor jellemző sajátsgot mutatnak. Először is amint nevükből is kitűnik, a szóban forgó zavarok kezdete váratlan, ugrásszerű. A 18. ábra az említett mágneses zavar intenzitásának tipikus időbeli lefolyását szemlélteti. Az „ a ” jelzésű emelkedés a gyors kezdetet mutatja. Ezenkívül a kitörésszerű perturbációknak nincs 27 napos szakaszosságuk. Végül pedig átlagosan lényegesen erősebbek, mint az M zavarok. A sok éves megfigyelési anyag meggyőzően bizonyítja, hogy az említett zavarokat lényegében a kromoszferikus ferek idézik elő. A ferek is az aktív területeken belül keletkeznek, legtöbbször a kromoszféra magasságában,

de itt a földi megfigyelő szempontjából véletlenszerű, és kifejezetten nem stacionárius képződménnyel állunk szemben. Természetes tehát, hogy 27 napos ismétlődést nem várhatunk.



18. ábra:

A flerek a napfelületen lejátszódó legérdekesebb jelenségek közé tartoznak. Általában úgy jellemezhetők, mint a napkorong egy részén mutatkozó gyors, néha rendkívül intenzív fényességnövekedések (az aktív területen belül), amelyek a spektrum valamely elegendően erős vonalának fényében figyelhetők meg (főként a hidrogén úgynevezett $H\alpha$ vonalaiban).

Egy elegendően erős kromoszférikus fler megjelenése a napkorongon a földi rövidhullámú rádióösszeköttetés jelentős, néha igen erős, de viszonylag rövid tartamú leromlásával jár Földünknek mindazon részein, amelyet a Nap éppen megvilágít. Ez onnan ered, hogy a flerek intenzív röntgensugárzást bocsátanak ki, amely behatol az ionoszféra mélyebb rétegeibe és ott különféle másodlagos ionizációs jelenségeket vált ki. Néhány esetben egy kromoszférikus fler fellépte után igen rövid idővel a kozmikus sugárzás intenzitásának növekedését is megfigyelték a Földön. Egyes flerek tehát a kozmikus sugárzás hatalmas erejű forrásai.

A leírt jelenségek szorosan kapcsolatosak a flereknek a Napon való megjelenése pillanatával. Sok esetben azonban — bár mint később látni fogjuk, közel sem mindig — 2—3 nappal a fler után kitérősszerű mágneses zavart és sarki fényt észleltek a Földön és ugyanakkor leromlottak a rövidhullámú rádióösszeköttetési viszonyok és most már 2—3 napra. Itt a Földnek egy kromoszférikus fler által kidobott korpuszkula felhőbe való behatolásával állunk szemben.

A késési idő alapján megbecsülhető a felhő mozgási sebessége is. A sebességértékek a különböző kitérősségek alkalmával 500—3000 km/sec között változnak, átlaguk 1500 km/sec.

Említettük már, hogy közel sem minden kromoszférikus fler korpuszkuláris sugárzás forrása és igen bonyolult, de egyszersmind igen fontos kérdés, hogy mely kitérősségek hoznak létre korpuszkuláris sugárzást és melyek nem. Először is meg kell jegyeznünk, hogy minél erősebb egy kromoszférikus fler, azaz minél fényesebb, annál nagyobb annak a valószínűsége, hogy geomágneses és egyéb zavarokat idéz elő. Ez azonban csak statisztikus összefüggés. Sok esetben még a legfényesebb kromoszférikus flerek sem hoznak létre földmágneses zavarokat, más esetekben viszont közepes erősségű flerek hatása is jól észlelhető. E probléma megoldásához az utóbbi idők lényegesen közelebb vezettek. Éspedig annak valószínűsége, hogy valamely fler korpuszkuláris sugárzást bocsát ki, lényegesen nagyobb, ha ezen flert bizonyos rádiócsillagászati jelenségek kísérik. Ez a jelenség a Nap úgynevezett IV. típusú rádiósugárzása, mely csak kromoszférikus flerek után figyelhető meg, és akkor is feltétlenül a II. típusú rádiósugárzás fellépte után. Mind a IV., mind pedig a II. típusú rádiósugárzás legjobban rádióspektrográfok segítségével tanulmányozható. A IV. típusú rádiósugárzás folytonos

és polarizált. A 100—600 Hz-ig terjedő spektrum-intervallumban helyezkedik el.

Mint említettük a IV. típusú rádiósugárzás szorosan kapcsolatos a II. típusúval. A II. típusú rádiósugárzás spektruma nem folytonos. A spektrum tanulmányozása azt mutatja, hogy a sugárzást a fler területéről kilépő gázok tényleges mozgása kíséri. A gázok mozgási sebessége közvetlenül meg is becsülhető a rádióspektrografikus adatok alapján. *I. G. Mojszejev* kimutatta, hogy ha tekintetbe vesszük a koronának az aktív területek fölött észlelt nagyobb sűrűségét, akkor az ily módon kapott sebességértékek megegyeznek a geomágneses perturbációk késlekedéséből számítottakkal.

Úgy látszik, hogy a IV. típusú rádiósugárzást létrehozó gázok magukkal ragadják azokat a gázokat, amelyek a II. típusú rádiósugárzást keltik. Valószínű, hogy a IV. típusú rádiósugárzás a kidobott gázok mágneses terében mozgó relativisztikus, azaz közel fénysebességgel mozgó elektronok sugárzásából származik. E megállapítással jó összhangban van az a tény, hogy a Napról származó kozmikus sugarak intenzitásának legerősebb megnövekedései egybeesnek azokkal a kromoszférikus flerekkel, amelyeket IV. típusú rádiósugárzás kísér. Ezenkívül rakéták segítségével közvetlenül is kimutatták a befagyott mágneses terek jelenlétét a flerekből kidobott korpuszkula felhőkben.

A kromoszférikus flerek tehát — különösen azok, amelyeket IV. típusú rádiósugárzás kísér —, rendkívül bonyolult és erősen nem stacionárius folyamatok, amelyek jelentős energiakisugárzással járnak együtt, nemcsak az optikai, hanem a röntgen és rádió spektrumtartományban is. Ezenkívül a flerek mind 1500 km/sec nagyságrendű sebességű, mind pedig relativisztikus sebességű korpuszkulák forrásai.

Végezetül a két utóbbi pont összefoglalásaként le kell szögeznünk, hogy bár az utóbbi időben jelentősen gyarapodtak ismereteink a korpuszkuláris sugárzás említett formáit illetően, a geomágneses perturbációk mechanizmusával, és még általánosabban a korpuszkuláris sugárzásnak a felső légkörrel való kölcsönhatásával kapcsolatban még igen sok nyílt vagy vitatott kérdéssel kell szembenéznünk.

4. A fokozatos és kitörésszerű kifejlődésű geomágneses perturbációkban a Föld normális mágneses tere zavarainak legfontosabb és leggyakoribb típusaival ismerkedtünk meg. E zavarokat a korpuszkulák két teljesen különböző típusa hozza létre. Azonban igen sok adat szerint található még egy fajta korpuszkula, amely majdnem folyamatosan áramlik ki a Naphól. Ezt a korpuszkuláris sugárzást az utóbbi időben a Nap „szelé”-nek nevezték el. Léte mellett a következő adatok szólnak:

a) A gázok gyorsulása az üstökösök csóvájában. — Mint ismeretes, e csóvákat *F. A. Bredthin* nyomán három típusba sorolhatjuk, melyek közül az első, a gázcsóvájú üstökösök típusa az, amely a szóban forgó

jelenséggel kapcsolatban különös jelentőséggel bír. E gázcsóvák iránya majdnem pontosan ellentétben párhuzamos a Nap felé mutató rádiusszal. A részletesebb vizsgálatok szerint a csóvákban a gázok gyorsulása átlagban igen nagynak adódik, mindenesetre nagyobb azon gyorsulásnál, amelyet a Nap fénynyomása okozhatna. A kérdés tisztázására *L. Biermann* hipotézist dolgozott ki, amely szerint az említett gyorsulások éppen a Naptól kiáradó folytonos korpuszkula áram idézi elő.

b) A Föld geomágneses pólusai környékén különösen a maximális naptevékenység éveiben igen gyakori, néha szinte folyamatosan észlelhető egy speciális földmágneses zavar, amely határozottan különbözik a fentebb tárgyalt két perturbáció típustól. A legtermészetesebb arra gondolni, hogy ez esetben is a Nap szinte folytonos korpuszkuális sugárzásának póluskörnyéki beáramlásával állunk szemben.

L. Biermann úgy gondolta, hogy a Nap „szelé”-nek léte mellett szólnak az állatövi fény polarizációs vizsgálatainak régebbi keletű eredményei is. Úgy látszott, hogy ezen eredmények alapján az állatövi fényt szabad elektronok sugárzásának kell tekintenünk. *V. G. Fesztenkov* és *D. Blackwell* későbbi vizsgálatai azonban azt bizonyítják, hogy e jelenséget mégsem a szabad elektronok, hanem a bolygóközi tér por-részecskéi hozzák létre. A Nap szelének sűrűségét ezért az *L. Biermann*-féle hipotézisben szereplő értéknél lényegesen kisebbnek kell feltételeznünk. Naptól földtávolságyira cm^3 -enként mindössze 1—10 elektron lehet a bolygóközi térben, és e részecskék sebessége sem lehet különösen nagy.

Mindezek ellenére valamiféle, a Naptól, pontosabban annak koronájából kiáramló, nem túl intenzív és szinte folytonos korpuszkula áramlással mégis bizonyosan számolnunk kell, és ennek tanulmányozását már csak azért sem hanyagolhatjuk el, mert e fizikai kérdés tisztázása nélkülözhetetlen egyes űrhajózási problémák megoldásánál.

A korpuszkuális sugárzás negyedik típusa az a kozmikus sugárzás, amelyet a Nap és különösen a kromoszferikus flerek bocsátanak ki. Ennek tárgyalása azonban egy teljesen különálló, rendkívül kiterjedt és bonyolult problémakörbe vezetne, amelynek megismerését ezúttal nem tűzhetjük ki célunkul.

RÓKA GEDEON:

A VILÁGEGYETEM ÖRÖK TÖRVÉNYEI

A szputnyik-űrhajók és más mesterséges égitestek minden eddiginél gazdagabb tartalmú fejezetet kezdtek meg a csillagászat történetében *Gagarin* űrnagy űrrepülésével átléptük az űrhajózás korának küszöbét. Bebizonyosodott, hogy az ember áttörheti lakóhelyének, a Földnek, korlátait és meghódíthatja a kozmikus térséget a közvetlen tudományos kutatás számára.

A szovjet emberek és velük együtt mi is büszkék vagyunk arra, hogy a Szovjetunió az űrkutatás terén megelőzte a legfejlettebb kapitalista államokat. A szovjet asztronautika szakemberei ugyanakkor mindig leszögezik, hogy az űrhajózás reális lehetőséggé válása az egész emberiség érdeme. *Martinov* professzor szerint megvalósítását olyan elméleti és technikai vívmányok együttes alkalmazásával érhettük el, melyek különböző országokban és különböző időkben születtek. Messzi évszázadokig kellene visszamennünk, ha nyomon akarnánk követni az asztronautika komplex tudományának különféle forrásait. Nagy általánosságban mégis azt mondhatjuk, hogy a haladásnak két fő útvonalán jutottunk el az ember űrrepüléséhez.

Az egyik út nyilván a technika fejlődésének útja. Ha nem tudnánk űrhajókat építeni, akkor ma is csak ábrázolhatnánk, vagy fantasztikus regényeket írhatnánk az űrhajózásról. De a társadalom nem mindent valósít meg, ami technikailag lehetséges. A kibernetika és automatika felhasználásával például lehetne olyan bábszínházat létesíteni, melyben életnagyságú és élethű bábuk minden emberi beavatkozás nélkül eljátszanának egy háromfelvonásos színdarabot, beleértve a beszédet, arejátékot, táncot és éneket is. Egy ilyen automata színház azonban csak különlegesség vagy érdekesség volna és sem tudományos, sem művészi szempontból nem bírna különösebb jelentőséggel. Nem valószínű ezért, hogy valaha is élni fognak ezzel a technikai lehetőséggel. Az űrhajók sem indulnának el, ha ennek csak technikai előfeltételeinek volnánk birtokában, de ugyanekkor nem volna az űrhajózás szükséges a társadalom számára. Ahhoz pedig, hogy az űrkutatás végrehajtandó tudományos programmá váljék, a haladásnak még ezt az útját is meg

kellett tennünk, mely a modern csillagászat világgépének kialakulásához vezetett.

A régebbi korok világgépében ugyanis még benne rejlettek az ősi primitív világgépnek a természetet megszemélyesítő vonásai. A csillag-istenek ugyan eltűntek a képzelet világából még a tudományos csillagászat megszületése előtt, de még Kopernikus korában is emberfeletti akarat teremtette tökéletes rend megnyilvánulását vélték felfedezni a bolygórendszer szerkezetében és az égitestek mozgásában. Kepler is még abban látta a csillagászati kutatások célját és értelmét, hogy az emberi szellem a teremtett világ szépségében, örök harmóniájában gyönyörködjék.

Régen is megfigyeltek természetesen az égbolton olyan jelenségeket is, melyek nem illettek bele a változatlannak tűnő égi rend világába. A fogyatkozásokat, üstökösöket, tűzgolyókat és más „rendkívüli” égi tűneményeket azonban égi jeleknek tartották. Meteorhullásnak is akadt nem egy szemtanúja. De még a XIX. században is a párizsi akadémia tudósai azon az alapon minősítették kitalált ostobaságoknak az erről szóló híreket, hogy az égből nem potyoghatnak összevisszaságban kődarabok.

A köztudatban még ma is eléggé elterjedt az a felfogás, hogy a csillagászat tudományát csupán tárgyának szépsége kedvéért művelik. Sok embert az vonz a csillagászat felé, hogy a földi bajokért és gondokért kárpótlást találjon az égi világ nagyszerű rendjében. Ha azonban a csillagos ég nem jelentene többet az ember számára, mint felsőbbrendű akarat által kimért égi rendben gyönyörködést, talán sohasem indultak volna útjukra az ember készítette mesterséges égitestek. Az űrhajózás gondolata ugyan felmerült már a régebbi korokban is. Elképzelték, milyen pompás látványt nyújtana a Szaturnusz gyűrűrendszere a bolygó egyik közelebbi holdjáról szemlélve, vagy milyen fenséges színjátékban lehetne részünk a kettős csillagok bolygóin, ahol különböző színű napok kelnének és nyugodnának. A kíváncsiság és a látványosság iránti vágy azonban nem volna elegendő egy űrhajó megépítéséhez. Ha egy ember tudna űrhajót készíteni, akkor pusztán kíváncsiságból is elmennének a Holdra, hogy legalább egyszer megnézzék a Hold sziklacsúcsait. Űrhajó építéséhez azonban legalább 8—10 féle különböző tudományág együttműködése, tudósok, technikusok, munkások százainak erőfeszítése szükséges. A társadalom ilyen nagymérvű megmozdulását pedig nem állítanák egyesek kíváncsiságának szolgálatába.

Kétségtelen, hogy csakúgy mint más tudományban, a csillagászatban is mind a kutató munka, mind annak eredményeivel való megismerkedés esztétikai élményekkel jár. Ilyen már maga a csillagos ég

puszta szemlélete, melyet ősidők óta joggal soroznak a legmegkapóbb természeti szépségek közé.

Írók, művészek egyetértenek abban, hogy a teljes napfogyatkozás látványa lenyűgöző, páratlan élmény. De nem szerveznének tetemes költséggel expedíciókat távoli földrészekre csak azért, hogy a csillagászok a napkoronában és a protuberanciákban gyönyörködjenek, ha tudományos szempontból nem volna fontos és szükséges a teljes napfogyatkozás megfigyelése. Így van ez az úrhajózással is. Az úrhajósoknak olyan különleges élményekben lesz részük, melyek közül egyeseket előre sejtünk, a legtöbbjét azonban még el sem tudjuk képzelni. Az úrhajókat azonban mégsem az ilyen rendkívüli élmények kedvéért indítják el, hanem azért, mert az úrkutatás szükségessé vált a ma tudománya számára. A modern csillagászat korában ugyanis átalakult, megváltozott a Világmindenségről kialakított felfogásunk, tudásunk.

Az új világkép felé Kopernikusz után Newton munkássága jelentette az első döntő fordulatot. Newton felismerte, hogy a Világegyetem „rendjének” nem valamilyen felsőbbrendű akarat a forrása, hanem magában az anyagban rejlő, a földi körülmények között is érvényesülő egyszerű természeti törvény: az általános tömegvonzás törvénye. Ennek a törvénynek a segítségével természetes okokkal meg lehetett magyarázni az égitestek mozgását, sőt előre ki is lehetett számítani, hogy hogyan fognak mozogni a jövőben. A tömegvonzás törvényén kívül később más törvények is ismeretessé váltak, de már Newtontól kezdve vált mindinkább uralkodóvá a csillagászatban az a felfogás, hogy a Világegyetem jelenségeit megfigyeléssel és elméleti következtetéssel ki lehet kutatni, a Világmindenség „titkait” önmagából meg lehet érteni.

A modern csillagászat világképének másik jellemző vonása a kozmogónia tudományának kibontakozásával kezdett kirajzolódni. Kant fogalmazta meg először a Világmindenség saját törvényeiből fakadó fejlődésének gondolatát és a további kutatások sokrétűen igazolták, hogy az égitestek keletkezését és fejlődését is meg lehet érteni a természet törvényei alapján. Ezáltal szükségtelenné vált minden isteni beavatkozás feltételezése a Világmindenség működésében és a kutatás homlokterébe a Világegyetem törvényei kerültek.

E törvények behatóbb tanulmányozása után vált világossá, hogy amit mi a Világegyetem „rendjének” nevezünk, nem valamilyen tudatos létrehozott rend, hanem vak természeti törvények egy bizonyos időszakban érvényesülésének egyik oldala. A tömegvonzás törvénye érvényesül például abban, hogy a Hold kering a Föld körül, a bolygók a Nap körül, meghatározott pályákon és nem ütköznek össze. A mi emberi fogalmaink szerint ez a rendnek felel meg. De ugyanezen általános tömegvonzás törvényének következtében az égitestek törvény-

szerűen össze is ütköznek, ami a Naprendszeren belül is állandóan megtörténik a kisebb égitestekkel. 1908-ban a Föld is összeütközött egy óriásmeteorral, vagy ahogy újabban valószínűbbnek látszik, egy üstökös magjával. Az összeütközés keltette robbanás 30 km-es körzetben letarolta a szibériai őserdőt. Ez már nem rendnek, hanem helyi jellegű katasztrófának felel meg. A törvény érvényesülésének az az oldala, mely bennünk a rend benyomását kelti, sem valamilyen örök harmónia jellegű, hanem csupán időszakos. A bolygók most meghatározott pályákon keringenek, de valaha a Naprendszer helyén csupán gáz- és porrészecskék voltak. Az égitestek rendszerei is keletkeznek, változnak, átalakulnak és mint ilyenek széthullanak, csak fejlődésük a mi időszámításunkhoz képest igen hosszú idők alatt megy végbe. Ezért vélték a régiek változatlan rendet felfedezni az égitestek világában.

A modern csillagászat világképe azonban még nem merült ki abban, hogy a Világegyetem minden jelenségét meg tudja magyarázni az anyag saját belső törvényei alapján. A Világegyetemben felismert törvényeknek nemcsak ez a jelentőségük. A mai csillagászat egyik legfontosabb ága: az asztrofizika a fizikával és ezen belül különösen az atomfizikával kerül kölcsönhatásba. Nemcsak arról van szó, hogy a mikrokozmosz törvényeit alkalmazták a csillag-fizikában, a csillagok tulajdonságainak és a csillagok fejlődésének magyarázatára. Kiderült az is, hogy a Világegyetemben ilyen módon felismert törvényeket fel lehet használni a fizikában és más természettudományokban. Ez nem is lehet másként, hiszen a Föld csak parányi része a természetnek. A természet törvényeit behatóan nem lehet csak a földi körülmények között megismerni. A természetkutatást ki kell terjeszteni a nagy Világegyetem anyagára.

