

meteor

csillagászati évkönyv

2024

www.mcse.hu



METEOR CSILLAGÁSZATI ÉVKÖNYV 2024

meteor
csillagászati évkönyv
2024

Szerkesztette:
Benkő József
Mizser Attila

Magyar Csillagászati Egyesület
www.mcse.hu
Budapest, 2023

Az évkönyv kalendárium részének összeállításában közreműködött:

Bagó Balázs
Cseh Viktor
Görgei Zoltán
Kaposvári Zoltán
Kovács József
Marosi István
Molnár Péter
Nagy Mélykúti Ákos
Sánta Gábor
Süle Gábor
Szabó Sándor
Talabér Gergely
Zsoldos Endre

A kalendárium csillagtérképei az Ursa Minor szoftverrel készültek.

www.ursaminor.hu

Szakmailag ellenőrizte:
Szabados László



A kiadvány támogatói:

A kiadvány a Magyar Tudományos Akadémia támogatásával készült.

További támogatók:

mindazok, akik az SZJA 1%-ával támogatják a Magyar Csillagászati Egyesületet

Adószámunk: 19009162-2-43

Felelős kiadó: Mizser Attila

Műszaki szerkesztés és illusztrációk: Molnár Péterné

Nyomtatás, kötetés: Gelbert Eco Print

Terjedelem: 21,5 ív fekete-fehér + 8 oldal színes melléklet

2023. november

ISSN 0866-2851

Tartalom

Bevezető..... 7

Kalendárium 13

Cikkek

Nicolaus Copernicus: Rövid feljegyzése az égi mozgások általa
megállapított elméleteiről 191
Zsoldos Endre: Cyprianus Leovítius (1524–1574)..... 204
Gyarmathy István: Pásztorok és a csillagos ég 217
Nuspl János – Hegedüs Tibor: Kettős és többes csillagrendszerek 232
Szabados László: Látogatóban az Andromeda-galaxisnál 266

Beszámolók

Mizser Attila: A Magyar Csillagászati Egyesület
2022. évi tevékenysége..... 289
Kiss Csaba – Szabó Róbert: A CSFK Csillagászati Intézetének
2022. évi tevékenysége..... 297
Petrovay Kristóf: Az ELTE Csillagászati Tanszékének működése
2022-ben 314
Hegedüs Tibor – Székely Péter: Az SZTE szegedi
és bajai csillagászati tevékenysége 2022-ben..... 321
Szabó M. Gyula: Az ELTE Gothard Asztrofizikai Obszervatórium
2022. évi tevékenysége..... 335

Megemlékezés

Jankovics István (1943–2023) 341

Szerzőink, közreműködőink 344

Bevezető

Átalakuló világunk jelenségei nem kímélik évkönyvünket sem. A hazai könyvterjesztés viszonyai (óriási árresek, késedelmes fizetés, a papír árának drasztikus emelése stb.) közepette már régen megszűnt volna kiadványunk, ha nincs mögötte a Magyar Csillagászati Egyesület népes tagsága és mindazok, akik támogatásra méltónak találják az egyesület céljait. Legalább ekkora elismerés illeti szerzőinket és a kötet szerkesztésében részt vevő hivatásos csillagászokat, valamint a téma iránt elkötelezett amatőröket, akik ingyenesen, egyszerűen, színvonalasan végzik munkájukat – mint oly sokan a Magyar Csillagászati Egyesületben. Itt is köszönetet mondunk a Magyar Tudományos Akadémia-nak, amely évek óta rendszeresen nyújt támogatást a kötet kiadásához. Mindezek eredményeként ismét terjedelmes kötettel jelentkezünk, amelyben a csillagászat legújabb eredményei és a hazai csillagászati intézmények beszámolóit mellett a 2024-ben megfigyelhető jelenségek és érdekes égi látnivalók gazdag kínálatát találja a Kedves Olvasó.

A Meteor csillagászati évkönyv szerkezete követi az elmúlt évek hagyományait. A kötet első felét a 2024. évre szóló előrejelzések teszik ki, majd ismeretterjesztő cikkek után intézményi beszámolók következnek, legvégül – sajnos – ismét egy megemlékezésnek kell helyet adnunk.

Ezúttal két terjedelmesebb csillagásztörténeti cikkel jelentkezünk. A magyar csillagászat régi adóssága, hogy tudományágunk alapvető munkáiból rendkívül kevés olvasható magyar nyelven. Most valamelyest törlesztünk ebből az adósságból Kopernikusz 1507-es, kéziratos műve, a Commentariolus magyar fordításának közlésével, Csaba György Gábornak köszönhetően. Kopernikusz fiatalabb kortársa volt az 500 évvel ezelőtt született Leovitius, aki – többek között – az 1572. évi galaktikus szupernóva megfigyelésével és leírásával hívta fel magára a figyelmet. A cseh csillagászművész Zsoldos Endre cikkében olvashatunk.

Ugyancsak régi adósságunk a magyar népi csillaghitel kapcsolatos cikkek közlése – legutóbb fél évszázaddal ezelőtt, 1974-ben foglalkoztunk ezzel a témával. Most a hortobágyi pásztorok csillagos éggel, annak jelenségeivel kapcsolatos ismereteiről közlünk részletes cikket, ráadásul – amint az Gyarmathy István cikkéből kiderült – mindez ma is élő csillaghagyomány.

Kettős és többes csillagrendszerekkel foglalkozik Hegedüs Tibor és Nuspl János cikke, amely ugyancsak hiánypótló, és jelentős hazai kutatási eredményeket is bemutat. (A témához kapcsolódóan a Kalendáriumban magyar fel-

A címlapon

A Messier 81 galaxis az Ursa Maior csillagképben. A csillagvárost 250 évvel ezelőtt, 1774. december 31-én fedezte fel Johann Elert Bode. A címlapon bemutatott kompozit felvétel a Hubble-űrtávcső, a Spitzer-űrtávcső és a Galaxy Evolution Explorer (GALEX) adatainak felhasználásával készült. (NASA, ESA és A. Zezas (Harvard-Smithsonian Centre for Astrophysics); GALEX: NASA, JPL-Caltech, GALEX csoport, J. Huchra et al. (Harvard-Smithsonian Centre for Astrophysics); Spitzer: NASA/JPL-Caltech/Harvard-Smithsonian Centre for Astrophysics)

A belső borítón

Kopernikusz síremléke a fromborki katedrálisban. (Mizser Attila felvétele)

A hátsó borítón

Hazánk leghosszabb közúti kőhídja, a Kilenclukú híd a „legmagyarabb” csillagképpel, a Nagy Göncöllel. (fotó: Ladányi Tamás). Illusztráció Pásztorok és a csillagos ég című cikkünkhöz.

fedezésű kettőscsillagokról közlünk észlelési ajánlókat.) Végezetül Szabados László kalauzolja el az olvasót a legközelebbi spirálgalaxis, az Andromeda-köd világába.

Egy csillagászati évkönyv egyik fontos szerepe az adott évre vonatkozó csillagászati alapadatok, valamint az érdekes, látványos, ritka – és természetesen a kötet lezárásáig előre jelezhető – égi jelenségek pontos közlése mindazok számára, akiket érdekelnek a csillagos ég jelenségei.

Továbbra is valljuk, hogy a számítástechnika és az internet mai elterjedtsége mellett, amikor egyre többen használnak különféle planetáriumprogramokat, és naprakész információkat kaphatnak az internetről, így akár személyre szóló „évkönyvet” is készíthetnek saját használatra, egy hagyományos, nyomtatott évkönyvnek gyökeresen más szerepet kell kapnia. Olvasóink figyelmébe ajánljuk a Magyar Csillagászati Egyesület Meteor c. lapját, amely számos aktuális égi jelenségről közöl előrejelzést Jelenségnaptárában, olyanokról is, amelyek jellegüknél fogva nem szerepelhetnek évkönyvünkben. Ugyancsak számos érdekes észlelési ajánlat található az MCSE honlapján (www.mcse.hu) és hírportálján (www.csillagaszat.hu). Az égbolt megismerését, a távcsöves megfigyelőmunkát különféle szoftverek is segítik, amelyek közül hármat ajánlunk: a magyar fejlesztésű Ursa Minort (www.ursaminor.hu), a Stellariumot (www.stellarium.org) és a Guide 9.1-et.

A 2024-es Meteor csillagászati évkönyvben az utóbbi évek köteteinél megszokott módon igyekeztünk bemutatni, előre jelezni az év folyamán megfigyelhető jelenségeket. Az adott hónap csillagászati érdekességeire hosszabb-rövidebb ismertetőkkal hívjuk fel a figyelmet (Hold, bolygók, együttállások, üstökösök, fogyatkozások, fedések, mélyég-objektumok stb.). Mindezzel igyekszünk még közelebb hozni az érdeklődőket a csillagos éghoz, céltudatosan irányítva rá figyelmüket egy-egy égi eseményre. Mindazok, akik kedvet kapnak a megfigyelések végzéséhez és beküldéséhez, a Meteor rovatvezetőinél kaphatnak további tájékoztatást (elérhetőségük megtalálható a kiadvány honlapján: meteor.mcse.hu). Az észlelések online feltöltését teszi lehetővé az eszlesek.mcse.hu címen található oldalunk.

A havi előrejelzéseket évfordulós csillagásztörténeti érdekességek is színesítik.

A **Kalendárium** hagyományos naptár része minden hónapban két oldalnyi táblázattal kezdődik. Ezekben minden időadat közép-európai időben (KÖZEI) szerepel. A bal oldali naptártáblázat első oszlopában található a napnak a hóna-

pon belüli sorszáma, a nap nevének rövidítése és a napnak az év első napjától számított sorszáma. A hetek sorszámát az érvényes magyar szabvány szerint adjuk meg. A Nap időadatai mellett szerepel a delelési magassága, valamint az időegyenlítés értéke is. Az időegyenlítés azt adja meg, hogy az időzónánk közepén ($\lambda = 15^\circ$) mennyit tér el a Nap valódi delelési időpontja a zónaidő déli 12 órájától. Minthogy az évkönyv táblázatai a $\lambda = 19^\circ$ földrajzi hosszúságra készültek, a delelési időpont oszlopában látható, hogy a valódi Nap itt 16 perccel korábban delel, mint az időzóna közepén.

A jobb oldali táblázatban a Julián-dátum és a greenwichi csillagidő található. Mindkettőnek a csillagászati számításoknál vehetjük hasznát. Az utolsó oszlopban az adott naptári napon ünnepelt névnapok listáját olvashatjuk. A névnap lista adatainak forrása a Vince Kiadónál megjelent Ladó–Bíró: Magyar utónévkönyv c. munka. A táblázat alatt az ismertebb ünnepek, időszámítási és kronológiai információk kaptak helyet.

A nyári időszámítás kezdetét és végét egyaránt jelezzük a táblázat alján. A kalendárium használatát megkönnyíti a lapszélen található hónapsorszám.

A Kalendárium naptár részében a korábbiaknál több „jeles napot” adunk meg, tehát olyan napokat, amelyek csillagászati, űrkutatási vagy ismeretterjesztési szempontból jelentősek, ezzel szeretnénk a rendezvényszervezők figyelmét: kapcsolódjanak ezekhez a napokhoz előadásokkal, távcsöves bemutatókkal, járdacsillagászati programokkal.

Az **eseménynapárban** az időpontokat világidőben (UT) adtuk meg. A négy fő holdfázis időpontjai perc pontosságúak és geocentrikusak, megadtuk a csillagkép nevét is, ahol a Hold tartózkodik az adott időpontban. A Föld napközeli- és naptávoli-időpontjai (perihélium és aphélium) perc pontosságúak, geocentrikusak, valamint fel van tüntetve a Föld távolsága is a Naptól CSE-ben. A nap-éj egyenlőségek és napfordulók időpontjai perc pontosságúak és geocentrikusak. A Hold librációinak időpontjai perc pontosságúak, geocentrikusak.

Korai/késői holdsarlók. A 48 óránál fiatalabb, illetve idősebb holdsarlók láthatóságának időpontjait adtuk meg perc pontossággal, Budapestre számítva. Az előre jelzett jelenségeknél megadtuk a holdsarló korát, valamint a horizont feletti magasságát is.

Bolygók dichotómiája. A Merkúr és a Vénusz bolygó 50%-os fázisának időpontjait is tartalmazza a jelenségnaptár napi pontossággal, a Föld középpontjából nézve.

A Hold földközeli- és földtávol-időpontjai perc pontosságúak, valamint meg vannak adva a Hold távolságadatai a Föld középpontjától és a Hold látszó átmérője is ívmásodperc pontossággal.

A belső bolygók elongációinak és oppozícióinak időpontjai geocentrikusak és perc pontosságúak, az eseménynaptár tartalmazza az elongációk mértékét, a bolygók fényességét, átmérőjét és a fázisait ezekben az időpontokban. A Merkúr és a Vénusz alsó, illetve a felső együttállását a Nappal perc pontossággal adtuk meg. A külső bolygóknál az időpontok szintén perc pontosságúak, járulékos adatként a bolygók látszó átmérőit, fényességüket, továbbá azt a csillagképet is megadtuk, ahol éppen tartózkodnak.

2024-ben négy fogyatkozás lesz látható a Földről, két napfogyatkozás és két holdfogyatkozás. Április 8-án jelentős időtartamú teljes napfogyatkozás lesz megfigyelhető az Egyesült Államokból – bizonyára lesznek szép számmal magyar amatőrcsillagászok is, akik vállalkoznak a jelenség megfigyelésére. Hazánkból a szeptember 18-i, kismértékű részleges holdfogyatkozás lesz a leglátványosabb ilyen jelenség – sajnos az igazán látványos fogyatkozások 2024-ben is elkerülnek bennünket.

A **Hold** látványosabb csillagfedéseit másodperc pontossággal adjuk meg, a számítások Budapestre eső földrajzi koordinátára ($\phi=47^\circ30'$, $\lambda=19^\circ00'$) vonatkoznak. A táblázatokban továbbá szerepel a fedendő csillag neve, fényessége, a holdfázis és a súroló fedés helye több magyarországi településre számítva.

A táblázatok oszlopai:

Dátum, UT – az esemény bekövetkeztének időpontja világidőben a $\phi=47^\circ30'$,

$\lambda=19^\circ00'$ földrajzi pozícióban

J – az esemény típusa,

D – eltérés a Hold mögött,

R – előbukkanás a Hold mögül,

csillag – ZC katalógusbeli sorszáma,

m – a csillag fényessége,

fázis – a holdfázis (+ növekvő, – csökkenő),

h – a Hold horizont feletti magassága,

CA – az esemény pozíciósöge a holdkorongon a terminátor északi (N) vagy déli (S) pólusától (a negatív érték a világos oldalt jelöli),

PA – az esemény pozíciósöge a holdkorongon az éggömbi északi iránytól mérve.

Az esemény idejét átszámíthatjuk saját földrajzi helyzetünkre:

a: nyugati irányban fokenként ennyi perccel korábban, keletre később következik be az esemény,

b: észak felé pozitív érték esetén ennyivel később, negatív értéknél korábban következik be az esemény, déli irányban fordítva.

A **Jupiter-holdak** helyzetét és jelenségeit a megszokott elongációs ábrán, illetve táblázatosan közöljük.

A Jupiter-holdaknál közölthöz hasonlóan mutatjuk be a legfényesebb Szaturnusz-holdak láthatósági ábráját.

A bolygók kölcsönös megközelítései közül azok kerültek be évkönyvünkbe, amelyeknél $2,5^\circ$ -nál kisebb a távolság az égitestek között, és a jelenség legalább egy része sötét égbolton megfigyelhető.

A Hold csillag- és bolygómegközelítései közül azokat az eseményeket szerepeltetjük, amelyeknél Budapestről nézve a Hold 5° -nál közelebb kerül egy bolygóhoz, illetve 1° -on belül egy fényes csillaghoz. Ha nem éjszakai időszakra esik a megközelítés, akkor külön megadjuk a legkisebb szögtávolságot és annak időpontját.

A **bolygók csillagfedései**, illetve csillagmegközelítései közül az olyan események szerepelnek, amelyeknél Budapestről nézve egy bolygó egy szabad szemmel látható csillagtól $30'$ -en belül halad el.

Az év látványos bolygófedésének ígérkezik az augusztus 21-i Szaturnusz-fedés, de legalább ilyen látványosnak ígérkeznek a Hold és a Plejádok együttállásai és fedései. Késő nyártól különösen látványosnak ígérkezik a Jupiter és a Mars vándorlása a Taurus, illetve a Gemini területén. Habár nem számítjuk a szabad szemmel látható bolygók közé, de mégis érdemes megpróbálkozni térkép alapján az Uránusz szabadszemes megfigyelésével, ráadásul évről évre közeledik a Fiastyúkhhoz, ami megkönnyíti azonosítását. A 2024-es év „üstökösreménysége” a C/2023 A3 (Tsuchinshan–ATLAS)-üstökös, amely – az előrejelzések szerint – október-november során izgalmas szabadszemes, majd távcsöves célpontnak ígérkezik.

Csillagászati évkönyvünk kereskedelmi forgalomban is kapható, azonban minden olvasónknak ajánljuk, hogy közvetlenül a Magyar Csillagászati Egyesülettől szerezzék be (személyesen az óbudai Polaris Csillagvizsgálóban is megvásárolható). A legjobb megoldás azonban az, ha maguk is az MCSE tagjaivá válnak, ugyanis ez esetben tagilletményként egészen biztosan hozzájuthatnak kiadványunkhoz. Az egyesületi tagsággal kapcsolatos információk megtalálhatók egyesületi honlapunkon (www.mcse.hu).

KALENDÁRIUM
2024

$\lambda = 19^\circ$, $\varphi = 47,5^\circ$

Kalendárium – január

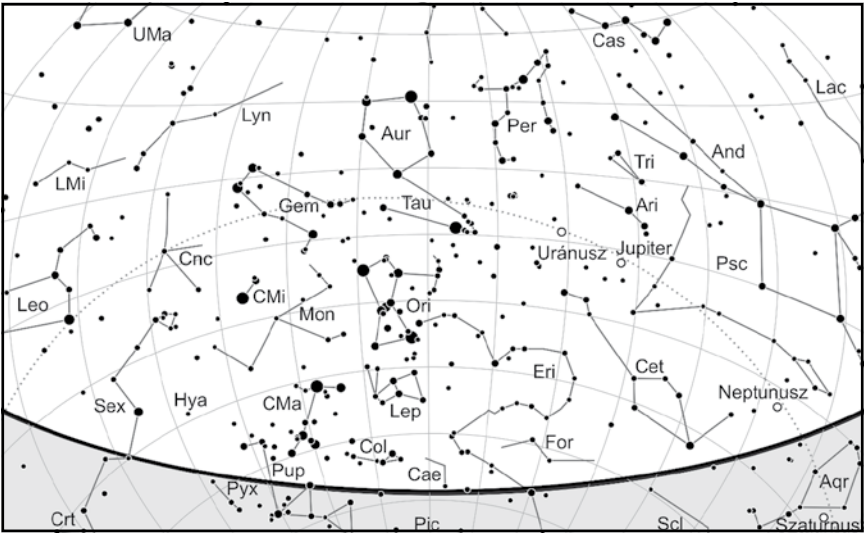
KÖZEI

dátum	Nap					Hold			
	kel, h m	delel, h m	nyugszik h m	h_d °	E_t m	kel, h m	delel, h m	nyugszik h m	fázis h m
1. hét									
1. h	1.	7 31	11 47	16 03	19,5	-3,1	21 38	3 44	10 42
2. k	2.	7 31	11 47	16 04	19,6	-3,6	22 43	4 24	10 57
3. sz	3.	7 31	11 48	16 05	19,7	-4,0	23 48	5 03	11 10
4. cs	4.	7 31	11 48	16 06	19,8	-4,5	–	5 43	11 24
5. p	5.	7 31	11 49	16 07	19,9	-4,9	0 56	6 23	11 39
6. sz	6.	7 31	11 49	16 08	20,0	-5,4	2 06	7 07	11 57
7. v	7.	7 30	11 50	16 09	20,1	-5,8	3 20	7 55	12 21
2. hét									
8. h	8.	7 30	11 50	16 10	20,3	-6,3	4 36	8 48	12 52
9. k	9.	7 30	11 51	16 12	20,4	-6,7	5 53	9 46	13 35
10. sz	10.	7 29	11 51	16 13	20,5	-7,1	7 02	10 48	14 34
11. cs	11.	7 29	11 51	16 14	20,7	-7,5	8 00	11 52	15 49
12. p	12.	7 29	11 52	16 15	20,9	-7,9	8 43	12 54	17 15
13. sz	13.	7 28	11 52	16 17	21,0	-8,3	9 14	13 53	18 43
14. v	14.	7 27	11 52	16 18	21,2	-8,7	9 39	14 47	20 09
3. hét									
15. h	15.	7 27	11 53	16 19	21,4	-9,0	9 59	15 38	21 32
16. k	16.	7 26	11 53	16 21	21,6	-9,4	10 16	16 26	22 52
17. sz	17.	7 26	11 54	16 22	21,7	-9,7	10 33	17 14	–
18. cs	18.	7 25	11 54	16 23	21,9	-10,1	10 52	18 02	0 11
19. p	19.	7 24	11 54	16 25	22,1	-10,4	11 13	18 52	1 30
20. sz	20.	7 23	11 55	16 26	22,4	-10,7	11 38	19 44	2 49
21. v	21.	7 22	11 55	16 28	22,6	-11,0	12 11	20 38	4 05
4. hét									
22. h	22.	7 21	11 55	16 29	22,8	-11,3	12 54	21 34	5 16
23. k	23.	7 21	11 55	16 31	23,0	-11,6	13 47	22 29	6 16
24. sz	24.	7 20	11 56	16 32	23,3	-11,8	14 51	23 22	7 04
25. cs	25.	7 19	11 56	16 34	23,5	-12,1	15 59	–	7 41
26. p	26.	7 17	11 56	16 35	23,8	-12,3	17 09	0 11	8 09
27. sz	27.	7 16	11 56	16 37	24,0	-12,5	18 18	0 57	8 30
28. v	28.	7 15	11 56	16 38	24,3	-12,7	19 26	1 41	8 47
5. hét									
29. h	29.	7 14	11 57	16 40	24,5	-12,9	20 31	2 21	9 02
30. k	30.	7 13	11 57	16 41	24,8	-13,1	21 36	3 00	9 16
31. sz	31.	7 12	11 57	16 43	25,1	-13,3	22 42	3 39	9 29

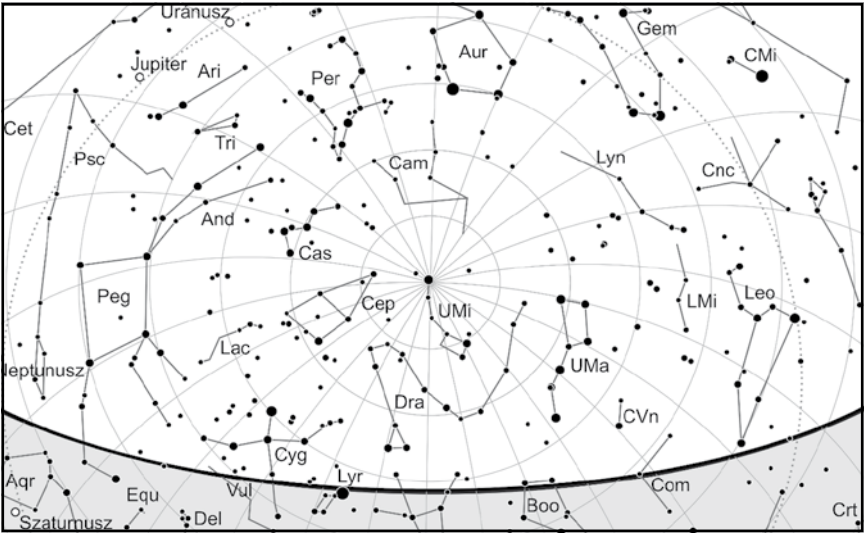
A Julián-naptár szerinti újév napja: január 14.