A csillagászat és a többi természettudományok együttműködése eddig is gyümölcsözőnek bizonyult. A csillagok energiatermelésének tanulmányozása a hidrogén fúziós energia szabályozható, folyamatos felszabadulását segíti elő, a bolygó- és Hold-kutatás a Föld belső szerkezete és fejlődése szempontjából nyer alkalmazást, a Földet érő kozmikus hatások vizsgálatában érdekelték a meteorológia, a geofizika, a biológia, a rádiótechnika, a fizika. Az eddig elért eredményeknél is sokkal jelentősebb azonban az ilyen irányú kutatások perspektívája. Hiszen még csak a kezdetnél tartunk, főleg csak a lehetőségeket, és fontos összefüggések első nyomaint ismertük fel. Annyi azonban bizonyos, hogy a természet feletti uralom kiterjesztéséhez elengedhetetlenül szükséges a Világegyetem törvényeinek alaposabb megismerése és a természettudományokban való felhasználása. Ez a fő célja az űrhajózásnak is. Ahelyett, hogy mint eddig tettük, óriási távolságból különféle műszerekkel vizsgáltuk az égitestek által kibocsátott vagy visszavert sugárzásokat, az űrhajózás lehetőségessé teszi a Világegyetem anyagának közvetlen tanulmányozását. Ezáltal megsokszorozódik a természet

törvényeinek mind mélyebb szinten való megismerésének lehetősége. Ennek érdekében összpontosulnak a társadalom erőforrásai az űrhajózás megvalósítására.

Felvázolhatnánk, hogy eddigi ismereteink alapján milyen területeken várható újabb fontos törvényszerűségek felismerése. A naphatások, a kozmikus sugárzás, a bolygóközi anyag, a Hold, a bolygók máris a kutatás programjába kerültek és egészen bizonyos, hogy rövid időn belül nagyfontosságú eredmények sorakoznak az eddigiek mellé. Ezúttal azonban arra szeretnénk figyelmünket fordítani, hogy vannak-e a Világmindenségben legáltalánosabb, örökérvényű törvények, melyek mintegy az alapját alkotják a Világegyetem végtelenül változatos és bonyolult jelenségeinek.

A XVIII. században a mechanika törvényeit tekintették ilyen mindent átfogó, általános érvényű törvénynek. A természettudományok közül elsőként a mechanika tudománya tett szert a legnagyobb fejlettségre és a csillagászatban is az égi mechanika vált először egzakt tudománnyá. Úgy látszott, hogy a mechanika törvényei alapján a Világegyetem minden jelenségét le lehet írni. Az égi mechanika sikerei ezt az elgondolást nagymértékben megerősítették. Évszázadokkal előre vagy visszafelé ki lehetett számítani az égitestek helyzetét, a fogyatkozások időpontját. Addig ismeretlen, még soha nem látott égitestek jelenlétére következtek, „tollhegyvel” új bolygókat fedeztek fel. Felmerült az a gondolat, hogy az égi mechanika előre jelzésének mintájára a törvények pontosabb ismeretében a Világegyetem mostani állapotából előre lehetne látni egész jövő fejlődését a legkisebb atomig terjedő részletességgel. Laplace szerint: „Egy olyan Értelem, amely egy bizonyos pillanatban a természet összes erőit és az azt összetevő egységek helyzetét ismerné, amely továbbá eléggé mélyreható volna ezen adatok elemzésére, egyazon képletbe foglalhatná a világ legnagyobb testének és legkönnyebb atomjának mozgását. Semmi sem volna számára bizonytalan: a jelen módjára látná a jövőt, éppen úgy, mint a múltat. Az emberi értelem a csillagászatban elért tökéletességét tekintve, halvány tükörképe egy ilyen értelemnek.”

Laplace korában a természet „összes erőin” főként a mechanikai erőket értették és úgy vélték, hogy ha egy rendszer koordinátái és impulzusai, valamint a rendszerre ható külső erők ismeretesek, akkor a megfelelő egyenletek megoldása alapján a rendszer viselkedése bármely jövőbeli vagy múltbeli időpontra meghatározható. Az égi mechanikában ezt a feltételezést a gyakorlat is igazolta.

A tudomány fejlődése később megcáfolta ezt az úgynevezett mechanikus determinizmust. A mikrofizikában a Heisenberg-féle határozatlansági reláció értelmében lehetetlen a részecskék koordinátáit és impulzusértékeit egyidejűleg pontosan meghatározni. Ez azonban

a determinizmus elvének csak a régebben vallott leegyszerűsített változatát cáfolja meg, mert a mikrofizikában sem lehetséges semmiféle hatás ok nélkül, csak az oksági összefüggések más módon és jóval bonyolultabban nyilvánulnak meg, mint a klasszikus mechanikában. Az anyagi világ folyamatainak oksági meghatározottságát a véletlen objektív jellegének felismerése sem cáfolja meg. Véletlennek nem azt hívjuk, aminek nincs oka, mert ilyen jelenségek nincsenek. Véletlen az, aminek oka a dolgok saját belső fejlődéstörvényein kívül esik. A véletlen legalább két szükségszerűség metszéspontja, s ha a szükségszerűségek irányát ismerjük, akkor metszéspontjukat, vagyis a véletlent is előre láthatjuk.

Laplace is rámutatott már azonban arra, hogy gyakorlatilag lehetetlen volna figyelembe venni az összes ható okokat. Ma, amikor már jóval bonyolultabb összefüggéseket és kölcsönhatásokat ismerünk, még inkább azt mondhatjuk, hogy az összes elektronikus számítógépek felhasználásával sem lehetne ezt a feladatot elvégezni. De ma is feltehetjük a kérdést, hogy vajon a Világegyetem múltjából elvileg egyértelműen lehet-e következtetni a Világegyetem jövőjére. A Világegyetem törvényeinek érvényesülése azt jelenti, hogy az összes okok ismeretében a jövő előre látható.

Önmagában igaz, hogy az okok ismerete az okozatok előrelátásának szükséges és elégséges feltétele. De annak feltételezése, hogy a Világegyetemben egy adott pillanatban fennálló okok összessége teljesen és egyértelműen megszabja az összes lehetséges jövőbeni okozatokat, mégis valószínűtlen következtetésekre vezet. Eszerint például bolygórendszerünk nyersanyagát alkotó gáz- és porrészecskék kölcsönhatásainak törvényeiből le lehetne vezetni az emberi történelem minden eseményét, a közlekedési balesetek számát, Gagarin úrhajójának pályáját, minden eseményt, ami Földünkön megtörtént vagy történni fog. Mivel pedig a Naprendszer nyersanyaga más formákban örök idők óta létezik, azt kellene elfogadnunk, hogy az összes, még a legjelentéktelenebb események is öröktől fogva előre meg vannak határozva. Ugyanoda jutnánk tehát, mint a vallási fatalizmus, melynek felfogását tömören így fejezte ki Omar Khajjam, a XI. században élt iráni költő és csillagász: „Azt írták meg a teremtés reggelén, amit olvasnak, ha napunk végleg lemén.”

A Világegyetem fejlődésének determináltsága azonban csak egyik oldala a fejlődés törvényszerű folyamatának. Az oksági összefüggések csak egy részét alkotja a jelenségek sokrétű, bonyolult egyetemes összefüggésének. A múlt és jövő kapcsolatánál figyelembe kell vennünk, hogy a Világegyetem általunk eddig megismert részében az anyagi világ jelenségeit nagy általánosságban három, egymástól minőségileg eltérő csoportba sorolhatjuk. Az első csoportba tartoznak a szervesetlen

természet jelenségei, beleértve természetesen az égitesteket és az égitestek közötti térben található anyagot is. A másik csoport felöleli az élő világot, a biológiai jelenségeket. A társadalmi jelenségek alkotják a harmadik csoportot.

Mindhárom csoportnak megvannak a maga sajátos belső, jellemző törvényszerűségei. A biológiai törvények még nem voltak meg a szervesetlen természetben. Amikor az anyagi világ fejlődése például Földünkön eljutott az élő anyag keletkezéséhez, a biológiai törvények az anyag ezen minőségileg új alakjával együtt kezdtek érvényesülni. A szervesetlen természet törvényei tovább hatnak az élővilágban is, de már nem ezek irányítják a fejlődést, hanem a sajátos biológiai törvények. A fejlődés törvényszerű jellege megmarad, de nem a fizika és kémia törvénye alapján történik. A Naprendszer nyersanyagát alkotó gáz- és porrészecskék kölcsönhatásából tehát semmiképpen sem lehetne levezetni a biológiai törvényeket. Még kevésbé a társadalom fejlődésének törvényeit, melyek csak magukba foglalják a szervesetlen természet és a biológia törvényeit, de nem ezek határozzák meg a társadalom fejlődését, hanem ismét más jellegű, minőségileg másfajta törvények. (Ezért volt oly reménytelen és meddő kísérlet az asztrológiának az a próbálkozása, hogy külső hasonlóságokat és geometriai alakzatokat tegyen meg a Világegyetem jelenségei összefüggéseinek alapjává.)

Abban, hogy az anyagi világ fejlődése során új törvények érvényesülnek, nincsen semmi misztikum vagy különlegesség. A Világegyetem törvényeit senki sem hozta, és nem is mi emberek magyarázzuk azokat bele a természetbe. A természet törvényeinek mi az anyagi világ lényeges és tartós összefüggéseit hívjuk. Minthogy a fejlődés egyik alapvető törvénye a mennyiségi változások minőségi változásokba való átcsapása, természetes, hogy az anyag minőségileg, más állapottal más összefüggések és más kölcsönhatások járnak.

Mindez pedig arra a felismerésre vezet, hogy a fejlődés nemcsak a már korábban létezett lehetőségek kibontakozását, hanem új lehetőségek keletkezését is jelenti. A Világegyetemben minden későbbi állapotot csak részben határoz meg egyértelműen a korábbi állapot, mert a Világegyetem egy-egy részében ható törvények nagyrészt történeti jellegűek. A biológiai törvények esetében ez nem szorul magyarázatra. Az örökké mozgó és változó anyag minden konkrét megjelenési formája véges és múlandó. A Naprendszer történetéhez nemcsak a keletkezése, hanem, milliárd évek múlva a pusztulása is hozzátartozik. A Naprendszer anyaga más formájú anyaggá alakul át és a biológiai mozgásforma a Világmindenségnek ebben a részében megszűnik.

Javarészt ilyen történeti jellegűek azonban a szervesetlen természet törvényei is. A fejlődést a szervesetlen természet egy-egy területén irányító konkrét törvényeket sem tekinthetjük abszolút változatlanoknak.

A kozmikus időtartamokhoz képest viszonylag igen rövid ideig tartó csillagászati észleléseink során nem szerezhettünk tapasztalatokat arra vonatkozólag, hogy bizonyos törvények, vagy természeti állandók megváltoznának. Az anyag időbeli örökkévalóságának és térbeli végtelenségének méretarányában azonban például a gravitációs törvényt sem tekinthetjük változatlanoknak. A törvények felhasználását ez egyáltalában nem zavarja, mert gyakorlatilag semmiféle hátránnyal nem jár, hogy például az égi mechanika alapján történő előrejelzések vagy visszafelé számítások nem foghatnak át 100 milliárd éveket. Többek között azonban ez is rávilágít annak a próbálkozásnak helytelenségére, amikor a Világegyetem egy bizonyos részében jelenleg megfigyelhető folyamatoknak a múlt vagy a jövő irányában való kiterjesztésével kísérlik meg a Világegyetem kezdetét vagy végét valószínűsíteni.

Mindezek ellenére mégis beszélhetünk a Világegyetem örök törvényeiről. Egyrészt a történeti jellegű törvények is örök törvények abban az értelemben, hogy mindig és mindenütt érvényesülnek, ha létrejönnek az ehhez szükséges feltételek. A biológiai vagy a társadalmi törvények történeti jellege nem azt jelenti, hogy a Világmindenség fejlődésének egy bizonyos szakaszán megjelennek ezek a törvények, majd idővel eltűnnek. Ez így csak a Naprendszeren belül, a Világmindenség egy kis részében igaz. A Világmindenség fejlődése során azonban különböző időkben és különböző helyeken a mienken kívül még számtalan más naprendszer alakul ki és mindazokon a bolygókon, ahol megvannak az ehhez szükséges feltételek, törvényszerűen eljut a fejlődés a biológiai mozgásformához és ezen keresztül az értelmes lényekhez. A Világegyetem általunk eddig tanulmányozott részében az anyag legelterjedtebb állapotát, a szervetlen természetet képviseli, míg a biológiai mozgásformában részt vevő anyagi állapotok viszonylag ritkábbak. A Földön pl. az élő anyag a Föld tömegének mintegy százmilliomod része, a Tejútrendszer viszonylatában pedig még kevesebb, a Tejútrendszer tömegének csupán négyezertrilliomod részére becsülhető. Ez azonban nem jelenti azt, hogy az élet valamilyen ritka véletlen folytán jelenik meg a Világegyetem különleges helyein, hanem az élő anyag helyhez és időhöz kötött történeti jellegű megjelenéséhez is az anyagi világ fejlődésének örök törvénye érvényesül.

Vannak azután másrészt a Világegyetemnek olyan örök törvényei, melyek nemcsak bizonyos feltételek létrejötte esetén, hanem mindig és mindenütt érvényesülnek. Ezek az örök törvények nem a Világmindenség egy-egy részében tükrözik vissza konkrét jelenségek lényeges és tartós összefüggéseit, hanem a fejlődésnek a természetben, a társadalomban és a gondolkodásban egyaránt érvényesülő legáltalánosabb törvényeit, melyeket a marxista filozófiában a dialektika törvényeinek neveznek. E törvények tartalmának részletesebb kifejtése

ezúttal nem lehet célkitűzésünk, csupán arra mutathatunk rá, hogy a Világegyetem legáltalánosabb ilyen örök törvénye a mozgás, változás, fejlődés a kapcsolatok és mozgásformák fokozódó bonyolultságának tendenciája.

A dialektikus törvények mellett általános érvényű örök törvény az anyag és mozgás megmaradásának törvénye. Ez a törvény konkrétan is kifejezésre jut a fizika különféle megmaradási törvényeiben és legáltalánosabb formában azt fejezi ki, hogy a Világegyetemben sem anyag, sem mozgás nem teremthető és meg nem semmisíthető.

Ezen legáltalánosabb örök törvények mellett még más általános törvényszerűségeket is felismerhetünk a Világegyetem fejlődésében. Az egyik ilyen törvényszerűség, hogy szervesetlen természetben minél nagyobb méretű valamely anyagi rendszer, annál lassúbb ütemben változik és fejlődik. Az egyszerű változásoknál ez könnyen felismerhető. Az elektron keringési ideje 10^{-17} mp, a Föld 1 esztendő alatt kerül meg a Napot, a Nap 200 millió év alatt a Tejútrendszer középpontját, a Tejútrendszer valószínűleg 100 milliárd év alatt a Virgo-halmazt. A szervesetlen természet körében a fejlődés különben is igen lassú és a nagyméretű kozmikus rendszerek állapotában a nova és szupernova fellángolások kivételével legfeljebb csak tíz- vagy százmillió éves időszakok folyamán történnek gyökeres változások. Ezért oly nehéz a csillagok világában kétségkívül fejlődésszerű változásokat megfigyelni és a fejlődés törvényeit matematikai szigorúsággal megközelíteni.

A fejlődés egy másik jellemző vonása, hogy a Világegyetemben a fejlődés nem mindig csak egy bizonyos, hanem többféle úton halad. Földi viszonylatban a fejlődési lánc elejére az elemi részecskéket, a másik végére pedig mint a legmagasabbrendűen szervezett anyagot, az emberi agyat tehetjük. A fejlődés járhat más bolygókon is hasonló úton. De már a csillagok izzó plazmájának fejlődése egészen másképpen mehet végbe és minőségileg más eredményekre vezethet. A fejlődés különféle útjaihoz tartozik az is, hogy a végtelen világmindenség egésze nem azonos időpontban kerül egy bizonyos állapotba. A csillagászatban beszélni szoktak a Világegyetem mai állapotának kialakulásáról, vagy a Világegyetem mai állapotának koráról. Ezen azt értjük, hogy mikor jöttek létre a Világegyetem bennünket környező részében mozgó galaxisok, vagy még messzemenőleg az ezeket felépítő atomok elemi részecskéi.

Ebben a vonatkozásban tehát a „Világegyetem” csupán annak egy részét, és pedig az általunk eddig tanulmányozott részét jelenti. Lehetséges, hogy abban az időben, amikor a Világegyetemennek ebben a térségében még atomok sem voltak találhatóak, a végtelen Világminden-

ség más helyein már sokkal magasabb színvonalon vitatkoztak a Világegyetem örök törvényeiről, mint mi.

További jellemző vonása még a Világegyetem fejlődésének a fejlődés visszafordíthatatlansága. Többször felmerült az a gondolat, hogy a Világegyetem egészét tekintve nem beszélhetünk fejlődésről, csak folytonos körforgások történnek, melyek mindig visszavezetnek a kiindulóponthoz. Ez az elgondolás azonban a körülöttünk megfigyelhető jelenségek hibás általánosítása. Tapasztaljuk az évszakok szabályos váltakozását, a meteorológiai jelenségek ismétlődését, a víz körforgását, a bolygók napköri keringését. Ha azonban hosszabb időn át behatóbban vizsgáljuk ezeket a jelenségeket, akkor kiderül, hogy nem abszolút körforgásról van szó, tökéletes pontossággal semmiféle folyamat nem ismétlődik. Huzamosabb idő alatt változik a Föld tengelyköri forgása. A bolygók állandóan felseprik a bolygóközi port, meteorikus anyagot, megváltozik a tömegük, pályájuk. A bolygók keringésének körforgása valójában a Naprendszer visszafordíthatatlan fejlődésének mozzanatai.

A Világegyetemben minden folyamattal egy-egy ellentétes irányú folyamat áll szemben. A csillagok a csillagközi gázból és porból keletkeznek, a korpuszkuláris sugárzás útján viszont anyag áramlik ki belőlük a csillagközi térbe. A csillagok belsejében hidrogénből nehezebb atommagok épülnek fel, a kozmikus sugárzás hatására a nehezebb atommagok elbomlanak. Minden változásnak nemcsak felszálló, hanem lehangoló ága is van. Az ilyen ellentétes folyamatok is azonban csak részleges és nem teljes visszatérést jelentenek a kiindulóponthoz. A csillagok például nem teljesen olyan anyaggal töltik fel a csillagközi teret, mint amiből kialakultak, mert a csillagok belsejében atommagátalakulások történnek. A csillagközi anyag így egyre gazdagabb lesz nehezebb elemekben és a belőle később kialakuló csillagok másminyenek lesznek. A Világmindenség története egészében véve nem körforgás, hanem visszafordíthatatlanul halad a múltból a jövő felé.

A Világegyetem legáltalánosabb örök törvényei próbakövei valamilyen tudományos elmélet vagy feltevés helyességének és sokszor megjelölik a kutatás helyes irányát.

A tudomány történetében már nem egyszer előfordult, hogy valamilyen újabban felfedezett jelenség látszólag ellentmondásba került az általános törvényekkel. például a fizika megmaradási tételével. Ilyenkor mindig bebizonyosodott, hogy tévedésről volt szó és éppen a megmaradási törvények alapján lehetett nemcsak a helyes magyarázatot megtalálni, hanem újabb nagyjelentőségű felfedezésekre jutni.

Egy, a csillagászat szempontjából fontos példa erre a neutrino felfedezése. Eleinte úgy látszott, hogy a β bomlásnál, vagyis mikor az atommag elektronokat vagy pozitronokat sugároz ki, nem érvényesül

az energia megmaradásnak törvénye és más megmaradási tételek sem teljesülnek. Feltételezték ezért, hogy ilyenkor az atommagból még egy addig ismeretlen részecske is kilép, melyet neutrínónak neveztek el, s ennek segítségével az ellentmondást ki lehetett küszöbölni. 20 esztendővel később valóban fel is fedezték a neutrínót és annak párját, az antineutrínót is. A csillagászat szemszögéből azért igen nagy jelentőségű ez a felfedezés, mert az égitesteknek is van neutrino sugárzásuk. A Nap neutrino sugárzása például olyan nagyságrendű, mint az elektromágneses sugárzása. A neutrino sugárzás kimutatása igen nehéz, mert a neutrino sugarak áthatoló képessége igen nagy, a neutrino sugárzás számára a Föld is átlátszó. De remélik, hogy a közeljövőben megszületik a „neutrino távcső” és a „neutrino spektroszkóp”, új ága alakul ki a csillagászatnak: a neutrino csillagászat, mely olyan adatokat fog szolgáltatni az égitestek fizikai tulajdonságairól, melyekről sem az optikai módszerekkel, sem a rádiócsillagászat útján nem szerezhethétek tudomást. A csillagászat ezen kialakuló új ágát, a megismerésnek újabb módszerét tehát annak a felismerésnek köszönhetjük, hogy vannak a Világegyetemnek olyan általános érvényű törvényei, amelyek alól kivételek nem lehetségesek.

BÉLL BÉLA:

A NEMZETKÖZI GEOFIZIKAI ÉV ÉS EGYÜTTMŰKÖDÉS

A Csillagászati Évkönyv 1958. évi kötetében ismertettük a Nemzetközi Geofizikai Év (NGÉ) előzményeit és az egész világra kiterjedő geofizikai kutatások programját. Azóta 3 év telt el és a nagy munka első szakasza lezárult, a különleges méréseket és észleléseket a Föld nagy részén befejezték. A mérési időszak, amelyet kezdetben 1 évre, majd másfél évre terveztek, végeredményben 30 hónapon át: 1957. július 1-től 1959. december 31-ig tartott. Az első pihenőnél megállapíthatjuk, hogy elég nehezen indult el ez a világméretű együttműködés, de hamarosan olyan lendületbe jött, hogy a kitűzött időszak végén nem lehetett abbahagyni. Hozzátehetjük ehhez azt is, hogy az NGÉ mérési programja befejeződött ugyan, az expedíciós csoportok nagy részben hazatértek, a műszereket egy időre raktárakba helyezték, de ez alatt a 30 hónap alatt megszületett a geofizikai tudományoknak az eddiginél kiterjedtebb és előreláthatólag állandó jellegű együttműködése. Ez talán jelentőségében felülmúlja még az NGÉ várható eredményeit is, mivel forrása lehet számos hasonló tudományos erőfeszítésnek.

Egyébként is a geofizikai kutatások lényegéhez tartozik a nemzetközi szervezettség és a méréseknek, megfigyeléseknek az egész Földre kiterjedő egyidejű végzése. A geofizikai kutatások sikeréhez azonban nemcsak területi egybehangolásra van szükség, hanem az egyes tudományterületek (a Föld belsejének fizikája, a légkör és az óceánok fizikája stb.) között is meg kellett teremteni a szoros együttműködést. Ezeket a szempontokat juttatta érvényre az a nemzetközi szervezet, amely az NGÉ 30 hónapja alatt a közös munka eredményeképpen kovácsolódott egybe.

Éppen ezért nehéz lenne lemondani a krónikás hálás szerepéről olyan beszámoló keretében, amely az NGÉ eredményeivel foglalkozik és említés nélkül hagyni ennek az újszerű geofizikai együttműködésnek kialakulását és az első évek szárnypróbálgatásait.

Kevés olyan nagyarányú szervezkedést találunk a tudományok történetében, amelynek születésnapja annyira pontosan lenne megállapítható, mint az NGÉ-é.

Sydney Chapman kiváló angol geofizikus, akinek az *NGÉ* történetében később vezető szerep jutott, azt írja, hogy az *NGÉ* gondolata 1950. április 5-én született meg, mégpedig *I. A. Van Allen* Washington melletti otthonában, ahol ezen a napon a házigazdának több neves geofizikus volt a vendége. A beszélgetés során *L. V. Berkner*, akinek a nevével később még találkozunk, vetette fel azt a gondolatot, hogy hasznos volna a harmadik Polárév megszervezése az 1957—58. években. A beszélgetés résztvevői jól tudták, hogy az első Polárévet 1882—83-ban rendezték és programjában meteorológiai, földmágnesség méresek és sarkifény-megfigyelések voltak, elsősorban az Északi Sarkvidék térségében. A második Polárév (1932—33-ban) programja kibővült az akkor még egészen újszerű ionoszféra-vizsgálatokkal. A harmadik Polárévet szintén 50 év elmúltával, 1982—83-ban akarták rendezni, a szóban forgó évben tehát még a fele sem telt el ennek az időszaknak. Nagyon szerények lennének, ha azt mondanánk, hogy 1932 után a természettudományok és a technika legalább kétszer olyan iramban fejlődött, mint 1882 és 1932 között. Megérthetjük tehát annak a javaslatnak a sikerét, amely a Polárévek közötti időt a felére rövidítette. A harmadik Polárév gondolatában már benne volt a program további kiterjesztése. Az első két Polárév kutatásai ugyanis kimutatták, hogy a meteorológiai jelenségek, így a nagy földi szélrendszerek, a Föld mágneses terének háborgása, a sarki fény változatos megjelenési formái és intenzitása szoros kapcsolatban vannak egymással s a jelenségek eredete a naptevékenységben keresendő. Éppen ezért javasolta Berkner a harmadik Polárév időszakául a várható napfoltmaximum éveit.

Mindenesetre a társaságban nemcsak neves, hanem egyúttal akcióképes tudósok lehettek, mert a beszélgetés után hamarosan megindult a nemzetközi szervezés a különböző tudományos uniók és szervezetek keretein belül. Így a Nemzetközi Tudományos Rádióunió (*URSI*), a Nemzetközi Csillagászati Unió (*IAU*) és a Nemzetközi Geodéziai és Geofizikai Unió (*IUGG*) még 1950-ben hozzájárultak a harmadik Polárévnek 25 évvel korábban történő megszervezéséhez. Az említett 3 nagy tudományos unió a további lépések megtétele érdekében 1951-ben a Tudományos Egyesületek Nemzetközi Tanácsához (*ICSU*) fordult, amely 1952-ben megalakított a munka előkészítése és megszervezése céljából egy speciális bizottságot. Ez később a harmadik Polárév helyett az általánosabb elnevezésű *NGÉ* Speciális Bizottsága nevet kapta (*Comité Spécial de l'Année Géophysique Internationale = CSAGI*).

Bármilyen nagy volt a lelkesedés, a szervező munka pénz nélkül nem nagyon haladt volna előre. Az eddig említett tudományos uniók nem rendelkeztek olyan anyagi bázissal, ami számottevő lett

volna. Ezért a legszélesebb körű szervezet, az *ICSU* kapcsolatba lépett az Egyesült Nemzetek Nevelési, Tudományos és Kulturális Szervezetével, amelyet hosszú neve helyett a rövidítésre hajlamos nemzetközi világban egyszerűen *UNESCO*-nak hívnak. Az *UNESCO* biztosította a Bizottság munkájának anyagi feltételeit, a szervező munka tehát megindulhatott. Az első megbeszélést 1952 októberében Brüsszelben tartották. A Speciális Bizottság ekkor még csak 4 tagból állt (*Berkner*, *Coulomb*, *Nicolet* és *Convenor*). Még 1952-ben felkérő leveleket intéztek más nemzetközi szervezetekhez és az egyes nemzetek tudományos akadémiáihoz. Ennek eredményeképpen a Meteorológiai Világszervezet (*WMO*), a Nemzetközi Földrajzi Unió (*IGU*) és néhány nemzet még 1952-ben csatlakozott a szervező munkához.

A Speciális Bizottság 1953. évi brüsszeli ülésén már az öt unió képviselői is megjelentek s a Bizottság megválasztotta titkárait és végrehajtó bizottságát. Az utóbbi a Bizottság elnökéből (*Chapman*), alelnökéből (*Berkner*) és főtitkárából (*Nicolet*) állt, most már valamennyi név ismerős előttünk.

Az együttműködés további története azt mutatja, hogy olyan nemzetközi kutató munkát, amely közös programra épül és amely a résztvevő országoktól anyagi áldozatokat kíván, hosszú évek során át kell előkészíteni. A *CSAGI* soron következő és évenként tartott ülésein lassan nőtt a résztvevő nemzetek száma és ugyanilyen arányban növekedett a nemzetek képviselőivel a Bizottság is. 1953-ban a *CSAGI* brüsszeli ülésén a résztvevő államok száma még csak 22 volt s hiányzott a tagok sorából két nagy állam: a Szovjetunió és Kína. Az *NGÉ* esélyei 1953-ban megnövekedtek. A római ülésen már 36 állam képviselői jelentek meg s az együttműködésbe belépett a Szovjetunió is. A Szovjetunió képviselője, *V. V. Belaussov* 1956-tól aktív tagja a Végrehajtó Bizottságnak és vezető szerepet visz az együttműködésben. 1955-ben a brüsszeli ülésen már 41 állam képviseltette magát. Nagy jelentőségű volt Kína csatlakozása, amely a Szovjetunióval együtt az északi félgömb óriási méretű szárazföldi tömbjén biztosította volna az egységes geofizikai méréseket. 1957-ben azonban a Bizottságnak választania kellett, hogy elfogadja-e a taiwani Tudományos Akadémia jelentkezését vagy lemond Kína részvételéről. A Bizottság arra való hivatkozással, hogy politikai kérdésekben nem foglal állást, az elsőt választotta. Ez a lépés valóban nem volt politikus, hozzátehetjük, hogy még geopolitikus sem. Az *NGÉ* későbbi munkájában sajnálatosan nagy kiesést jelentett Kína óriási méretű és geofizikai szempontból is nagy jelentőségű területe. Ezt a nagy hiányt csak részben pótolta a résztvevő államok további szaporodása. 1956-ban a barcelonai *CSAGI*-ülésen 51 állam vett részt, 1957. július 1-én pedig 62 állam részvételével indult meg az *NGÉ* munkája. A résztvevő országok száma az *NGÉ* folyamán 67-re nőtt.

A *CSAGI* említett ülésein 1953—1956 között kialakult az *NGÉ* munkaprogramja. A kutatómunka 13 önálló geofizikai tudomány területére oszlott szét. A munkaprogramban szerepelt az ún. világnapok szolgálata is. A 14 munkaterület ezek szerint így alakult:

| | |
|--------------------------|-----------------------------------|
| I. Világnapok szolgálata | VIII. Szélességek és hosszúságok |
| II. Meteorológia | IX. Glaciológia |
| III. Földmágnesség | X. Oceanográfia |
| IV. Sarki fény | XI. Rakéták és mesterséges holdak |
| V. Ionoszféra | XII. Szeizmológia |
| VI. Naptevékenység | XIII. Gravitáció |
| VII. Kozmikus sugárzás | XIV. Radioaktivitás |

Ebből a felsorolásból is láthatjuk, hogy az *NGÉ* programja jelentősen meghaladta az első és a második Polárév célkitűzéseit. Mindenekelőtt a meteorológia, a földmágnesség, a sarki fény és az ionoszféra jelenségeinek kutatásához hozzátartoztak a naptevékenység vizsgálatát, amely feltehetően előidézője a felsorolt földi folyamatoknak. Értékes munkaterülettel gazdagodott a *NGÉ* programja a kozmikus sugárzás beiktatásával. Ismeretes, hogy a Föld légkörét elérő ún. primér kozmikus sugárzás bizonyos mélységig behatolva a felső légrétegekbe új, ún. szekunder kozmikus sugárzás forrásává válik. Ez a geofizikai folyamat a felső légrétegek sűrűségének, tehát nyomásának és hőmérsékletének függvénye s ezen keresztül a szekunder sugárzás kutatása szoros kapcsolatban van a felső légkör meteorológiai viszonyaival. A levegő és a csapadék radioaktivitásának vizsgálata utolsó programpontként csatlakozott az *NGÉ* munkatervéhez. Ennek a munkaterületnek beiktatását a holland nemzeti bizottság javasolta a *CSAGI* 1955. évi brüsszeli ülésén. A holland bizottság indokolása szerint a különböző nukleáris robbantások bizonyos mennyiségű radioaktív anyagot juttattak a légkörbe. Ezek egy része, a nagyobb és súlyosabb részek a robbanás helyéhez közel visszahullottak a talajra, a kisebb részek ellenben a magasabb légrétegekben lebegve maradtak, süllyednek vagy emelkednek a függőleges légáramlatokkal s a nagy földi szélrendszerek útján távoli vidékekre, más világrészek fölé is elvándorolhatnak. A radioaktív részecskék, nevezhetjük radioaktív légköri pornak is, visszajuthatnak az alsóbb légrétegekbe és egyik részük lassú ülepedés útján elérheti a talajt. A radioaktív por másik része a felhők keletkezésekor mint szublimációs vagy kondenzációs mag a felhőelemek közé kerül és csapadék formájában szintén a talajra jut. A légköri por és csapadék radioaktív szennyeződéséről megbízható és értékelhető adatok nem álltak rendelkezésre, mivel a szórványos és különböző módszerekkel végzett mérések erre nem

voltak elegendők. A légkör radioaktív anyagokkal való szennyezésének figyelemmel kísérésén kívül ennek a programpontnak kétségkívül geofizikai jelentősége is van. A radioaktív részecskéket mint nyomjelző anyagokat is felfoghatjuk és segítségükkel, ha elég sűrű mérőhálózattal rendelkezünk, a földi szélrendszereket is kutathatjuk. Teljesen ismeretlen volt pl. az *NGÉ* kezdetén a Déli Sarkvidék légáramlási rendszere, de kevés adattal rendelkezünk a nagyrészt óceánokkal borított déli félgömb szélviszonyairól is. Máig sem tisztázott az a kérdés, hogy milyen mértékű légcseré van a magasabb rétegekben a déli és az északi félgömb között a talaj közelében szélcsendes egyenlítői zóna fölött. A holland bizottság életrevaló javaslata szerint eredményesen lehetne ezeket a kérdéseket kutatni olyan módon, hogy alkalmas helyen, pl. a Déli Sarkon ártalmatlan radioaktív nyomjelző anyagot juttatnak a levegőbe és ennek elterjedését vizsgálják megfelelő sűrűségben elhelyezett mérő állomásokon.

Sajnos, a javaslat későn érkezett ahhoz, hogy ezt az érdekes munkaterületet 1957-ig alaposan előkészítsék. A *CSAGI* beiktatta ugyan XIV. munkaterületként az *NGÉ* programjába, de a résztvevő országok közül 1957-ben csak 15 ország csatlakozott ehhez a munkához. Mindenestre az új kutatási terület életképesnek bizonyult, túlélte az *NGÉ*-et és ma is szerepel a szervezett nemzetközi geofizikai kutatások között.

Az eddig ismertetett 7 munkaterület a légkör fizikájának egy-egy fejezetébe tartozik, illetőleg ezzel van szoros kapcsolatban. Főlégszerűen kiemelünk a légköri jelenségek mellett az óceánok fizikai folyamatainak fontosságát s nem kell indokolnunk az oceanográfia beiktatását az *NGÉ* programjába.

Az eddig felsorolt 8 munkaterület közös sajátága, hogy a kutatások geofizikai értelemben csak akkor lehetnek eredményesek, ha azokat az egész Földön egyidejűleg azonos módszerekkel végzik. Ezek a geofizikai tudományok kívánják tehát a legmagasabbfokú szervezethez és ezek indokolják elsősorban az *NGÉ* nagy szellemi és anyagi befektetéseit. Ezért a *CSAGI* 1955. évi ülésén ezt a 8 tudományterületet — kiegészítve a földrajzi szélességek és hosszúságok vizsgálatával — helyezték a fontossági sorrend élére. Ezek közül 5 kielégíti a sorrend második kritériumát is, amely kiemeli az egymással szoros kapcsolatban levő és mérési adatokkal egymást kiegészítő geofizikai tudományok fontosságát. Ez az 5 munkaterület: a meteorológia, a földmágnesség, a sarkifény, az ionoszféra és a naptevékenység kutatása. A fontossági sorrendben harmadik helyre kerülnek azok a geofizikai tudományok, amelyek számára az *NGÉ* elsősorban olyan segítséget nyújtott, hogy nehezen megközelíthető helyeken mérőállomások létesültek és itt biztosítható volt 30 hónapos mérési sorozat. Ilyenek a szeizmológia és a gravitáció kutatása.

Végül fontossági sorrendben a negyedik helyre került a lassan változó földi jelenségekkel foglalkozó glaciológia.

Az *NGÉ* legfőbb irányító szerve mindvégig a *CSAGI* maradt. Nagy segítséget nyújtott ebben a munkában az *NGÉ* tanácsadó szervezete (Advisory Council for the IGY = *AOIGY*). Ez a testület a résztvevő országok nemzeti bizottságainak 1—1 képviselőjéből állt és olyan határozatokat hozhatott, amelyeket elismertek az egyes államok is (amelyek végeredményben a munkaprogram anyagi terheit viselték). Természetesen az *NGÉ*-nek ezt a két nagy szervezetét nem lehetett állandó készségben tartani. Az is nagy eredmény volt és az élénk érdeklődést bizonyítja, hogy a *CSAGI* és az *AOIGY* évenként összeült, és iránymutatást adott a program kialakítására és a közös munka megszervezésére.

Az ülések között a *CSAGI* végrehajtó bizottsága irányította a szervezés munkáját. Azonban ez a bizottság sem ülhetett állandóan együtt, hiszen tagjai neves tudósok voltak, akik évekre nem szakadhattak el munkakörüktől. Végeredményben a szervezés állandóan folyó adminisztratív teendőit a központi titkárság látta el, *Nicolet* főtitkár irányításával. A központi szervezés költségeit az *UNESCO* fedezte, de jelentékeny támogatást nyújtott a titkárság elhelyezésével a belga kormány és a belga Meteorológiai Intézet is.

Az adminisztratív szervezés mellett természetesen fontos kérdés volt az egyes tudományterületek munkaprogramjának összeállítása és megvitatása. Ennek érdekében minden munkaterületen egy-egy felelőst jelöltek ki a tudományterület legnevesebb kutatói közül. A program összeállításánál figyelembe kellett venni a Föld egyes területeinek geofizikai adottságait is. Ennek megfelelően 5 régiót határoltak el (Déli Sarkvidék, Északi Sarkvidék, Nyugati Félgömb, Kelet-Európa a Szovjetunió ázsiai területeivel, Dél-Afrika), amelyeknek programját egy-egy regionális titkár szervezte és regionális üléseken vitatták meg.

A Polárévek már ízelítőt adtak abból az óriási adathalmazból, amely egy év nemzetközi együttműködésének köszönhető, pedig a Polárévek kutatásaiban csak néhány ország vett részt és a mérések csak 3—4 tudomány igényeit elégítették ki. Elképzelhetjük, hogy az adatoknak milyen óriási tömege halmozódott fel az *NGÉ*-vel kezdődő 2½ éves időszakban, amikoris az egész Földön 14 kutatási területen végezték a méréseket. Ennek az adathalmaznak összegyűjtésére és rendezésére két viláközpontot létesítettek. Az egyik (az *A* központ) a Nyugati Félgömb adatait gyűjti össze: székhelye Washington mellett van. A másik (a *B* központ) Kelet-Európa, a Szovjetunió ázsiai része és több ázsiai állam adatanyagával foglalkozik a székhelye Moszkvában van. A két fő adatközponton kívül egyes tudományterületek számára külön viláközpontok létesültek. Ilyenek a meteorológiai viláközpont Genf-

ben, az ionoszféra, földmágnesség, sarkifény, kozmikus sugárzás és napfizikai kutatások világközpontja Moszkva mellett. A világközpontok állandóan tájékoztatták egymást a beérkezett adatokról s ezek fotókópiáit folyamatosan cserélik. A *CSAGI* az adatközpontok munkájának összehangolására külön koordinátort nevezett ki *A. Day* személyében.

Az adatközpontok 1960-ban befejezték az adatok összegyűjtését és 1961-ben adatkatalógusokban folyamatosan közlik, hogy milyen állomásokról milyen adatok állnak rendelkezésükre. Az adatokat az egyes országok költségmegtérítés ellenében megvásárolhatják az egyes központoktól, de hozzájuthatnak a könyvtári csereszolgálat útján is.

A geofizikai mérések sikerének nagyon fontos előfeltétele az, hogy a méréseket azonos időpontokban és azonos módszerekkel végezzék. Ennek érdekében a *CSAGI* ülésein sokat foglalkoztak ennek a feladatnak szervezési kérdéseivel. Végül is a *CSAGI* létrehozott egy publikációs bizottságot, amely *NGÉ* könyvsorozat kiadását javasolta. A könyvsorozat célja korszerű tájékoztatás az *NGÉ* mérési módszereiről és a kutatási program, valamint az eredmények folyamatos közlése. A könyvsorozat, amely azóta világszerte ismertté és kedveltté vált, 1957-ben indult meg a Pergamon Press kiadásában „*Annals of the IGY*” vagy röviden „*IGY Annals*” néven. A könyvsorozatnak eddig 10 kötete jelent meg, amelyek az *NGÉ* előzményeinek történetét, a *CSAGI* ülések anyagát és a mérési módszerek leírását tartalmazzák. A publikációs bizottság további 30 kötet kiadását tervezi, ezek az egyes munkaterületek programjával az adatok összefoglalásával és a fontosabb eredményekkel fognak foglalkozni.