Január

nap	Julián dátum 12 ^h UT	θ_{gr} 0 ^h UT h m s	névnapok
1. hét			
1.	2 460 311	6 40 37	Újév; Fruzsina, Aglája, Álmos
2.	2 460 312	6 44 33	Ábel, Ákos, Fanni, Gergely, Gergő, Stefánia
3.	2 460 313	6 48 30	Benjámin, Genovéva, Dzszenifer, Gyöngyvér, Hermina
4.	2 460 314	6 52 26	Leona, Titusz, Angéla, Angelika, Izabella
5.	2 460 315	6 56 23	Simon, Árpád, Ede, Emília, Gáspár
6.	2 460 316	7 00 19	Boldizsár, Gáspár, Menyhért
7.	2 460 317	7 04 16	Attila, Ramóna, Bálint, Melánia, Rajmund, Valentin
2. hét			
8.	2 460 318	7 08 12	Gyöngyvér, Virág
9.	2 460 319	7 12 09	Marcell
10.	2 460 320	7 16 06	Melánia, Vilma, Vilmos
11.	2 460 321	7 20 02	Ágota, Agáta
12.	2 460 322	7 23 59	Ernő, Erna, Ernesztina, Veronika
13.	2 460 323	7 27 55	Veronika, Csongor, Ivett, Judit, Vera
14.	2 460 324	7 31 52	Bódog
3. hét			
15.	2 460 325	7 35 48	Loránd, Lóránt, Alfréd, Pál, Sándor
16.	2 460 326	7 39 45	Gusztáv, Fanni, Henrik, Marcell, Ottó, Stefánia
17.	2 460 327	7 43 41	Antal, Antónia, Leonetta, Roxána
18.	2 460 328	7 47 38	Piroska, Aténé, Beatrix, Margit, Pál
19.	2 460 329	7 51 35	Sára, Márió, Margit, Márta, Sarolta, Veronika
20.	2 460 330	7 55 31	Fábián, Sebestyén, Szabaszián, Tímea
21.	2 460 331	7 59 28	Ágnes
4. hét			
22.	2 460 332	8 03 24	Vince, Artúr, Artemisz, Cintia, Dorián
23.	2 460 333	8 07 21	Zelma, Rajmund, Emese, János, Mária
24.	2 460 334	8 11 17	Timót, Erik, Erika, Ferenc, Vera, Veronika, Xénia
25.	2 460 335	8 15 14	Pál, Henriett, Henrietta, Henrik, Péter
26.	2 460 336	8 19 10	Vanda, Paula, Titanilla
27.	2 460 337	8 23 07	Angelika, Angéla, János
28.	2 460 338	8 27 04	Károly, Karola, Ágnes, Amália, Apollónia, Margit, Péter
5. hét			
29.	2 460 339	8 31 00	Adél, Etelka, Ferenc
30.	2 460 340	8 34 57	Martina, Gerda, Gellért
31.	2 460 341	8 38 53	Marcella, János, Lujza, Péter



A déli égbolt január 15-én 20:00-kor (UT)



Az északi égbolt január 15-én 20:00-kor (UT)

Bolygók

Merkúr: Napkelte előtt kereshető a délkeleti égen. Január 1-én másfél órával kel a Nap előtt. Láthatósága kissé javul, 12-én van legnagyobb nyugati kitérésben, 23,5°-ra a Naptól. Ekkor egy és háromnegyed órával kel a Nap előtt, most van az idei első jó hajnali láthatósága. Ezután láthatósága fokozatosan romlik. A hónap végén már csak háromnegyed órával kel a Nap előtt.

Vénusz: Napkelte előtt látható magasan a délkeleti égen ragyogó fehér fényű égitestként. Láthatósága továbbra is kiváló. A hónap elején még három, a végén két és háromnegyed órával kel a Nap előtt. Fényessége $-4,0^m$ -ról $-3,9^m$ -ra, átmérője 14,1"-ről 12,3"-re csökken, fázisa 0,78-ról 0,85-ra nő.

Mars: Előretartó mozgást végez a Nyilas csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. Fényessége $1,4^m$ -ról $1,3^m$ -ra, látszó átmérője 3,9"-ről 4,0"-re nő.

Jupiter: A Kos csillagképben végez egyre gyorsuló előretartó mozgást. Éjfél után nyugszik. Az éjszaka első felében látható mint sárgásfehér színű fényes égitest. Fényessége $-2,5^m$, átmérője 42".

Szaturnusz: Előretartó mozgást végez a Vízöntő csillagképben. Este nyugszik, napnyugta után kereshető a délnyugati ég alján. Fényessége $1,0^m$, átmérője 16".

Uránusz: Az éjszaka első felében figyelhető meg a Kos csillagképben, kora hajnalban nyugszik. Előbb hátráló, majd 27-től előretartó mozgást végez.

Neptunusz: Az esti órákban figyelhető meg, előretartó mozgást végez a Halak csillagképben. Az éjszaka elején nyugszik.

Eseménynaptár (UT)

Dátum	Idő	Esemény
01.01	15:00	A Hold földtávolban
01.03	1:00	A Föld napközében
01.04	9:00	A (010 QUA) Quadrantidák meteorraj maximuma (december 28. – január 12; ZHR=110, 60-200; $v=41$ km/s)
01.06		A 216P/LINEAR-üstökös perihéliumban 2,13 CSE-re a Naptól (P=7,6 év)
01.10	8:00	A Mars 5 fokkal északra a 2%-os, fogyó Holdtól
01.10	10:00	A (793 KCA) Kappa Cancridák meteorraj lehetséges maximuma ($v=47$ km/s)
01.12	15:00	A Merkúr legnagyobb nyugati kitérésben, 24 fokra a Naptól
01.12	15:50	27 óra 53 perces holdsarló 2,5 fok magasan a horizont felett
01.13	11:00	A Hold földközében
01.14	10:00	A Szaturnusz 3°30'-cel nyugat-északnyugatra a 17%-os, növekvő holdsarlótól
01.15	20:00	A Neptunusz 2 fokkal észak-északkeletre a 24%-os, növekvő holdsarlótól
01.18	21:00	A Jupiter 2 fokkal délre az 57%-os, növekvő Holdtól
01.19		A (404 GUM) Gamma Ursae Minoridák meteorraj lehetséges, kis aktivitású maximuma (január 10–22.; ZHR=3; $v=31$ km/s)
01.19	20:00	Az Uránusz 2°30'-cel dél-délkeletre a 67%-os, növekvő Holdtól
01.25		A 144P/Kushida-üstökös perihéliumban 1,4 CSE-re a Naptól (P=7,5 év)
01.29	8:00	A Hold földtávolban
01.31		A 207/NEAT-üstökös perihéliumban, 0,94 CSE-re a Naptól (P=7,7)

Együttállások

- Január 18. 20:30 UT. Az első negyed körüli Hold és a Jupiter szoros és látványos együttállása egész éjjel látható, de a legszorosabb közelítés csak az este második felében következik be. 20:30 UT-kor a Jupiter 2°-kal lesz a Hold déli peremétől, a horizont felett 35-36 fokkal.
- Január 20. 16:30 UT. A dagadó Hold nagyon szép együttállása a Plejádok (M45) nyílthalmazzal. Kísérőnk napnyugta körül lesz látszólag legközelebb a halmazhoz, de ekkor annak csillagai még nem láthatóak. 17:30 UT körül a Hold északi peremétől 1,5°-kal lesz az η Tau (Alcyone), a nyílthalmaz legfényesebb tagja. A páros ekkor 55°-kal lesz a horizont felett.
- A 2024-es évben gyakoriak a Hold és az M45 szoros együttállásai, az év második felétől kezdődően szinte havi rendszerességgel elfedi a halmaz számos tagját.
- Január 24. 18:40 UT körül a telihold elfedi a κ Geminorumot, miközben 1,85°-ra lesz a Poluxtól (β Gem). A különleges eseményre 32°-kal a horizont felett kerül sor.

Üstökösök

C/2017 K2 (PANSTARRS)

Richard Wainscoat és munkatársai 2017. május 21-én a Pan-STARRS (Panoramic Survey Telescope and Rapid Response System) projekt 1-es számú, a hawaii Maui-szigeten levő Haleakala Obszervatóriumban felállított 1,8 méteres teleszkópjával egy, a csillagos égi háttér előtt lassan mozgó, kómával bíró objektumot fedeztek fel. A lassú mozgásból arra következtettek, hogy az üstökös nem várt távolságban tartózkodik, amit a pályaszámítások igazoltak is. A vándor már a Szaturnusz pályáján túl, 16 CSE távolságban üstökösökre jellemző aktivitást mutatott. A rekorder C/2010 U3 (Boattini) üstököst ennél csak kicsit messzebb, 18,4 CSE távolságban, fedték fel.

Abban a tekintetben viszont rekorder a C/2017 K2, hogy perihéliumához közeledő üstökös aktivitását ilyen távolságra (16, illetve 23,7 CSE) a Naptól még nem figyeltek meg. A fotometriai adatok extrapolációja alapján a C/2017 K2 (PANSTARRS), valahol 25,9±0,9 CSE távolságban és 2012. első felében kezdhetett aktívvá válni.

David Jewitt (Kaliforniai Egyetem, Los Angeles) és csoportja a HST-vel 2017. június 27-én tanulmányozták az üstököst, és méréseik megerősítették a kóma jelenlétét. A C/2017 K2 (PANSTARRS) 15,87 CSE távolságban mért kómája 120 ezer km átmérőjűnek adódott, amely körülbelül a Jupiter átmérőjének felel meg.

Az üstökös ilyen távolságban mutatott aktivitása arra is utal, hogy korábban nem, vagy csak nagyon kevésszer járt a Nap közelében, különben a felszín illékony anyagai már távoztak volna, és a kómaképződés csak a Naphoz sokkal közelebb indult volna be. Az illékony anyagoknak a felszínről történő folyamatos távozása okozza azt is, hogy az üstökös fényessége a felfedezése óta szinte egyenletesen növekedett. Csak nagyon ritka és kismértékű kitörések mutathatók ki, ami szintén fiatal felszínre utal. Ezen a fiatal felszínen, vagy annak közelében levő illékony jegek gyorsan elpárologtak és nem hoztak létre jelentős ioncsóvát.

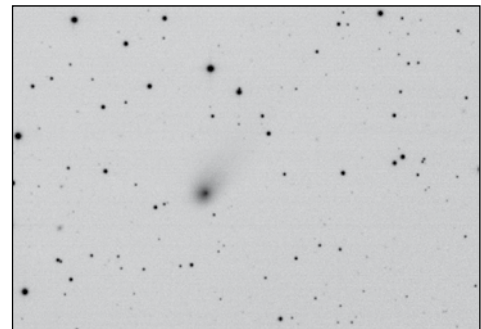
A HST-vel 2020-ban végzett mérések megerősítették a közel gömbszimmetrikus kóma létét, amit az átlagosan 1 mm-es porszemcsék és illékony gázok alkotnak. Ezt a szerkezetet a modellszá-

mítások is alátámasztották. Kisebb méretű porszemcsék esetén már jelentős méretű lett volna a csóva, amelyet azonban akkor nem sikerült megfigyelni. Alátámaszthatja a porszemcsék méretére vonatkozó előbbi elméletet az is, hogy az üstökös ahogy egyre közelebb került a Naphoz, a kóma továbbra is szinte gömbszimmetrikus maradt, az üstökös egyenletesen fényesedett és ahogy egyre több por került a kómába, az nem sodródott el jelentős csóvát létrehozva. Mivel a felszínen, vagy annak közelében levő illékony jegek viszonylag gyorsan elpárologtak és az üstökös magjának mélyebb rétegeiből lassan került a felszínre utánpótlás, így nem volt olyan jelentős a gázkiáramlás, amely egy hosszú és szép porcsóvához elegendő port söpört volna le a felszínről. Kialakult ugyan egy porcsóva, de az a várakozásoktól ugyanúgy elmaradt, mint az üstökös fényessége.

A C/2017 K2 (PANSTARRS) 2022. december 19-én jutott túl perihéliumán. Sajnos az üstökös pályája miatt hazánkban csak 2022. szeptember elejéig-közepéig lehetett megfigyelni, utána már csak a déli féltekéről. Azonban egy évvel később, 2023 szeptemberétől, újra megfigyelhetővé vált Magyarországról is. Remélhetőleg fényessége ugyanolyan lassan fog csökkenni, amilyen lassan nőtt, így több hónapon keresztül is megfigyelhető lesz.

Dátum	RA (h m s)	D (°, ', ")	Δ (CSE)	r (CSE)	E (°)	m _v (m)
01.01.	05 37 19	-02 58 10	3,739	4,613	149,5	11,0
01.05.	05 33 26	-02 23 35	3,792	4,649	147,2	11,1
01.09.	05 29 45	-01 48 07	3,849	4,684	144,4	11,1
01.13.	05 26 19	-01 12 00	3,913	4,719	141,2	11,2
01.17.	05 23 08	-00 35 26	3,980	4,755	137,7	11,3
01.21.	05 20 12	+00 01 22	4,053	4,790	134,1	11,3
01.25.	05 17 34	+00 38 14	4,130	4,825	130,3	11,4
01.29.	05 15 12	+01 14 58	4,210	4,860	126,4	11,5

A C/2017 K2 (PANSTARRS) 2021.09.08-én 5,39 CSE távolságban a Naptól. Sebestyén Attila felvétele (203/1624 RC + ASI 174 MM; Gain: 300; 80×60 s)



Januárban lassan távolodik a Naptól, távolsága a Földtől viszont gyorsan nő. A január elején még 3,75 CSE távolságra levő objektum a hónap végére már 4,29 CSE-re lesz tőlünk. Ennek ellenére a hónap elejei 11 magnitúdós fényessége várhatóan csak 0,5 magnitúdót fog csökkenni.

Egész hónapban az éjszaka első felében lesz megfigyelhető az Orion csillagképben. A hónap elején az Orion öve alól indulva lassan mozog északnyugati irányba.

Január első napján közepes (12–25 cm átmérőjű) távcsövekkel könnyen megtalálható lesz a σ Ori többes csillagrendszerből 37°-cel délnyugatra. A fotósok számára is kedvező célpont lehet, főleg egy szélesebb látómezőjű kamerával, mivel még mindig a híres Lófej-köd közelében lehet

megörökíteni, január 9-ig az Orion övével párhuzamosan fog mozogni, így attól déli irányban kell keresni. Felkeresését akár kisebb átmérőjű (5–12 cm átmérőjű) távcsövekkel is érdemes lehet megpróbálni.

103P/Hartley

Malcolm Hartley (Siding Spring Observatory, Ausztrália) fedezte fel 1986. március 15-én az 1,24 m-es Schmidt-teleszkóppal. A további megfigyelések alapján a 103P/Hartley a Jupiter-családba tartozó, rövid periódusú ekliptikai üstökösnek bizonyult.

Az elmúlt 100 évben bekövetkezett Jupiter-közel elhaladások (1947-ben 0,22 CSE, 1971-ben 0,09 CSE) alakították olyanná a pályát, hogy a korábbi 2 CSE-et meghaladó napközelpont távolsága 1 CSE-re változott. Ebben a távolságban a felszín alatt mélyebben levő, eddig fagyott anyagok párolgása is megindulhatott.

A 2005-ben a 9P/Tempel-üstökösnél járt Deep Impact-szonda második célpontjául választották a 103P/Hartley-t. Az üstökös meglátogatása mellett szólt az is, hogy a magját gyorsan forgó ellipszoidnak gondolták.

A 103P/Hartley-üstökös megfigyelésre küldött szonda (ekkor már EPOXI-ra átnevezve) végül 2010. november 4-én 694 km-re repült el az üstökös mellett, fényképeket készítve és több műszerével is megfigyelve azt. A képek egy kettős magú, leginkább tekebábura hasonlító égitestet fedtek fel, melynek leghosszabb tengelye 2,2 km.

A felszíni alakzatok is eltérőek az üstökös különböző részein. A két magon a legnagyobb alakzatok megközelítik a 40 m-t, míg az ezeket összekötő nyakrész sokkal simább, bár ott is változatos felszínű. A keringésenkénti eltérő és a csökkenő gáz és por arányból valamint az illékony anyagok mennyiségének csökkenéséből lehet következtetni az üstökös tömegvesztésére. Ez alapján az üstökös 1997-es perihéliumakor a tömegének 3-5%-át, míg a 2010-es napközelségekor 1-3%-át veszítette el. Ez a tömegvesztés 4,4-7,7 m-es felszínvastagság-csökkenést jelent keringésenként. Az érték attól függ, hogy milyen gáz és por arányt használnak a modellek. A felszín számított csökkenése ellenére nem láthatók az EPOXI felvételein összeroskadó, ill. beszakadó felszíni alakzatok.

Dátum	RA (h m s)	D (°, ', ")	Δ (CSE)	r (CSE)	E (°)	m _v (m)
01.01.	08 48 16	-14 35 45	0,659	1,503	131,3	11,1
01.05.	08 43 24	-14 31 24	0,676	1,537	135,0	11,4
01.09.	08 38 17	-14 16 28	0,694	1,572	138,5	11,6
01.13.	08 33 04	-13 51 32	0,714	1,606	141,7	11,9
01.17.	08 27 54	-13 17 30	0,737	1,641	144,7	12,1
01.21.	08 22 55	-12 35 37	0,763	1,677	147,1	12,4
01.25.	08 18 15	-11 47 12	0,792	1,712	148,9	12,7
01.29.	08 13 59	-10 53 40	0,824	1,748	150,1	12,9

A rövid periódusú (keringési idő: 6,48 év) üstökös januárban már két hónappal túl lesz 2023. október 12-én bekövetkezett napközelpontján, és távolodik mind a Naptól, mind a Földtől. Az idős üstökösökre jellemző aktivitás amilyen gyorsan felfut, úgy le is csökken. Valószínűleg nem lesz ez másként a 103P/Hartley esetében sem.

A 103P/Hartley január elején még viszonylag közel, 0,63 CSE távolságra lesz a Földtől, igaz, fokozatosan távolodik. A hónap elejei 11,1 magnitúdós várható fényességével vizuálisan még

éppen elérhető lehet a kisebb átmérőjű távcsövekkel. Ekkor a közepes átmérőjű távcsövekkel még kényelmesen elérhető lehet, de a hónap végére fényessége várhatóan már 13 magnitúdó körül fog alakulni, amikor már csak 25 cm-nél nagyobb átmérőjű távcsővel érdemes próbálkozni.

Január során ugyan jóval a sötétség beállta után, este 21 óra tájban kel az Északi Vízikígyó csillagképben, de szinte egész éjszaka megfigyelhető lesz. Január közepén áthalad a Hajófara csillagkép északkeleti csücskén, majd útját újra az Északi Vízikígyóban fejezi be. Pályája csillagokkal gazdagon telehintett égterületen át vezet. Január 17–19. között az IC 2375 (fényesség: 13,1 magnitúdó; átmérő: 1,9×0,4'), IC 2377 (13,4 magnitúdó; 0,7×0,4') és IC 2379 (13,7 magnitúdó; 1,0×0,6') galaxiscsoportosulás közelében figyelhető meg, 18-án 11'-re megközelítve azt.

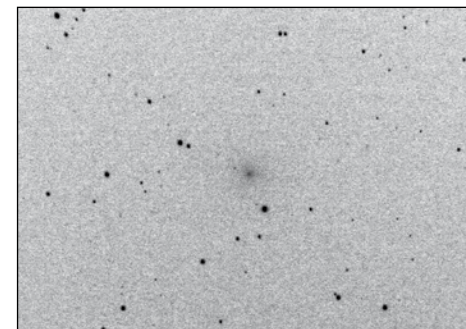
62P/Tsuchinshan

Az 1965. január 1-én a kínai Bíbor-hegyi Observatóriumban felfedezett üstökösrel kapcsolatban a mai napig nem közölték – az akkori kínai politikai irányvonalnak megfelelően –, hogy a felvételt ki készítette, illetve ki volt az, aki megtalálta rajta az üstökösöt. A felfedezés bejelentésével is több hetet késtek.

Jellemző arra a korra, hogy a pozícióadatok sem voltak pontosan megadva, így Leland Cunningham, aki a pályát próbálta kiszámolni, ellentmondást tapasztalt az adatok között. De a kínai és a nem kínai pozícióadatokat kombinálva már elég megbízható eredményre jutott, és biztonsággal kijelenthette, hogy egy rövid keringési idejű üstökösről van szó.

Dátum	RA (h m s)	D (°, ', ")	Δ (CSE)	r (CSE)	E (°)	m _v (m)
01.01.	11 31 07	+13 15 34	0,518	1,267	111,3	9,1
01.05.	11 42 23	+12 39 29	0,513	1,271	112,5	9,2
01.09.	11 52 46	+12 06 35	0,508	1,277	114,0	9,2
01.13.	12 02 13	+11 37 20	0,504	1,285	115,6	9,2
01.17.	12 10 40	+11 12 00	0,501	1,294	117,5	9,3
01.21.	12 18 05	+10 50 43	0,499	1,305	119,6	9,4
01.25.	12 24 29	+10 33 33	0,498	1,318	122,0	9,5
01.29.	12 29 49	+10 20 29	0,497	1,332	124,6	9,6

Hadházi Csaba felvétele
a 62P/Tsuchinshan üstököséről
2017. október 28-án készült
(200/1000 Newton + Canon 350D;
ISO 1600; 1×121 s)



2023. december 25-i napközelsége után januárban távolodni fog a Naptól, de egyre közelebb kerül a Földhöz, így a január elején várható 9,1 magnitúdós fényessége nem sokat fog csökkenni a hónap során. Látszó mérete pedig várhatóan még nőni is fog egy kicsit. A hónap utolsó napjaiban lesz legközelebb a Földhöz, kevesebb mint 0,5 CSE távolságra fog elhaladni a 6,18 év keringési idejű üstökös. Ennél közelebb a Földhöz majd csak 64 év, múlva 2088-ban fog kerülni, amikor 0,41 CSE távolságban halad el. Viszonylagos fényessége ellenére is inkább közepes átmérőjű távcsövekkel javasoljuk megfigyelését, mivel az üstökös elég diffúz kinézetű. Fotózni azonban kisebb távcsövekkel is érdemes.

Felkeresésére januárban az éjszaka második fele lesz az alkalmasabb, mivel addigra emelkedik elég magasra, hogy fénye ne a sűrű lég rétegeken keresztül jusson el hozzánk. A hónap során az Oroszlán keleti feléből indulva halad Szűz csillagkép legészakibb részének közepe felé.

Január 10-én hajnalban elhalad az NGC 3968 (11,8 magnitúdó; $2,7 \times 1,8''$) galaxis magja előtt. Ezzel hálás témát adhat az asztrofotósoknak. 18-án szintén a hajnali órákban 13'-re északra halad el az NGC 4178 (11,4 magnitúdó; $5,0 \times 1,7''$) SBcd típusú galaxistól. 25-én 2'-re északra halad el az NGC 4390 (12,6 magnitúdó; $1,6 \times 1,2''$) galaxis magjától nem sokkal azután, hogy a keleti horizont fölé emelkedik.

144P/Kushida

Az üstökös Josio Kusida fotografikusan fedezte fel egy 10 cm átmérőjű távcsővel, 1994. január 8-án. A film szélére kerülő üstökös akkor 13,5 magnitúdósan mérte, erősen kondenzált volt, az átmérője csak 1-2'.

Felfedezését követően több visszatérését sikerült megfigyelni, többek közt a 10 m-es Keck II távcsővel, ami a Spitzer-űrtávcsővel történő későbbi megfigyeléshez gyűjtött adatokat.

Dátum	RA (h m s)	D (°, ', ")	Δ (CSE)	r (CSE)	E (°)	m_v (m)
01.01.	03 05 16	+14 23 44	0,592	1,428	128,2	10,5
01.05.	03 11 05	+14 23 10	0,601	1,419	125,4	10,4
01.09.	03 17 42	+14 26 35	0,611	1,412	122,9	10,4
01.13.	03 25 06	+14 33 40	0,623	1,407	120,6	10,4
01.17.	03 33 13	+14 43 55	0,635	1,402	118,5	10,5
01.21.	03 42 00	+14 56 46	0,649	1,400	116,5	10,5
01.25.	03 51 25	+15 11 38	0,664	1,399	114,7	10,5
01.29.	04 01 23	+15 27 54	0,681	1,399	113,1	10,6

Ellentétben a 2016/2017-es megfigyelhetőségi időszakával, most sokkal kedvezőbb helyzetből tudjuk észlelni. Akkor legaktívabb időszakában a Földtől több mint 2 CSE távolságra volt, és mire 1,5 CSE távolságra megközelítettük, már régen túl volt aktivitásának csúcán. Mostani perihéliumakor csak 0,66 CSE-re lesz a Földtől.

A 144P/Kushida fényessége januárban várhatóan 10,5 magnitúdó körül alakul, mivel a Földtől lassan távolodni fog, de a Nap felé közelít, így növekvő aktivitását egyre messzebből figyelhetjük. 1,4 CSE-re lévő napközelpontját január 25-én fogja elérni. Ennek ellenére megfigyeléséhez inkább közepes átmérőjű távcső szükséges. Ennek oka, hogy az idős, 7,5 év keringési idejű üstökös mérete nagy, diffúz megjelenésű, így a látszólag nagy fényesség nagyobb felületen oszlik el.

Az üstökös szinte egész éjszaka megfigyelhető, amint a Kos és a Cet határától kelet felé mozog a Bika csillagkép közepe felé. Csak hajnal előtt nyugszik.

12P/Pons–Brooks

1812. július 12-én fedezte fel Jean-Louis Pons, majd 1818. augusztus 1-én Vincent Wisniewski és rá egy napra Alexis Bouvard. A felfedezések egymástól függetlenül születtek, de akkor senkinek nem tűnt fel, hogy valójában ugyanarról az üstökösről van szó. Johann Franz Encke számolta ki a pályaelemeket, amelyek szerint a keringési idő 70,68 év. Várható visszatérését 1883/84-re jelezte, sokan keresték is, de végül William Robert Brooks találta meg véletlenül 1884. január 13-án.

Az 1883/84-es visszatérésekor 0,64 CSE-re közelítette meg a Földet, így fényessége elérte a 3 magnitúdót. Azt is feljegyezték, hogy többször felfényesedett. Hasonló kitérésekről az 1954-es visszatérésekor is beszámoltak, ezek időlegesen akár 1 magnitúdóval is emelték a fényességét. Azt is megállapították, hogy a kitérések száma a perihéliumhoz közeledve gyakoribb, mint az átmenet után.

A Halley típusú üstökösök (keringési idejük 20–200 év) közé sorolt 12P/Pons–Brooks valószínűleg a második legrégebben megfigyelt üstökös az 1P/Halley után. Legkorábbi megfigyelése 245-ben történt. Ezt követően sokáig nem volt olyan visszatérése, amikor szabad szemmel látható lett volna, egészen 1385-ig. Következő visszatérésekor, 1457-ben is olyan helyzetben volt, hogy újra észrevehetővé vált az akkor valószínűleg 3 magnitúdó fényességű üstökös.