Az *NGÉ* érdekes és új fejezete volt a világnapok programja. Maga az *NGÉ* sűrített megfigyeléseivel és méréseivel rendkívüli tudományos erő kifejtésnek mondható, amelyet a napfoltmaximum évében, intenzív naptevékenység idején rendeztek. Természetesen a naptevékenység intenzitása nem állandó ebben az időszakban sem, hanem a napkitörések, flarek, koronaaktivitás hatása (lásd Csillagászati Évkönyv 1958) egyes napokon erősebben, máskor kisebb mértékben érvényesül. Ezért az *NGÉ*-en belül olyan napokat jelöltek ki, amelyek a naptevékenység különösen erős volt. Ilyenkor, az ún. világnapokon speciális méréseket végeztek azokon a munkaterületeken, ahol a naptevékenység földi hatása számottevő. A világnapok között megkülönböztettek szabályszerű és különleges világnapokat. Az előbbieket előre kijelölték. Ilyenek voltak az újhold, a napfogyatkozás napjai, a meteorológiai világintervallumok a napéjegyenlőség és a napforduló idején és az erős meteoraktivitás napjai. Az *NGÉ* alatt 110 ilyen nap volt. A különleges világnapokat esetenként jelölték ki olyan napokon, amikor különösen erős naptevékenység volt megfigyelhető. Ilyenkor az USA területén felállított riasztó központ a meteorológiai hírhálózat útján az egész

Föld mérőállomásait órákon belül mozgósíthatta a különböző speciális mérések elvégzésére. Az *NGÉ* alatt 40 ilyen különleges világnap volt. Ezt megelőzőleg, illetőleg követőleg 158 napon át volt készülségekben a világhálózat, várva az előre jelzett naptevékenység bekövetkeztét. Az előrejelző szolgálat 35 esetből 10 alkalommal adott teljesen kifogástalan napprognozist. A napfoltoknak a napkorong szélein észlelt megjelenését ennyiszor követte 6—7 nap elteltével ionoszféravihar, majd a földmágneses tér háborgása és erős sarkifény. Ezek a jelenségek 5 alkalommal váratlanul jelentkeztek, 20 esetben pedig készsülséget rendelt el a riasztó központ, de ezt különleges világnap nem követte. Megállapíthatjuk, hogy prognózist készíteni nemcsak a meteorológiában, hanem a napfizika területén is nehéz. Mindenesetre ez a világméretű gépezet kezdettől végig zökkenésmétesen működött és a mérési eredmények előreláthatólag nagyon értékes anyaggal járultak hozzá a naptevékenység földi hatásának kutatásához. Ezeket a jelenségeket, amelyek a Nap rövidhullámú elektromágneses sugárzása és a Naptól kiinduló korpuszkuális sugárzás révén a magaslégtérben keletkeznek, egy kialakulóban levő új tudomány, az aeronómia foglalja össze. Ide tartoznak a naptevékenység miatt fellépő ionoszféra-, földmágneses és sarkifény-jelenségek.

A *CSAGI* utolsó ülését az *NGÉ* folyamán 1958. augusztusában Moszkvában tartotta. Itt az az általános vélemény alakult ki, hogy már menetközben is világosan kibontakozik az *NGÉ* nagy sikere. Az egyes országok nagy anyagi áldozatok árán értékes programokat dolgoztak ki és valóstítottak meg, a nagyobb államok pedig költségek expedíciókat szerveztek lakatlan és nehezen megközelíthető pontokra (Déli Sarkvidék, magas hegységek, sivatagok stb.). Éppen ezért a Szovjetunió delegációja azt javasolta, hogy az *NGÉ* munkáját 1959-ben is folytassák, mivel az expedíciók és a különleges mérések megindítása a legnehezebb feladat, folyamatos fenntartásuk aránylag kisebb áldozatokkal jár. Az *ACIGY* hozzájárult a Szovjetunió javaslatához és felhívta az egyes országokat, hogy az *NGÉ* méréseit 1959. december 31-ig folytassák. Ennek a voltaképpen folytatódó, de újonnan szervezett együttműködésnek a neve Nemzetközi Geofizikai Kooperáció (*IGC* 1959) lett. Az *NGÉ*-ben résztvevő országok nagy része csatlakozott az *IGC*-hez, sőt eredeti programját számos állam ki is bővítette.

A Moszkvai ülést megelőzőleg 1957 februárjában a *CSAGI* végrehajtó bizottsága bejelentette a szervezést hivatalosan ellenőrző *IOSU*-nak, hogy megbízatása 1958. december 31-én véget ér s az eredeti tervek szerint ugyanekkor a *CSAGI* is feloszlik. Egyúttal azt javasolta, hogy a mérési program befejezése után szükséges nagy munkát, az adatgyűjtés, publikációk stb. munkáját új nemzetközi szerv irányítsa. Így jött létre a *CSAGI* utódja: a Nemzetközi Geofizikai Bizottság (*Comité*

International de Géophysique = *CIG*), amely magában foglalja az *IGC* befejezése után kisebb intenzitással, de tovább folyó antarktisz és oceanográfiai kutatások komisszióit (*SCAR* és *SCOR*) is. Tovább működnek az *NGÉ* alkalmával felállított adatközpontok. A *CIG* elnöke a Szovjetunió nagy érdemeinek elismeréséül *V. V. Beleussov* szovjet akadémikus, főtítkára pedig a francia *G. Laclavère* lett.

A *CSAGI* megszűntével, illetőleg átszervezésével nem szűnt meg az *NGÉ* munkája. Voltaképpen 1959. december 31-én véget értek a térben és időben sűrűn végzett mérések, de ezzel a munkának csak az első szakasza zárult le. A második szakasz: az adatgyűjtés, katalógizálás és az adatok közzététele az adatközpontokra hárul. Ha ez a munka bizonyos fokot már elért, és az adatok legalább részben rendelkezésre állnak, kezdődhet meg az *NGÉ* mérési és megfigyelési anyagának feldolgozása, a nagy munka áttekintő és az egész Földre kiterjeszhető értékesítése. Addig az *NGÉ*-nek csak érdekes részlet-eredményeiről beszélhetünk, amelyek egy-egy új munkamódszerre, meglepő felfedezésre vonatkoznak s amelyeket a kutatók, illetőleg a kutatást végző intézmények nyilvánosságra hoztak.

Az *NGÉ* eddig publikált eredményei között első helyen kell említenünk a mesterséges égitestek: a rakéták, mesterséges holdak és kis bolygók útján nyert geofizikai és csillagászati adatokat. Kétségkívül ez volt az *NGÉ* legnagyobb költséggel végrehajtott, de legértékesebb munkaprogramja. Aránylag rövid idő alatt, néhány év folyamán olyan eredmények láttak napvilágot, amelyek geofizikai ismereteinket átalakították, jelentékenyen kibővítették és megnyitották az utat a bolygóközi tér és a Naprendszer közvetlen kutatása felé. A mesterséges égitestek nagy geofizikai jelentőségét akkor tudjuk helyesen értékelni, ha meggondoljuk, hogy a magaslégkör kutatása a *Montgolfier*-testvérek léggömbjének felbocsátása után nagyon lassan terjeszkedett a felsőbb légrétegek felé. Az első utasszállító léggömbök mindössze 5—7 km magasságig emelkedtek, az utasnélküli műszeres léggömbök is csak 35—40 km magasságot értek el. A jelen század 30-as éveiben először *Piccard*, majd a szovjet *Fedoszejenko*, *Vaszenko* és *Usziszkin* óriás léggömbök zárt kabinjában a sztratoszférába emelkedtek, de ilyen módon 20—22 km-nél nagyobb magasságot ők sem értek el. A léggömbök számára a légkör magasabb rétegei elérhetetleneknek bizonyultak, más kutató eszközökre volt szükség.

A második világháború után a rakéatechnika gyorsan fejlődött s az *NGÉ* programjának előkészítése idején már tervbe vehették a rakéták és mesterséges holdak felküldését a legmagasabb légrétegek kutatása céljából. A programban helyet kaptak a kisebb magasságokig mérő ún. meteorológiai rakéták és az egész légkört átszelő űrrakéták, valamint a mesterséges holdak. A nagy államok: a Szovjetunió és az USA a ter-

vezett programot jelentékenyen túlteljesítették a mesterséges égitesteknek mind számát, mind pedig teljesítményét illetően.

Az *NGE* nagy eseménye volt az első mesterséges holdnak, a Szovjetunióban 1957. október 4-én fellőtt *Szputnyik I*-nek felbocsátása. Ezzel szerezték az első tapasztalatokat a mesterséges égitestekre gyakorolt kozmikus hatásokról, a levegő sűrűlésének fékező hatásáról és a mesterséges égitestek várható élettartamáról. A *Szputnyik I*. a legkisebb földtávolban 65, a legnagyobbban pedig 229 km magasban volt a tengerszintje fölött. A mért adatokat rádióadója október 27-ig sugározta s 1958. január 4-ig keringett a Föld körül. Közben útnak indult 1957. november 3-án a *Szputnyik II*. szovjet mesterséges hold, amely értékes adatokat közölt a felső légkör sűrűségéről, a naptevékenységnek a légkör sűrűségére gyakorolt hatásáról. Ezen a mesterséges égitesten utazott a Lajka nevű kísérleti kutya s megtörténtek az első biológiai kísérletek a későbbi űrutazás előkészítésére. Itt nyílt alkalom a súlytalanság biológiai hatásának tanulmányozására is.

1958. január 31-én indult útjára az USA első mesterséges holdja, az *Explorer I.*, amely felfedezte a Földet övező sugárzási gyűrűket (lásd



19/a. ábra és

Rakétában elhelyezett egerek a súlytalanság állapotában. Az egerek állászó lábú dobozban vannak a fényképezőgép lencséje előtt. A 19/a. ábrán látszik, hogy a kép közepén levő egér a súlytalanság

később). Ezzel egy időben a szovjet mesterséges holdak segítségével is megállapították ezeket az övezeteket.

Hosszú lenne valamennyi mesterséges égitest felsorolása, ezeket pontos adataikkal, élettartamukkal, súlyukkal stb. megtalálja az olvasó *Sinka József* összeállításában a *Fizikai Szemle* 1960. évi 2. és 1961. évi 2. számában. Itt csak azokat említjük meg felbocsátásuk időpontjának feltüntetésével, amelyeknek fontosabb, s az *NGÉ* programjában szereplő eredményeiről tudomásunk van.

A *Vanguard I.* (USA, 1958. március 17.) a sugárzási övet kutatta és a Föld alakjának az eddiginél pontosabb meghatározását végezte el. Az *Explorer III.* (USA, 1958. március 26.) a sugárzási övekről részletesebb adatokat adott.

A *Szputnyik III.* (Szovjetunió, 1958. május 15.) pályáján 1880 km-nyire távolodott el a Földtől. Ismeretes, hogy 800 km-en túl az atmoszféra könnyű gázatomjai már megszökhetnek a földi légkörből, ezért ezt a légréteget külső légkörnek, vagy exoszférának hívják. A *Szputnyik III.* megmérte az exoszféra gázáramait, az elektromos töltésű gázatomok sűrűségét, az ún. ionkoncentrációt, kimutatta az exoszférában észlelt



19/b. ábra.

edg állapotában tehetetlenül lebeg. A súlytalanná vált golyó sem érinti a dob párkányát. A 19/b. ábrán az egerek újból a nehézségi erő hatására normálisan viselkednek, játszanak a forgó dobban, a golyó a dob alján van.

kozmosz sugárzás nehéz részecskéit és értékes adatokat közvetített a külső légkörben érvényesülő napsugárzásról, különösen ennek ibolyán-túli sugarairól.

Az *Explorer IV.* (USA, 1958. július 26.) folytatta elődjének kutató munkáját a Földet övező sugárzási övben. A *Pioneer II.* (USA, 1958. november 8.) kimutatta, hogy a kozmosz sugárzás erőssége az egyenlítő fölötti magaslégköri tartományban a várt értéknél jóval nagyobb. Névrokona, a *Pioneer III.* (USA, 1958. december 6.) hírt adott a Földet körülvevő második, ún. külső sugárzási övről.

1959. január 2-án indult útjára a Szovjetunióból az *NGÉ* első űrrakétája, amely elhagyta a Föld nehézségi erőterét és a Nap mesterséges kis bolygójává vált. Útjának első szakaszában értékes adatokkal gazdagította a sugárzási övekről eddig szerzett ismereteinket. Útjának során nátriumfelhőt lövellt ki pontosabb helymeghatározás céljából. A *Pioneer IV.* (USA, 1959. március 3.) ugyancsak a sugárzási övekről közölt adatokat, majd mesterséges kis bolygóvá vált. Az *Explorer VI.* (USA, 1959. augusztus 7.) tovább kutatta a sugárzási öveket.

Az *NGÉ* első holdrakétája (Szovjetunió, 1959. szeptember 12.) elérte a Holdat és megállapította, hogy ha a Holdnak van mágneses tere, akkor ennek erőssége 60 gammánál kisebb.

Az első holdrakétát 1959. október 4-én követte az ugyancsak szovjet *Föld—Hold* szputnyik, amely lehetővé tette a Hold tömegének, a Nap okozta mozgási rendellenességeknek pontosabb meghatározását, megkerülte a Holdat s ennek eddig ismeretlen oldaláról fényképeket közvetített a földi megfigyelő állomásokra.

Az 1960. március 11-én felküldött *Pioneer V.* (USA) mesterséges kis bolygóvá vált és adatokat küldött a bolygóközi térről. A *Tiros I.* (USA, 1960. április 1.) televíziós képet adott kb. 700 km magasságból a Föld légkörében látható nagy kiterjedésű felhőtakarókról, ezek elhelyezkedéséről és rámutatott az időjárás földi méretű előrejelzésének lehetőségeire.

A *Discoverer XIII.* és a *Discoverer XIV.* (USA, 1960. augusztus 10. és augusztus 18.), majd a *Szputnyik V.* (Szovjetunió 1960. augusztus 19.) mesterséges holdak pályájukról visszatértek a Földre. A Szputnyik V. tartályában élőlények is voltak s a geofizikai kutatásokon kívül értékes biológiai adatokkal járult hozzá az űrhajózás előkészítéséhez.

Az *NGÉ*-vel kezdődő űrkutatási sorozathoz méltóképpen járult hozzá az első embert szállító űrhajó, a Szovjetunióban 1961. április 12-én felbocsátott *Vosztok I.*, amely fedélzetén *Jurij Gagarinnal* kb. 300 km magasságban megkerülte a Földet, majd a Szovjetunió területén újból földet ért.

Az eredmények rövid felsorolásában máris túllmentünk a kitűzött feladaton. Amint látjuk, a mesterséges égitestek kutatási programja

az *NGÉ*-vel nem ért véget, az űr kutatás folytatódik ma még át nem tekinthető távlatok felé.

A Naprendszer kutatásában előttünk álló beláthatatlan lehetőségek világából térjünk most vissza a geofizika szűkebb körébe és nézzük meg kissé részletesebben az *NGÉ* rakétáinak és mesterséges holdjainak geofizikai eredményeit.

Többször említettük a Föld sugárzási öveit s láttuk, hogy ezek kutatása folyamatos programja volt több rakétának és mesterséges holdnak.



20. ábra. 80 km magasból készült fénykép a Földről. Jól látszik a Föld gömb alakja s kivehetők a képen a nagy kiterjedésű rétegfelhők is

Kétségtől az *NGÉ* kutatásainak egyik legérdekesebb eredménye a két nagy sugárzási öv felfedezése volt a Föld körül. A „sugárzás” szó itt elektromosan töltött és nagy sebességgel tovahaladó részecskék áramlását jelenti. Ilyen részecskék hagyják el a radioaktív anyagokat radioaktív sugárzás formájában. A nagysebességű részecskék a levegő semleges atomjait ionizálják. A talaj közelében észlelt ionizációs jelenléget régebben úgy magyarázták, hogy ez a talajban jelenlévő radioaktív anyagok sugárzásának következménye. 1912-ben *Hess* léggömbökre kötött műszerekkel megvizsgálta, hogy az ionizáció felfelé haladva hogyan változik. A várakozás ellenére azt tapasztalta, hogy az ionizáció erőssége a magasabb rétegekben nagyobb, mint a talajon. A jelenléget oka tehát nem a talajban keresendő, hanem a kozmikus térből a légkörbe érkező, nagy áthatoló képességű sugárzásra vezethető vissza. Így kapta az akkor még ismeretlen sugárzás a „kozmos sugárzás” nevet.

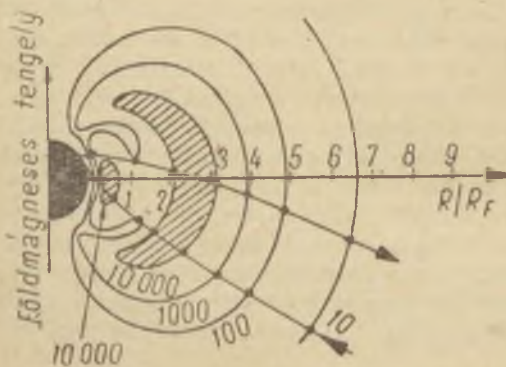
A későbbi kutatások kimutatták, hogy a sugárzásban tovahaladó részecskék kinetikai energiája igen nagy sugárzásokkal összemérve.

Az elektromosan töltött mozgó részecskék kinetikai energiáját elektrovoltokban (eV) mérik. $1 eV$ az elektronnak az a kinetikai energiája, amelyet akkor nyer, ha 1 volt potenciálesésen halad át ($1 eV = 1,602 \cdot 10^{-12}$ erg). A radioaktív sugarak energiája 10^6 – $10^7 eV$ rendű, a világrűrből érkező kozmikus sugár részecskék energiája ezzel szemben 10^8 – $10^{12} eV$ között változik. Ezzel magyarázható a kozmikus sugarak nagy áthatoló képessége.

Különböző számlálókkal végzett mérések kimutatták azt is, hogy a részecskék száma a tengerszintjén nagyon csekély, 1 cm^2 -re 1 sec alatt átlagosan 1 -nél kevesebb részecske érkezik. Ez a szám a magasabb szélességektől az egyenlítő felé haladva kb. 10% -kal csökken, a tengerszint-jéről felfelé ezzel szemben nő, s a mérsékelt övben 16 km magasságban a talajérték 50 -szeresét találták. Amint már tudjuk, a léggömbökkel végzett mérések mindössze 35 – 40 km magasságból hoztak csak adatokat. Így az *NGÉ* rakétáira és mesterséges holdjaira várt a feladat, hogy a magas légrétegek kozmikus sugárzásáról bővebb ismereteket nyújtsanak.

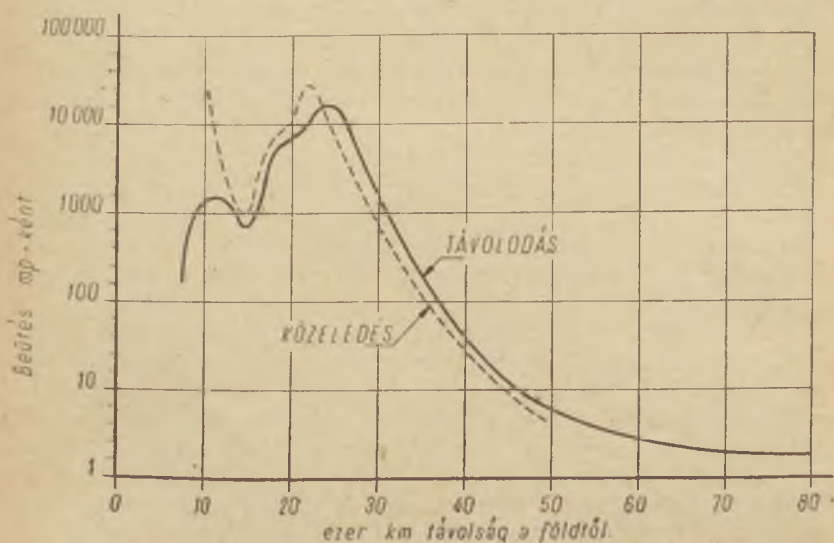
Az első tájékoztatást 1958 -ban az Explorer I. és az Explorer III. mesterséges holdak adták, amelyekről előbb már megemlékeztünk. A holdak kimutatták, hogy felfelé haladva a légkörben a kozmikus sugárzás erőssége valóban tovább nő, de nem úgy, mint ahogyan eddig elképzelték. 1000 km magasságban pl. a feltételezettnél 1000 -szer nagyobb sugárzáserősséget észleltek. A méréseket és feldolgozásokat ugyanaz a *Van Allen* vezette, akivel a bevezetésben már találkoztunk. Az ő otthonában folyt le az a megbeszélés, amely az *NGÉ* szervezését megindította.