Mostani visszatérésekor 2020. június 10-én figyelték meg először, még túl a Szaturnusz pályáján, 11,89 CSE távolságban, a 4,3 m átmérőjű Lowell Discovery Telescope segítségével. A 12P/Pons–Brooks 8"-re volt a várt helytől, ezért egy héttel később ismét felkeresték és azonosították. Az eltérés a várt pozíciótól több okra vezethető vissza. Az egyik, hogy a korábbi visszatérésekkor a pozíciómérések nem voltak kellően pontosak, a másik, hogy a pályája a nem gravitációs erők hatására módosulhatott. A csillagszerű üstökösnek 3"-es csőváját tudták kimutatni, de kómát még nem. Ez azt is jelentheti, hogy a gázképződés – feltételezhetően CO – már 30 CSE távolságban megkezdődött. Fényességét 24,16 magnitúdónak mérték, aminek segítségével és az általános albedó (0,04) értékből számolva az üstökös magja 17 ± 6 km lehet.

Pályája 6:1-es rezonanciában áll a Jupiterével, azonban a nagy pályahajlása miatt ritkán van az ekliptika síkjában, ezért az óriásbolygók perturbáló hatása nagyon kicsi, a pálya nagyon stabil.

Dátum	RA (h m s)	D (°, ', ")	Δ (CSE)	r (CSE)	E (°)	m_v (m)
01.01.	19 36 42	+37 44 49	2,260	1,999	62,2	11,3
01.05.	19 48 06	+37 47 04	2,214	1,948	61,6	11,1
01.09.	20 00 07	+37 50 47	2,168	1,896	60,9	10,8
01.13.	20 12 46	+37 55 36	2,122	1,844	60,2	10,6
01.17.	20 26 05	+38 01 05	2,077	1,791	59,5	10,4
01.21.	20 40 06	+38 06 37	2,033	1,739	58,7	10,1
01.25.	20 54 51	+38 11 30	1,990	1,686	57,8	9,9
01.29.	21 10 20	+38 14 55	1,948	1,633	56,8	9,6



A 12P/Pons–Brooks üstökös mostani visszatérését már jó ideje figyelte Elek Tamás, akinek sikerült az üstökös első, közel 5 magnitúdó fényességnövekedéssel járó kitörését a világon elsőként megfigyelnie, majd a patkó alakú kómát is megörökítette 2023. július 23-án készült felvételén. (200/800 Newton + ASI 178MM; Gain: 102; 21×30 s)

A 71,32 évente visszatérő 12P/Pons–Brooks a hónap elején még csak 2 CSE távolságban lesz a Naptól, de a hónap végére már 1,63 CSE távolságra megközelíti csillagunkat, miközben a Földhöz is egyre közelebb jut. A két tényező hatására január elején inkább közepes átmérőjű távcsövekkel lesz megfigyelhető az akkor még 11,3 magnitúdós üstökös. A hónap végére a várakozások szerint fényessége már eléri a 9,6 magnitúdót, így akár kisebb távcsövekkel is érdemes próbálkozni.

Mivel az üstökös egész hónapban a Hattyú csillagképben fog tartózkodni, megfigyeléséhez hajnalban kell felkelni. A hónap elején még a Hattyú nyugati oldalán fog tartózkodni, és innen halad szinte nyílegyenesen keleti irányba.

Január 10-én 14'-cel északra halad el a B 145 (átlátszatlanság: 4; átmérő: 45') jelű sötét köd mellett, majd másnap, 11-én hajnalban az LDN 866 (átlátszatlanság: 3; átmérő: 14,04') sötét köd előtt halad el. Január 12-én este 19 órakor (UT) kerül legközelebb, 25'-re az NGC 6888 (7,4 magnitúdó; 18×13') jelű emissziós ködhez. Sajnos a legkisebb megközelítés idején éppen csak 13°-kal lesz a horizont felett a két objektum. Ezen az éjszakán, de már hajnalban kicsit nagyobb horizont feletti magasságban újra meg lehet figyelni az üstököst a ködtől délkeleti irányban 29' távolságra. Ismét egy nappal később, 14-én hajnalban az IC 4996 (7,3 magnitúdó; 7') jelű nyílthalmaztól 18'-re lehet majd megpillantani. 17-én az M29 (12,6 magnitúdó; 2,0×0,7') nyílthalmaztól 30'-cel délre kell keresni az üstökös ködös foltját. Januárban ezután már nem kerül mélyég-objektum közelébe, csak a Tejút csillagokkal teleszórt háttére előtt halad el.

13P/Olbers

Az üstököst a brémai Heinrich Wilhelm Matthäus Olbers fedezte fel 1815. március 6-án. Egyszerűen csak ennyit írt róla: „Kicsi üstökös a Camelopardalisban.” Másnap már bővebben írt: „Az üstökös lassan halad északra és kelet felé a Pegazus teste felé. Kicsi és nehezen definiálható magja van, amit egy halvány átlátszó kóma vesz körül.” A felfedezés évében a kométa 5 magnitúdós fényességet ért el, és kb. 1 fokos csóvát növesztett. Az ezt követő első visszatérésére számított pályaelemek alapján a perihéliumátmenetre 1886. december 17-ét határozták meg, de a hibahatár ±1,6 év volt. Végül az üstökös 1887. október 8-án haladt át napközelpontján. 1956-ban az üstökös 6,5 magnitúdóig fényesedett fel, és ismét 1 fokos maximális csóvát mutatott.

Az üstökös pályája elég stabil az 1668–2165 közötti időszakban. Ez alatt a körülbelül 500 év alatt nem kerül a legfőbb pályamódosító égitest, a Jupiter közelébe. A Földet azonban 2094. január 10-én 0,756 CSE-re fogja megközelíteni.

A Halley típusú üstökösök tipikus példája. Keringési ideje 69 év, perihéliumpontja (1,175 CSE) jóval a Jupiter pályáján belül, míg aphéliumpontja nagyon távol (32,56 CSE) található, és messze az ekliptika síkjától kering.

Több kutató is úgy véli, hogy az üstökös összefüggésbe hozható egy marsi meteorrajjal is, amely a β Canis Maioris felől érkezik.

Dátum	RA (h m s)	D (°, ', ")	Δ (CSE)	r (CSE)	E (°)	m_v (m)
01.01.	03 03 01	-15 23 34	2,177	2,729	114,0	13,2
01.05.	03 00 01	-14 20 41	2,179	2,687	110,6	13,1
01.09.	02 57 28	-13 14 18	2,183	2,645	107,1	13,0
01.13.	02 55 21	-12 04 46	2,190	2,603	103,6	12,9
01.17.	02 53 43	-10 52 33	2,197	2,561	100,2	12,8
01.21.	02 52 32	-09 38 00	2,207	2,519	96,7	12,7
01.25.	02 51 49	-08 21 28	2,217	2,477	93,3	12,6
01.29.	02 51 33	-07 03 16	2,227	2,434	89,9	12,5

A 13P/Olbers-üstökös szinte egész évre programot nyújt, mivel már januárban megfigyelhető lesz. A hónap végére már várhatóan 12,5 magnitúdóig fényesedik. Ezzel a fényességgel közepes átmérőjű távcsövekkel már érdemes a megfigyelésébe kezdeni. Az év feléig egyre közelebb kerül a Naphoz, így várhatóan aktivitása és fényessége fokozatosan nőni fog. Január elején azonban még csak 2,5 CSE távolságra lesz központi égitestünkötől, miközben a Földtől távolodni fog.

A hónap során az Eridanus csillagképben először észak-északkeleti, majd a hónap végére északi irányba mozog. Megfigyelésére éjfél előtt nyílik lehetőség. Különösen oda kell figyelni az üstökös azonosítására január elején, mivel ekkor az NGC 1199 (11,4 magnitúdó; 2,3×1,7') galaxist tartalmazó galaxiscsoporthoz közel halad. Január 2-án 5'-nél közelebb kerül az NGC 1172 (11,9 magnitúdó; 2,3×1,7') galaxisához. Sajnos hazánkból már nem lesz látható, amikor az üstökös a galaxis széle előtt fog elhaladni. 19-én 23'-cel keletre található az NGC 1140-től (12,5 magnitúdó; 1,8×1').

Quadrantidák (010 QUA) meteorraj

Maximuma: január 4. hajnalban ($\lambda_{\odot}=283,15^{\circ}$)

Aktív: december 28. – január 12. között

A raj részletes adatai: radiáns: $\alpha=230^{\circ}$, $\delta=+49^{\circ}$; ZHR=110 (változhat ≈ 60 –200); $r=2,1$ – fényesek, sebesség: 41 km/s, közepesen gyorsak

Szülőégitest: 2003 EH1 (aszteroida)

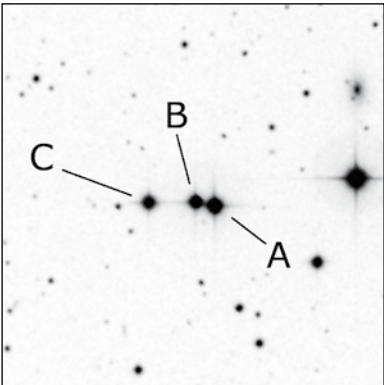
A radiáns cirkumpoláris, hajnal felé folyamatosan emelkedik, már világosban, a reggeli órákban delel, egész éjszaka aktív. A raj január 4-én várhatóan 10–11 óra körül éri el igen éles maximumát. Éjfél követően, a hajnali órákban az aktivitás folyamatosan emelkedik, azonban a Hold éppen ekkor zavar a legjobban. (A Hold január 4-én lesz utolsó negyedben.)

WDS 05221+0318 BKO 14 AC

A WDS 05221+0318 egy három tagból álló rendszer, amelyek AB komponensét (BAL 2144 AB) René Baillaud francia csillagász írta le először 1910-ben. Standard pár, tagjai gravitációs kapcsolatban állnak. A rendszer fényességben hasonló AC tagját Berkó Ernő fedezte fel. Mérései eredményeit Ladányi Tamás segítségével a The Webb Deep-Sky Society Double Star Section Circularban publikálta 2002-ben. A C komponens fizikailag nem tartozik a rendszerhez, optikai párt alkot az AB tagokkal, ugyanakkor rendkívül szép látványt nyújt az egy vonal mentén látszó három csillag.

A rendszert az Orion csillagkép rejt, délnyugati (217°) irányban, mintegy 17,4'-re találjuk a 4,95 magnitúdós 23 Ori-tól. Megkeresése sötét vidéki égen akár szabad szemmel sem lehetetlen, binokulárral vagy keresőtávcsővel pedig biztosan nem jelenthet kihívást.

A WDS 05221+0318 közepes méretű távcsövekkel már észlelhető. Az AB tagok (Gaia DR3 3236141382319895552, PA: 79°, Sep: 15,6", A: 10,39^m, B: 11,31^m) könnyű célpontnak számítanak, sötét égen akár kisebb apertúrájú műszerrel is elérhetőek. A C tagot (Gaia DR3 3236141416679631104, PA: 87°, Sep: 54,4", C: 11,48^m) szintén könnyű megtalálni, pozíciószöge alig 8°-kal tér el az AB-től. A B komponenstől nagyjából az AB irányát követve találunk egy, a B-hez nagyon hasonló fényességű csillagot.



A WDS 05221+0318 a Digitized Sky Survey (STScI/NASA) felvételén.

A Hold csillagfedései Budapesten

A táblázat oszlopai:

Dátum, UT – az esemény időpontja világidőben, Budapesten +47,5°–19,0° földrajzi koordinátákra
J – az esemény típusa be – eltűnés a Hold mögött, ki – előbukkanás a Hold mögül
csillag – a csillag ZC katalógusszáma
m – a csillag fényessége

fázis – a holdfázis, pozitív: növekvő, negatív: csökkenő
h – a Hold horizont feletti magassága
CA – az esemény pozíciószege a holdkorongon a terminátor északi (N) vagy déli (S) pólusától. Negatív érték a világos oldalt jelöli
PA – az esemény pozíciószege a holdkorongon az éggömbi északi iránytól mérve

dátum		UT			J	csillag	m _v	Hold fázisa	h	pozíció	
hó	nap	h	m	s						CA	PA
01	2	1	42	12.2	ki	1645	6.7	69-	44	83N	300
01	2	2	29	13.6	ki	1648	6.9	69-	48	20N	2
01	2	5	5	13.5	ki	1656	7.4	68-	43	69S	271
01	4	2	21	27.3	ki	1837	7.4	50-	30	45N	338
01	7	3	20	35.9	ki	183209	8.0	22-	7	49N	324
01	8	4	51	36.7	ki	184117	8.4	13-	8	31N	335
01	13	16	10	58.1	ki	3175	4.7	7+	11	-78S	247
01	14	16	53	44.8	be	3327	6.8	14+	18	18N	0
01	14	16	54	7.6	be	165243	7.4	14+	18	60S	102
01	14	17	8	48.6	be	165246	8.6	14+	16	89S	73
01	14	17	11	30.2	be	165247	8.4	14+	16	90S	72
01	16	16	39	54.1	be	52	8.5	33+	41	59N	36
01	17	18	44	57.9	be	193	7.9	45+	40	37N	15
01	19	22	6	47.5	be	93309	7.5	68+	34	77S	89
01	20	16	10	57.7	be	76314	8.0	76+	51	87S	83
01	20	18	49	30.5	be	76366	7.4	77+	66	83S	88
01	20	22	4	6.4	be	598	5.5	78+	45	73N	64
01	21	22	11	0.0	be	76895	7.5	86+	54	58S	120
01	21	22	19	58.5	be	750	6.9	86+	53	89S	89
01	21	23	56	53.7	be	76945	7.5	86+	38	87N	86
01	22	16	40	15.0	be	77604	7.0	91+	42	82S	103
01	22	17	15	32.2	be	77621	7.5	91+	48	79N	84
01	22	17	18	31.2	be	77619	7.1	91+	48	57S	128
01	22	18	46	29.6	be	890	4.6	92+	61	59S	127
01	22	19	44	49.9	ki	890	4.6	92+	68	-32S	219
01	22	20	5	16.7	be	77724	7.0	92+	70	71S	115
01	22	23	31	21.2	be	909	6.0	92+	51	32S	155
01	23	0	52	22.0	be	77909	7.6	93+	38	56S	131
01	23	16	10	14.5	be	1035	6.7	96+	28	34N	48
01	23	22	2	37.8	be	1056	7.2	97+	69	49S	149
01	24	0	44	56.7	be	1067	7.1	97+	48	80S	119
01	24	17	38	47.5	be	1169	5.3	99+	32	72S	141
01	30	1	57	0.7	ki	119068	7.8	84-	45	38S	240
01	30	23	14	37.6	ki	1790	6.9	77-	24	42N	341

Évforduló

50 éve halt meg Vincenzo Ferraro



Vincenzo Consolato Antonio Ferraro 1902. április 10-én született. A University of Londonon Sydney Chapman (1888–1970) hallgatója volt, doktori értekezését is az ő vezetésével írta. Geofizikai és napfizikai témákon dolgozott egészen 1974. január 3-án bekövetkezett haláláig.

Első jelentős eredménye a mágneses viharok új elmélete volt, ezt Chapmannel közösen dolgozták ki („A New Theory of Magnetic Storms”, *Terrestrial Magnetism and Atmospheric Electricity* **36**, 77–97, 171–186, 1931, **37**, 147–156, 421–429, 1932, **38**, 79–96, 1933). Modelljük könnyen értelmezhető a magnetohidrodinamika (MHD) alapján – de ebben az időben (az 1930-as évek) még nem létezett az MHD. Elméletük újdonsága az a feltételezés volt, hogy a Napból kiáramló plazma tökéletes vezetőként viselkedik. Ferraro vizsgálta a Nap

rotációját is saját mágneses terében („The Non-Uniform Rotation of the Sun and Its Magnetic Field”, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* **97**, 458–472, 1937). Ezen eredmények alapján nyugodtan nevezhetjük Ferrarót a magnetohidrodinamika egyik úttörőjének.

1952-től a Queen Mary College-ben tanított, és ott is folytatta a 30-as években megkezdett kutatásait. Érdekelte a mágneses csillagok stabilitása („On the Equilibrium of Magnetic Stars”, *Astrophysical Journal* **119**, 407–412, 1954) és a mágneses terek változása („Theories of Variable Stellar Magnetic Fields”, *Vistas in Astronomy* **1**, 330–335, 1955). Írt összefoglaló cikkeket („General Theory of Plasma”, *Il Nuovo Cimento* **13**, S1, 9–58, 1959), könyveket (*Electromagnetic Theory*, London, 1954; *Introduction to Magneto-Fluid Mechanics*, Oxford, 1961, társszerző C. Plumpton).

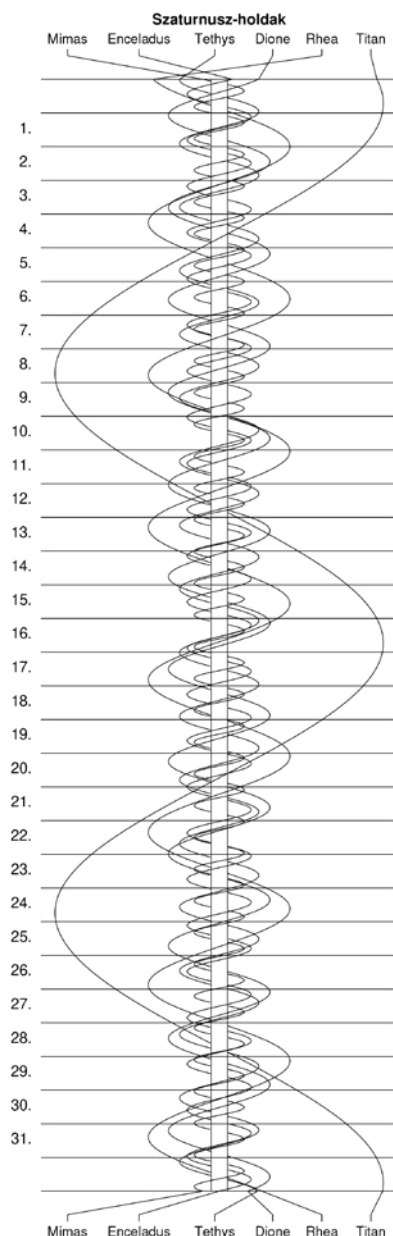
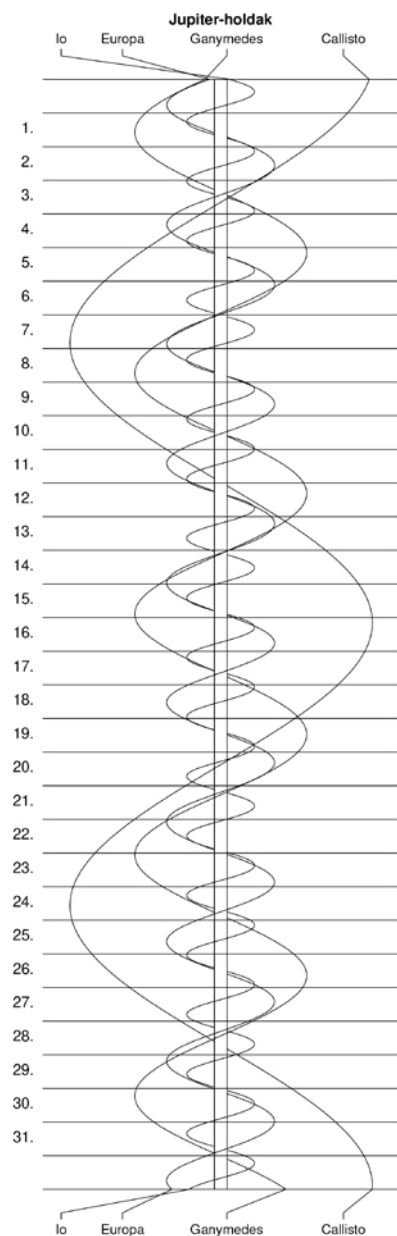
Aktívan részt vett a Nemzetközi Csillagászati Unió 10. kommissziójának (Napfizika) munkájában. 1974 szeptemberében vonult volna nyugdíjba, de ezt már nem érte meg.

Jupiter-holdak

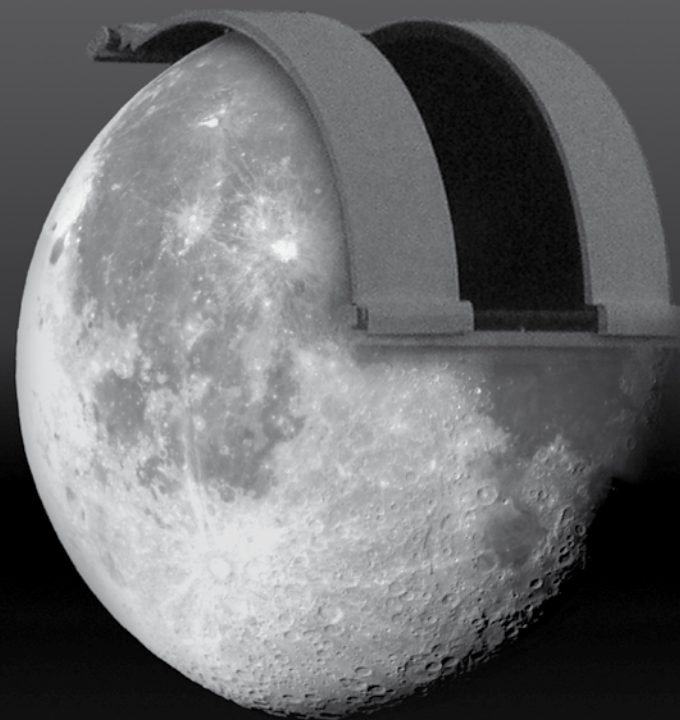
nap	UT h:m	hold	jelenség
1	16:31,7	Europa	mv
	16:39,4	Europa	fk
	18:46,9	Io	fv
	19:1,5	Europa	fv
2	16:0,9	Io	áv
6	21:4,9	Ganymedes	ek
	22:7,5	Europa	ek
	22:47,5	Io	mk
	22:57,6	Ganymedes	ev
7	0:27,3	Europa	ev
	0:36,5	Europa	ák
	20:1,7	Io	ek
	21:17,9	Io	ák
	22:12	Io	ev
	23:27,7	Io	áv
8	16:40,6	Europa	mk
	17:15,5	Io	mk
	19:3,6	Europa	mv
	19:18,3	Europa	fk
	20:42,2	Io	fv
	21:40,6	Europa	fv
9	15:47	Io	ák
	16:40,3	Io	ev
	17:56,8	Io	áv
10	16:5,5	Ganymedes	fk
	16:13,9	Europa	áv
	17:48,8	Ganymedes	fv
14	21:55,2	Io	ek
	23:14	Io	ák
15	0:5,5	Io	ev
	19:8,4	Io	mk
	19:14,2	Europa	mk
	21:37,9	Europa	mv
	21:57,2	Europa	fk
	22:37,6	Io	fv
16	16:23,8	Io	ek
	17:43	Io	ák
	18:34,1	Io	ev
	19:52,7	Io	áv
17	16:14,4	Europa	ev

nap	UT h:m	hold	jelenség
17	16:30,3	Europa	ák
	16:36,5	Ganymedes	mv
	17:6,4	Io	fv
	18:49,8	Europa	áv
	20:7,4	Ganymedes	fk
	21:50,4	Ganymedes	fv
21	23:49,8	Io	ek
22	21:2,4	Io	mk
	21:50,3	Europa	mk
23	18:18,6	Io	ek
	19:39,1	Io	ák
	20:29,1	Io	ev
	21:48,7	Io	áv
24	16:27,3	Europa	ek
	18:34,1	Ganymedes	mk
	18:48,7	Europa	ev
	19:1,8	Io	fv
	19:6,2	Europa	ák
	20:36,1	Ganymedes	mv
	21:25,8	Europa	áv
25	16:17,7	Io	áv
26	16:17,6	Europa	fv
29	22:57,5	Io	mk
30	20:14,6	Io	ek
	21:35,1	Io	ák
	22:25,2	Io	ev
31	17:26,5	Io	mk
	19:3,2	Europa	ek
	20:57,2	Io	fv
	21:25,1	Europa	ev
	21:42,2	Europa	ák
	22:35,6	Ganymedes	mk

f = fogyatkozás: a hold a Jupiter árnyékában
 á = átvonulás: a hold árnyéka a Jupiteren
 e = előtte: a hold a Jupiter korongja előtt
 m = mögötte: a hold a Jupiter korongja mögött
 k = a jelenség kezdete
 v = a jelenség vége



ABLAK A VILÁGEGYETEMRE



Polaris Csillagvizsgáló

Budapest III., Laborc u. 2/c. <http://polaris.mcse.hu>

$\lambda = 19^\circ$, $\varphi = 47,5^\circ$

Kalendárium – február

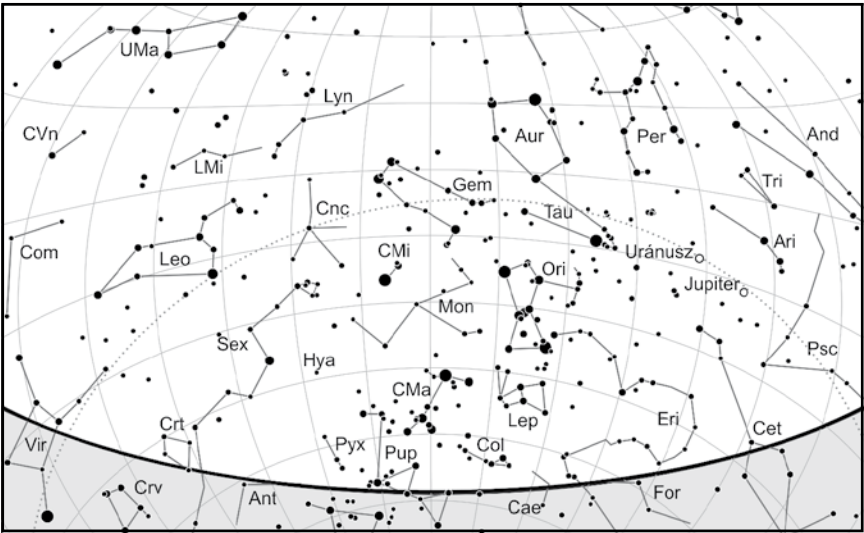
KÖZEI

dátum	Nap						Hold				fázis h m
	kel, h m	delel, h m	nyugszik h m	h_d °	E_t m		kel, h m	delel, h m	nyugszik h m		
1. cs 32.	7 10	11 57	16 44	25,4	-13,4		23 50	4 19	9 44		
2. p 33.	7 09	11 57	16 46	25,6	-13,6		–	5 00	10 00		
3. sz 34.	7 08	11 57	16 48	25,9	-13,7		1 00	5 45	10 20	☾	0 19
4. v 35.	7 07	11 57	16 49	26,2	-13,8		2 14	6 34	10 46		
6. hét											
5. h 36.	7 05	11 58	16 51	26,5	-13,9		3 29	7 28	11 22		
6. k 37.	7 04	11 58	16 52	26,8	-14,0		4 41	8 28	12 12		
7. sz 38.	7 02	11 58	16 54	27,1	-14,1		5 44	9 30	13 19		
8. cs 39.	7 01	11 58	16 55	27,4	-14,1		6 34	10 33	14 40		
9. p 40.	6 59	11 58	16 57	27,8	-14,2		7 11	11 34	16 09		
10. sz 41.	6 58	11 58	16 59	28,1	-14,2		7 39	12 32	17 38	●	0 00
11. v 42.	6 56	11 58	17 00	28,4	-14,2		8 01	13 26	19 06		
7. hét											
12. h 43.	6 55	11 58	17 02	28,8	-14,2		8 20	14 17	20 31		
13. k 44.	6 53	11 58	17 03	29,1	-14,2		8 37	15 07	21 54		
14. sz 45.	6 52	11 58	17 05	29,4	-14,2		8 56	15 57	23 16		
15. cs 46.	6 50	11 58	17 06	29,8	-14,2		9 16	16 48	–		
16. p 47.	6 48	11 58	17 08	30,1	-14,1		9 40	17 40	0 37	☾	16 02
17. sz 48.	6 47	11 58	17 10	30,4	-14,1		10 11	18 34	1 56		
18. v 49.	6 45	11 58	17 11	30,8	-14,0		10 51	19 29	3 09		
8. hét											
19. h 50.	6 43	11 58	17 13	31,1	-13,9		11 41	20 24	4 13		
20. k 51.	6 41	11 57	17 14	31,5	-13,8		12 42	21 18	5 04		
21. sz 52.	6 40	11 57	17 16	31,9	-13,7		13 48	22 08	5 44		
22. cs 53.	6 38	11 57	17 17	32,2	-13,6		14 58	22 55	6 13		
23. p 54.	6 36	11 57	17 19	32,6	-13,5		16 07	23 39	6 36		
24. sz 55.	6 34	11 57	17 20	33,0	-13,3		17 15	–	6 54	○	13 30
25. v 56.	6 32	11 57	17 22	33,3	-13,2		18 22	0 20	7 09		
9. hét											
26. h 57.	6 31	11 57	17 23	33,7	-13,0		19 27	0 59	7 23		
27. k 58.	6 29	11 56	17 25	34,1	-12,9		20 32	1 38	7 36		
28. sz 59.	6 27	11 56	17 26	34,5	-12,7		21 39	2 17	7 50		
29. cs 60.	6 25	11 56	17 28	34,8	-12,5		22 48	2 58	8 05		

A kínai naptár szerinti újév napja: február 10.

Február

nap	Julián dátum 12 ^h UT	θ_{gr} 0 ^h UT h m s	névnapok
1.	2 460 342	8 42 50	Ignác, Brigitta, Kincső
2.	2 460 343	8 46 46	Karolina, Aida, Johanna, Mária
3.	2 460 344	8 50 43	Balázs, Oszkár
4.	2 460 345	8 54 39	Ráhel, Csenge, András, Andrea, Róbert, Veronika
6. hét			
5.	2 460 346	8 58 36	Ágota, Ingrid, Agáta, Alida, Etelka, Kolos
6.	2 460 347	9 02 33	Dorottya, Dóra, Amanda, Dorina, Dorka, Réka
7.	2 460 348	9 06 29	Tódor, Rómeó, Richárd
8.	2 460 349	9 10 26	Aranka, János, Zsaklin
9.	2 460 350	9 14 22	Abigél, Alex, Apollónia, Erik, Erika
10.	2 460 351	9 18 19	Elvira, Ella, Pál, Vilmos
11.	2 460 352	9 22 15	Bertold, Marietta, Dezső, Elek, Mária, Titanilla
7. hét			
12.	2 460 353	9 26 12	Lívia, Lília, Lilla
13.	2 460 354	9 30 08	Ella, Linda, Gergely, Gergő, Katalin, Leila, Levente
14.	2 460 355	9 34 05	Bálint, Valentin
15.	2 460 356	9 38 02	Kolos, Georgina, Alfréd, Gina, Györgyi
16.	2 460 357	9 41 58	Julianna, Lilla, Dániel, Illés, Sámuel
17.	2 460 358	9 45 55	Donát, Alex, Elek
18.	2 460 359	9 49 51	Bernadett, Simon
8. hét			
19.	2 460 360	9 53 48	Zsuzsanna, Eliza, Elizabet
20.	2 460 361	9 57 44	Aladár, Álmos, Elemér, Leona
21.	2 460 362	10 01 41	Eleonóra, György, Leona, Leonóra, Nóra, Péter
22.	2 460 363	10 05 37	Gerzson, Gréta, Margit, Pál, Péter
23.	2 460 364	10 09 34	Alfréd, Ottó, Péter
24.	2 460 365	10 13 31	Szökőnap
25.	2 460 366	10 17 27	Mátyás, Darinka, Hedvig, János
9. hét			
26.	2 460 367	10 21 24	Géza, Vanda
27.	2 460 368	10 25 20	Edina, Alexander, Géza, Győző, Izabella, Sándor, Viktor
28.	2 460 369	10 29 17	Ákos, Bátor, Antigoné, Gábor, László
29.	2 460 370	10 33 13	Elemér, Antónia



A déli égbolt február 15-én 20:00-kor (UT)

Bolygók

Merkúr: A hónap elején még kereshető napkelte előtt a délkeleti látóhatár közelében, 1-én közel háromnegyed órával kel a Nap előtt, majd néhány nap múlva elvész a napkelte fényében, a hónap további részében nem látszik. 28-án felső együttállásban van a Nappal.

Vénusz: Ragyogó fehér fényű égitestként látszik napkelte előtt a délkeleti égen. Láthatósága gyorsan romlik. A hónap elején bő két és fél, a végén már alig egy órával kel a Nap előtt. Fényessége 3,9^m, átmérője 12,3"-ról 11,1"-re csökken, fázisa 0,86-ról 0,91-ra nő.

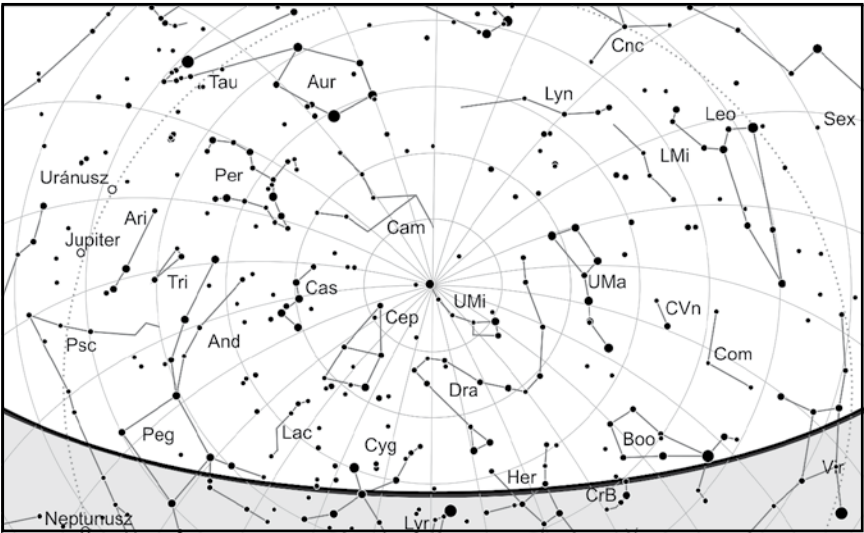
Mars: Előretartó mozgást végez a Nyilas, majd február 13-tól a Bak csillagképben. A hónap közepétől már lehet próbálkozni a felkeresésével napkelte előtt, a délkeleti látóhatár közelében, de megfigyelésre továbbra is kedvezőtlen helyzetben van, az ekliptika látóhatárral bezárt alacsony szöge miatt. Fényessége 1,3^m-ról 1,2^m-ra, látszó átmérője 4,0"-ról 4,2"-re nő.

Jupiter: Előretartó mozgást végez a Kos csillagképben. Az éjszaka első felében figyelhető meg, éjfél körül nyugszik. Erős sárgásfehér fényű égitestként könnyen azonosítható. Fényessége -2,3^m, átmérője 38".

Szaturnusz: Előretartó mozgást végez a Vízöntő csillagképben. A hónap első napjaiban még kereshető napnyugta után a nyugati látóhatár közelében, utána fokozatosan elvész a Nap fényében. 28-án együttállásban van a Nappal. Fényessége 1,0^m, átmérője 15,5".

Uránusz: Az éjszaka első felében megfigyelhető a Kos csillagképben a nyugati égen. Folytatja előretartó mozgását. Éjfél körül nyugszik.

Neptunusz: Előretartó mozgást végez a Halak csillagképben. A hónap első felében még kereshető az esti szürkületben.



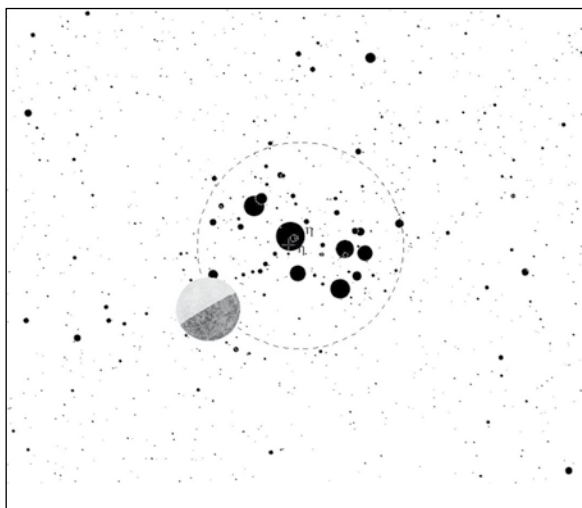
Az északi égbolt február 15-én 20:00-kor (UT)

Eseménynaptár (UT)

Dátum	Idő	Esemény
02.05	4:10	Az Antares 2 fokkal nyugat-északnyugatra a 28%-os, fogyó holdsarlótól
02.10	19:00	A Hold földközeli
02.11	16:30	41 óra 31 perces holdsarló 13° 30' magasan a horizont felett
02.15	22:00	Az Uránusz 3°30'-cel délkeletre a 42%-os, növekvő Holdtól
02.25	15:00	A Hold földrálban
02.28	9:00	A Merkúr felső együttállásban a Nappal

Együttállások

- Február 1. 05:30 UT. Az utolsó negyed körüli Hold keletre lévő peremétől $1,7^\circ$ -ra a Spica (α Vir), a hajnali navigációs szürkületben a horizont felett 25 fokkal.
- Február 5. 04:10 UT. A 28%-os fogyó Hold sötét pereme 2° -ra az Antarestől (α Sco), a horizont felett 10 fokkal. A Hold látványos egyenlő szárú hegyesszögű háromszöget alkot az Antareszel és a τ Scorpiival. Remek asztrotájképek készítésére nyílik lehetőség. Ebben az évben számos alkalommal kerül a Hold az Antares közelébe.
- Február 16. Egész este megfigyelhető a Hold és az M45 (Plejádok) csillaghalmaz együttállása, amelynek során késő este (21–23 UT körül) az első negyedben lévő kísérőnk áthalad a halmaz déli részén, és több tagját is elfedi. Ezek közül az 5,4 magnitúdós, kék színű HD23753 fedése lesz a leglátványosabb 21:13 UT körül. A fedés során és az azt követő órákban a Hold északi pereme bő fél fokra lesz a halmaz legfényesebb tagjától, az Alcyonétól. Ez az esemény az év egyik igen látványos együttállása.



Észleljünk korai holdsarlókat!

Magyarországon már több évtizedes hagyománya van a korai holdsarló észlelésének. Az amatőrcsillagászatban belül ezt az észlelési területet Joseph Ashbrook hívta életre 1971-ben az USA-ban, majd az 80-as években honosodott meg hazánkban is.

A program célja, a holdsarló szabadszemes megpillantása a lehető legközelebb az újhold elméleti időpontjához képest. A feladat látszólag egyszerű, ám a gyakorlatban sok akadályozó tényező közbeszólhat: rossz légköri viszonyok, a Hold halványasága, nem megfelelő észleléstechnika.

Az igazi holdsarlóvadászok előre készülnek a jelenség észlelésére, hogy abban a rövidke észlelési ablakban már rutinszerűen menjen minden. Megesik, hogy ez a bizonyos észlelési ablak csupán 1-2 percig van nyitva! Általánosságban érvényes, hogy a holdsarlók elsősorban akkor láthatóak jól, ha a Napnál a Hold az égi koordináta-rendszerben északabbra található. Ez az eltérés maximum 5 fok körül tetőzhet, ám nagyban befolyásolja a megfigyelhetőséget. Télen és tavasszal az esti, nyáron és ősszel a hajnali égen látható holdsarlókat érdemes észlelni. Ennek oka az, hogy az ekliptika horizonttal bezárt szöge ilyenkor a legnagyobb, tehát a Hold sokkal északabbra van, mint a Nap. Ugyanolyan szögtávolság mellett sokkal később nyugszik vagy sokkal korábban kel. Emiatt az észlelési ablak hosszabbodik, esélyünk lehet vékonyabb sarlókat is megpillantani. Esti holdsarlóknál törekedni kell a lehető legkorábbi megpillantásra, hajnali sarlóknál pedig a lehető legtovább szemmel kell tartani a kis ívet. Másodsorban szükséges a légkör megfelelő minősége is: fontos a nyugodt légkör, ám a legfontosabb paraméter a jó átlátszóság. Erre azért van szükség, hogy a lehető legnagyobb fényességkontraszt alakulhasson ki az égi háttér és a sarló íve között. A kereséshez a legjobb választás egy binokulár (7×50, 10×50), és a sarló alapos szemügyre vételéhez is az egyik legjobb műszer. De vigyázzunk: a szabadszemes megpillantás számít csak pozitív észlelésnek! Természetesen a csak távcsővel látott észleléseket is küldjük be! Azzal is számolhatunk, hogy minél inkább közeledünk az újholdhoz, a Hold íve egyre töredezettebb lesz. 24 óránál fiatalabb észleléseknél a sarló sokszor már nem egységes ívként mutatkozik: szakadások és fényes részek váltogatják egymást. Ha sikerrel járunk, jegyezzük fel a következőket: az észlelő neve, az észlelés helye, időadatok (UT-ban), az első, ill. utolsó szabadszemes megpillantás időpontja (UT-ban), és készítsünk leírást a sarló látványáról, a változásokról. A megfigyeléshez nem szükségesek bonyolult eszközök, csupán egy binokulár, írószer és egy óra. Ha számunkra „be nem járatott” észlelőhelyen vagyunk kénytelenek a holdsarlókeresést végezni, esetleg jól jöhet egy iránytű.

A 2024-es évben 21 lehetőség lesz korai (48 óránál fiatalabb) holdsarlót észlelni. Ebből hat 24 óránál is közelebb lesz az újholdhoz. A holdsarlókhöz köthető legérdekesebb esemény a Hold–Spica együttállás lesz október 31-én hajnalban, de sajnos csak a keleti országrészből lesz lehetőség a szoros közelség megfigyelésére.

Az észleléseket elsősorban az Észlelésfeltöltő oldalra töltsük fel, méghozzá a Hold rovatba. Lehetőleg legyen benne a címben mindenképpen a „holdsarló” szó, hogy könnyen összesíthesse a rovatvezető ezeket. E-mail-ben a csehviktor1989@gmail.com fiókba küldjük el a leírásokat, fotókat. A beérkezett megfigyelések mindegyike biztonságosan mentésre kerül. Jelenleg már 1000-hez közelít a magyarországi pozitív megfigyelések száma.

Ajánlott irodalom: „Amatőrcsillagászok kézikönyve (1999) – Szabadszemes jelenségek/Korai holdsarló észlelése (34–36. o.)”

Üstökösök

C/2017 K2 (PANSTARRS)

Tovább távolodik mind a Naptól, mind a Földtől. Előbbítől lassabban, utóbbítól a két égitest eltérő irányú mozgása miatt gyorsabban. A két tényező hatására fényessége 11,5 magnitúdóról

várhatóan fél magnitúdót fog halványodni, így vizuális megfigyeléséhez már inkább közepes távcső szükséges, fotózni azonban még kisebb távcsövekkel is lehetséges. Várhatóan kompakt kinézetű marad az üstökös, és ha még lesz, akkor csóvája is egyre rövidülni fog.

Február során az éjszaka első felében lehet megfigyelni az Orionban. Mozgása lassú, de egész hónapban nem lesz a közelében olyan fényesebb mélyég-objektum, amivel össze lehet keverni. Így ha valaki a megadott hely közelében egy kis ködösséget lát a távcsőben, akkor szinte biztos lehet, hogy a C/2017 K2 (PANSTARRS)-t találta meg. Március 6-án a ρ Ori hármascillagból (A: 4,62 magnitúdó; B: 8,5 magnitúdó; C: 11,43 magnitúdó; szeparáció AB: 6,4"; szeparáció AC: 183,4") délnyugati irányban 38'-re lesz az üstökös.

Dátum	RA (h m s)	D (°, ', ")	Δ (CSE)	r (CSE)	E (°)	m_v (m)
02.02.	05 13 07	+01 51 27	4,295	4,895	122,5	11,6
02.06.	05 11 19	+02 27 32	4,382	4,930	118,6	11,6
02.10.	05 09 48	+03 03 09	4,472	4,965	114,6	11,7
02.14.	05 08 33	+03 38 10	4,565	5,000	110,7	11,8
02.18.	05 07 34	+04 12 31	4,660	5,035	106,8	11,9
02.22.	05 06 51	+04 46 07	4,757	5,069	102,9	11,9
02.26.	05 06 22	+05 18 56	4,855	5,104	99,0	12,0

62P/Tsuchinshan

Februárban a Naptól távolodva aktivitása is csökken. Eközben a Földtől is távolodik, ezért fényessége a hónap eleji 9,7 magnitúdóról várhatóan körülbelül 1 magnitúdót fog csökkenni. Február elején vizuálisan még akár kisebb átmérőjű távcsővel is meg lehet pillantani az üstökös diffúz foltját, de a hónap végére már inkább közepes átmérőjű távcsőre lesz ehhez szükség.

A hónap elején a kora esti órák kivételével, a hónap közepétől pedig már egész éjszaka megfigyelhető a Szűz csillagkép Bereniké Haja csillagképpel határos vidékén. A terület, amelyen a halványuló üstökös áthalad, hemzseg a galaxisoktól, ezért azonosításával körültekintően kell eljárni. Rádásul az üstökös a hónap első felében lassulva mozog keleti irányba, majd látszólag megfordul, és gyorsulva kezd el mozogni nyugati irányba. A lassú mozgás miatt érdemes órákkal később vagy egymást követő éjszakákon felkeresni, és az eltérő pozíció alapján azonosítani. Február jelentős részében együtt lesz megfigyelhető az NGC 4578 (11,5 magnitúdó; 3,1×2,3'), NGC 4608 (11,0 magnitúdó; 3,3×2,9') és az NGC 4596 (10,4 magnitúdó; 4,0×3,0') galaxisokkal. Utóbbi galaxis közepe előtt lesz megfigyelhető február 21-én éjszaka.

Dátum	RA (h m s)	D (°, ', ")	Δ (CSE)	r (CSE)	E (°)	m_v (m)
02.02.	12 34 03	+10 11 27	0,498	1,347	127,4	9,7
02.06.	12 37 13	+10 06 13	0,499	1,364	130,6	9,9
02.10.	12 39 18	+10 04 24	0,501	1,382	133,9	10,0
02.14.	12 40 20	+10 05 27	0,505	1,402	137,5	10,2
02.18.	12 40 24	+10 08 38	0,510	1,422	141,3	10,4
02.22.	12 39 34	+10 13 11	0,517	1,444	145,2	10,6
02.26.	12 37 56	+10 18 21	0,525	1,466	149,2	10,8

144P/Kushida

Január 25-én került napközbe, így február során már távolodik a Naptól és a Földtől is, így fényessége a kezdeti 10,7 magnitúdóról várhatóan fél magnitúdót fog halványodni. Megfigyeléséhez legalább közepes átmérőjű távcső szükséges.

Február elején a Bika csillagkép közepétől nyugatra található, innen halad végig a csillagkép közepén keleti irányba. Február 3-a és 10-e között egy héten át a Hyadok (0,5 magnitúdó; 330') nyílthalmaz csillagai között fog elhaladni. Ugyanakkor nehéz is lesz azonosítani, mivel a halmaz csillagai elég fényesek ahhoz, hogy az üstökös fényét elnyomják. Február 4-én a γ Tau (3,6 magnitúdó; szeparáció 0,4") nagyon szoros kettőscsillagból 20'-re északra fog elhaladni. 8-án hajnalban a θ^1 Tau (3,8 magnitúdó) és a θ^2 Tau (A: 3,41 magnitúdó; B: 3,94 magnitúdó; C: 11,96 magnitúdó; szeparáció AB: 337"; szeparáció AC: 268") hármass rendszertől 16'-re északra halad el. Február 10-én napnyugta után kevesebb mint 10"-re lesz az α Tau (Aldebaran – 0,85 magnitúdó) többes csillagrendszerrel. A nagy fényességkülönbség miatt az üstököst igen nehéz lesz megfigyelni. Február 22-én hajnalban, majd ugyanaznap este jut legközelebb az NGC 1807/1817 nyílthalmazokhoz. 22-én hajnalban az NGC 1807 (7,0 magnitúdó; 12') nyílthalmaztól 35'-cel észak-északnyugati irányban kell keresnünk, majd ugyanaznap este az NGC 1817 (7,7 magnitúdó; 20') nyílthalmaztól szintén északra 25'-re a halmaz közepétől lesz megtalálható.

C/2021 S3 (PANSTARRS)

Robert Weryk jelentette be, hogy a Pan-STARRS 2 program keretében a Haleakala (Hawaii, USA) szigetén található 1,8 méteres Ritchey–Chrétien-távcsővel 2021. szeptember 24-én készült felvételeken egy 2"-es kómájú üstököst találtak. A következő napokban hol csillagszerűnek, hol nagyon kondenzált, maximum 2"-es kómájú égitestnek látszott.

Dátum	RA (h m s)	D (°, ', ")	Δ (CSE)	r (CSE)	E (°)	m_v (m)
02.02.	16 43 22	-25 50 16	1,527	1,334	59,6	7,7
02.06.	16 56 39	-23 30 11	1,490	1,327	60,8	7,6
02.10.	17 09 41	-20 58 11	1,454	1,322	62,2	7,5
02.14.	17 22 26	-18 14 32	1,422	1,320	63,5	7,5
02.18.	17 34 54	-15 19 43	1,392	1,321	64,9	7,4
02.22.	17 47 04	-12 14 31	1,366	1,325	66,2	7,4

Az üstökös február 14-án 1,32 CSE távolságban éri el napközelpontját. Egyre közelebb kerül a Földhöz is, így a hónap elején várható 7,7 magnitúdós fényessége nőni fog 0,3-1 magnitúdót. Binokulárral és kis átmérőjű távcsövekkel könnyen láthatónak kell lennie. Felkereséséhez korán kell kelni, mivel a hónap elején napkelte előtt nem sokkal kel.

Égi útját a Skorpió csillagkép fejénél kezdi, ahonnan északkeleti irányba gyorsan haladva átvág a Kígyótartó déli részén majd a Kígyó déli részén, hogy útját újra a Kígyótartó délkeleti részén fejezze be.