A holdak nagy mérési anyagából, amelyhez az ugyancsak 1958 -ban elindított Explorer IV. is hozzájárult, érdekes kép alakult ki a magas légrétegekben észlelt erős sugárzásról. A mérések alapján *Van Allen* feltételezte, hogy a Földet két sugárzási öv veszi körül, amelyben nagy energiájú elektromosan töltött részecskék mozognak. Az övek keresztmetszetét a 21. ábra mutatja (*Van Allen* nyomán). Az ábra baloldalián levő félkör a szilárd Föld fél keresztmetszetét ábrázolja. A vízszin-



21. ábra. A *Van Allen*-féle sugárzási övek idealizált metszete (*Van Allen* nyomán)

tes tengelyen levő beosztás a földfelszíntől mért távolságot mutatja földszugár ($R = 6400$ km) egységeiben. A folytonos görbe vonalak az egyenlő sugárzásintenzitású helyeket kötik össze; a görbék mellé írt számok a sugárzás erősségét, azaz a számlálóval mp-enként mért beütések számát mutatják. Észерint a sugárzás erőssége a talajtól felfelé



22. ábra. A sugárzás erősségének változása a Földtől mért távolság függvényében (a Pioneer III. adatai alapján Van Allen nyomán)

növekszik, majd kb. fél földszugár magasságban (3000 km) maximális értéket vesz fel (10 000 beütés/sec). Innen kezdve a sugárzás erőssége eszikken, majd újból nő és 2—3 földszugárnyira a talajtól (12 000—20 000 km között) eléri második maximumát. Innen kezdve a sugárzás erőssége újból eszikken. A nyert eredményeket még ugyanebben az évben a Pioneer II. és Pioneer III. mérései megerősítették. Az ábrán a nyilakkal ellátott görbe a Pioneer III. pályáját mutatja, a mérés eredményét pedig a 22. ábrán mutatjuk be. Az ábrán jól látható 20 és 30 ezer km között a Pioneer III. által kétszer átszelt maximális erősségű sugárzási öv jelenléte.

A számos mérési adatból kirajzolódott a két sugárzási öv térbeli elhelyezkedése a Föld körül. A belső öv, amelyben a sugárzás maximális erősségét kb. 3000 km magasságban veszi fel, az egyenlítő fölött 2000 és 5000 km között helyezkedik el, a külső öv pedig 12 és 20 ezer km között jelentkezett. A belső öv a magasabb szélességekre nem terjed

ki, a külső ezzel szemben nagyobb kiterjedésű és a magasabb szélességeken is megtalálható. A két sugárzási övet felfedezőjükről *Van Allen-féle öveknek* nevezték el.

A sugárzási övek felfedezését elősegítették a Szputnyik I. és Szputnyik II. mesterséges holdakkal végzett mérések. 1959 januárjában a szovjet űrrakéta sok részletet tisztázott az övek kiterjedéséről, a részecskék energiájáról és természetéről. A szovjet kutatásokat *S. N. Vernov* irányította s az eredményekről értékes előadásban számolt be az *NGÉ* 1959-ben Moszkvában tartott kongresszusán. A szovjet és az amerikai holdak és rakéták eredményei jól egyeztek egymással s a közös erőfeszítésnek köszönhető, hogy alig néhány év alatt aránylag sok ismeretet szereztünk a Földet körülvevő sugárzási övekről. A mesterséges holdak, különösen a mesterséges kis bolygók kimutatták, hogy a sugárzási övekben pozitív töltésű protonok (a hidrogénatom magjai) és negatív töltésű elektronok mozognak nagy sebességgel. Nincs kizárva, hogy más elektromosan töltött részek, pl. alfa-részecskék is részt vesznek a sugárzásban. A részek kinetikai energiája nagyon különböző, 20 ezer eV-tól több millió eV-ig változhat. *Vernov* és *Csudakov* a szovjet űrrakéta adataiból megállapították, hogy a belső övben általában nagy energiájú, a külsőben aránylag kis energiájú részek mozognak. Ebből arra következtetnek, hogy a belső öv nagyobb energiájú részecskéi túlnyomóan protonok. Ezt megerősítette az egyik rakétával végzett mérés, amely 1200 km magasságban 700 millió eV (700 MeV) kinetikai energiájú részecskéket is észlelt s a 0–700 MeV széles energiaspektrumban 1300 proton átáramlását állapította meg 1 cm^2 felületen 1 mp alatt. Ezen nagy energiaáramokat aránylag kevés anyag szállítja. Az övekben mozgó részecskék összes tömegét alig néhány kg-ra becsülik.

A külső zónában aránylag kisebb energiával mozognak a részecskék. Kiterjedésében nagy változásokat észleltek, külső határát a Földtől 50–60 ezer km távolságban állapították meg.

A sugárzási övek formáját (lásd 21. ábra) valószínűleg a földmágneses erőter alakítja ki. A mozgó, elektromos töltéssel rendelkező részecske ugyanis elektromos áramnak tekinthető, tehát saját mágneses tere van. Ha a részecske bárhonna a világrúrból a Föld közelébe ér, mágneses tere kölcsönhatásba lép a Föld mágneses erőterével. Ennek következtében a részecske pályája rendkívül bonyolulttá válik, s többek között a részecske kinetikai energiájától, mozgási állapotától, a mágneses erőterben elfoglalt pillanatnyi helyzetétől függ. Valószínűleg a sugárzási övekben levő részecskék a mágneses erővonalak mentén bonyolult spirális formájú pályákon mozognak részben az egyenlítő sávjában, részben az alacsonyabb és magasabb szélességek között, megközelítőleg a *Störmer* által régebben elgondolt módon. A földmágneses tér hatása alatt általában a protonok nyugat, az elektronok kelet felé áramlanak.

Ilyenformán nyugat—keleti irányú elektromos áramgyűrű képzelhető el a Föld körül a sugárzási övek térségében. Nyilvánvaló, hogy ez a köráram módosítja a földmágneses teret és az áramerősségben bekövetkező változások fluktuációt okozhatnak a talajon mért mágneses térerősségben is.

Ilyen változásokról a mérések is számot adnak. A mesterséges holdak kimutatták, hogy a belső övnek a Föld felé eső alsó határa nem állandó és nem is olyan egyenletes, mint azt a 21. ábra mutatja. A holdak egyes helyeken mélyen lenyúló foszlányokat, zsákszerű szabálytalan nyúlványokat találtak, amelyek a belső sugárzási övből kiindulva belógtak a légkör alacsonyabb rétegeibe. Így különösen a magasabb szélességeken, pl. a 45. szélességi kör mentén 300 km magasságban akkora erősségű kozmikus sugárzást észleltek, mint az egyenlítő tájékán 1000 km magasságban. Ezekben a lelógó foszlányokban a lefelé mozgó részecskék kiléphetnek a sugárzási övből és lejuthatnak a talaj fölött alig 100 km-re levő rétegbe is. A légkörnek ezen mélyebb rétegeibe behatoló részecskék sarkifény-jelenségeknek lehetnek az okozói, kapcsolatban lehetnek a földmágneses erőter háborgásaival, hasonlóképpen az ionoszféra zavarásaival.

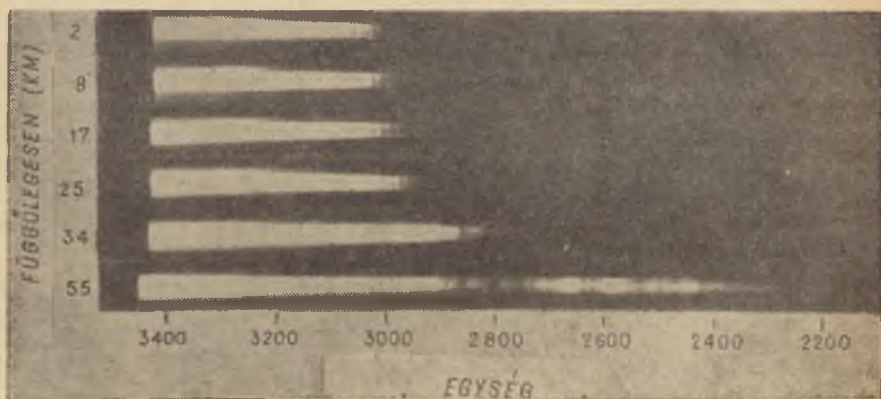
A két öv eredetére nézve különböző elképzelések vannak. Elképzelhető, hogy a nagy energiájú kozmikus sugárzás részecskéi átfutnak a légkörön s közben a felső légrétegek gázatomjaival ütköznek. Az ütközés eredményeképpen keletkezett elektromosan töltött elemi részecskéket a földmágneses erőter a sugárzási övekbe kényszeríti. Itt a levegő atomjaival folytonosan ütközve egyes részek lefelé is mozognak, s kiléphetnek az övből. Ez a veszteség a világrűrből érkező kozmikus sugárzás útján pótlódik.

A külső öv kiterjedésében és a sugárzás erősségében is változásokat mutat, amelyek kapcsolatba hozhatók a naptvekenység változásaival. Feltehető, hogy a külső öv részecskéi jelentékeny részben a Nap korpuszkuláris sugárzásából származnak és így az intenzív napkitörésekkel, flerekkel kimutatott kapcsolatuk egyszerűen magyarázható.

Egyes kutatók elképzelése szerint a belső öv részecskéi, legalábbis részben, földi eredetűek és a nukleáris robbantások alkalmával jutottak a sugárzási övbe. Ezt a felfogást megerősítik azok a mérések, amelyek 1958-ban a Csendes-óceán és az Atlanti-óceán fölött a magas légkörben végrehajtott amerikai nukleáris robbantásokat követették és a belső sugárzási övben intenzitásnövekedésről adtak számot.

A sugárzási öveket a jövő kozmikus utazásainál messzemenően figyelembe kell venni, tekintettel ezen nagy áthatolóképességű sugárzás várható ártalmaira. Már az oddigi mérésekből is kitűnt, hogy a sugárzás intenzitása legkisebb a sarkvidékek fölött. Úgy látszik, hogy ezeken a kapukon át vezet majd az út a kozmikus térségek felé.

Nagyszámú mérést végeztek a Nap rövidhullámú sugárzásának vizsgálatára rakétákon elhelyezett műszerek segítségével. Ismeretes, hogy a tengerszintjére 2900 Å-nél rövidebb hullámhosszú napsugárzás nem érkezik. Léggömbökkel végzett mérésekkel kimutatták, hogy felfelé haladva a napszínkép a rövidebb hullámhosszak felé kiterjeszkedik s 60 km fölött már megjelennek a napspektrumban a 2200 Å-nál rövidebb hullámhosszú sugarak is. A légkörnek 30—50 km magasságú rétegében az ózon nyeli el a rövidhullámú napsugarakat (23. ábra), a 80—100 km fölött levő magaslégkörben pedig a neutrális gázatomok ionizációjára fordítódik a napsugárzás rövidhullámú sávjának energiája. Éppen ezért, ha a rövidhullámú napsugárzást keressük, a spektrálműszereket rakétákkal fel kell vitetnünk olyan magasságba, ahol ez a



23. ábra. A napszínkép kiterjedése a légkör magasabb rétegeiben. A vízszintes tengelyen a fény hullámhossza ångström egységekben, a függőlegesen a magasság km-ekben van feltüntetve. A színkép rövidhullámú vége különösen az ózonréteg elhagyása után 55 km magasságban szélesedik ki.

rövidhullámú sugárzás még megtalálható. Ilyen módon mutatta ki *Hineregger* az 1959. március 12-én felőtt rakéta spektrográfiájával a hélium 304 Å hullámhosszúságú emissziós vonalának jelenlétét a 140—210 km között felvett napszínképben. Megállapította, hogy ezt az ionizáló sugárzást 180—185 km tájékán abszorbeálja legerősebben a légkör.

1959 nyarán intenzív kromoszférikus napkitörések, flerek megjelenésének időszakában számos rakétát bocsátottak fel a 100 Å-nál rövidebb hullámhosszú sugárzás tanulmányozására. A rakétákat a sugárzást észlelő scintillációs számlálókkal szerelték fel. Egy nagy fler kitörésének első szakaszában 90 ezer eV energiájú sugárzást mértek a műszerek ebben a rövidhullámú sávban. A rakéta 6 percen át tartózkodott 45 km-nél nagyobb magasságban s állandóan észlelte a sugárzást, a legkeményebb sugarak tehát ilyen mélységig behatoltak a légkörbe.

A sugárzás spektrális eloszlása lehetővé tette a sugárzási forrás hőmérsékletének megbecsülését. Ilyen módon 100 millió C° nagyságrendű hőmérséklet értékeket kaptak. Általában a 2—100 Å színeképtartományban kb. 100 km magasságban a flemek megjelenése idején kétszer akkora sugárzásintenzitást mértek, mint nyugodt napon.

A mérésekből arra következtetnek, hogy az észlelt rövidhullámú sugarakat a Nap nagyon kis intenzitással sugározza ki, ha nincsenek napkitörések, de jelentősen megnövekszik a sugárzás intenzitása a flemek megjelenésének időszakában.

Értekes adatokkal járultak hozzá a rakéták a felső légrétegek sűrűségének és gázösszetételének megismeréséhez. Laboratóriumokban már régóta használják a fénysugarat a gázok sűrűségének meghatározására. Ebből a célból a vizsgálandó gázt monochromatikus (egyszínű) fényvel világítjuk át s valamilyen fényérzékelő műszerrel, pl. fotocéllal megmérjük meghatározott útdarabon a fény gyengülését. Ha ismerjük a gáznak a felhasznált monochromatikus fényre vonatkozó elnyelési együtthatóját, kiszámíthatjuk az átvilágított gáz sűrűségét. Ez a módszer alkalmas a felső légkör sűrűségének meghatározására is. Ebben az esetben a fényt a Nap szolgáltatja s a rakétában elhelyezett spektrálműszer gondoskodik a kívánt monochromatikus napfényről. A fény hullámhosszának vagy a hullámhosszávnak alkalmas megválasztásával a levegő különböző alkotórészeinek sűrűségét vizsgálhatjuk. Például az 1000—2000 Å hullámhosszak közé eső ultrabiolya-fényből a levegő gázai közül legtöbbet a molekuláris oxigén nyel el. Ezért az oxigénmolekulák előfordulásának vizsgálatára ezt a színeképsávot használják.

A napsugárzás 50 Å körüli hullámhosszán az elnyelés már csak az átvilágított atomok teljes számától függ és független a gáz kémiai összetételétől. Ez a sugárzás tehát alkalmas a felsőbb légrétegek sűrűségének meghatározására függetlenül az ott előforduló gázösszetevőktől.

Előntetlen kérdés a legkönnyebb gázösszetevőnek, a hidrogénnek előfordulása a felsőbb légrétegekben. A hidrogén fajsúlyánál fogva a légkör külső periferiáin helyezkedik el s a molekuláris hómórgás következtében az exoszférából könnyen kilép a bolygóközi térbe. A veszteség valószínűleg a talajból s az alsó légrétegekből pótlódik, de elképzelhető az is, hogy a légkör hidrogénkészlete állandóan fogy. A felső légkörben a hidrogén koncentrációnak, vagyis az átvilágított légoszlopban levő hidrogénatomok számának meghatározására az 1216 Å hullámhosszon jelentkező abszorpciót használták fel. Ezen a hullámhosszon van a hidrogén színeképben az ún. *Lyman* szericsz alfa vonala s a Nap színeképben itt jelentkező abszorpciós vonal a hidrogén jelenlétét mutatja. A színeképelemzés fejlett módszereivel jól kimutatható a hidrogénkoncentráció, sőt a fényelnyelő hidrogén hőmérséklete is.

1959. július 21-én az *NGÉ* programjának keretében felbocsátott egyik rakéta 95—200 km között különböző színeképfelvételeket készített s a *Lyman* alfa abszorpciós vonalból megállapították, hogy az 1 cm² keresztmetszetű átvilágított légoszlop 1—10 billió neutrális hidrogénatomot tartalmazott.

Az *NGÉ* programjának egyik legérdekesebb, újszerű fejezete: az ionoszférakutatás, szoros kapcsolatban van a rádióhullámok terjedésével és ezen keresztül a korszerű távközléssel. Az *NGÉ* életrehívásának egyik fontos indoka éppen az volt, hogy a naptevékenységgel összefüggő ionoszférikus jelenségeket az egész Földre kiterjedő mérési programmal lehet eredményesen kutatni. Az *NGÉ* a várakozásnak megfelelően sok érdekes eredményt hozott ezen a kutatási területen is. Különösen érdekesnek ígérkeztek a sarkvidékeken felállított ionoszférállomások adatsorai. Ismeretes ugyanis, hogy az ionoszférarétegeket (az átlagosan 80 km magasságban levő *D*-réteget, a 120 km magasán levő *E* és a 200—400 km között levő *F*-réteget) a napsugárzás ionizáló hatása hozza létre. Éppen ezért a *D* és *E* rétegek éjjel, napsütés hiányában rekombinálnának és megszűnnek. Éjszakára csupán az *F* réteg marad meg, de az ionok rekombinációja miatt ennek a rétegnek alsó határa is mintegy 100 km-rel emelkedik. A sarki övezetben a téli hónapokban hiányzik a napsütés, nyáron pedig egy-egy nap alatt csak keveset változik a napmagasság. A mérések azt mutatták, hogy télen az *F* réteg tetején 24 órás periódusban változik az elektronkoncentráció. Ez a jelenség az elektronok vándorlásával magyarázható például úgy, hogy a megvilágított ionoszférrétegekből elektronok jutnak a sötét rétegekbe. Nyáron az elektronkoncentráció közel állandó volt.

Ugyancsak a sarki övezetben gyakran tapasztalták, hogy az ionoszféráról visszavert rádiójelek ionoszférviharok alkalmával gyengültek, a nagy frekvenciájú rádiójelek pedig eltűntek. Ennek a jelenségnek közvetlen oka az lehet, hogy a *D* rétegben az elektrontartalom valaminő ok folytán megnövekszik. Itt a levegő még aránylag sűrű. A rádióhullámok által rezgésbe hozott elektronok és ionok a folytonos ütközés miatt lefékeződnek, s a réteg a rádiójeleket elnyeli. Az *NGÉ* alatt ezt a jelenséget alaposan tanulmányozták a sarki állomásokon. Úgy találták, hogy az elhallgatás jelensége olyan helyeken lép fel ugyanabban az időben, amelyek egy spirálishoz hasonló és a pólus felé görbülő vonalon fekszenek. A spirális a térben nyugvónak látszott s az alatta elforduló Földön különböző időpillanatokban különböző helyeken vonult át. Feltűnő és az ionoszférának a földmágneses térrel való kapcsolatát mutatja, hogy a mágneses térerősség reggeli maximuma a sarki övezetben hasonló spirális mentén jelenik meg. Hasonló kapcsolatra mutat *Störmer* régebbi elképzelése a töltött részecskék mozgásáról. Eszerint az elektromosan töltött részecskék pályáit a földmágneses tér eltéríti

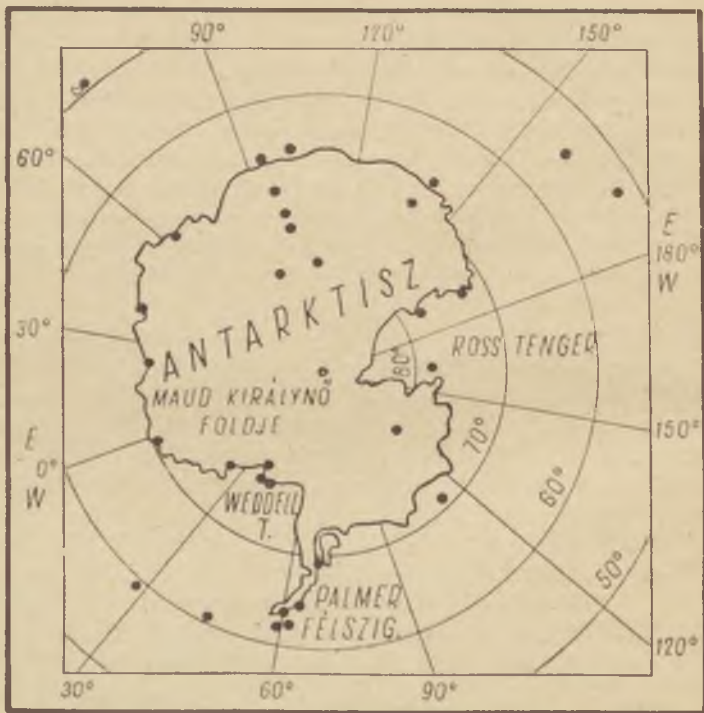
olyanformán, hogy a sarki régiókat a pólus felé görbülő spirális pályákon érik el. Az elmondottakból arra lehet következtetni, hogy az ionoszférarétegek megerősödését, az elhallgatás jelenségét a sarki övezetbe spirális pályákon érkező töltött részecskék okozzák.

Elegendő megfigyelési anyag birtokában az ilyen természetű poláris ionoszféra-zavaroknak három típusát különböztették meg. Az I. típus a flerek megjelenésével egy időben jelentkezett olyankor, amikor az ionoszférát sütötte a Nap. A II. típus inkább éjjel sarkifénnyel és földmágneses háborgásokkal együtt lépett fel. A III. típus erős kromoszferikus erupciók, flerek után jelentkezik s 2—3 napig tart. Az elhallgatás jelensége leggyakrabban a III. típus formájában figyelhető meg. Ilyen esetben 50 km magasságban az elektronkoncentráció 100—200/cm³ értéket ért el. Ugyanakkor léggömbös mérésekkel nagy energiájú (5—50 MeV) protonok érkezését észlelték. Feltehető, hogy a magas elektronkoncentrációt a magas légkörbe nagy sebességgel beáramló protonok hozták létre. Ezek a Nap mágneses terének erővonalai mentén juthatnak el a légkörbe különösen olyan napokon, amikor erős naptevékenység idején, a flereket követően a mágneses tér háborgási zónája egészen a Földig kiterjed.