Február 5-e és 8-a között egy sötét ködöktől hemzsegő területen fog átvágni. Olyan sok ezen a vidéken a Tejút csillagai között található sötét kód, hogy most csak a felsorolásukra és arra szorítkozunk, hogy az üstökös milyen irányban lesz ezektől: 5-én LDN 1750 (26'-re,

dél-délkelet); 6-án LDN 1761 (20'-re, északkeletre); LDN 1763 (16'-re, kelet-északkelet); 7-én LDN 1779 (19'-re, kelet-északkelet), LDN 1784 (9'-re, északkelet), LDN 1785 (7'-re, északkelet), LDN 1787 (6'-re, délkelet), B 47 (17'-re, délkelet), 8-án LDN 1800 (32'-re, kelet-északkelet), LDN 1802 (21'-re, kelet-északkelet), LDN 4 (11', északkelet); LDN 13 (pontosan előtte), B 51 (13'-re, nyugat-északnyugat).

8-án hajnalban az IC 4634 (10,9 magnitúdó; 0,4') planetáris ködöt és az NGC 6287 (9,3 magnitúdó; 4,3') gömbhalmazt összekötő szakasz közepétől 7'-re északraleti irányban lesz megtalálható az üstökös. Február 11-én ismét egy sötét köd, a B 251 (átlátszatlan: 3; átmérő: 13') előtt fog elhaladni. 13-án hajnalban az M9 (7,8 magnitúdó; 12') gömbhalmaztól 20'-re dél-délkeleti irányban lesz megtalálható, de ne feledkezzünk meg a gömbhalmaz közelében levő B 64 (átlátszatlan: 6; átmérő: 4,8') sötét ködről sem. Fotografikusan kihívás a gyorsan mozgó kométa és a két eltérő jellegű mélyég-objektum együttes megörökítése. 14-én hajnalban már az NGC 6356 (8,2 magnitúdó; 10') gömbhalmaztól 20'-re dél-délnyugatra fogjuk megtalálni a C/2021 S3 (PANSTARRS) üstököst.

Könnyű lesz megtalálni február 18-án hajnalban is, mert csak 33'-re lesz északnyugatra a ξ Ser (A: 3,54 magnitúdó; B: 13 magnitúdó; szeparáció: 24,5") kettőscsillagból.

Február 26-án hajnalban az NGC 6517 (10,1 magnitúdó; 4') kicsi gömbhalmaztól 37'-re nyugatra fog látszani az üstökös. Február 28-án pedig az NGC 6539 (8,9 magnitúdó; 7,9') gömbhalmaz 19'-es közelében lehet majd megfigyelni.

12P/Pons–Brooks

Egyre közelebb kerül a Naphoz és a Földhöz is februárban, így várhatóan egyre szebb látvány lesz mind az esti, mind a hajnali égen. Fényessége az előre jelzett 9,4 magnitúdóról várhatóan 7,7 magnitúdóra fog nőni, így már binokulárral is szép látvány lehet. A hónap elején még a Hattyú csillagkép nyugati oldalán lesz megtalálható, majd a hónap során a Gyík csillagkép déli részén átvágva az Andromeda nyugati oldalának Pegazussal határos részén lehet majd felkeresni.

A gyorsan mozgó üstökös 13-án hajnalban lesz a legközelebb az 1 Lac (4,1 magnitúdó) jelű csillaghoz, 13'-re északról megközelítve azt.

Dátum	RA (h m s)	D (°, ', ")	Δ (CSE)	r (CSE)	E (°)	m_v (m)
02.02.	21 26 34	+38 15 58	1,908	1,580	55,8	9,4
02.06.	21 43 33	+38 13 39	1,869	1,526	54,6	9,1
02.10.	22 01 16	+38 06 53	1,833	1,473	53,3	8,8
02.14.	22 19 40	+37 54 28	1,799	1,420	51,9	8,6
02.18.	22 38 41	+37 35 09	1,768	1,367	50,3	8,3
02.22.	22 58 13	+37 07 41	1,739	1,315	48,6	8,0
02.26.	23 18 11	+36 30 53	1,713	1,263	46,8	7,7

13P/Olbers

Tovább közeledik a Naphoz, miközben a Földtől távolodik, ezért a várható látszó fényessége a hónap elejei 12,4 magnitúdóról csak 0,5 magnitúdóval fog nőni. Vizuálisan még mindig

inkább közepes átmérőjű távcsövekkel lehet majd megfigyelni. Felkeresésére a napnyugta utáni sötét időszakot javasoljuk, mivel az üstökös a hónap elején még éjfélkor, a hónap végén már este 22 óra környékén nyugszik.

Az Eridanus északnyugati, a Cet csillagképpel határos részén mozog észak felé a hónap első felében, aztán a hónap közepétől már a Cet csillagképben nem sokkal a Cet fejtől délre kell majd keresni. Február 14-én esete halad el az NGC 1132 (12,3 magnitúdó; 2,5×1,3') galaxistól 37'-cel keletre. A hónap utolsó napján, 29-én lesz a legkönnyebb megtalálni, mert akkor 35'-re dél-délkeletre lesz a Cet legfényesebb csillagától, az α Cetitől (2,5 magnitúdó).

R Hydrae

Az R Hydrae az 1596-ban felfedezett o Ceti (az osztály prototípusa) és az 1686-ban felfedezett χ Cygni után a harmadik mira típusú, míg az Algol (β Persei) fedési változót is számítva a negyedikként felfedezett változócsillag. A képzeletbeli dobogóra csupán azért nem került fel, mivel változásait csak későn, 1704-es maximumát észlelve ismerte fel Giacomo Maraldi (1665–1729) francia–olasz csillagász és matematikus.

A csillagot Johannes Hevelius valószínűleg már 1662-ben látta, amikor csillagkatalógusát összeállította (ekkor 6 magnitúdós csillagként jegyezte fel, a halála után, 1690-ben kiadott, híres Uranographia csillagatlaszában is szerepel), de figyelmét elkerülték fényváltozásai. Az R Hya változó jellegét 1669-ben sem vették észre, amikor az Algolt korábban felfedező Geminiano Montanari a párizsi csillagvizsgálóban állítólag szintén megfigyelte. Összevetve Bayer 1603-as Uranometria csillagatlaszával, azt tapasztalta, hogy a látott csillag abban nem szerepel, így egyszerűen „javította” a hibát.

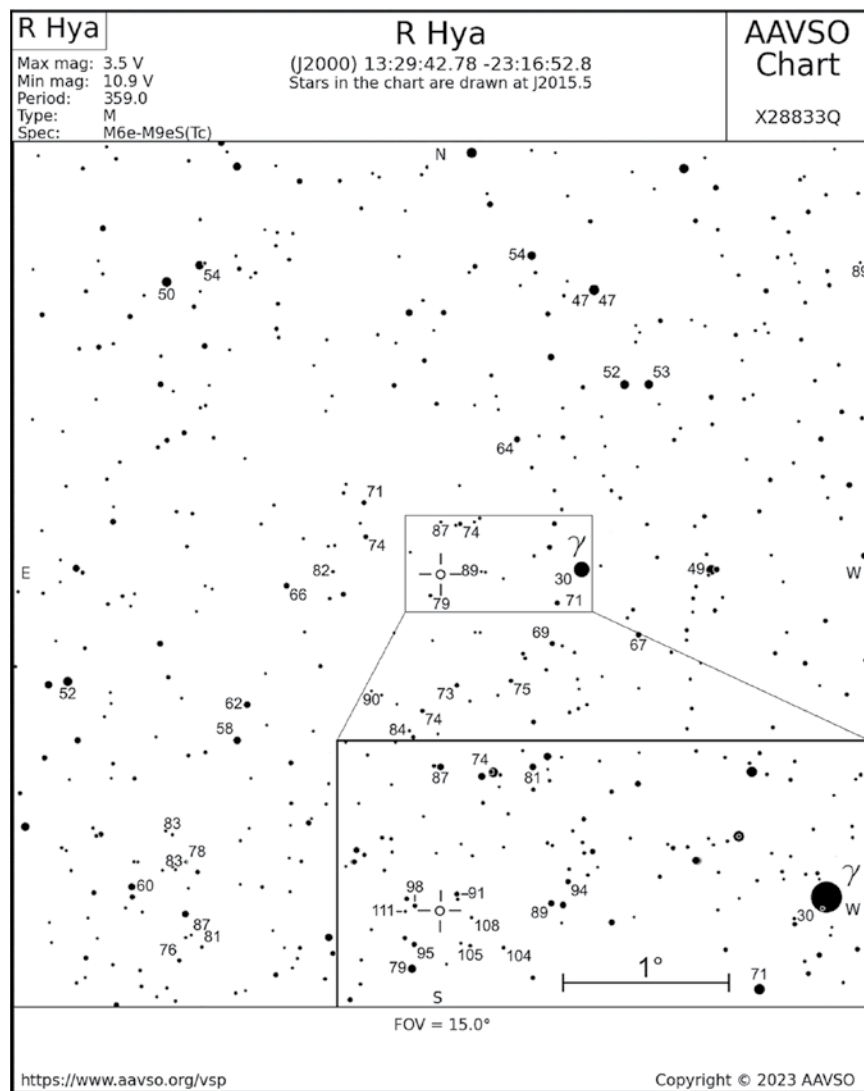
Montanari revideált atlasza később Maraldi kezébe került, aki ekkoriban szintén a párizsi obszervatórium munkatársa volt, és akit a kíváncsisága az anomáliával kapcsolatban 1702-ben az R Hya területére vezetett. Maraldi kezdetben sikertelenül próbálta azonosítani a csillagot, míg be nem következett annak 1704-es, majd 1708-as maximuma: kiderült az R Hya változó volta.

Az R Hydrae nem egy átlagos mira változó. Az ebbe típusba tartozó változókról ismert, hogy alacsony hőmérsékletű vörös óriáscsillagok, amelyek a H-R diagram aszimptotikus óriáságának (AGB) nagy fényességű részén találhatók. A fényességváltozás, amely az elektromágneses spektrum vizuális részén 2,5, de akár jóval több magnitúdót is elérhet, főként pulzációk eredménye. E csillagok periódusai más típusú változócsillagokhoz képest meglehetősen hosszúak, több száz napos nagyságrendűek. A fénygörbéik amplitúdója és alakja jelentősen eltérhet, ám néhány százalékos ingadozás mellett periódusuk általában meglehetősen stabil. Az R Hya azonban kivételt képez a „kiszámíthatóság szabálya” alól, ugyanis periódusa jelentősen lerövidült.

A folyamatos perióduscsökkenés összhangban áll azokkal az elméleti számításokkal, amelyek arra vonatkoznak, hogy minek kell történnie egy pulzáló vörös óriással a maga közelében lévő hélium hirtelen „begyulladás”, egy ún. „termális pulzus” bekövetkezése után. A mira csillagok idősek, üzemanyagkészletük közel áll a kimerüléshez. A csillag középpontjában egy kicsi, de nagyon sűrű mag található, amely szinte teljes egészében szénből és oxigénből, a héli-

umfúzió végtermékeiből áll. A magon kívüli héjban a hidrogén héliummá alakul, így a mag felszínén vékony héliumréteg képződik. Ez a héliumhéj 1000–10000 évente eléri a kritikus tömeget, fúziója megindul, ezáltal újabb szén és oxigén keletkezik.

Amint a hélium fúziója megkezdődik, a héj gyorsan kitágul, és a felette végbemenő hidrogénfúzió leáll. A csillag körülbelül *ev* évszázadig a hélium fúzióiból nyeri energiáját. Amikor



a hélium nagy része elfogyott, a „héjvillanás” véget ér, a héj összezsugorodik, és a hidrogénfúzió újraindul. Egy csillag vörös óriásként töltött ideje vége felé több héliumhéj-villanáson is áteshet. Végül a csillag külső rétegei kilökődnek, planetáris ködöt alkotva, és a szén-oxigén mag fehér törpeként ragyog tovább. Feltételezések szerint az R Hya egy ilyen „termális pulzuson” esett át, éppen felfedezése előtt, ennek eredménye lehet a luminozitás erős modulációja. Amikor a hidrogénfúzió mértéke, így a csillag fényessége csökken, a csillag sugara is csökkenni kezd, ez viszont a periódus rövidülését eredményezi.

Az R Hya periódusa felfedezése óta több mint százharminc nappal lett rövidebb. Zijlstra és társai (2002) azt találták, hogy a 18. század első felében még 495 nap volt, majd 1770-től 1950-ig mintegy 0,58 nap/év sebességgel 380 napra csökkent, majd közel állandó maradt. Amplitúdójának ingadozásai általában követték a periódusváltozásokat, a múlt század első felétől az átlagos 6^m-s értékről 1975-re 3,5^m-ra csökkent, ezt követően ismét emelkedésnek indult.

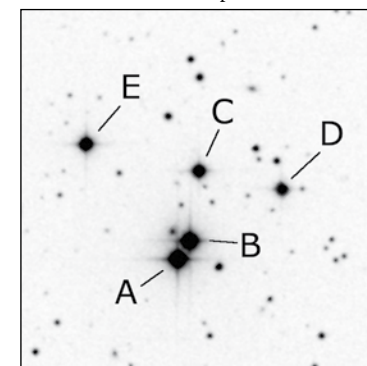
2006-tól azonban egészen napjainkig tartó, jelentős periódus- és szinte drasztikus amplitúdó-csökkenés tapasztalható, a periódus jelenleg átlagosan 359 nap, az amplitúdó pedig mindössze 3 magnitúdó! A szemünk előtt zajlik tehát a csillag fejlődésének egy újabb szakasza, amelyet csak az amatőr változóészlelők további folyamatos megfigyeléseire támaszkodva lehetséges feltárni.

WDS 07410+2148 VAS 14 AC, AD, AE

A WDS 07410+2148 egy komplex, meglepetéseket rejtő többescsillag-rendszer. Az AB komponenseket Friedrich Georg Wilhelm von Struve 1827-ban katalogizálta. A Struve család öt generáción keresztül adott híres csillagászokat a tudomány számára. Friedrich a dinasztíában másodikként ugyancsak korának híres asztronómusává vált. Több ezer kettőscsillagot írt le élete folyamán, ezek az STF névkód alatt szerepelnek a Washington Double Star Catalogban. A rendszerhez másik három csillag is tartozik, amelyeket Vaskúti György fedezett fel és publikált a The Webb Deep-Sky Society Double Star Section Circular-ban.

Megállapították, hogy a három további komponens közül a D fizikai kapcsolatban áll főcsillaggal, ugyanakkor az E komponenst bizonytalanként tartják számon. További észlelése segíthet tisztázni a gravitációs kapcsolat természetét. Kisebb távcsővel az összes komponens észlelhető, egyedül a D tag jelenthet kihívást kevésbé kedvező égbolton. Az A0 színeképosztályú főcsillag tőlünk 1106 ± 11 fényévre található az Ikrék csillagképben.

Az AB könnyen azonosítható standard pár (Gaia DR3 673283784901552256, PA: 325°, Sep: 19,3", A: 9,11^m, B: 9,28^m). A C északi irányban található a főcsillagtól (Gaia DR3 673283956700242176, PA: 347°, Sep: 78,3", C: 10,91^m), optikai pár.



A WDS 07410+2148 a Digitized Sky Survey (STScI/NASA) felvételén.

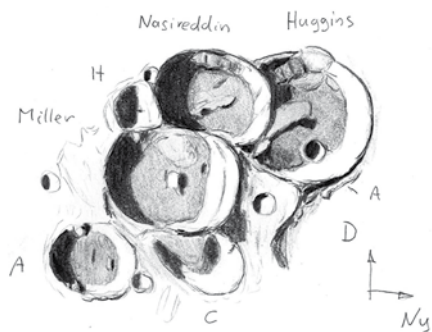
Az D-t északnyugati irányban keressük, fizikailag is a rendszerhez tartozik (Gaia DR3 673283853621325184, PA: 305°, Sep: 106,3", D: 11,32"). Az E komponens északkeletre található, természete egyelőre bizonytalan (Gaia DR3 673283922340498560, PA: 38°, Sep: 125,9", E: 10,42").

A Huggins-kráter

A Hold déli krátermezején nem könnyű a krátereket azonosítani, kivéve, ha azok nagyon egyediek, vagy ha egy jellegzetes csoport tagjai. A Huggins-kráternél ez utóbbi a helyzet. Három közel azonos méretű és megjelenésű kráter alkot egy szép, semmi mással össze nem téveszthető együttest. A három kráter a Huggins, a Nasireddin és a Miller. A hold meridiánja éppen a középső tag, a Nasireddin központi csúcsán halad át, így krátereinket az első és az utolsó negyed környékén figyelhetjük meg a legjobban. A különböző források általában megegyeznek abban, hogy a trió legfiatalabb tagja az 52 kilométeres Nasireddin, mivel részben rátelepült a másik kettőre, ugyanakkor távcsővel szemlélve inkább úgy tűnik, hogy a legfiatalabb tag a Nasireddinhez északról csatlakozó 75 kilométeres Miller. Ami biztos, hogy a 65 km átmérőjű és 3000 méter mélységű Huggins a három közül a legidősebb kráter. A Huggins, csakúgy, mint két másik társa, összetett kráter, teraszos falakkal, központi csúccsal és egyenes kráteraljzattal. Szelenografikus koordinátái: déli szélesség 41,1°, nyugati hosszúság 1,4°. Északkeleti részén találjuk a 11 km-es A jelű krátert, amelyet már a legkisebb távcsövekkel is megpillanthatunk.

A Huggins aljzatának nagyjából a harmadát foglalja el a Nasireddin, amelynek külső törmelék-takarója érdekes látványt nyújt. Görgői Zoltán 2021. augusztus 16-án a következő leírást mellékelte a Hugginsról és két társáról készült rajzához: „250×: A csapnivaló seeing ellenére is csodálatos látvány ez a kráterhármás. A legfiatalabb, legépebb közülük a Miller. Teraszos falszerkezete és egy tömbből álló központi csúcsa szép látvány. Délen egy jókora omlás figyelhető meg az egyébként sima talajon. A Millerhez délről csatlakozik a valamivel kisebb Nasireddin. Kissé mélyebbnek tűnik a Millernél, mert a Millernek csak 1/4-ét, míg a Nasireddinnek vagy 1/3-át borítja árnyék. A falak teraszossága épphogy sejthető, amiért a rossz légkör lehet a felelős. A krátertalajon hosszában egy gerinc húzódik, északkelet-délnyugati irányban. A legöregebb és egyben legnagyobb a Huggins. Ennek jó egyharmadát takarja ki a Nasireddin. Széles nyugati belső sáncán ma

este semmiféle részlet nem látszik, viszont annál több a krátertalajon. Északnyugaton a sánc tövében az A-kráter nagyon feltűnő csakúgy, mint egy markáns hegy, amely a Nasireddin nyugati külső falától indul ki.”



A Huggins-, a Nasireddin- és a Miller-kráterek Görgői Zoltán 2021. augusztus 16-án készült rajzán. A használt műszer egy 90/1000-es refraktor volt, 250×-es nagyítással

A Janssen-kráter

Az újhold utáni negyedik napon, a már nem cérnavékony, hanem inkább egy kövérebb kiflire emlékeztető holdsarló legfeltűnőbb látványossága egyértelműen a Janssen-kráter. Ez a hatalmas, 190 km átmérőjű, drámai módon lepusztult romkráter a Fabriciusszal, a Fabricius A-val, a Brennerrel és a Metiussal az egész holdkorong egyik legkönnyebben felismerhető, semmi mással össze nem téveszthető együttest alkotja. Ez a kráteregyüttes a Hold déli krátermezejének keleti részén található. A Janssen szelenografikus koordinátái: déli szélesség 44,9°, keleti hosszúság 41,5°. A Janssen a legöregebb kráterek közé tartozik, keletkezését a pre-nectari korbához helyezik a kutatók, ami a Hold keletkezésétől a Mare Nectaris medencéjének a születéséig (3,95 milliárd év) tartott. Kráterünk elképesztő mértékben lepusztult, és az is elképzelhető, hogy nem is egyetlen kráter, hanem két vagy három kráter összeolvadásából keletkezett. Akárhogyan is történt, a legépebben megmaradt része a déli belső sáncfala, amelyet nyugatról a 34 km-es Lockyer zár le. A Janssen alakja hatszög, de a fentebb említett kráterekkel együtt egy nyúlfejre vagy talán egy halra emlékeztető alakzatot alkot. Ezek közül a másodlagos kráterek közül a Brenner és a Metius már a Janssen sáncán kívül fekszik, ahhoz északról csatlakozik, míg a Fabricius és a nála csak valamivel kisebb Fabricius A-kráter a Janssen keleti sáncán belül helyezkedik el. Amíg a Janssen északnyugati aljzata rögös és egyenetlen, meglehetősen kaotikus látványt nyújt, addig a déli része, leszámítva a kicsiny L, K és H-krátereket, meglepően sima. De nem ez a kettősség az igazi érdekesség, hanem a Fabricius délnyugati szélétől egészen a Janssen déli belső sáncáig ívelő, már kis távcsővel is könnyedén megfigyelhető Janssen-rianás. A rianás északi része csaknem egyenes, majd ahogy északról elkerül egy magasabb hegyet, amely talán a Janssen központi csúcsának maradványa, egy élesebb fordulatot vesz déli irányba, legalábbis a fő ága, mert itt több ágra hasad, és két vékonyabb ág egyenesen folytatja útját egészen a délnyugati sáncig. Az, hogy miként is keletkezett ez a rianás, egyelőre nincs magyarázat. Chuck Wood is csak a következőket ír a Janssen-rianásról a The Modern Moon című 2003-ban napvilágot látott könyvében: „De hogyan magyarázzuk meg azt a széles szakadékot vagy rianást, amely kettészeli a Janssent? Ez az egyetlen ismert nagyméretű rianás a felföldeken és az eredete rejtély.” Ha már Chuck Woodot említettük, akkor fontos megjegyeznünk, hogy a Lunar 100-as listáján a Janssen a 40. helyen szerepel.



A Janssen-kráter Szoboszlai Zoltán 2022. október 14-én készült felvételén. A felvétel egy 180/2700-as Makszutow-Cassegrain-teleszkóppal és egy ASI 290 MC-kamerával készült.

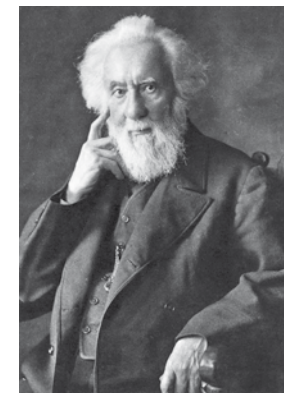
Csillagfedések

dátum		UT			J	csillag	m _v	Hold fázisa	h	pozíció	
hó	nap	h	m	s						CA	PA
02	2	1	29	17.0	ki	2002	6.8	58-	20	86S	286
02	2	5	54	40.9	ki	2017	6.4	57-	23	62N	318
02	4	3	27	47.1	ki	2237	5.0	38-	14	75S	267
02	6	5	1	12.0	ki	2540	7.2	18-	7	78N	279
02	11	17	2	25.7	be	146568	8.4	4+	9	18N	2
02	13	19	31	10.7	be	148	7.1	20+	13	25N	3
02	14	16	58	39.3	be	92671	8.0	29+	47	87S	72
02	14	17	38	28.9	be	279	7.1	29+	42	72N	52
02	15	18	6	55.1	be	93106	7.9	40+	50	54N	36
02	15	18	27	10.0	be	415	5.8	40+	47	57S	106
02	15	19	11	47.9	be	93126	7.9	41+	41	42N	24
02	16	16	23	4.3	be	76056	7.8	51+	65	28N	15
02	16	17	33	25.0	be	76088	7.4	51+	64	80S	87
02	16	19	42	29.3	be	76156	6.9	52+	47	81N	69
02	16	21	14	28.2	be	556	5.4	52+	33	48N	36
02	17	16	47	3.1	be	698	7.5	61+	67	34S	139
02	17	22	2	14	be	717	7.7	63+	35	9S	165
02	18	17	1	53.6	be	840	6.3	71+	64	76S	104
02	18	21	56	44.3	be	868	7.5	73+	47	72S	109
02	19	0	30	48.1	be	77604	7.0	73+	22	54S	127
02	19	0	58	42.5	be	77619	7.1	74+	17	48S	134
02	19	1	54	51.1	be	890	4.6	74+	9	87S	94
02	19	16	52	56.1	be	78480	7.5	80+	55	66S	121
02	19	16	54	3.9	be	78483	8.0	80+	55	54N	61
02	19	17	9	55.7	be	78496	7.5	80+	58	79N	86
02	19	18	3	52.2	be	1008	5.3	80+	65	72N	79
02	19	20	23	37.0	be	78580	7.3	81+	68	70S	117
02	20	0	1	57.3	be	1035	6.7	82+	35	72N	80
02	20	1	55	51.7	be	1042	6.7	82+	17	34S	154
02	21	1	44	43.7	be	1169	5.3	89+	26	86N	101
02	21	16	17	2.3	be	1251	5.9	93+	30	43S	158
02	21	18	29	56.6	be	80165	7.5	93+	51	78S	124

Évfordulók

200 éve született William Huggins

William Huggins 1824. február 7-én született Londonban. Korán érdeklődni kezdett a csillagászat és általában a tudományok iránt. Anyagi helyzete – édesapja textilkereskedő volt – lehetővé tette, hogy a családi üzlet eladása után csak a csillagászattal foglalkozzon. Tulse Hillben (London) vett egy házat, és az udvarában épített egy csillagvizsgálót (l. „Description of an Observatory erected at Upper Tulse Hill”, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* **16**, 175–176, 1856). Itt dolgozott egészen 1910. május 12-én bekövetkezett haláláig.