A magas légkör mellett hasonlóan nehezen megközelíthető és így kevésbé ismert területei a Földnek a sarkvidékek. Az északi sarkvidékről földrajzi és éghajlati adottságainál fogva sokkal bővebb ismeretekkel rendelkezünk, mint Antarktisz vonatkozásában. A sarkifény jelenségeit, a földmágneses tér sarkvidéki sajátosságait, a sarki légkör meteorológiai jelenségeit hosszú idő óta az északi sarkvidéken kutatták s a Polárévek nemzetközi programját is itt hajtották végre. A Szovjetunió évek óta állandó észlelő hálózatot tart fenn az arktiszi régióban, és a jégtáblákon úszó állomásai keresztül-kasul vándoroltak már a pólus közvetlen környékén. A déli sarkvidék ehhez mérten néptelen maradt, rendszeres geofizikai kutatása sok költséget, gondos előkészítést kívánt s erre a nagy munkára egyetlen ország nem is vállalkozhatott. Az általános geofizikai ismeretek szempontjából Antarktisz nagy szárazföldi masszívuma, vulkánjai, jég- és hótakarója, zord éghajlata nem kevésbé érdekes, mint óceáni jellegű ellenpólusa.

Az *NGÉ* alatt benépesedett a déli sarkvidék is. A teljes meteorológiai észlelő hálózat összesen 57 állomásból állt. Ezek közül 23 a délsarki kontinensen, 20 a Palmer-félszigeten, 14 pedig a szubantarktikus zónában működött (24. ábra). Valamennyi helyen naponta előírt időpontokban elvégezték az ún. szinoptikus észleléseket (hőmérséklet, légnyomás, szél, felhőzet stb.), 20 állomáson léggömbös rádiószondákkal 20—30 km magasságig rendszeresen mérték a szabad légkör fizikai állapotát, 32 állomáson napsugárzásméréseket végeztek s 10 helyen mérték a levegő ózontartalmát.

Az állomások elhelyezése, sajnos, nem volt elég sűrű ahhoz, hogy a szokásos időjárási térképeket a déli sarkvidékről is megbízhatóan el lehetett volna készíteni. Ez a feladat, amely Antarktisz sajátságos időjárásának felderítésére föltétlenül szükséges, a jövő feladata marad. Az éghajlati adatok, amelyeket az 57 állomáson nyertek, mindenesetre jelentős mértékben hozzájárultak a déli sarkvidék klímájának megismeréséhez. Már a régebbi megfigyelésekből is ismeretes volt, hogy Antarktisz



24. ábra. Az NGE meteorológiai állomásai (az ábrán pontok) az Antarktiszon

szárazföldi jellegénél, magas fekvésénél fogva sokkal zordabb éghajlatú, mint az északi sarkvidék. A partvidéken és a kontinenson belül változatos éghajlatú területek különültek el, amelyek között különösen enyhe éghajlatával a Szovjetunió ún. oázis állomása tűnt ki. Az évek során át végzett hosszabb-rövidebb megfigyelési sorok egyébként Antarktiszon is lassú felmelegedési folyamatra engednek következtetni. A Ross-geleseren a Ross-tenger partján felállított USA megfigyelő állomáson az évi középhőmérséklet 1911-ben $-25,8\text{ }^{\circ}\text{C}$, 1929-ben

—24,9 C° és 1940-ben —23,7 C° volt. Az *NGÉ* alatt ugyanezen az állomáson az észlelési sorozatot nem lehetett folytatni, mert Antarktisz általánosnak feltételezett felmelegedése miatt a jégtakaró 1955-re mintegy 18 km-rel visszahúzódott, az öböl képe teljesen átalakult s a hátrahagyott észlelőállomás teljes felszerelésével, repülőgépeivel együtt eltűnt a tengerben. A déli sarkvidéknek ez a fokozatos felmelegedése beleilleszkedik az északi félgömbön észlelt évszázados felmelegedési folyamatba. A becslések szerint az elmúlt 100 év alatt az északi sarkvidék évi átlagban 0,8 C°-kal, az északi mérsékelt öv 0,4 C°-kal, a trópusi öv 0,2 C°-kal és a déli sarkvidék 0,1 C°-kal melegedett. A felmelegedés oka még nem tisztázódott, a különböző feltételezések (a légkör széndioxidtartalmának megnövekedése) nem eléggé megalapozottak.

A rádiószondákkal végzett-magassági mérések szerint a déli sarkon a nyári troposzféra (az alsó 8—10 km magas légréteg) sokkal hidegebb, mint az északi sarkvidéken. Ennek oka abban keresendő, hogy Antarktisz hóval borított felszínének albedója sokkal nagyobb, mint az óceáni északi sarkvidék visszaverőképessége. Ugyancsak nyáron a déli sarkvidék sztratoszférája (a troposzféra fölötti kb. 30 km vastag légréteg) jóval melegebb, mint az arktikus sztratosféra. Ennek az az oka, hogy a délsarki nyáron a Föld napközében, az északsarki nyáron pedig naptávolban van. Emiatt pl. a 70°—80° szélességi körök közötti sávban a napsugárzás erőssége a légkör nélküli Földön 7%-kal nagyobb volna a déli, mint az északi félgömbön.

A sztratoszférában a nyárvégi lehülés az ózonban gazdag, de vízgőzben szegény felső rétegekben kezdődik meg és fokozatosan terjed az alacsonyabb rétegek felé.

Ez a lehülési folyamat a déli sarkvidék téli félévében eltünteteti azt a hőmérsékleti határt, amely a troposzférát a sztratoszférától egyébként élesen elválasztja. Ez a hőmérsékleti határ, az ún. tropopauza, a mérsékelt égöv hőmérsékleteloszlására alapvetően jellemző.

A tél végén a felmelegedés szintén a magasabb szintekben indul meg és innen terjed lefelé. Az évszakos lehülés és felmelegedés folyamata tehát a mérsékelt övvel összehasonlítva fordított irányú. Itt ugyanis mindkét folyamat az erősen kisugárzó illetőleg sugárzást elnyelő talajból indul ki. Az Antarktison talált „rendellenesség” rámutat a légköri ózon, széndioxid és vízgőz vizsgálatának nagy fontosságára. Ezek a légköri összetevők határozzák meg elsősorban a délsarki évszakos lehülés és felmelegedés folyamatát azzal, hogy a vízgőz és a széndioxid, amelyeknek koncentrációja felfelé csökken, a hosszúhullámú hőmérsékleti sugárzást nyelik el és sugározzák ki, a felfelé növekvő koncentrációjú ózon pedig a napsugárzás ibolyántúli sávját nyeli el a magasabb rétegekben.

A délsarki megfigyelő állomások egy része az *NGÉ* befejezése után is működik. Ezek között számos szovjet állomás az anyaországtól való nagy távolság ellenére nagyon sok értékes megfigyelési anyaggal gazdagította ismereteinket.

A közölt eredmények természetesen nem terjeszkedhettek ki az *NGÉ* valamennyi munkaterületére. A kiválasztásban a Csillagászati Évkönyv olvasóinak érdeklődési köréhez igazodtunk. Az egyes munkaterületeken sem nyújthattunk az eredményekről még megközelítőleg sem teljes képet, hiszen a mérési adatok jó részét még nem dolgozták fel.

Ez idő szerint a folyamatos szervezés munkáját az *NGÉ* tartamára életrehívott *OSAGI*-tól átvette a ma még fiatal, de nagy jövő előtt álló Nemzetközi Geofizikai Bizottság (International Geophysical Committee = *CIG*), amelynek végrehajtó bizottságában a négy nagy nemzetközi unió (*IUGG*, *IAU*, *URSI* és *IUPAP*) képviselői foglalnak helyet s 12 tagja a különböző tudományterületeket képviseli. 1961-ben tartott ülésén a bizottság munkacsoportot küldött ki a legközelebbi *NGÉ* programjának előkészítésére. Ennek az időszaknak a neve a „nyugodt Nap nemzetközi éve” (International Year of the Quiet Sun = *IQSY*) s a tervek szerint 1964. április 1-től 1965. december 31-ig fog tartani. Feladata az elmúlt *NGÉ* kutatásának kiegészítéseképpen a geofizikai jelenségek vizsgálata lesz minimális naptevékenység idején, a legközelebbi napfoltminimum időszakában.

KESZTHELYI LAJOS:

A MÖSSBAUER-EFFEKTUS ÉS CSILLAGÁSZATI VONATKOZÁSAI

I. Bevezetés

A fizika fejlődése közben elért új eredmények, a fizikai kutatás során megismert új törvényszerűségek mindig új lehetőségeket adtak a csillagászatnak. Fordítva is igaz ez az állítás, mert a csillagok világának tanulmányozása általános érvényű fizikai törvények megismerését tette lehetővé. Ebben a vonatkozásban gondoljunk pl. az általános gravitációs törvény felismerésére, vagy a Nap színpémben felfedezett Fraunhofer-féle vonalakra. A fizika területén kifejlesztett magfizikai ismeretek tették lehetővé, hogy megfejtsük a csillagok energiaforrásának hosszú időn át rejtélyes okát. A kölcsönhatás oly szoros, hogy gyakran egy fizikai elmélet helyességét csak csillagászati megfigyeléssel lehet ellenőrizni, és fordítva, a csillagászati vizsgálatok adnak szempontot bizonyos fizikai vizsgálatok elvégzésére.

Az 1958-ban felfedezett *Mössbauer-effektus* — amint az olvasók majd látni fogják — rendkívül messze van — alapjait tekintve — minden csillagászati vonatkozástól. Mindezek ellenére a Mössbauer-effektus olyan mérési módszert szolgáltatott, amely a csillagászok által már régen vizsgált és a körülmények bonyolultsága miatt eddig még el nem döntött problémákat oldott meg. Ilyen az Einstein-féle általános relativitáselmélet alapján várt gravitációs vöröseltolódás és a Mach-elvből következően a tömeg anizotrópiája.

Az alábbiakban röviden foglalkozunk a Mössbauer-effektus leírásával és ismertetjük a Mössbauer-effektus segítségével kapott új eredményeket a fenti témakörökben.

2. γ -sugarak rezonanciabszorpciója

A Mössbauer-effektus lényegének megértéséhez magfizikai és szilárdtestfizikai ismeretekre kell támaszkodnunk. A magfizikai ismeretek lényegét könnyen megérthetjük olyan atomfizikai analógia alapján, amely a csillagászatban mindenki előtt ismeretes.

A színképelemzés egyik módszere az abszorpciós spektroszkópia. Valamilyen gázra, vagy gőzre ejtsünk folytonos spektrális összetételű fényt. A gázon vagy gőzön áthaladó fénynyaláb spektrumában az illető gáz vagy gőz anyagi minőségére jellemző hullámhosszaknál a folytonos spektrum megszakad, erős abszorpció következik be. A gáz vagy gőz atomjai atomi szerkezetüknek megfelelő hullámhosszúságú sugárzást rezonanciaszerűen abszorbeálják. Az abszorpciós hullámhosszak tanulmányozása módot ad arra, hogy megállapítsuk, ismeretlen összetételű gáz vagy gőz esetén az összetételt. A Fraunhofer-féle vonalak egyik jelentősége is abban áll, hogy a hullámhosszakat tanulmányozva a Napot körülvevő gáz-gőzfelhő összetételéről alkothattunk képet. Ha a spektrométerünk felbontóképessége jobb, akkor nemcsak azt tudjuk tanulmányozni, hogy milyen abszorpciós hullámhosszak fordulnak elő a spektrumban, hanem az abszorpciós vonal alakját is tanulmányozhatjuk.

Felmerül most már a kérdés, hogy atommagok esetében is találunk-e a fenti nagymértékű rezonanciaabszorpcióhoz hasonló jelenséget. Atommagok esetében a fénynek a γ -sugarak felelnek meg, amelyek szintén elektromágneses hullámok. Az atommagok határozott gerjesztett állapotokkal rendelkeznek, amelyekből az alapállapotba γ -sugarak emissziójával térnek vissza. A radioaktív magok esetében radioaktív bomlások után a legtöbb esetben a maradékmagok gerjesztett állapotban vannak és γ -sugárzást bocsátanak ki. Feltehető, hogy az atomokhoz hasonlóan az atommagok is rezonanciaszerűen nagy hatás-keresztmetszettel abszorbeálják a gerjesztett állapotuknak megfelelő energiájú γ -sugárzást. Elméleti megfontolások alapján azt várjuk, hogy valamilyen E_r energiájú abszorpciós* nívó környezetében az E energiájú sugárzásra az abszorpció hatás-keresztmetszete

$$\sigma(E) = \frac{\lambda^2}{8\pi} g \frac{\Gamma^2}{(E - E_r)^2 + \frac{1}{4}\Gamma^2}, \quad (1)$$

ahol $g = \frac{2 I_g + 1}{2 I_a + 1}$ (I_g a gerjesztett állapot, I_a az alapállapot spinje).

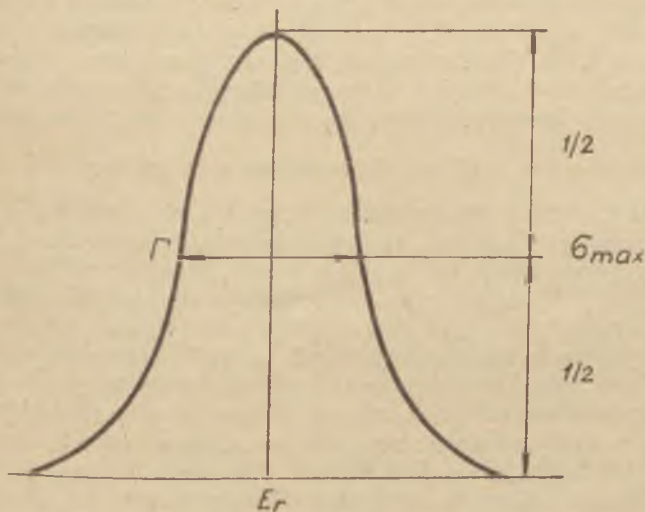
Γ a rezonancianívó félértékszélessége (l. 25. ábra), amely az abszorpciós vonal alakjára jellemző. Ez a mennyiség a továbbiak szempontjából nagyon fontos. A Heisenberg-féle határozatlansági reláció segítségével

* A továbbiakban spektroszkópiában szokásos hullámhossz helyett a spektrumvonalakat energiaértékben adjuk meg az ismeretes $E = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$ összefüggés alapján, ahol h a Planck-állandó, ν a sugárzás frekvenciája, λ hullámhossza, c a fénysebesség.

az abszorpciós vonal energiabizonytalanságát a gerjesztett állapot létezésé idejének, élettartamának bizonytalanságával (τ) kapcsolhatjuk össze:

$$\Gamma \cdot \tau = \frac{h}{2\pi} \quad (2)$$

τ az az időtartam, amely alatt a felgerjesztett atommagok száma az alapállapotba való visszatérés következtében az eredeti szám e -ed részére csökken (a törvényszerűség $N = N_0 e^{-\frac{t}{\tau}}$).



25. ábra.

(1) és (2) egyaránt érvényes az elmélet szerint az atomhéj esetében és az atommag esetében, hiszen a fény és a γ -sugárzás elektromágneses sugárzás. A látható fény esetében τ nagyságrendje 10^{-8} sec, az atomok a látható fénysugarakat $\sim 10^{-8}$ sec időtartam alatt kisugározzák. Kiszámítható (2)-ből, hogy $\Gamma \sim 10^{-8}$ eV. A látható fény energiája (pl. a kék fény) 3 eV, tehát $\frac{\Gamma}{E_r} \approx 3 \cdot 10^{-9}$, tehát ahhoz, hogy a spektrumvonalakat eredeti szélességükben tanulmányozzuk, a spektrométer felbontásának 10^{-9} -nél jobbnak kell lennie. A legjobb spektrométerek ebben a nagyságrendben mozognak.

Atommagok esetében τ igen széles határok között változhat, több évtől 10^{-16} — 10^{-18} sec-ig terjedhet, tehát Γ is 10^{-23} eV-től. 10 — 100

eV-ig változó értéket vehet fel. Ezek az értékek a szokásos γ -energiák esetében $\frac{\Gamma}{E_\gamma}$ -re vonatkozóan minden esetben olyan értéket szolgáltat-

nak, amely semmiféle γ -spektrométer segítségével sem mérhető meg. Például az Au^{198} radioaktív atommagok bomlásából keletkező Hg^{198} atommagokból kilépő 411 keV energiájú γ -sugárzás esetében ismeretes, hogy $\Gamma = 2 \cdot 10^{-5}$ eV, tehát $\frac{\Gamma}{E_\gamma} = 5 \cdot 10^{-11}$. A legjobb γ -spektrométer

felbontása 10^{-4} . Tehát úgy látszik első megközelítésre, hogy amennyiben a rezonanciaabszorpciót ki is tudnánk mutatni, arról biztosan le kell mondanunk, hogy a félértékszélességet közvetlen méréssel meghatározzuk. Viszont más oldalról, ha valamilyen módon sikerülne γ -sugarak esetében az eredeti nívószélességet közvetlenül megmérni, akkor eddig még nem tapasztalt mértékű relatív pontosságot érhetnénk el. Könnyen lehet olyan atommagokból kibocsátott γ -sugárzásokat találni, amelyekre

$\frac{\Gamma}{E_\gamma} \approx 10^{-12} - 10^{-13}$, sőt ennél is lényegesen kisebb.

1950-től kezdve olyan módszert dolgoztak ki, amelyek alkalmasak Γ közvetett úton történő meghatározására. Nyilvánvalónak látszik, hogy atommagok esetében is akkor látszik legegyszerűbbnek a rezonanciaabszorpció megfigyelése, ha valamely atommagból kilépő γ -sugárzást ugyanolyan típusú atommagokból álló abszorbensre bocsátjuk és megfigyeljük a sugárgyengülést. Pl. a Hg^{198} atommagokból kilépő 411 keV energiájú γ -sugárzást Hg abszorbensre ejtve lényegesen nagyobb abszorpciót kellene mérnünk, mint pl. Pb-ban, mert az (1) hatáskeresztmetszet nagyságrendekkel nagyobb a szokásos atomi abszorpciók hatáskeresztmetszeténél (fotoeffektus, Compton-effektus, párképzés), amely Hg és Pb esetén alig különbözik egymástól. Az ilyen jellegű mérések azonban nem vezetnek eredményre. Ennek két oka van.

Az egyik az impulzusmegmaradás tételének következménye.

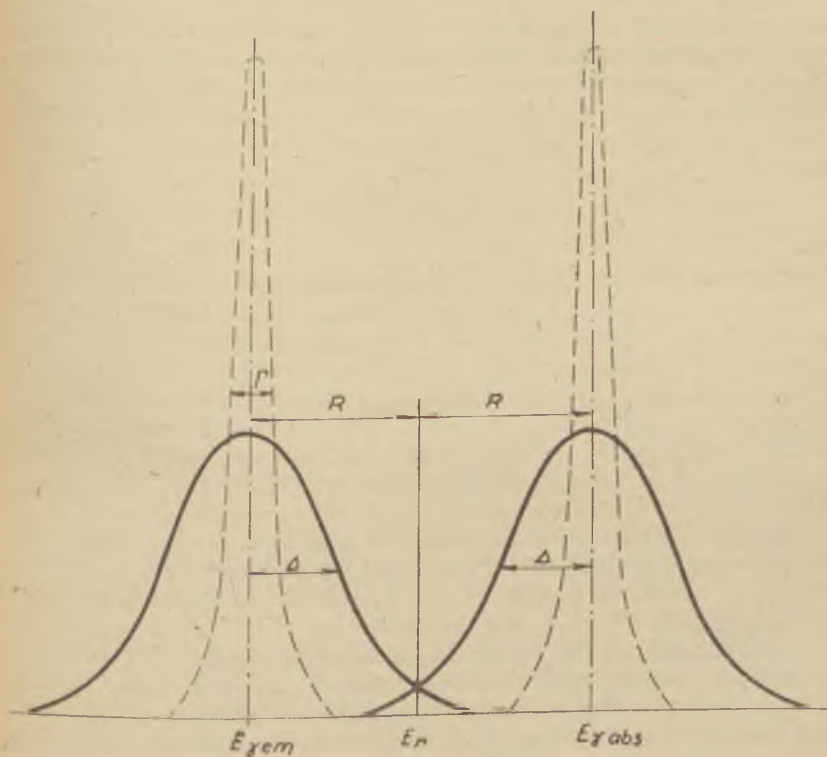
A $h\nu$ energiájú γ -sugárzás az atommagból kilépve $\frac{h\nu}{c}$ impulzust visz magával, ugyanekkora impulzussal kell az atommagoknak visszalöködni,

$$\frac{h\nu}{c} = Mv$$

ahol M az atommag tömege, v pedig sebessége. Könnyen kiszámíthatjuk, hogy az atommagnak a visszalökéskor átadott energia

$$R = \frac{(h\nu)^2}{2Mc^2} \quad (3)$$

A kilépő γ -kvantum energiája tehát a rendelkezésre álló, a magnívó energiájánál R energiával kisebb lesz. Belépéskor ugyancsak R energia-vesztéség lesz, mert a γ -kvantum ismét meglöki a magot. Tehát végeredményben az E_r energiájú energianívóról kilépő E energiájú kvantum energiájához $2R$ energiát kellene hozzáadni, hogy pontosan beletaláljon az abszorbens atommagok E_r energiájú nivójába. A Hg^{198}



26. ábra.

esetében $2R = 0,91$ eV, amely sokkal nagyobb, mint a $\Gamma = 2 \cdot 10^{-5}$ eV félértékszélesség. (l. 26. ábra). Ezért az abszorpciós effektus bekövetkezését nem várhatjuk. Atomok esetében általánosan $2R < \Gamma$, ezért a rezonanciaabszorpciós atomok esetében mindig bekövetkezhethet.