Huggins eleinte bolygókat észlelt („Observation of the Occultation of Jupiter by the Moon, November 8, 1856”, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* **17**, 2, 1856), de 1863-ban Kirchhoff és Bunsen munkái hatására elkezdett spektroszkópiával foglalkozni. Eleinte a londoni Kings College kémia professzorával, William Allen Millerrel (1817–1870) dolgozott együtt, majd 1875-től kezdve – ekkor házasodott meg – felesége, Margaret Lindsay Murray lett állandó munkatársa.

Legjelentősebb munkái mind az égitestek színképelemzéséhez kapcsolódnak. A csillagok spektrumát vizuálisan („On the Spectra of some of the Fixed Stars”, *Philosophical Transactions of the Royal Society of London* **154**, 413–435, 1864, társszerző W. A. Miller) és fotografikusan is megfigyelte („On the Photographic Spectra of Stars”, *Philosophical Transactions of the Royal Society of London* **171**, 669–690, 1880). Felismerte, hogy a Doppler-eltolódást fel lehet használni a csillagok látóirányú mozgásának meghatározására („Further Observations on the Spectra of Some of the Stars and Nebulae, with an Attempt to Determine Therefrom Whether These Bodies are Moving towards or from the Earth, Also Observations on the Spectra of the Sun and of Comet II., 1868”, *Philosophical Transactions of the Royal Society of London* **158**, 529–564, 1868). Kódókat is rendszeresen észlelt, és feltűnt neki, hogy egyes kódok csak emissziós vonalakat mutatnak – úgy gondolta (helyesen), hogy ezek nem csillagokból erednek, hanem a kód maga fénylő gázból áll („On the Spectra of Some of the Nebulae”, *Philosophical Transactions of the Royal Society of London* **154**, 437–444, 1864).

Az 1866-ban megjelent „új csillag” (T Coronae Borealis) megfigyelései hazánkban is felkeltették az érdeklődést. Sáni Lajos a *Vasárnapi Ujság*ban idézte Huggins észleléseit és következtetéseit: „...a szóban levő égi test már azelőtt is ott állt, a hol először megpillantották, de láthatatlanul, s csakis valami belső forrongás következtében vált láthatóvá, mely általános forradalom folytán iszonyú mennyiségű hydrogen fejlődött ki, s ez más elemek behatása által a csillag felületén meggyuladván, az egész égi testet egyszerre lángtengerré változtatta. Mikor aztán a kifejlődött hydrogen kimerült, a láng lassanként kialudott s a csillag fényköre (photosphaera)

aprónként meghűlvén, világossága is fokozatosan elhalványult s az égi test visszatért eredeti állapotába.” (Sámi Lajos: „Egy csillag születése”, *Vasárnapi Ujság* **20**, 311, 1873).

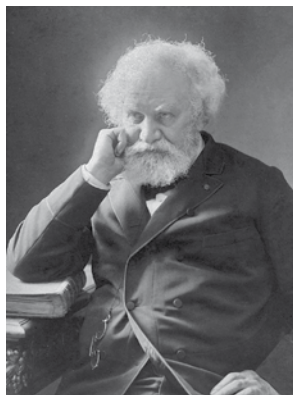
Huggins egyike volt azoknak az amatőröknek (Konkoly Thege Miklóssal együtt), akik a csillagászati spektroszkópia hőskorában az asztrofizika létrehozásában fontos szerepet játszottak. Munkásságát a Royal Society és a Royal Astronomical Society is nagyra értékelte, az előbbtől a Rumford- és Copley-érmeket, az utóbbitól pedig aranyérmüket kapta meg. 1897-ben lovaggá ütötték. A Holdon és a Marson egy-egy kráter viseli a nevét, és róla nevezték el a (2635) Huggins kisbolygót. Tudományos munkáinak java 1909-ben megjelent *The Scientific Papers of Sir William Huggins, K.C.B., O.M.* (London: William Wesley and Son, 1909) címen.

200 éve született Jules Janssen

Pierre Jules César Janssen 1824. február 22-én született Párizsban. Egy gyerekkori baleset miatt tanulmányait ott-hon végezte, majd 17 éves korában egy bankban kezdett el dolgozni. Ekkor döntött úgy, hogy továbbtanul, először nyelveket és irodalmat, majd matematikát és fizikát. Egy párizsi iskolában tanított, amikor 1857-ben Peruba küldték a mágneses egyenlítő meghatározására. Visszatérte után az emberi szemet tanulmányozta, hogy hogyan reagál a sugárzó hőre. E kutatások eredményeként 1860-ban megszerezte a doktorátusát.

Ezután már csak csillagászattal foglalkozott. 1865-ben a párizsi Ecole Spéciale d'Architecture professzora lett. 1875-ben megalapította az Observatoire d'Astronomie Physique de Paris-t, a kifejezetten asztrofizikával foglalkozó intézményt (a régi párizsi csillagda klasszikus csillagászattal, azaz pozícióméréssel foglalkozott). Egy évvel később pedig Meudonban egy romos kastélyt hozatott rendbe, szerelt fel műszerekkel, főleg a Nap észlelése volt a kutatási terv. Janssen sokat utazott a perui expedíció után is, 1870-ben például az ostromlott Párizst egy léghajóval hagyta el, hogy Algériában meg tudjon figyelni egy napfogyatkozást (nem járt sikerrel, az idő rossz volt). Később léghajóval felemelkedve annak kosarából csillagászati észleléseket is végzett, ezzel megalapozva az évtizedekkel később kifejlesztett ballonos csillagászatot.

Legfontosabb munkái a Nap színképelemzésével kapcsolatosak. Még 1861-ben feltűntek neki bizonyos vonalak a Nap színképében, amelyek kelésnél és nyugvásnál látszottak a legjobban. Bebizonyította, hogy ezek a Föld és nem a Nap atmoszférájában keletkeztek („Note sur les raies telluriques du spectre solaire”, *Comptes Rendus hebdomadaires des Séances de l'Académie des Sciences* **54**, 1280–1281, 1862). Az 1868. augusztus 18-i teljes napfogyatkozás észlelésére Indiába utazott. Sikerrel figyelte meg a protuberanciák színképét és megállapította, hogy izzó hidrogénből állnak („Éclipse de Soleil du 18 aout 1868”, *Annales de Chimie et de Physique* **15**, 414–426, 1868). Norman Lockyertől függetlenül felfedezte a hélium vonalait a Nap színképében. 1871-ben egy újabb napfogyatkozás megfigyelésére utazott Indiába („Résultat de mes



Observations dans l'Inde sur l'Eclipse du 12 Déc. 1871”, *Report of the Forty-Second Meeting of the British Association for the Advancement of Science*, London: John Murray, pp. 34–35, 1873). Élete hátralevő részében is sokat utazott.

Utolsó nagy tette volt egy obszervatórium létrehozása a Mont Blanc-on. Janssen nagyon érdekelte a magaslati észlelés, és új csillagdájában számos csillagászati, meteorológiai, geofizikai és még orvosi megfigyeléseket is végzett. 1907. december 23-án halt meg Meudonban. Legutolsó intézménye csak két évvel élte túl: elnyelte a Mont Blanc jege.

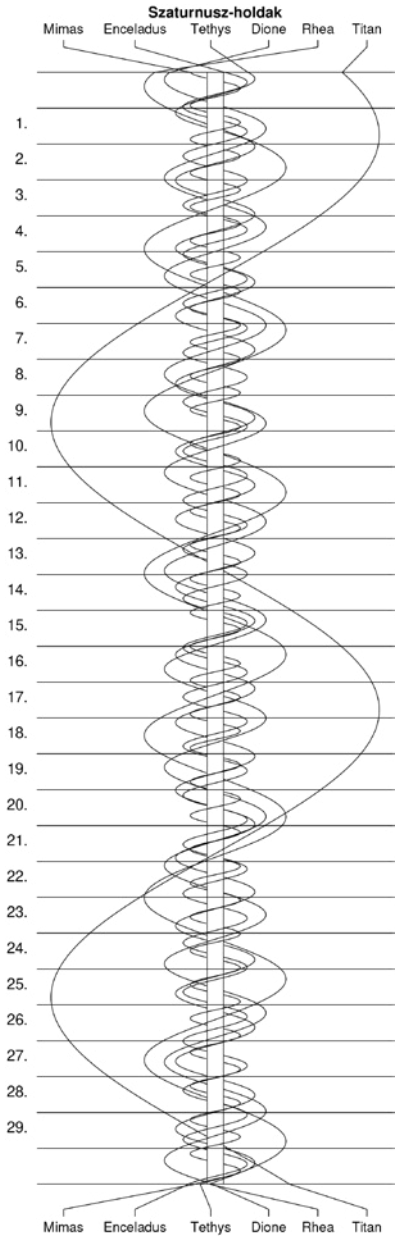
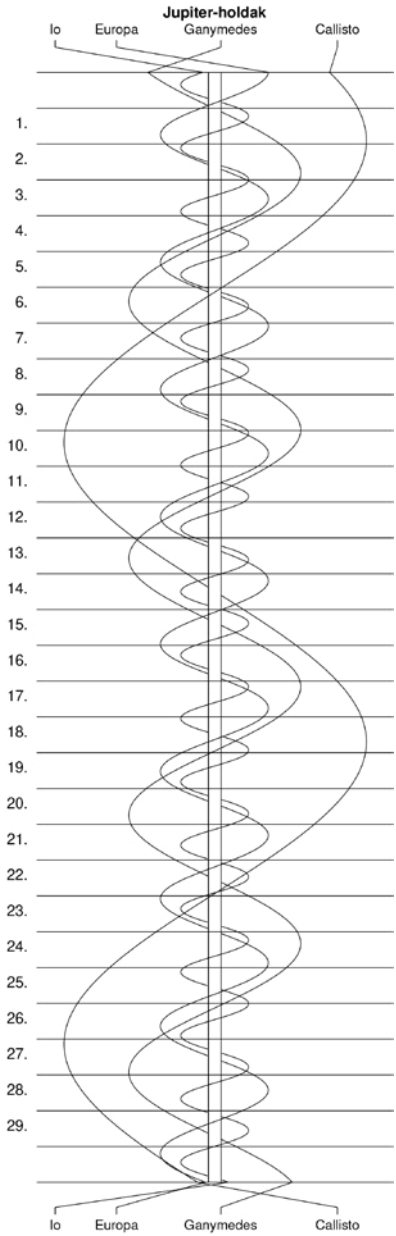
Janssen beválasztották a Francia Akadémia tagjai közé, és a Royal Astronomical Society-nek is külföldi tagja lett. Magyarországi kapcsolata is van, levelezőpartnerei között találjuk Konkoly Thege Miklóst. A Holdon és a Marson egyaránt egy-egy kráter viseli Janssen nevét.

Jupiter-holdak

nap	UT h:m	hold	jelenség
1	16:54,3	Io	ev
	18:13,7	Io	áv
2	16:33,9	Europa	fk
	18:56,5	Europa	fv
4	18:28,1	Ganymedes	ák
	20:7,8	Ganymedes	áv
6	22:11,5	Io	ek
7	19:22,9	Io	mk
	21:41,0	Europa	ek
	22:52,6	Io	fv
8	16:40,9	Io	ek
	18:0,1	Io	ák
	18:51,6	Io	ev
	20:9,8	Io	áv
9	16:29,6	Europa	mk
	17:21,5	Io	fv
	18:55,2	Europa	mv
	19:12,6	Europa	fk
	21:35,4	Europa	fv
11	17:0,5	Ganymedes	ek
	19:3,5	Ganymedes	ev
	22:30,3	Ganymedes	ák
14	21:20,2	Io	mk
15	18:38,9	Io	ek
	19:56,0	Io	ák
	20:49,8	Io	ev
	22:5,8	Io	áv

nap	UT h:m	hold	jelenség
16	19:12,8	Europa	mk
	19:16,9	Io	fv
	21:38,7	Europa	mv
	21:51,1	Europa	fk
18	18:32,5	Europa	áv
	21:13,3	Ganymedes	ek
22	17:59,9	Ganymedes	fv
	20:37,7	Io	ek
	21:51,9	Io	ák
23	17:48,0	Io	mk
	21:12,3	Io	fv
	21:57,6	Europa	mk
24	17:18,6	Io	ev
	18:30,8	Io	áv
25	18:47,0	Europa	ev
	18:48,2	Europa	ák
	21:8,8	Europa	áv
29	17:27,6	Ganymedes	mv
	20:18,8	Ganymedes	fk

f = fogyatkozás: a hold a Jupiter árnyékában
á = átvonulás: a hold árnyéka a Jupiteren
e = előtte: a hold a Jupiter korongja előtt
m = mögötte: a hold a Jupiter korongja mögött
k = a jelenség kezdete
v = a jelenség vége



$\lambda = 19^\circ$, $\varphi = 47,5^\circ$

Kalendárium – március

KÖZEI

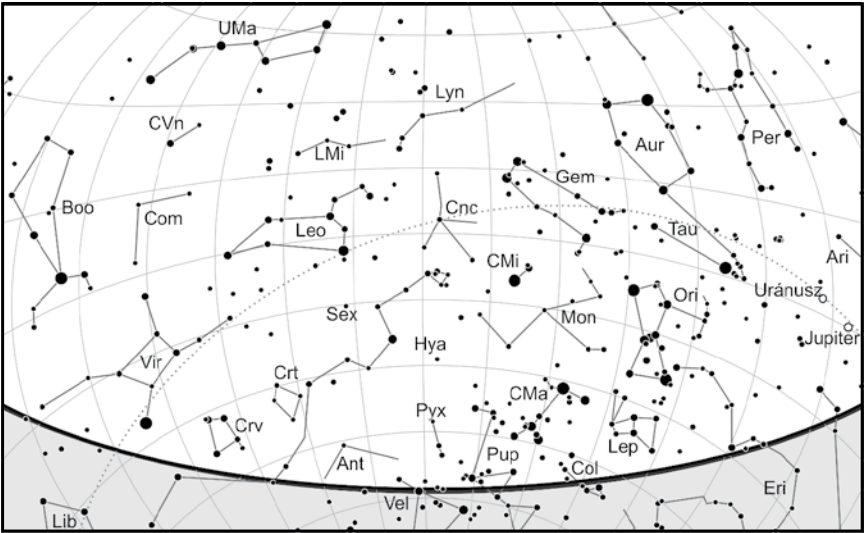
dátum	Nap						Hold			
	kel, h m	delel, h m	nyugszik h m	h_d °	E_t m		kel, h m	delel, h m	nyugszik h m	fázis h m
1. p 61.	6 23	11 56	17 29	35,2	-12,3		–	3 41	8 23	
2. sz 62.	6 21	11 56	17 31	35,6	-12,1		0 00	4 27	8 46	
3. v 63.	6 19	11 55	17 32	36,0	-11,9		1 13	5 18	9 17	☾ 16 25
10. hét										
4. h 64.	6 17	11 55	17 34	36,4	-11,7		2 25	6 14	9 59	
5. k 65.	6 16	11 55	17 35	36,8	-11,5		3 30	7 13	10 56	
6. sz 66.	6 14	11 55	17 37	37,1	-11,2		4 24	8 14	12 09	
7. cs 67.	6 12	11 55	17 38	37,5	-11,0		5 05	9 15	13 32	
8. p 68.	6 10	11 54	17 40	37,9	-10,8		5 36	10 13	15 01	
9. sz 69.	6 08	11 54	17 41	38,3	-10,5		6 01	11 09	16 30	
10. v 70.	6 06	11 54	17 43	38,7	-10,2		6 21	12 02	17 58	☀ 10 03
11. hét										
11. h 71.	6 04	11 54	17 44	39,1	-10,0		6 40	12 53	19 24	
12. k 72.	6 02	11 53	17 46	39,5	-9,7		6 58	13 44	20 50	
13. sz 73.	6 00	11 53	17 47	39,9	-9,4		7 18	14 37	22 15	
14. cs 74.	5 58	11 53	17 49	40,3	-9,2		7 41	15 30	23 38	
15. p 75.	5 56	11 52	17 50	40,7	-8,9		8 10	16 26	–	
16. sz 76.	5 54	11 52	17 51	41,1	-8,6		8 47	17 23	0 57	
17. v 77.	5 52	11 52	17 53	41,5	-8,3		9 35	18 19	2 06	☾ 5 11
12. hét										
18. h 78.	5 50	11 52	17 54	41,9	-8,0		10 33	19 13	3 02	
19. k 79.	5 48	11 51	17 56	42,2	-7,7		11 39	20 05	3 46	
20. sz 80.	5 46	11 51	17 57	42,6	-7,4		12 48	20 53	4 18	
21. cs 81.	5 44	11 51	17 59	43,0	-7,1		13 57	21 37	4 42	
22. p 82.	5 42	11 50	18 00	43,4	-6,8		15 06	22 19	5 02	
23. sz 83.	5 40	11 50	18 01	43,8	-6,5		16 12	22 59	5 17	
24. v 84.	5 38	11 50	18 03	44,2	-6,2		17 18	23 38	5 31	
13. hét										
25. h 85.	5 36	11 49	18 04	44,6	-5,9		18 23	–	5 45	☉ 8 01
26. k 86.	5 34	11 49	18 06	45,0	-5,6		19 30	0 17	5 58	
27. sz 87.	5 32	11 49	18 07	45,4	-5,3		20 39	0 57	6 13	
28. cs 88.	5 30	11 49	18 08	45,8	-5,0		21 50	1 39	6 30	
29. p 89.	5 28	11 48	18 10	46,2	-4,7		23 02	2 25	6 51	
30. sz 90.	5 26	11 48	18 11	46,6	-4,4		–	3 14	7 18	
31. v 91.	5 23	11 48	18 13	47,0	-4,1		0 14	4 07	7 55	

A nyári időszámítás alatt a KÖZEI-ben megadott időpontokhoz egy órát kell adni.

A nyári időszámítás kezdete március 31-én 2^h KÖZEI-kor

Március

nap	Julián dátum 12 ^h UT	θ_{gr} 0 ^h UT h m s	névnapok
1.	2 460 371	10 37 10	Albin, Dávid
2.	2 460 372	10 41 06	Lujza, Henriett, Henrietta, Henrik, Károly
3.	2 460 373	10 45 03	Kornélia, Frigyes, Irma, Kamilla, Oszkár
10. hét			
4.	2 460 374	10 49 00	Kázmér, Adorján, Adrián, Adriána, Adrienn, Zorán
5.	2 460 375	10 52 56	Adorján, Adrián, Adriána, Adrienn, Olivér, Olívia
6.	2 460 376	10 56 53	Leonóra, Inez, Ágnes, Elvira
7.	2 460 377	11 00 49	Tamás
8.	2 460 378	11 04 46	Zoltán, Apollónia, Beáta, János
9.	2 460 379	11 08 42	Franciska, Fanni, Gergely, György, Katalin, Rebeka
10.	2 460 380	11 12 39	Ildikó, Anasztázia, Ede, Emil, Kamilla, Kolos, Melitta
11. hét			
11.	2 460 381	11 16 35	Szilárd, Aladár, Borsika, Terézia, Tímea
12.	2 460 382	11 20 32	Gergely, Gergő, György
13.	2 460 383	11 24 29	Krisztián, Ajtony, Arabella, Ida, Rozina, Zoltán
14.	2 460 384	11 28 25	Matild
15.	2 460 385	11 32 22	<i>Nemzeti ünnep</i> ; Kristóf, Krisztofer, Lujza, Lukrécia
16.	2 460 386	11 36 18	Henrietta, Ábris, Bálint, Henrik, Valentin
17.	2 460 387	11 40 15	Gertrúd, Patrik, József
12. hét			
18.	2 460 388	11 44 11	Sándor, Ede, Alexa, Alexander, Alexandra, Nárcisz
19.	2 460 389	11 48 08	József, Bánk
20.	2 460 390	11 52 04	Klaudia, Alexa, Alexandra, Irma
21.	2 460 391	11 56 01	Benedek, Bence, Gergely, Gergő, Miklós, Nikolett
22.	2 460 392	11 59 58	Beáta, Izolda, Csilla, Katalin, Lea, Lia
23.	2 460 393	12 03 54	Emőke, Ottó
24.	2 460 394	12 07 51	Gábor, Karina, Ella, Gabriella, Katalin
13. hét			
25.	2 460 395	12 11 47	Irén, Írisz, Irina, Kristóf, Lúcia, Mária
26.	2 460 396	12 15 44	Emánuel, Dusán, Leonóra
27.	2 460 397	12 19 40	Hajnalka, Augusztá, Augusztina, János, Lídia
28.	2 460 398	12 23 37	Gedeon, Johanna, Hanna, János, Maja
29.	2 460 399	12 27 33	<i>Nagypéntek</i> ; Augusztá, Augusztina
30.	2 460 400	12 31 30	Zalán
31.	2 460 401	12 35 27	<i>Húsvét</i> ; Árpád, Ákos, Benjámin, Johanna, Kornélia



A déli égbolt március 15-én 20:00-kor (UT)

Bolygók

Merkúr: A hónap elején még a Nap közelsége miatt nem látható, de 6-án már megjelenik a délnyugati látóhatár közelében. Ekkor fél órával nyugszik később, mint a Nap. Láthatósága gyorsan javul, és 24-én kerül legnagyobb keleti kitérésbe, 18,7°-ra a Naptól. Ekkor egy és háromnegyed órával nyugszik a Nap után, idei első és legjobb esti láthatóságát adva.

Vénusz: Napkelte előtt kereshető a keleti ég alján mint fényes fehér fényű égitest. Láthatósága egyre rosszabb, a hónap elején 50 perccel, a végén már csak alig fél órával kel a Nap előtt, így el isvész a napkelte fényében. Fényessége $-3,9^m$, átmérője 11,1"-ről 10,3"-re csökken, fázisa 0,91-ről 0,96-ra nő.

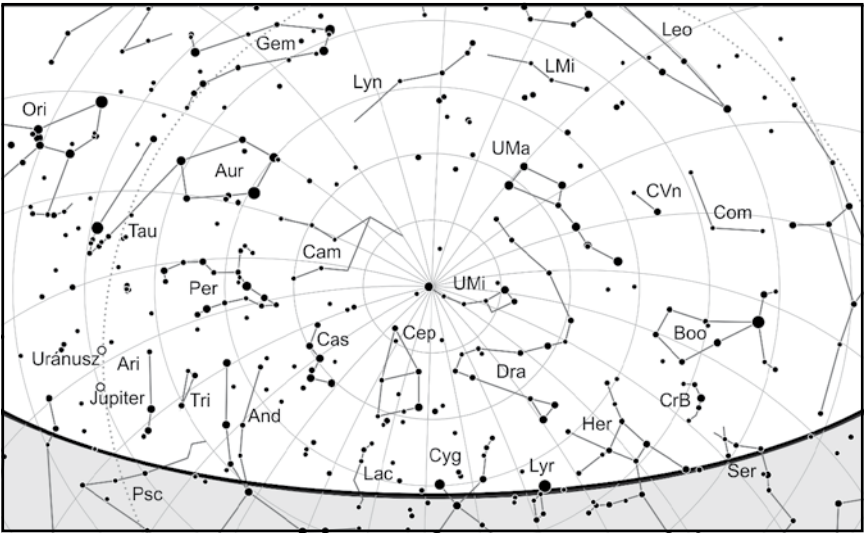
Mars: Előretartó mozgást végez a Bak, majd 19-től a Vízöntő csillagképben. Napkelte előtt kereshető a délkeleti látóhatár közelében. Láthatósága ugyan lassan javul, de megfigyelésre továbbra is kedvezőtlen helyzetben van, egy órával kel a Nap előtt. Fényessége $1,2^m$, látszó átmérője 4,2"-ről 4,5"-re nő.

Jupiter: Előretartó mozgást végez a Kos csillagképben. Az esti órákban látható a nyugati égen mint feltűnő égitest, késő este nyugszik. Fényessége $-2,1^m$, átmérője 35".

Szaturnusz: Előretartó mozgást végez a Vízöntő csillagképben. A Nap közelsége, majd a bolygó kedvezőtlen égi pozíciója miatt nem figyelhető meg. Fényessége $1,0^m$, átmérője 16".

Uránusz: A hónap során a nyugati ég alján kereshető, késő este nyugszik. Előretartó mozgást végez a Kos csillagképben.

Neptunusz: A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg, 17-én együttállásban van a Nappal. Előretartó mozgást végez a Halak csillagképben.



Az északi égbolt március 15-én 20:00-kor (UT)

Eseménynaptár (UT)

Dátum	Idő	Esemény
03.03	4:20	Az Antares 2 fokkal keletre az 55%-os, fogyó holdsarlótól
03.03	18:00	A (3) Juno oppozícióban a Leo csillagképben, fényessége 8,7 magnitúdó
03.07		A 125P/Spacewatch-üstökös perihéliumban, 1,53 CSE-re a Naptól (P=5,5 év)
03.08		A 227P/Catalina-LINEAR-üstökös perihéliumban, 1,62 CSE-re a Naptól (P=6,4 év)
03.10	7:00	A Hold földközelen
03.11	17:13	32 óra 14 perces holdsarló 10°18' magasan a horizont felett
03.12		A 150P/LONEOS-üstökös perihéliumban, 1,75 CSE-re a Naptól (P=7,6 év)
03.13	20:00	A Jupiter 4 fokkal kelet-délkeletre a 16%-os, növekvő holdsarlótól
03.20	3:06	Tavaszi nap-éj egyenlőség
03.23	16:00	A Hold földrávolban
03.24	23:00	A Merkúr a legnagyobb keleti kitérésben, 19 fokra a Naptól
03.25	7:00	Telehold
03.26		A 89P/Russell-üstökös perihéliumban, 2,22 CSE-re a Naptól (P=7,3 év)

Együttállások

- Március 3. 04:20 UT. Az utolsó negyedben lévő Hold a Skorpió fejében, 2°-ra az Antarestől, derékszögű háromszöget alkot az előbbivel és a σ Sco-val. A Hold és az Antares közt félúton az M4 gömbhalmaz helyezkedik el. Az objektumok 15°-kal lesznek a horizont felett. Asztrofotósok megörökíthetik égi kísérőnk együttállását a csillagokkal és a gömbhalmazzal.
- Március 26. 20:00 UT. A telihold déli peremétől 37'-re a Spica (α Vir), a horizont felett 12 fokkal. A páros tagjai az este során egyre távolabb kerülnek egymástól, de végig nagyon látványos marad az együttállás.

Félárnyékos holdfogyatkozás március 25-én

2024-ben négy fogyatkozás lesz látható a Földről, 2-2 napfogyatkozás és holdfogyatkozás. A tavaszi fogyatkozási szezon nyitóeseménye egy majdnem teljes értékű félárnyékos holdfogyatkozás. Magyarországról nézve a jelenség nem figyelhető meg. Az év első holdfogyatkozását teljes hosszában Amerikából, illetve a Csendes-óceán középső és keleti feléből lehet megfigyelni. Afrika és Európa nyugati fele a jelenség elejét látja csak, a Csendes-óceán nyugati része és Ausztrália nagyobb fele pedig a végét. Félárnyékos fogyatkozás lévén nem maradunk le semmilyen látványosságról.

A félárnyék 4:53:07-kor érinti a holdkorong délkeleti szélét, de a gyenge kontraszt miatt ennek első jelét csak 6:20 után lehet ténylegesen észrevenni egy halvány szürkés-barnás homály formájában. A fogyatkozás maximuma 7:12:49-kor van. E pillanatban a teljes árnyék széle viszonylag közel van a holdkorong déli széléhez, ott már erőteljesebb halványodás lesz észrevehető. Ezután a félárnyék lassan levonul a holdkorongról, de jelenléte csak nagyjából 8:15-ig észlelhető. A penumbra 9:32:59-kor távozik végleg égi kísérőnk felszínéről.

A holdfogyatkozás maximuma pillanatában a penumbrális magnitúdó 0,9557, azaz a holdkorong nem merül el teljesen a félárnyékban, az északi pereme 1,112'-re kilóg a félárnyékból. A déli perem 3,71'-cel kerül el a teljes árnyék szélét, észrevehető sötétedést okozva a Hold eme részén, és erős kontrasztot ad a ragyogó északi holdperemmel.

A leszálló csomópontoz közelítő Hold a Szűz csillagkép nyugati felén tartózkodik. Bolygó nem látszik a közelben. A Holdtól keletre a Spica látszik 19° távolságra, a Regulus nyugatra 35° távol, az Arcturus 36°-ra északkeletre látszik. A fényes holdkorong miatt sem a halványabb csillagok, sem a Tejút nem látszanak.

A fogyatkozás teljes időtartama 4^h 39^m 52^s. A Hold bő másfél napja volt földtávolban, látszó átmérője az átlagosnál kisebb, 29,48'. Az umbra átmérője 1,298°, a félárnyéké 2,367°. A félárnyék gyűrűje így 32,07' vastag, a holdkorong bőven elférne benne, de most ehhez nem merül elég mélyen a penumbrába.

Ez az esemény a 113-as Szárosz-család 64. holdfogyatkozása a 71-ből.

Üstökösök

C/2017 K2 (PANSTARRS) üstökös a Naptól 5,15 CSE lesz, de a hónap folyamán 0,24 CSE-nyit távolodik tőle, miközben a Földtől 0,7 CSE-vel kerül távolabb. Így a hónap elején várhatóan 12 magnitúdós fényessége újabb 0,5 magnitúdóval fog csökkenni, ezért vizuálisan már csak közepes átmérőjű távcsővel érdemes próbálkozni, de fotografikusan még akár kis átmérőjű távcsővel is meg lehet majd örökíteni.

Az üstököst az éjszaka első felében lehet megkeresni az Orion csillagképben. Március 21-én 7"-re halad el az ι Ori (A: 5,76 magnitúdó; B: 6,67 magnitúdó; szeparáció: 0,99") kettőscsillag mellett. A csillagot könnyű megtalálni, de fényessége miatt a közelben elhaladó üstököst akár el is halványíthatja.

Dátum	RA (h m s)	D (°, ', ")	Δ (CSE)	r (CSE)	E (°)	m_v (m)
03.01.	05 06 07	+05 50 55	4,954	5,139	95,2	12,1
03.05.	05 06 06	+06 22 03	5,053	5,173	91,4	12,2
03.09.	05 06 18	+06 52 19	5,153	5,208	87,7	12,2
03.13.	05 06 41	+07 21 42	5,253	5,242	83,9	12,3
03.17.	05 07 17	+07 50 10	5,353	5,277	80,3	12,4
03.21.	05 08 03	+08 17 45	5,452	5,311	76,6	12,4
03.25.	05 08 59	+08 44 25	5,551	5,346	73,0	12,5
03.29.	05 10 04	+09 10 11	5,648	5,380	69,5	12,6

62P/Tsuchinshan

Az üstökös fényessége a várható 11 magnitúdóról 1,5-2 magnitúdót halványodik. A jelentős fényességcsökkenés annak következménye, hogy az üstökös távolodik a Naptól, aktivitása csökken. Ráadásul ezt a csökkenő aktivitást is egyre messzebről nézhetjük, mivel a Földtől is távolodik. Az előzőek miatt megfigyelésére legalább közepes átmérőjű távcsővel van lehetőségünk. Fotografikusan még a kisebb átmérőjű távcsövekkel is megörökíthető marad.

Halványulása mellett azonban egész éjszaka megfigyelhető, ahogy napnyugta után a Szűz csillagkép északi galaxisokkal telehintett része felől nyugati irányba mozog. Március 5-én ismét (a januári után) elhalad az IC 3468 (13,1 magnitúdó; 1,2×1,1') galaxis közelében, de most 11'-re északra. Három nappal később, március 8-án 19'-re halad el az NGC 4482 (12,7 magnitúdó; 1,7×1,0') galaxistól délre. Március 13-án hajnalban az NGC 4390 (12,6 magnitúdó; 1,6×1,2') galaxist közelíti meg 4'-re.

Dátum	RA (h m s)	D (°, ', ")	Δ (CSE)	r (CSE)	E (°)	m_v (m)
03.01.	12 35 37	+10 23 24	0,536	1,490	153,3	11,0
03.05.	12 32 46	+10 27 36	0,549	1,514	157,4	11,2
03.09.	12 29 30	+10 30 13	0,565	1,539	161,3	11,4
03.13.	12 25 59	+10 30 36	0,583	1,564	164,8	11,7
03.17.	12 22 23	+10 28 11	0,605	1,591	167,4	11,9
03.21.	12 18 52	+10 22 39	0,629	1,617	168,6	12,2
03.25.	12 15 31	+10 13 53	0,656	1,645	168,0	12,5
03.29.	12 12 28	+10 01 54	0,686	1,672	165,8	12,8

144P/Kushida

Tovább távolodik, mind a Földtől, mind a Naptól, ezért a hónap elejére várható 11,7 magnitúdós fényessége 1-1,5 magnitúdót fog csökkenni. Az egyébként diffúz üstökös mérete valószínűleg kisebb lesz, és kinézete is kompaktabb, ennek ellenére továbbra is inkább legalább közepes távcsővel érdemes próbálkozni a felkeresésével. Erre az éjszaka első fele alkalmas, utána az üstökös először vastagabb légrétegeken át látszik, majd le is nyugszik.

A hónap elején a Bika csillagkép szarva alól indulva, az Orion északi részén át halad, hogy a hónap végére az Ikrek csillagkép déli részének közepén fejezze be útját. Ebben a hónapban gazdag csillagmezőn halad keresztül. Március 11/12-én éjszaka kerül legközelebb az LDN 1578 (átlátszatlanság: 4; átmérő: 4,5') sötét ködhez, 13'-re déli irányban megközelítve azt. Március 13-án 24'-re halad el az IC 2162 (10,6 magnitúdó; 4') HII-régiótól 24'-re délre. Ha a távcsőben látott ködösség a háttércsillagokhoz képest elmozdul, csak akkor lehetünk biztosak abban, hogy az üstökös találtuk meg.

Dátum	RA (h m s)	D (°, ', ")	Δ (CSE)	r (CSE)	E (°)	m _v (m)
03.01.	05 34 30	+17 25 14	0,865	1,457	103,3	11,5
03.05.	05 46 57	+17 31 49	0,896	1,471	102,2	11,6
03.09.	05 59 25	+17 35 41	0,928	1,485	101,2	11,8
03.13.	06 11 52	+17 36 44	0,962	1,501	100,2	11,9
03.17.	06 24 14	+17 34 52	0,998	1,518	99,2	12,1
03.21.	06 36 31	+17 30 04	1,036	1,536	98,2	12,3
03.25.	06 48 40	+17 22 22	1,075	1,555	97,1	12,5
03.29.	07 00 39	+17 11 50	1,117	1,574	96,1	12,7

C/2021 S3 (PANSTARRS)

Távolodik a Naptól, ezért várhatóan aktivitása és ezzel fényessége a kezdeti 7,4 magnitúdóról 0,5 magnitúdóval csökken a hónap végéig. Mindez annak ellenére fog bekövetkezni, hogy a hónap közepéig közeledik a Földhöz, így láthatósága javul. Binokulárral is megfigyelhető lesz az üstökös, amint az éjszaka második felében a Tejútal párhuzamosan halad északkeleti irányba, naponta több mint 1 fokot megtérve.

Pályáját a hónap elején a Kígyó csillagképben kezdi, majd a Sas nyugati részén gyorsan áthalad a Nyíl csillagképen, és a hónap végén már a Kis Róka délnyugati sarkában lehet majd megfigyelni mint ködös foltot, ami a fotókon valószínűleg kékeszöld árnyalatú lesz. Remélhetőleg a 14 536 év keringési idejű üstökös csóvát is növeszt, amit mind vizuálisan, mind fotografikusan meg lehet majd figyelni.

Március 1-4. között olyan égrészen halad el, amely tele van sötét ködökkel. Ezek fotografikusan látszanak igazán szépen, de megöröklítésük az üstökösrel annak gyors mozgása miatt elég nehéz feladat. Március 4-én 28'-cel nyugatra halad el az η Ser (A: 3,34 magnitúdó; B: 10,87 magnitúdó; szeparáció: 251") sárga-narancssárga kettőscsillag mellett. Március 13-án egy elég nagy látómezőjű távcsőben együtt lehet megfigyelni az IC 4756 (fényesség: 4,6 magnitúdó; átmérő: 40') jelű hatalmas nyílthalmaztól 1 fok 17'-re. Március 20-án hajnalban áthalad az NGC 6738 (fényesség: 8,3 magnitúdó; átmérő: 15') nyílthalmaz csillagai között. Talán a legkönnyebb a felkeresése 22-én és 23-án hajnalban, amikor az ζ Aql (A: 2,96 magnitúdó;

B: 12,0 magnitúdó; szeparáció: 7,4") közelében kell keresni; 22-én a csillagtól 36'-re dél-délkeleti irányban, majd 23-án a csillagtól 44'-re északkeletre. Március 30-án pedig a Cr 399 jelű, közismert nevén Vállfa-halmaz csillagai között halad el.

Dátum	RA (h m s)	D (°, ', ")	Δ (CSE)	r (CSE)	E (°)	m _v (m)
03.01.	18 10 29	-05 37 22	1,326	1,340	68,9	7,4
03.05.	18 21 43	-02 08 18	1,312	1,351	70,2	7,4
03.09.	18 32 37	+01 25 30	1,303	1,365	71,5	7,4
03.13.	18 43 10	+05 02 04	1,298	1,381	72,7	7,5
03.17.	18 53 22	+08 39 23	1,298	1,400	73,9	7,5
03.21.	19 03 11	+12 15 27	1,303	1,421	75,0	7,6
03.25.	19 12 37	+15 48 28	1,312	1,443	76,0	7,7
03.29.	19 21 40	+19 16 47	1,325	1,468	77,0	7,8

12P/Pons-Brooks

Egyre közelebb kerül az április 20-án 0,78 CSE távolságra bekövetkező perihéliumához, miközben a Földhöz is közeledik. Várhatóan növekvő aktivitása és egyre kisebb földtávolsága miatt fényessége a hónap eleji 7,7 magnitúdóról várhatóan annyit fog nőni, hogy a hónap végére sötét, zavaró fényektől mentes helyről akár távcső nélkül is megpillantható lesz. Ehhez azonban gyakorlott szemre van szükség. A biztos megpillantásához már egy binokulár is elegendő lesz. Napnyugta után az északnyugati horizont felett 23 fok magasan látszik, de hajnalban is felkerekeshető az északkeleti horizont felett. Utóbbi esetben csak 14 fok magasságig emelkedik, mire a Nap fényébe belevész.

Március elején az Androméda csillagkép Pegazussal határos részéről indul kelet felé. A hónap első napjaiban a Pegazus négyszögének északi oldalának közepén kell keresni. Március közepén átvág a Halak csillagkép legészakibb részén, hogy útját a Kos csillagkép legfényesebb csillaga az α Ari (fényesség: 2 magnitúdó) mellett 22'-re fejezze be. 16-án este lesz legközelebb az NGC 315 (fényesség: 11,2 magnitúdó; átmérő: 3×2,5') és az NGC 311 (13 magnitúdó; 1,5×0,8') galaxispároshoz, 22'-re megközelítve azokat északról. Áprilisban a 12P/Pons-Brooks lassan együttállásba kerül a Nappal, így a fényesedő üstökös megfigyelése egyre nehezebbé válik.

Dátum	RA (h m s)	D (°, ', ")	Δ (CSE)	r (CSE)	E (°)	m _v (m)
03.01.	23 38 26	+35 43 44	1,690	1,211	44,9	7,4
03.05.	23 58 50	+34 45 24	1,670	1,160	42,9	7,1
03.09.	00 19 13	+33 35 19	1,654	1,111	40,8	6,8
03.13.	00 39 26	+32 13 10	1,640	1,063	38,6	6,5
03.17.	00 59 21	+30 38 51	1,630	1,016	36,3	6,2
03.21.	01 18 48	+28 52 36	1,622	0,972	34,0	5,9
03.25.	01 37 42	+26 54 54	1,617	0,931	31,8	5,6
03.29.	01 55 59	+24 46 27	1,613	0,894	29,6	5,3

13P/Olbers

Egyre közeledik a június 30-án bekövetkező napközelpontjához, ezért aktivitása várhatóan nőni fog. A Földtől egyre lassabban távolodik, így a hónap elejére várt 11,6 magnitúdós látszó

fényességéről az előrejelzések szerint 1 magnitúdót fényesedik. Ezzel már nemcsak közepes távcsövekkel lesz vizuálisan elérhető, hanem akár kisebb átmérőjű műszerekkel is.

Az üstökös a hónap elején a Cet csillagkép fejénél található meg, ahonnan lassan mozog északkeleti irányba a Bika csillagképben, annak nyugati határán. Megfigyelésére a napnyugta utáni órák a legalkalmasabbak, mivel 1-1,5 órával éjfél előtt nyugszik. Legkönnyebben március 1-én lehet megtalálni, az α Cetitől (2,5 magnitúdó) 48'-re észak-északkeleti irányba.

Dátum	RA (h m s)	D (° ' , ")	Δ (CSE)	r (CSE)	E (°)	m_v (m)
03.01.	03 04 46	+03 59 04	2,310	2,095	65,0	11,6
03.05.	03 08 11	+05 24 35	2,317	2,052	62,2	11,5
03.09.	03 11 58	+06 50 31	2,323	2,010	59,5	11,4
03.13.	03 16 07	+08 16 51	2,328	1,968	56,8	11,2
03.17.	03 20 38	+09 43 31	2,331	1,926	54,2	11,1
03.21.	03 25 30	+11 10 33	2,332	1,885	51,7	11,0
03.25.	03 30 44	+12 37 54	2,332	1,843	49,3	10,8
03.29.	03 36 20	+14 05 35	2,330	1,802	46,9	10,7

C/2023 A3 (Tsuchinshan–ATLAS)

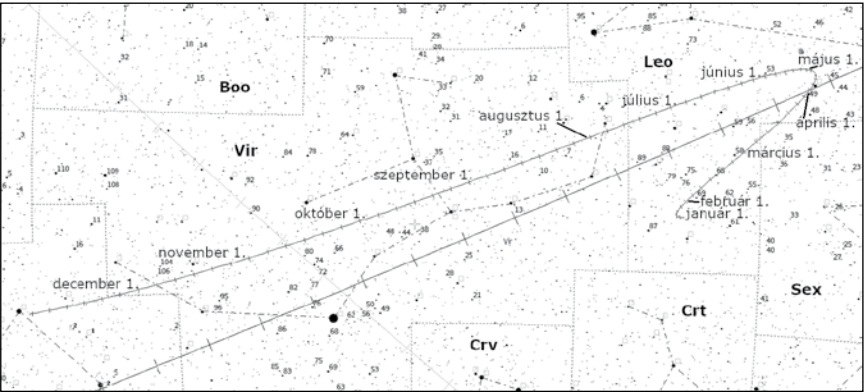
Az üstököst kétszer fedezték fel. Először a kínai Bíbor-hegyi Obszervatórium Xu Yi állomásán 2023. január 9-én készült fényképeken találták meg. A felfedezést be is jelentették az IAU-nak, de egészen január 30-ig senki nem végzett megerősítő megfigyelést, így mint elveszett objektumot törölték a listáról. Később, február 22-én a dél-afrikai Sutherland Obszervatórium 0,5 méteres, f/2 fényerejű Schmidt-teleszkópjával a Földre veszélyes kisbolygók keresésére irányuló ATLAS (Asteroid Terrestrial-Impact Last Alert System) égboltfelmérő program keretében találtak egy égitestet, ami üstökösökre jellemző aktivitást mutatott. A pályaszámítások és a korábbi adatok átvizsgálása után derült ki, hogy ez az égitest ugyanaz, amit a kínaiak már másfél hónappal korábban bejelentettek. Így kapta az üstökös a Tsuchinshan–ATLAS nevet.

Az üstökös retrográd irányban kering. A pálya excentricitása 1,0001927, ami hiperbolát jelent. Ennek ellenére a Naprendszerhez tartozónak gondoljuk, és valahonnan az Oort-felhőből kellett érkeznie. Egyes vélemények szerint először jár a Naprendszer belső részein. Napközelpontja 0,39 CSE lesz. Elképzelhető, hogy a fiatal és Naprendszer belső részein először járó és a Naphoz ilyen közel merészkedő üstökösök még a legkisebb naptávolsága előtt darabjaira szakad.

Dátum	RA (h m s)	D (° ' , ")	Δ (CSE)	r (CSE)	E (°)	m_v (m)
03.01.	15 05 49	-07 20 44	3,026	3,547	114,1	12,9
03.05.	15 03 30	-07 09 31	2,913	3,498	118,6	12,8
03.09.	15 00 41	-06 56 24	2,803	3,449	123,3	12,6
03.13.	14 57 18	-06 41 14	2,696	3,400	128,0	12,5
03.17.	14 53 19	-06 23 59	2,592	3,350	132,9	12,3
03.21.	14 48 42	-06 04 32	2,491	3,300	138,0	12,2
03.25.	14 43 25	-05 42 49	2,396	3,249	143,2	12,0
03.29.	14 37 27	-05 18 48	2,305	3,198	148,4	11,9

A C/2023 A3 (Tsuchinshan–ATLAS) márciusban még több mint 3 CSE távolságban lesz a Naptól, de gyors ütemben közeledik hozzá, mint ahogy a Földhöz is. Aktivitása várhatóan nőni fog, amit egyre kedvezőbb helyzetből szemlélhetünk, így a várható fényesség növekedése kb. 1 magnitúdó lesz a hó elejei 12,9 magnitúdóról. Megpillantásához legalább közepes átmérőjű

távcső szükséges. Fotografikusan már a kisebb átmérőjű műszerekkel is megörökíthető lehet. A hó elején még csak 1 órával éjfél előtt kel, míg a hónap végén már 3 órával. Március elején a Mérleg csillagkép északi részén lesz megtalálható, ahonnan lassan halad nyugat felé a Szűz Mérleggel határos nyugati részére. 8-án északról kerül a legközelebb az NGC 5812 (11,2 magnitúdó; 2,3×2,0') galaxishoz 28'-re megközelítve azt. Március 23–27. között a μ Vir (3,85 magnitúdó) 1 fokos közelében fog tartózkodni, 23–25-e között a csillagtól keletre, majd 26–27-én a csillagtól nyugatra. A kométa helyét valószínűleg könnyű lesz megtalálni, de magát az üstököt már nem, ugyanis fényessége várhatóan 9 magnitúdóval elmarad a csillag fényességétől, így annak ragyogása könnyen elnyomhatja a kis ködösség fényét.



A (3) Juno kisbolygó keresőtérképe.

T Coronae Borealis

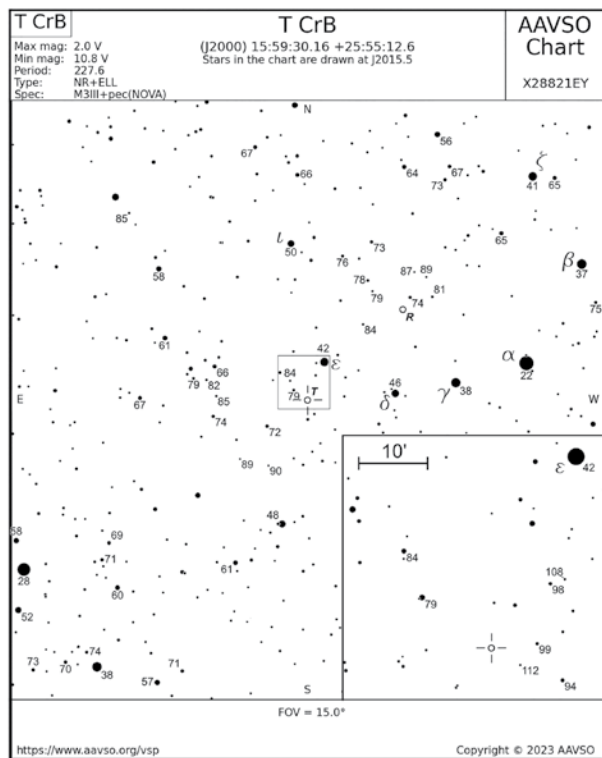
A közönséges nóvakitörések, bár igen jelentős energiakibocsátással járnak, nem semmisítik meg az abban részt vevő fehér törpét, így a kísérő vörös óriás komponensről továbbra is történik anyagáramlás, akár több ezer-tízezer éves időskálán újabb és újabb nóvarobbanásokat produkálva. A visszatérő (rekurrens, NR típusú) nóvak egy speciális alcsoportját képezik a nóvaszerű objektumoknak, és mindössze kb. egy tucat képviselőjük ismert. Esetükben a nóvakitöréshez szükséges hidrogéntöbblet „begyűjtése” emberi léptékkel mérhető, száz évnél is rövidebb idő alatt történik.

Az amatőrcsillagászok, kivált a változóészlelők számára az egyik legjobban várt égi esemény egy-egy szabadszemes visszatérő nóva újabb, legtöbbször életében csupán egyszer látható kitörése. Különösen, ha az olyan kivételes helyen található, mint a T Coronae Borealis, aminek felfénylése napokra átrajzolhat egy jellegzetes csillagképet, ékes bizonyítékát adva az égbolt változékonyságának és a csillagok dinamikus fejlődésének.

Az óraműpontossággal kiszámítható geometriai (pl. fedési-) és a többé-kevésbé szabályosan pulzáló változókkal szemben a katalizmusos változók kitörései jórészt előrejelezhetetlenek. A nóvaszerű kitöréseket produkáló szoros kettős rendszerek tömegátadási mechanizmusát bár jól

ismerjük, csupán tapasztalati úton, korábbi kitöréseik során tanúsított viselkedésük alapján jósolhatjuk meg a következő kataklizma vélhető időpontját.