A másik ok, amely az effektus kimutatását megnehezíti, abban rejlik, hogy a spektrumvonalak az atomok hőmozgásának hatására kiszélesednek. Ez az ún. Doppler-kiszélesedés, mert az oka a Doppler-

effektus. Ismeretes, hogy a Doppler-effektus következtében valamilyen sugárforrás által kibocsátott rezgés frekvenciája függ a forrás és az észlelő egymáshoz viszonyított relatív sebességétől (v). ν_0 frekvenciájú sugárzást

$$\nu = \nu_0 \left(1 + \frac{v}{c} \cos \Theta \right) \quad (4)$$

frekvenciájú sugárzásként észleljük, ahol c a sugárzás terjedési sebessége (elektromágneses sugárzás esetén a fény terjedési sebessége), Θ a relatív sebesség és a sugárzás haladási iránya között bezárt szög. A γ -sugárzást emittáló atommagok mozgása rendezetlen, ezért a bekövetkező változás olyan lesz, hogy a vonal félértékisélessége megváltozik; szélessége

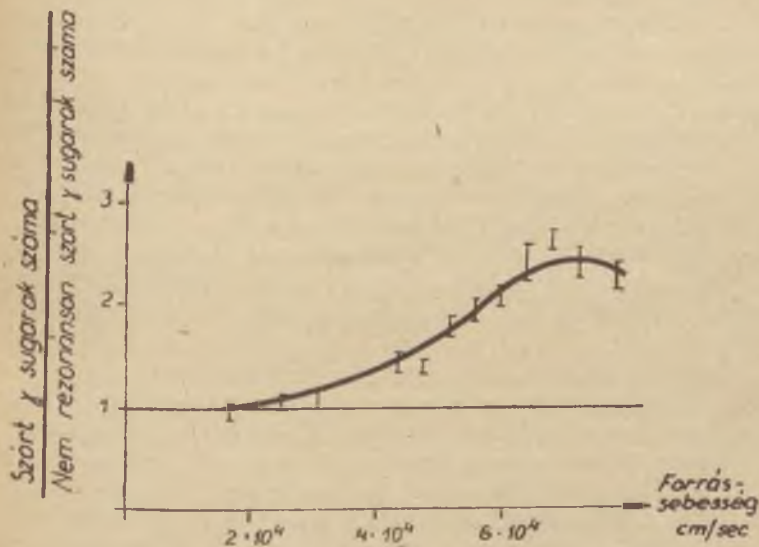
$$\Delta = E_\gamma \left(\frac{2kT}{Mc^2} \right)^{1/2}$$

Doppler-szélesség lesz, ahol k a Boltzmann-állandó, T a forrás hőmérséklete Kelvin fokokban. Ugyanez következik be az abszorbensben is, az abszorbens nívója is kiszélesedik a hőmozgás következtében. A viszonyokat a 26. ábra szemlélteti. A Hg^{198} esetében $\Delta \sim 0,1$ eV, sokkal nagyobb Γ -nál. A Doppler-kiszélesedés atomok esetében a látható spektrumtartományban is megnehezíti az eredeti Γ vonalszélesség mérését, mert legtöbb esetben olyan nagy, hogy összemérhető Γ -val. A csillagászat a látható színekvonalak kiszélesedéséből sok hasznos adatot nyer. A spektrumvonalak alakját mérve és a földi körülmények között mért alakokkal összehasonlítva a T hőmérsékletre és ennek segítségével a sugárzást emittáló atomok átlagos sebességére lehet adatokat kapni. A csillagokat körülvevő gáz- és gőzfelhő mozgásállapotát ilyen módon mérésekkel lehet meghatározni.

Tegyük fel ezután, hogy az atommagból kilépő γ -kvantumok energiáját kismértékben változtatni tudjuk. Például olyan módon, hogy a forrást az abszorbens felé mozgatjuk v sebességgel. Ezzel növeljük energiáját, és ily módon végig vihetjük az E_γ nyalábot az abszorpció sávon. A sebességet mérve (4) képlet alapján frekvenciára, illetve energiára számíthatjuk át a változásokat. Ezzel a módszerrel, mintegy letapogathatjuk a vonalszélességet. A Doppler-kiszélesedés miatt azonban nem kaphatjuk meg Γ -t, hanem csak Δ -t, a Doppler-szélességet. Tehát a Hg^{198} esetében $\frac{\Gamma}{E_\gamma} = 5 \cdot 10^{-11}$ helyett $\frac{\Delta}{E_\gamma} = 2 \cdot 10^{-7}$ értéket kapunk.

Ilyen jellegű mérést elsőnek *Moon* végzett 1951-ben a Hg^{198} esetében. Ez volt az első kísérlet, amelyben sikerült kimutatni, hogy az atommagokból kilépő γ -sugarak atommagokon rezonanciaszerűen nagy hatás-

keresztmetszettel abszorbeálódnak. Moon az Au^{198} radioaktív preparátumot (amelyből β -bomlás után a Hg^{198} mag 411 keV gerjesztett állapota keletkezik) gyorsan forgó rotor kerületére helyezte, ahol maximummal kb. $8 \cdot 10^4$ cm/sec sebességet tudott előidézni. A Hg abszorbensre csak az érintő irányban kilépő, tehát nagysebességű forrásból kilépő sugarak jutottak. Az abszorpciót a forrás sebességének a függvényében mérve a 27. ábrán levő eredményt kapta. Jól látszik, hogy növekvő sebességgel az abszorpció maximumon megy át. Ebben a mérésben a Doppler-szélesség jelent meg a várakozásnak megfelelően. Az abszorpció nagyságából számítással — közvetett úton — meg lehetett határozni I' értékét is. Ebből a mérésből tudjuk, hogy a Hg^{198} mag 411 keV nivója esetében $I' = 2 \cdot 10^{-5}$ eV.



27. ábra.

Moon nyomán különböző módszerekkel sok magnál meghatározták ilyen közvetett úton I' értékét. Ezeknek a méréseknek a magfizikában nagy jelentőségük van, az atommagról nyerünk segítségükkel értékes felvilágosításokat. Amint már mondtuk azonban, a rezonanciaabszorpció atommagok esetében történő vizsgálata csak akkor nőhet túl a magfizika keretein, és most már tudjuk, hogy valóban akkor nőtt túl a magfizika keretein, amikor sikerült az eredeti vonalszélességet minden zavaró körülménytől (visszalökés, termikus kiszélesedés) mentesen megmérni. És ez a Mössbauer-effektus.

3. A Mössbauer-effektus

Hogyan, milyen módon valósítható meg az eredeti vonalszélesség megmérése? Milyen körülmények között egyezik meg a kilépő γ -kvantum energiája a gerjesztett mag energiájával? Milyen körülmények között nem lesz Doppler-kiszélesedés? Ezekre a kérdésekre kell választ adnunk, ha a Mössbauer-effektus lényegét meg akarjuk ismerni.

Legyenek a forrás és az abszorbens atomjai kristályrácsba beépítve. Akkor — amint erre Mössbauer német fizikus rámutatott — erős kristálykötés esetén és akkor, ha az R visszalökési energia nem túlságosan nagy, a foton nem egyetlen atommagot lök vissza kilépéskor, hanem az egész kristályt. A foton által elvitt impulzussal egyenlő nagy impulzust nem egyetlen atommag veszi át, hanem az egész kristályrács, amelyben nagyon sok atommag van. (3)-ban a nevezőben M helyében nagyon nagy szám áll, ily módon R elhanyagolhatóan kis mennyiség lesz. Ugyanez érvényes természetesen az abszorbensre vonatkozóan is. A 26. ábrán változt helyzet tehát úgy módosul, hogy $E\gamma_{em}$ és $E\gamma_{absz}$ összeesik. Mindez nem lenne elegendő a nagy pontossághoz, mert a Doppler-kiszélesedés miatt nem tudnánk az eredeti vonalszélességet mérni. A másik fontos következménye a kristály szerkezetnek az, hogy bizonyos százalékban Doppler-kiszélesedés sem következik be, vagyis a hőmozgás miatti mozgás következtében nem lesz kiszélesedés. Az atommag a γ -sugárzás kibocsátása és abszorpciója közben nem ad át a kristálynak energiát visszalökés formájában és nem vesz fel energiát a hőmozgás következtében.

Hogyan lehet ezt megérteni? *Sapiro* szovjet fizikus nagyon szemléletes, klasszikus fizikán alapuló magyarázatot nyújtott a jelenség megértésére. Amint tudjuk, a hőmozgás a kristályban olyan formában valósul meg, hogy az egyes atomok rezgő mozgást végeznek a kristályban elfoglalt egyensúlyi helyzetük, az ún. rácspont körül. A γ -sugárzást ilyen rezgőmozgásban levő atommagok bocsátják ki. A mozgó forrás a ν_0 frekvenciájú γ -sugárzás frekvenciáját, amely elektromágneses hullám, modulálja a rezgő mozgás frekvenciájával. A frekvenciomodulálás eredménye a Doppler-kiszélesedés. Ismeretes azonban a rádiótechnikából, hogy a modulálás eredménye mindig olyan, hogy spektrális felbontás esetén mindig megtalálható kisebb-nagyobb intenzitásban az eredeti frekvenciájú hullám, a rádiótechnika nyelvén a vivőhullám, és emellett a moduláció miatt fellépő megváltozott frekvenciájú hullámok, az ún. oldalsáv-hullámok. Az eredeti frekvenciájú hullám a változatlan energiájú, eredeti vonalszélességű γ -sugárzás, amely mellett természetesen fellép a visszalökés és Doppler-kiszélesedés hatását mutató „oldalsáv” is. A lényeges probléma most már az, hogy meghatározzuk az eredeti vonal, a „vivő hullám”, illetve szokásos elnevezés

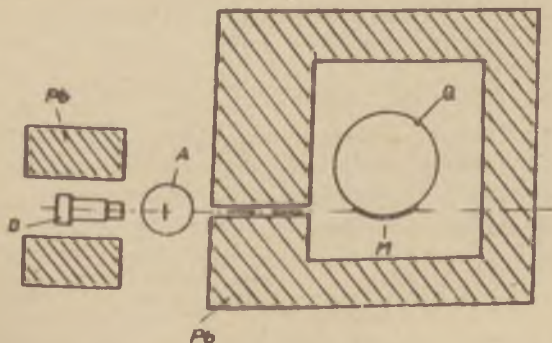
szerint a Mössbauer-vonal intenzitását a kiszélesedett részhez viszonyítva. Az elvégzett számítások szerint a Mössbauer-vonal relatív intenzitása T hőmérsékletű kristály esetén

$$f(T) = \exp \left[-\frac{3}{2} \frac{R}{k\Theta} \left(1 + 4 \frac{\varphi(x)}{x} \right) \right], \quad (5)$$

ahol k a Boltzmann állandó, Θ a kristály Debye-hőmérséklete, amely például a kristály fajhőjének a méréséből határozható meg és az adott kristályra jellemző állandó, $x = \frac{\Theta}{T}$, és

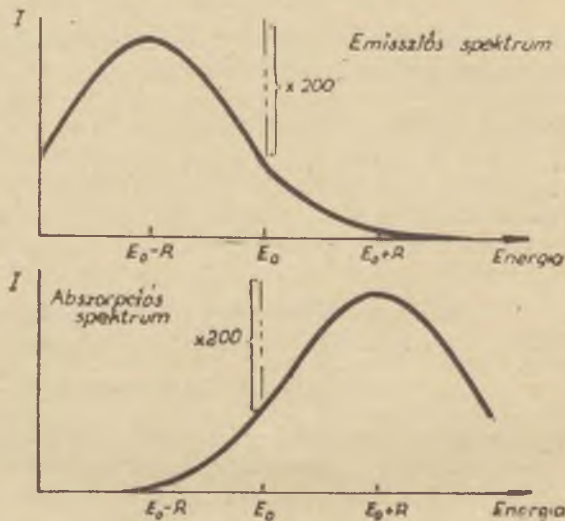
$$\varphi(x) = \frac{1}{x} \int_0^x \frac{t}{e^t - 1} dt.$$

(5) összefüggésből látjuk, hogy a Mössbauer-vonal intenzitása akkor nagy, ha R kicsi, Θ nagy, és ha a T hőmérséklet kicsi. A $\varphi(x)$ függvény viselkedése ugyanis azt mutatja, hogy növekvő hőmérséklettel $\frac{\varphi(x)}{x}$ növekszik és akkor $f(T)$ értéke erősen csökken. A méréshez tehát kisenergiájú (≤ 100 keV) γ -sugárzást kell választani, lehetőleg olyan kristályban, amelynek a Debye-hőmérséklete nagy, és a méréseket lehetőleg alacsony hőmérsékleten kell végezni. Mössbauer az effektust az Ir^{191} 129 keV energiájú γ -sugárzása esetében mutatta ki. Cseppfolyós nitrogén hőmérsékleten levő γ -forrásból kilépő γ -sugarakat hasonlóan 80 K hőmérsékleten levő abszorbensre bocsátotta és mérte az átérésztett intenzitást. A berendezés vázlatát a 28. ábrán láthatjuk. Az abszorbensben fellépő



28. ábra.

abszorpciót Pt abszorbenssel hasonlította össze, ahol csak atomi abszorpció van. Azt találta, hogy az abszorpció Ir-ben 1%-kal nagyobb, mint Pt-ben. Ezután a forrást lassan mozgatva a Doppler-effektus segítségével kismértékben változtatta a γ -kvantumok energiáját. Mit várunk ettől a kísérlettől?

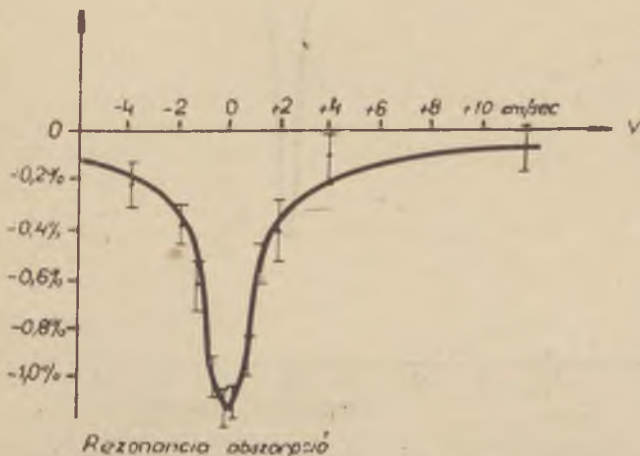


29. ábra.

A γ -sugarak emissziós és abszorpciós spektrumát a 29. ábra szemlélteti. A Doppler-kiszélesedés részt elhanyagolhatjuk, marad a két eredeti vonal. Mozgatás nélkül a két vonal összeesik, ekkor kapta Mössbauer az abszorpciós növekedést (a kis effektus oka az volt, hogy $f(T)$ 2% volt ebben az esetben). Ha mondjuk, a forrás v sebessége mozog az abszorbens felé, akkor a γ -sugarak energiája $E_0 \frac{v}{c}$ értékkel megnövekszik a Doppler-effektus következtében. A két vonal nem esik össze, az abszorpció csökken. Ily módon a sebességet változtatva le lehet tapogatni az eredeti vonalszélességet. Mössbauer mérési eredményét a 30. ábrán láthatjuk. Az abszorpció felére esik ~ 1 cm/sec sebesség esetén. A görbéből meghatározható, hogy $\Gamma = 4,6 \cdot 10^{-6}$ eV. Ebből $\frac{\Gamma}{E_0} = 3,5 \cdot 10^{-11}$, tehát az a nagy relatív pontosság, amelyet a magnívók rezonancia kölesönhatása segítségével megvalósíthatatlannak tűnt a Doppler-kiszélesedés miatt, gyakorlati tényé vált, sőt biztosnak

látszott, hogy más, szerencsésebben megválasztott γ -sugárzások esetén a pontosságot, amely így is minden eddigi mérésnél pontosabb volt, tovább lehet fokozni.

A Fe^{57} atommag 14,4 keV energiájú γ -sugárzást bocsát ki $\tau = 1,4 \cdot 10^{-7}$ sec élettartammal. (2) alapján kiszámíthatjuk, hogy ebben az esetben $\Gamma = 4,6 \cdot 10^{-9}$ eV, tehát $\frac{\Gamma}{E_r} = 3 \cdot 10^{-13}$. A kísérleti vizsgálatok során (Pound és Rebka) kiderült, hogy a Mössbauer-vonal intenzitása ($f(T)$) már szobahőmérsékleten is olyan nagy érték ($f[300 \text{ K}^\circ] \sim 60\%$), amely lehetővé teszi, hogy a méréseket kényelmes körülmények között

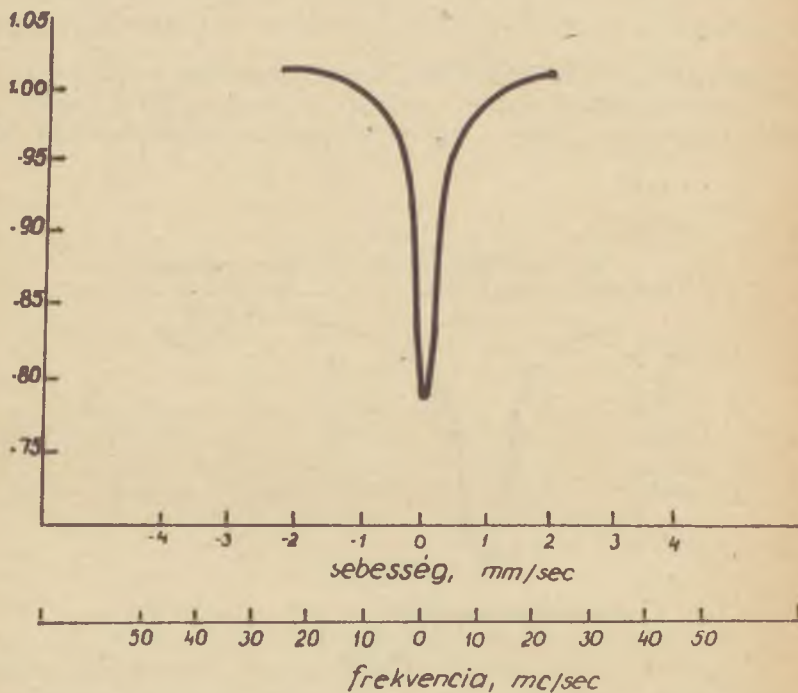


30. ábra.

végezzük el. A 31. ábrán láthatjuk a Fe^{57} esetében felvett sebesség-abszorpció összefüggést. Ha a forrás sebessége az abszorbenshez képest 0,017 cm/sec, akkor az abszorpció már felére csökken. A kísérletekben elért relatív félértékszélesség (amely két Γ szélességű görbe átlapolása esetén elvileg $> 2\Gamma$ -nál) $\sim 1 \cdot 10^{-12}$. A Fe^{57} magokon bekövetkező Mössbauer-effektus tehát egyszerű körülmények között, különleges előkészületek nélkül lehetővé teszi γ -sugárzások relatív energiaváltozásainak minden eddigi mérésnél 2–3 nagyságrenddel pontosabb megmérését. Tehát lehetővé teszi új, eddig vizsgálatra meg sem kísérelt effektusok megismerését.

Néhány szóval beszéljünk a kísérlet körülményeiről. Co^{57} atommagok radioaktív bomlása után a Fe^{57} atommagok 14,4 keV energiájú gerjesztett állapotban maradnak vissza. $\tau = 1,4 \cdot 10^{-7}$ sec élettartammal sugározzák ki a γ -sugárzást. A forrás elkészítésének a módja a követ-

kező: 10—20 mikron vastagságú vaslemezre Co^{57} radioaktív anyagot elektrolizálunk. A vaslemezkét ezután $900\text{ }^\circ\text{C}$ hőmérsékleten 1 óra hosszat izzítani kell, hogy a felületre elektrolizálódott radioaktivitás bediffundáljon a kristályrácsba. A forrás ezután kész. Az abszorbens szintén



31. ábra.

10—20 mikron vastag vasfólia. A γ -sugárzást megfelelő szcintillációs számlálóval vagy proporcionális számlálóval mérhetjük. Gondoskodni kell még valami mechanikus szerkezetről, amellyel vagy a forrást, vagy az abszorbenst széles határok között változtatható egyenletes sebességgel mozgathatjuk. Ezek után a berendezés készen áll a rendkívül pontosságú mérések elvégzésére.

4. A gravitációs vöröseltolódás kimutatása

Az Einstein-féle általános relativitáselmélet egyik következménye az ún. gravitációs vöröseltolódás. A jelenség alapja az, hogy az elmélet szerint valamilyen elektromágneses sugárzás hullámhossza nő, ha kisebb

gravitációs potenciálú helyről nagyobb gravitációs potenciálú helyre megy. Pl. ha egy atom által kibocsátott meghatározott hullámhosszúságú fénysugárzás a Nap felszínéről a Föld felszínére érkezik (lényegesen kisebb gravitációs potenciálú helyről nagyobb potenciálú helyre), akkor hullámhossza a vörös felé tolódik el. A jelenséget úgy is értelmezhetjük, hogy nagyobb gravitációs potenciálú helyen az idő gyorsabban telik, ezért az atomokban a rezgés frekvenciája nagyobb, mint a kisebb gravitációs potenciálú helyen. A frekvencia, illetve h -val szorozva, az energiaváltozást leíró elméleti összefüggés

$$h\nu = h\nu_0 \left(1 + \frac{\Delta\Phi}{c^2} \right)$$

ahol $\Delta\Phi$ a gravitációs potenciál különbsége a két hely között. Ha a Föld felszínén egymástól d távolságban van két atom, akkor $\Delta\Phi = gd$, ahol g a gravitációs gyorsulás a Föld felszínén. A relatív frekvencia különbség a két hely között

$$\frac{\Delta(h\nu_0)}{h\nu_0} = \frac{h\nu}{h\nu_0} - 1 = \frac{gd}{c^2} \quad (6)$$

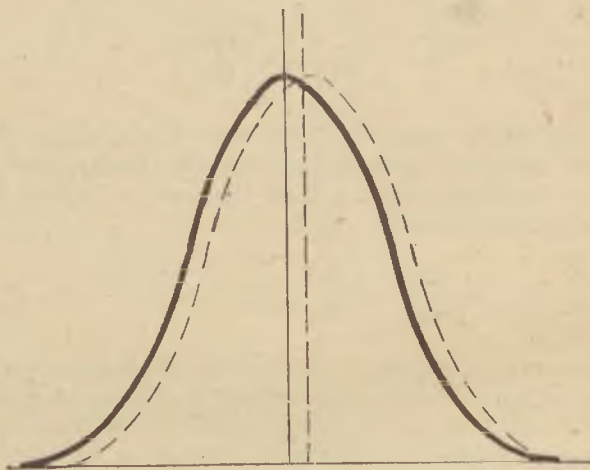
$d \sim 20$ méter esetén $\Delta(h\nu_0)/h\nu_0 = 2 \cdot 10^{-15}$, ez az optikai spektroszkópia méréshatára alatt van sok nagyságrenddel. Természetesen gondolni sem lehetett arra, hogy ezt a változást földi kísérletben kimutassák.

A csillagok világában igen nagyok a tömeg- és méretkülönbségek, emiatt igen nagy gravitációs potenciálkülönbségek adódnak. Következésképpen nagy, mérhető eltolódások várhatók. A Napról a földre érkező sugárzások esetén $\Delta(h\nu_0)/h\nu_0 = 2,12 \cdot 10^{-6}$ kell legyen. Kézenfekvő ennek az értéknek a Napból jövő sugárzás színeképében való megmérése. Ilyen méréseket más csillagok esetén is el lehet végezni.

Sajnos a vizsgálatok — amint azt *Finlay—Freundlich* 1954-ben összefoglalta — nem vezettek egyértelmű eredményre. A Nap színeképében végzett vizsgálatok szerint a vöröseltolódás különböző a napkorong különböző helyein. A napkorong közepén kb. $1/5$ -e a vöröseltolódás a gravitációs vöröseltolódásnak, szélein megközelíti a vöröseltolódás értékét. Más csillagoknál is hasonló a helyzet. A vöröseltolódás magyarázatára ad hoc hipotéziseket kellett bevezetni. Nagyon fontos tehát a csillagászat szempontjából ismerni azt, hogy a gravitációs vöröseltolódás tényleg létezik-e és az általános relativitáselmélettel megögyezik, mert ez további következtetések alapját képezi. A *Hubble-effektus* szempontjából is fontos a gravitációs vöröseltolódás ismerete.

A Mössbauer-effektus rendkívül nagy pontossága lehetővé tette a vöröseltolódás földi kísérletben való megvizsgálását. 20 m szintkülönb-

ség esetén a relatív energiaváltozás $\sim 2 \cdot 10^{-15}$. A Fe^{57} atommagok esetében — mint már láttuk — a mérhető vonalszélesség kb. 10^{-12} relatív szélesség. Az ennél jóval kisebb eltolódás mégis kimutatható, mert kellő számú impulzus leszámolásával a rezonanciagörbét pontosan megmérhetjük (l. 32. ábra), és a görbe alatti terület súlypontjának a középhezletből való kimozdulását meghatározhatjuk. Az effektust megkészszereshetjük, ha a mérőberendezést oly módon készítjük el,



32. ábra.

hogy egyszer fönt legyen a forrás és 20 m-rel alatta az abszorbens és a számláló, máskor fordítva. *Pound* és *Rebka* 1960-ban elvégzett vizsgálatai szerint a mérésekből kapott érték és a (6) formula alapján számított elméleti érték hányadosa $0,98 \pm 0,04$, vagyis a mérések egyértelműen bizonyítják, hogy a gravitációs vöröseltolódás létezik és értéke a mérések 4%-os hibahatárán belül megegyezik az általános relativitáselmélet alapján várt értékkel.

5. A tehetetlen tömeg anizotrópiája

Az Einstein-féle általános relativitáselmélet alapja a tehetetlen és súlyos tömeg azonossága. Ismeretes, hogy a tehetetlen és súlyos tömeg azonosságára vonatkozó állítás *Eötvös* kísérletein alapul, amelyekben nagy pontossággal (10^{-8} -ad résznél kisebb lehet csak a kétféle tömeg

eltérése) mutatta ki a kétféle tömeg ekvivalenciáját. A relativitáselmélet alapja ennek a véges pontosságú mérésnek végtelen pontosságra való extrapolációja. Az is véges pontosságon alapuló megfigyelési tény, hogy az „álló csillagok” egy inerciarendszert jelölnek ki. Ezen a tényen alapul a *Mach-elv*, amely azt állítja, hogy a Világegyetem bármely pontján levő test tehetetlen tömegét az „álló csillagok” határozzák meg, vagyis a többi anyag eloszlása a világegyetemben.

Az anyag eloszlása azonban csak bizonyos közelítésben egyenletes és izotróp, pl. a Földhöz képest a Tejútrendszer centruma felé több anyag van, mint az ellenkező irányban, a Föld körül „lokálisan” anizotróp a tömegeloszlás. Mi lesz ennek a következménye, ha a *Mach-elv* valóban igaz?

Egy testen bekövetkező gyorsulás a ható erő irányába mutat, és az erő és a gyorsulás hányadosa, a tehetetlen tömeg független az erő irányától, vagyis az inercia izotróp, a tehetetlen tömeg skaláris mennyiség. Ez minden eddigi mechanikai, gravitációs vizsgálat, tapasztalat alapja. Ha azonban a *Mach-elv* érvényes, akkor ez csak első közelítésben igaz, mert nagyobb pontosságú méréseknél a Föld körüli, a Földnek a Tejútrendszer centrumán kívül való elhelyezkedéséből származó aszimmetrikus tömegeloszlás az inerciában is aszimmetriát hoz létre.

Egy test tehetetlen tömegét két részből foghatjuk fel: m az izotróp rész, és Δm az anizotróp rész. Természetesen Δm -nek m -nél jóval kisebbnek kell lennie, hiszen az eddigi tapasztalatok $\frac{\Delta m}{m}$ határát nagyon kis értékre szorították már le ($\sim 10^{-8}$). Plauzibilis feltevések szerint az anizotróp összetevő (Δm) arányos azzal az M tömeggel, amely okozza, fordítva arányos a két tömeg között r távolság valamilyen ν -edik hatványával és természetesen függ az r irány és a test gyorsulásának az iránya közötti szögtől. E feltevések mellett ki lehet számítani, hogy nagyságrendben

$$\frac{\Delta m}{m} = \frac{M}{r^\nu} \frac{3 - \nu}{4\pi \rho R^{(3-\nu)}},$$

ahol ρ a világegyetem sűrűsége, R a sugara. $\rho = 10^{-28}$ g/cm³-t $R = 3 \cdot 10^{27}$ cm-t (a Hubble-állandóból levezetve) véve a Tejútrendszer egész tömegét a középpontjába sűrítve elgondolva ($M = 3 \cdot 10^{44}$ g; $r = 2,5 \cdot 10^{22}$ cm)

azt kapjuk, hogy $\frac{\Delta m}{m} = 2 \cdot 10^{-5}$ ($\nu = 1$) és $\frac{\Delta m}{m} = 3 \cdot 10^{-10}$ ($\nu = 0$).

Az anizotrópia — legalábbis elvben — megfigyelhető lenne a kvarelektron járásában bekövetkező napi változásban. A kvarelemezben az elektromágneses tér hatására rezgő atomok a Föld forgása következtében a Tejútrendszer centrumához képest változó irányban mozognak.

Ha a tömeg anizotrópiáját egy nagytengelyével a centrum irányába mutató ellipszoiddal írjuk le, akkor az elektromágneses erők más-más tehetetlen tömeget gyorsítanak, ha a mozgás iránya merőleges a centrum felé mutató irányra, mint párhuzamos esetben. A kvarc-órák ezt a változást nem mutatják, a felső határ a kvarc-órák járása

$$\text{alapján } \frac{\Delta m}{m} < 10^{-8}.$$

A Mössbauer-effektus segítségével ezt a határt jóval kisebb értékre lehet leszorítani. Ennek a mérésnek az alapja a következő:

A valamely atommag gerjesztett állapota külső mágneses tér hatására „felhasad” több egymáshoz energiában közelálló energiaállapotra. A felhasadás a *Zeemann-effektus*, amely az atomhéj fizikából ismeretes, a felhasadásból származó energia-állapotok a mágneses alnívók. A különböző mágneses alnívók azzal is jellemezhetők, hogy ezekben az atommag impulzusnyomatéka a mágneses térhez képest különböző irányban áll. Legyen két olyan alnívó, amelynél a beállítás párhuzamos, illetve merőleges a külső térhez képest. A sugárzást kibocsátó magrészcseke az egyik esetben párhuzamosan, másik esetben merőlegesen mozog a mágneses térhez képest. Ha a részecskék tehetetlen tömege anizotróp, akkor, minthogy a két irány egymásra merőleges, az anizotrópia miatt másképpen tolódik el a két alnívó energiája. Az eltolódásnak napi változást kell mutatnia, mert a mágneses tér iránya is változik a Föld forgása miatt az anizotrópia centruma felé mutató irányhoz képest. A kísérletekben tehát meg kell figyelni két egymásra merőleges irányú beállásból származó sugárzás frekvenciájának relatív változását. Az elvégzett mérésekben ilyen változást a mérés hibahatárán belül nem sikerült kimutatni, amiből az következik,

hogy $\frac{\Delta m}{m} < 5 \cdot 10^{-16}$. Az anizotrópia felső határát tehát egyszerre ~ 8 nagyságrenddel sikerült leszorítani. A mérés tehát azt bizonyítja, hogy a Mach-elv nem helyes.

A Mössbauer-effektusnak az említett kísérleteken kívül nagy szerepe van más, főleg a magfizikai vizsgálatokban, a szilárdtestfizikában. Várható, hogy segítségével ezután is több elvi problémát sikerül majd megoldani.

AZ 1961. FEBR. 15-I NAPFOGYATKOZÁS

A februári napfogyatkozás országszerte nagy érdeklődést váltott ki. Ennek oka az, hogy ilyen nagymérvű fogyatkozást a ma élő generáció még nem láthatott Hazánk területéről. Az ország déli határától nem messze a fogyatkozás már teljes volt és ez tette lehetővé, hogy ezekre a vidékekre hazai expedíciók indulhattak. A fogyatkozás mértéke az ország déli határáin már elérte a 98%-ot. A teljesség zónája az Atlanti-óceánon kezdődött, végigvonult Dél-Franciaországon, Észak-Olaszországon, Jugoszlávián, Bulgárián, Románián és a Szovjetunió nagy területén.

A budapesti és vidéki Urániák, valamint a bajai városi Csillagvizsgáló fényképsorozatot készített a fogyatkozás lefolyásáról, mérték a hőmérséklet és a fényesség változását, megfigyelték az állatok viselkedését. A budapesti megfigyelőkhöz csatlakoztak a Csillagászati és Fizikai Szakkör tagjai, annak film tagozata mozgóképet készített.

Számos expedíció irányult Olaszországba, Jugoszláviába. A magyar expedíciók Bulgáriában és Romániában figyelték a fogyatkozást.

A Tudományos Akadémia debreceni Napfizikai Observatóriuma igazgatójának, dr. Dezső Lorántnak vezetésével 10 tagból álló expedíció utazott Bulgáriába. Egy egész vagon műszert és felszerelést vittek magukkal. Előzetes meteorológiai tanulmányok után két állomáshelyre volt az expedíciónak. Az egyik — a nagyobbik a Russe (Ruszcuk) közelében fekvő Lipnikben, a másik tőle keletre, ugyancsak a Duna közelében, Szilisztrán volt.

A lipniki állomás főműszerére, a tízhüvelykes refraktorra volt szerelve egy 5 hüvelykes napfényképező műszer, egy kisebb kamara és egy négy objektíves speciális kamara. A szilisztrai állomás főműszere a hathüvelykes fotohéliográf volt.

Szerencsére mindkét helyen fényképezésre alkalmas idő volt a fogyatkozás lefolyása alatt. Az expedíció különös értékét ez adja, mert számos idegen expedíció olyan városokba telepedett le, ahol a teljes borultság minden észlelést lehetetlenné tett.

A magyar expedíció sikeres munkájának fő jellemzői: a szerencsésen megválasztott két állomás, a műszerek nagy száma, a fogyatkozás teljességének két és fél perces időtartamának minden másodpercére előre gondosan kidolgozott és begyakorolt műveletek, a sokféle megfigyelési eljárás, a külső és a belső korona észlelésére alkalmas műszerek.

A legtöbb műszeren polárszűrők is voltak, azonkívül különböző fényrekeszekkel voltak ellátva és azokat terv szerint váltogattuk az egyes felvételek között.

A kisebb kamarákkal, minthogy azok nagy fényerejűek, a külső koronáról is kaptunk képet. A nagyobb műszerek feladata a belső korona vizsgálata volt. A polárszűrőkkel a korona szerkezetének és a Nap mágneses terének vizsgálatához szükséges felvételek készültek.

Az expozíciós idő egységesen 20 másodperc volt. A teljes fogyatkozás alatt végzett munkát a diktafonra előre felvett szöveg utasításai szerint végeztük.

A hazai napfogyatkozási felvételekről évkönyvünk más cikkeiben számoltunk be.



33. ábra. A lipniki állomás főműszere szerelés közben

A bulgáriai expedíció tudományos célú felvételei előhívás után minden várakozást felülmúltak. Ezeknek kiértékelését a debreceni Napfizikai Obszervatórium megkezdte és az eredményeket az Obszervatórium külön kiadványa hozza nyilvánosságra.

A bulgáriai expedíció volt az első, amit a magyar állam kiküldött. Csillagászaink a múltban több alkalommal vettek részt napfogyatkozáson, de mindig a külföldi államok meghívásából. Megfigyeléseiket is a vendéglátó Intézet műszereivel végezték.

Dr. Kulin György
az expedíció egyik tagja



34. ábra. A belső korona fényképe. A kép bal felső részén jól kivehető a szabad szemmel is látott protuberancia. M. Pankov és J. Saluba, a katówiczei Planetarium tudományos munkatársainak felvétele
120 cm gyűjtőtávolságú, 80 mm átmérőjű refraktórral, 3 mp expozícióval



35. ábra. Légi lekérdel a külső napkoronáról (Tipikus ábránál alak). A román filmstúdió lekérdel

T A R T A L O M

| | |
|---|-----|
| <i>Táblázatok, grafikonok</i> | 3 |
| A Nap és Hold kelte és fontosabb adatai | 4 |
| Időegyenlet (valódi-idő mínusz helyi idő) | 29 |
| Hold kelte és nyugta időpontok Magyarország különböző helyein .. | 30 |
| A Nap forgási tengelyének helyzete és a napkorong középpontjának héliografikus koordinátái | 32 |
| Az öt fényes bolygó távolsága (r) és fényessége (m) | 33 |
| A szabad szemmel látható bolygók koordinátái és látszólagos sugara 0 ^h világidőkor | 34 |
| A Jupiter holdak helyzetei és jelenségei | 38 |
| A Magyarországon látható fényesebb csillagok | 44 |
| Csillagképek nevei | 54 |
| A közelségük vagy fényerősségük miatt kitéüntetett érdekességű csilla- gok fontosabb adatai | 56 |
| A fél napi ív hossza 47,5° földrajzi szélességen | 60 |
| Időadatok átszámítása szög mértékre | 61 |
| Mesterséges égitestek | 62 |
| Magyarúzatok az I—VIII. táblázatokhoz | 66 |
| A csillagos ég 1962-ben | 79 |
| <i>Beszámolók:</i> | |
| <i>Detre László:</i> A Magyar Tudományos Akadémia Csillagvizsgáló Intéze- tének működése (1960. július 1—1961. május 31) | 93 |
| <i>Dezső Loránt:</i> A Magyar Tudományos Akadémia Napfizikai Obszer- vatóriumának működése (1958 január—1961 április) | 97 |
| <i>Róka Gedeon:</i> A TIT Csillagászati és Űrhajózási Szakosztályainak 1960/61. évi működése | 103 |
| <i>Kulin György:</i> A Tudományos Ismeretterjesztő Társulat Uránia Bo- mutató Csillagvizsgálójának működéséről | 111 |

Cikkek

| | |
|--|-----|
| Az ember átlépte a Kozmosz küszöbét | 125 |
| <i>Detre László</i> : A csillagászat legújabb eredményei | 127 |
| <i>E. R. Musztyel</i> : A szovjet asztrofizika sikerei a Kozmosz tanulmányozásában. | 134 |
| <i>Almár Iván</i> : Az interplanetáris közlekedés csillagászati problémái | 145 |
| <i>Kulin György</i> : Az elemek és a Naprendszer kora | 161 |
| <i>E. R. Musztyel</i> : A Nap korpuszkuláris sugárzása és annak hatásai a felső légkörre | 170 |
| <i>Róka Gedeon</i> : A Világegyetem örök törvényei | 180 |
| <i>Béll Béla</i> : A Nemzetközi Geofizikai Év és együttműködés | 191 |
| <i>Keszthelyi Lajos</i> : A Mössbauer-effektus és csillagászati vonatkozásai | 215 |
| <i>Kulin György</i> : Az 1961. febr. 15-i napfogyatkozás | 231 |

Kiadja a Gondolat, a TIT kiadója
Felelős kiadó a Gondolat Kiadó igazgatója
Felelős szerkesztő: Róka Gedeon
Műszaki vezető: Löblin Imre
Műszaki szerkesztő: Földi Miklós
A borítót Kondor Árpád tervezte
Megjelent 1450 példányban,
14,75 (A/5) ív + 2 old. melléklet terjedelemben
Ez a könyv az MSZ 5601-59 és 5602-55
szabványok szerint készült.
61.13669 Egyetemi Nyomda, Budapest
F. v.: Janka Gyula igazgató

Ára: 22,50 Ft