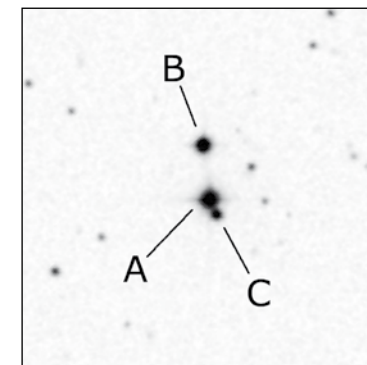
Az eddig mindössze két alkalommal, 1866-ban és 1946-ban kitört T Coronae Borealis esetén ilyen előjel lehet a 2006 óta tartó viszonylag fényesebb állapota, amely az 1946-os kitörést is megelőzte (és amely a kitörést követő még további 9 évig fennmaradt). További, korábban megfigyelt jelenség a kitörést közvetlenül megelőző „lemerülés”, amikor az akkréció során a vörös kísérőről a fehér törpe komponensre tartó anyagáram hirtelen lecsökken, ezáltal a csillag a megszokott 10^m körüli fényességről 11^m -ig halványodik. Bradley E. Schaefer, a visszatérő nógák egyik legismertebb kutatója tanulmányában a következő kitörés várható időpontját 2024,2 és 2026,8 közé teszi (erről bővebben a Meteor 2023. áprilisi számában olvashattunk), bár ez akár korábban is bekövetkezhet, 2023 második felétől ugyanis már határozott jelei mutatkoznak a kitörést megelőző lemerülésnek. Az Északi Korona csillagkép féltékénkről egész évben látható, így az év során minden derült éjszakán érdemes egy pillantást vetni rá, vagy akár kis távcsővel nyomon követni a csillag változásait. Mivel a kitörés igen éles, a várhatóan 2-2,5 magnitúdós maximumot követően alig egy-két hétig tart szabadszemes láthatósága, csupán reménykedhetünk, hogy az időjárás nem gátolja meg a kivételes égi jelenség hazai észlelését.



WDS 09290+0938 LAD 1 AC

Az Oroszlán csillagképben sok szép kettőst észlelhetünk. Stanislas Chevalier 1908-ban írta le a most következő rendszer AB tagjait. Ladányi Tamás a 2000-es évek elején újabb komponens fedezett fel a pár észlelésekor, eredményeit a The Webb Deep-Sky Society Double Star Section Circularban publikálta 2003-ban. A pár tőlünk mintegy 7878 ± 398 fényévre található nyugati irányban mintegy $45'$ -re a 6 Leo-tól.

Az AB komponensek kis méretű műszerrel is könnyen megfigyelhetők, a B északi irányban található a főcsillagtól (Gaia DR3 589081088501488768, PA: 6° , Sep: $28,3''$, A: $9,98^m$, B: $10,16^m$). A C komponens dél-délnyugati irányban kereshető, vizuális észlelése szükségessé teszi a közepes méretű távcső használatát (Gaia DR3 589081187285211648, PA: 204° , Sep: $9,1''$, C: $13,0^m$).



A WDS 09290+0938 a Digitized Sky Survey (STScI/NASA) felvételén.

A Kirchhoff-kráter

Ha van jelentéktelen, érdektelen, a névadójához méltatlan kráter a Holdon, akkor a Kirchhoff bizonyosan közéjük tartozik. A hatalmas Posidonius-krátertől keletre elterülő felföldön, a Taurus-hegységben fekszik, a Posidonius-tól nagyjából másfél kráterátmérőnyire. Szelenografikus koordinátái: északi szélesség $30,6^\circ$, keleti hosszúság $38,8^\circ$. Átmérője 25 km, mélysége 2590 méter, alakja a ferde rálátás miatt elliptikus. A Kirchhoff idős alakzat, keletkezését a különböző források a nectari vagy a pre-nectari korbá teszik, azaz valószínűleg 4 milliárd évnél is idősebb. Mit figyelhetünk meg ezen kráteren? Az azonosításhoz már a legkisebb távcsövek is elegendőek, de a részletek megpillantásához legalább 8 - 10 cm átmérőjű teleszkópra lesz szükségünk. Az biztos, hogy a Kirchhoff nem az a kráter, amely mágnesként vonzza a tekintetet, mint például a Posidonius, így azt javasoljuk, hogy mindenképpen felkészülten álljunk neki az észlelésnek. Maga a kráter éppen egy méretes masszívumon fekszik, ez a Kirchhoff keleti sáncától egy kráterátmérőnyire a keleti irányban egy elnyúlt és feltöltött völgy fölé magasodik. Észak felé is igen bonyolult a helyzet, itt eltemetett krátereket, egy nyelvszerű magaslatot, valamint egy feltöltött, uborka formájú völgyet láthatunk. A Kirchhoffhoz keletről csatlakozik a vele közel

azonos méretű, de sekélyebb Kirchhoff C, amellyel valójában egy kettős krátert alkotnak. A C-krátertől északkeletre találjuk még az E és az F-krátereket. Ezek meglehetősen lapos kráterek, és egyáltalán nem feltűnőek. Nagyobb távcsövekkel, nagyobb nagyítással megpillanthatjuk a Kirchhoff kezdetleges központi csúcsát, és néhány nagyobb omlásnyomot. Nagyjából ennyit láthatunk ebből az idős, viharvert kráterből.



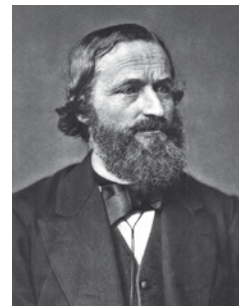
A Kirchhoff-kráter az Apollo-15 felvételén

Csillagfedések

dátum		UT			J	csillag	m _v	Hold fázisa	h	pozíció	
hó	nap	h	m	s						CA	PA
03	12	17	47	29.2	be	109947	7.8	8+	19	52S	106
03	13	18	24	51.6	be	363	7.2	16+	26	66N	46
03	14	17	53	50.2	be	75900	8.8	25+	43	65N	49
03	14	19	45	1.1	be	75929	8.0	25+	25	65N	49
03	15	18	53	1.3	be	647	5.4	35+	45	48N	37
03	15	20	17	47.0	be	655	7.9	36+	31	30N	19
03	16	21	22	31.7	be	812	8.0	47+	31	89N	86
03	17	17	37	45.5	be	78191	7.7	56+	70	33S	149
03	17	17	55	38.6	be	78206	8.0	56+	70	52S	131
03	17	18	50	41.1	be	78233	7.5	56+	64	25N	27
03	17	20	11	0.0	be	78291	7.7	56+	52	60S	123
03	17	21	13	52.4	be	979	8.1	57+	42	88S	95
03	18	19	7	34.5	be	79256	7.8	66+	67	80S	109
03	18	19	24	49.5	be	79264	8.0	66+	66	69N	78
03	18	20	36	14.0	be	1108	7.0	66+	56	19S	171
03	19	17	42	56.2	be	79980	7.3	75+	62	36S	159
03	19	23	28	58.7	be	80089	7.2	76+	35	83N	99
03	20	0	12	57.3	be	1251	5.9	76+	27	86N	102
03	23	21	25	54.0	be	1644	4.1	98+	48	45S	165
03	23	22	32	40.7	ki	1644	4.1	98+	48	-65S	275

Évforduló

200 éve született Gustav Kirchhoff



Gustav Robert Kirchhoff 1824. március 12-én született a poroszországi Königsbergben (ma Kaliningrád), és 1887. október 17-én halt meg Berlinben. Robert Bunsennel (1811–1899) megalkotta az asztrofizikát – ez legalább akkora, ha nem nagyobb forradalom volt a csillagászatban, mint a kopernikuszi-kepleri fordulat. Ezt már a kortársak is felismerték, a Természettudományi Közlöny „századunk egyik legbámulatosabb felfedezése”-nek nevezte.

Szüllővárosában folytatta tanulmányait, a königsbergi egyetemen olyan nagynevű tanárai voltak, mint például Friedrich Wilhelm Bessel (1784–1846), a 19. század egyik legjelentősebb csillagásza. Az egyetem elvégzése után előbb Berlinben dolgozott, majd 1850-ben Breslauba (ma Wrocław) került, ahol megismerkedett és barátságot kötött Bunsennel. A következő és legfontosabb állomás életében Heidelberg, ahol 1854 és 1875 között a fizika professzora volt. 1875-ben Berlinbe költözött, és haláláig ott dolgozott.

Első munkáiban elektromosságtannal foglalkozott. Ezek is jelentősek voltak a fizika fejlődésében, de csillagászati szempontból legfontosabb felfedezése – Bunsennel közösen – az „emissio és absorptio viszonyának a törvénye”, azaz a Kirchhoff-féle sugárzási törvény. Ez Kirchhoff szavaival és Heller Ágost fordításában a következő: „Bizonyos mérséklet mellett ugyanazon hullámhosszaságú és a polározás ugyanazon állapotában levő sugarakra az emissio- és absorptio-képesség hányadosa minden testre nézve ugyanaz. E törvény a sugárzó hőre nézve és így a fénynek érzett sugarakra nézve is érvényes. Az emissio-képességen ez esetben azt a sugármenynységet értjük, melyet a testből képezett határtalan kiterjedésű lemez az egyik felén kibocsát, absorptio-képesség ellenben az a sugármenynység, melyet ugyanez a lemez a reaeső sugármenynység egységéből elnyel.” (Heller Ágost: „Megemlékezés Kirchhoffról”, *Természettudományi Közlöny* 20, 1. pótfüzet, pp. 23–32, 1888).

Az 1830-as években a francia filozófus, Auguste Comte (1798–1857) úgy vélte, hogy sose fogjuk megtudni, miből áll a Nap és a csillagok. Kirchhoff és Bunsen munkássága alig 30 évvel később mindezt mégis lehetővé tette, és a színképelemzéssel gyakorlatilag megalapították az asztrofizikát.

Kirchhoff nevét viseli egy holdkráter és a (10358) Kirchhoff kisbolygó is az ő emléket őrzi. Ettől függetlenül az ő neve nincs annyira a köztudatban, mint például Kopernikuszé vagy Newtoné, holott az általa elért eredmények jelentősége semmivel sem kisebb.

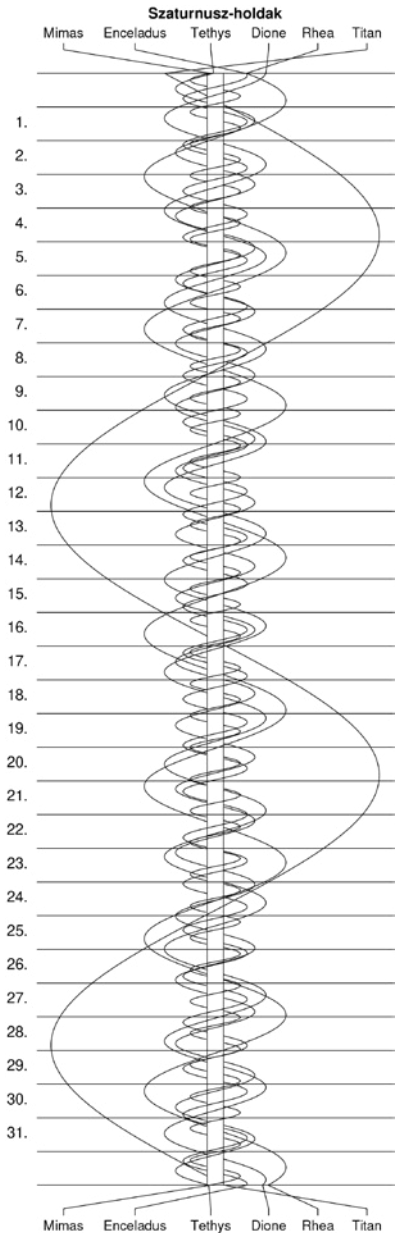
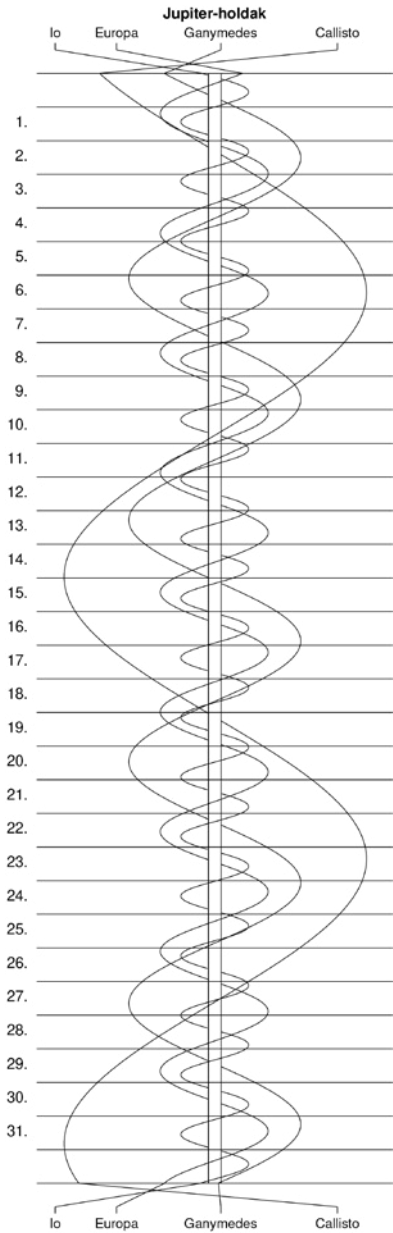
Magyarul olvasható egy tanulmánya a *Természettudományi értekezések* (K. M. Természettudományi Társulat, 1875) című kötetben („A természettudományok céljáról”, ford. Szily Kálmán) – ez megtalálható az interneten is (<http://real-eod.mtak.hu/7923/>).

Jupiter-holdak

nap	UT h:m	hold	jelenség
1	19:47,0	Io	mk
2	17:7,2	Io	ek
	18:16,8	Io	ák
	19:18,4	Io	ev
	20:26,7	Io	áv
3	17:36,5	Io	fv
	19:7,1	Europa	ek
	21:24,3	Europa	ák
	21:31,2	Europa	ev
5	18:50,3	Europa	fv
7	19:40,1	Ganymedes	mk
9	19:7,4	Io	ek
	20:12,5	Io	ák
	21:18,7	Io	ev
10	19:31,8	Io	fv
17	18:17,1	Io	mk
18	17:49,7	Io	ev
	18:40,3	Ganymedes	ák
	18:47,2	Io	áv
	20:21,1	Ganymedes	áv

nap	UT h:m	hold	jelenség
19	19:44,2	Europa	mk
21	18:16,8	Europa	áv
24	20:17,9	Io	mk
25	17:39,5	Io	ek
	18:32,5	Io	ák
	18:56,5	Ganymedes	ek
	19:51,0	Io	ev
26	17:51,3	Io	fv
28	18:31,1	Europa	ák
	19:15,3	Europa	ev

f = fogyatkozás: a hold a Jupiter árnyékában
á = átvonulás: a hold árnyéka a Jupiteren
e = előtte: a hold a Jupiter korongja előtt
m = mögötte: a hold a Jupiter korongja mögött
k = a jelenség kezdete
v = a jelenség vége



$\lambda = 19^\circ$, $\varphi = 47,5^\circ$

Kalendárium – április

KÖZEI

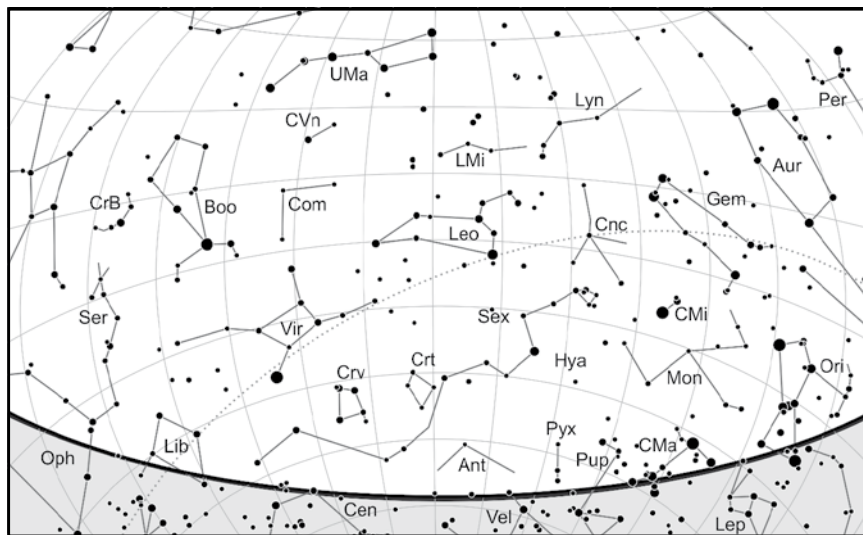
dátum	Nap					Hold				
	kel, h m	delel, h m	nyugszik h m	h_d °	E_t m	kel, h m	delel, h m	nyugszik h m	fázis h m	
14. hét										
1. h 92.	5 21	11 47	18 14	47,3	-3,8	1 21	5 04	8 46		4 16
2. k 93.	5 19	11 47	18 16	47,7	-3,5	2 17	6 02	9 51		
3. sz 94.	5 18	11 47	18 17	48,1	-3,3	3 02	7 01	11 08		
4. cs 95.	5 16	11 46	18 18	48,5	-3,0	3 36	7 58	12 31		
5. p 96.	5 14	11 46	18 20	48,9	-2,7	4 02	8 53	13 58		
6. sz 97.	5 12	11 46	18 21	49,2	-2,4	4 23	9 46	15 24		
7. v 98.	5 10	11 46	18 23	49,6	-2,1	4 42	10 37	16 49		
15. hét										
8. h 99.	5 08	11 45	18 24	50,0	-1,8	5 00	11 28	18 15		19 23
9. k 100.	5 06	11 45	18 25	50,4	-1,6	5 18	12 20	19 42		
10. sz 101.	5 04	11 45	18 27	50,7	-1,3	5 40	13 14	21 09		
11. cs 102.	5 02	11 45	18 28	51,1	-1,0	6 06	14 11	22 33		
12. p 103.	5 00	11 44	18 30	51,5	-0,8	6 40	15 09	23 49		
13. sz 104.	4 58	11 44	18 31	51,8	-0,5	7 25	16 08	–		
14. v 105.	4 56	11 44	18 32	52,2	-0,3	8 21	17 05	0 53		
16. hét										
15. h 106.	4 54	11 44	18 34	52,5	0,0	9 26	17 59	1 43		20 14
16. k 107.	4 52	11 43	18 35	52,9	0,2	10 35	18 49	2 20		
17. sz 108.	4 50	11 43	18 37	53,2	0,4	11 46	19 35	2 47		
18. cs 109.	4 49	11 43	18 38	53,6	0,7	12 55	20 17	3 08		
19. p 110.	4 47	11 43	18 40	53,9	0,9	14 02	20 58	3 25		
20. sz 111.	4 45	11 42	18 41	54,3	1,1	15 08	21 37	3 39		
21. v 112.	4 43	11 42	18 42	54,6	1,3	16 13	22 16	3 53		
17. hét										
22. h 113.	4 41	11 42	18 44	55,0	1,5	17 19	22 56	4 06		0 50
23. k 114.	4 40	11 42	18 45	55,3	1,7	18 28	23 37	4 20		
24. sz 115.	4 38	11 42	18 47	55,6	1,9	19 39	–	4 36		
25. cs 116.	4 36	11 41	18 48	55,9	2,0	20 52	0 22	4 56		
26. p 117.	4 34	11 41	18 49	56,3	2,2	22 05	1 10	5 21		
27. sz 118.	4 33	11 41	18 51	56,6	2,4	23 14	2 03	5 56		
28. v 119.	4 31	11 41	18 52	56,9	2,5	–	2 59	6 42		
18. hét										
29. h 120.	4 29	11 41	18 53	57,2	2,6	0 13	3 57	7 42		
30. k 121.	4 28	11 41	18 55	57,5	2,8	1 01	4 55	8 54		

A nyári időszámítás alatt a KÖZEI-ben megadott időpontokhoz egy órát kell adni.
Messier-maraton: április 5–7.

Április

nap	Julián dátum 12 ^h UT	θ_{gr} 0 ^h UT h m s	névnapok
14. hét			
1.	2 460 402	12 39 23	Húsvét; Hugó, Pál
2.	2 460 403	12 43 20	Áron, Ferenc, Mária, Tünde
3.	2 460 404	12 47 16	Buda, Richárd, Irén, Irina
4.	2 460 405	12 51 13	Izidor
5.	2 460 406	12 55 09	Vince, Irén, Irina, Julianna, Teodóra
6.	2 460 407	12 59 06	Vilmos, Biborka, Dénes
7.	2 460 408	13 03 02	Herman, Armand, Ármin, Árpád, József, Mária
15. hét			
8.	2 460 409	13 06 59	Dénes, Júlia, Valter
9.	2 460 410	13 10 56	Erhard, Dusán, Vince
10.	2 460 411	13 14 52	Zsolt
11.	2 460 412	13 18 49	Leó, Szaniszló, Ariel, Glória, Leona
12.	2 460 413	13 22 45	Gyula, Csaba, Csanád, Szilárd
13.	2 460 414	13 26 42	Ida, Hermina, Martin, Márton
14.	2 460 415	13 30 38	Tibor, Benedek, Gusztáv, Lídia
16. hét			
15.	2 460 416	13 34 35	Anasztázia, Tas
16.	2 460 417	13 38 31	Csongor, Benedek, Bernadett, Enikő, József
17.	2 460 418	13 42 28	Rudolf, Anasztázia, Árnika, Csongor, Klára, Rezső
18.	2 460 419	13 46 25	Andrea, Ilma, Aladár, Hermina
19.	2 460 420	13 50 21	Emma, Malvin
20.	2 460 421	13 54 18	Tivadar, Aladár, Odett, Tihamér
21.	2 460 422	13 58 14	Konrád, Zsombor
17. hét			
22.	2 460 423	14 02 11	Csilla, Noémi
23.	2 460 424	14 06 07	Béla, Albert, Gellért, György, Ilona, Sándor
24.	2 460 425	14 10 04	György, Csaba, Debóra, Györgyi, Hunor, Melitta, Simon
25.	2 460 426	14 14 00	Márk, Ervin
26.	2 460 427	14 17 57	Ervin, Marcell, Mária, Tihamér
27.	2 460 428	14 21 54	Zita, Mariann, Marianna, Péter
28.	2 460 429	14 25 50	Valéria, Dorisz, Pál, Patrícia, Patrik, Teodóra
18. hét			
29.	2 460 430	14 29 47	Péter, Antónia, Kata, Katalin, Róbert, Roberta, Tihamér
30.	2 460 431	14 33 43	Katalin, Kitty, Hilda, Ildikó, Mariann, Tivadar, Zsófia

Űrhajózás világnapja: április 12.
Föld napja: április 22.



A déli égbolt április 15-én 20:00-kor (UT)

Bolygók

Merkúr: A hónap első hetében még megfigyelhető napnyugta után a nyugati látóhatár közelében. 1-én még majdnem másfél órával nyugszik a Nap után, de láthatósága rohamosan romlik. 7-én már alig 30 perccel nyugszik a Nap után. 11-én alsó együttállásban van a Nappal. A hajnali égen való megjelenésére 25-éig kell várni.

Vénusz: A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. Fényessége $-3,9^m$, átmérője $10,3''$ -ről $9,8''$ -re csökken, fázisa $0,96$ -ról $0,99$ -ra nő.

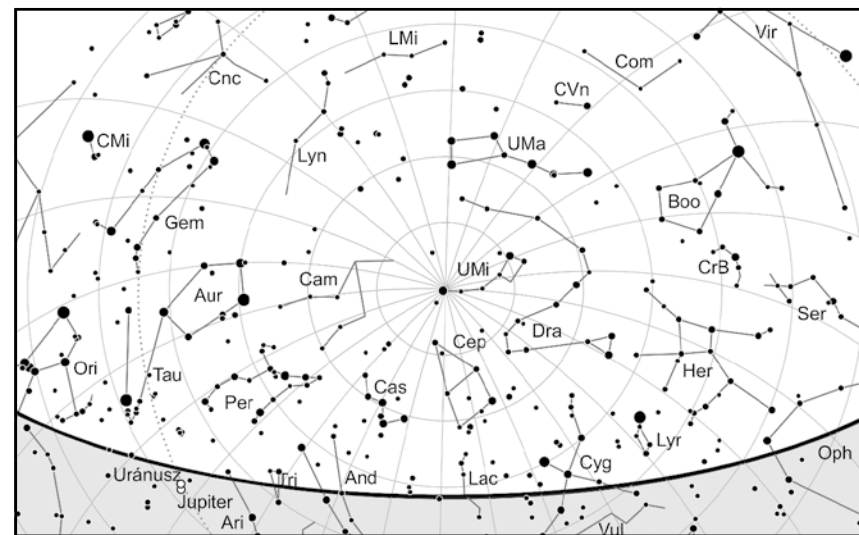
Mars: Előretartó mozgást végez a Vízöntő, majd 24-étől a Halak csillagképben. Valamivel több mint egy órával kel a Nap előtt, a keleti látóhatár közelében kereshető, vörös színe segítheti a megtalálását. Láthatósága lassan tovább javul, de megfigyelésre még mindig kedvezőtlen helyzetben van. Fényessége 1,2^m-ről 1,3^m-ra, látszó átmérője 4,5"-ről 4,7"-re változik.

Jupiter: Előretartó mozgást végez a Kos, majd 28-ától a Bika csillagképben. Napnyugta után kereshető a nyugati égen. A hónap végére az egyre közelebb látszó Nap fénye nehezíti a megfigyelését. Fényessége $-2,0^m$, átmérője $33''$.

Szaturnusz: Előretartó mozgást végez a Vízöntő csillagképben. Napkelte előtt kereshető a keleti-délkeleti égbolt alján, de megfigyelésre kedvezőtlen helyzetben van. Fényessége 1,0^m, átmérője 16".

Uránusz: A hónap első felében még felkereshető kora este a nyugati ég alján. Utána a Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. Továbbra is előretartó mozgást végez a Kos csillagképben.

Neptunusz: A hónap nagyobb részében nem figyelhető meg. Az utolsó napokban már megkísérelhető felkeresése a Halak csillagképben, ahol továbbra is előretartó mozgást végez.



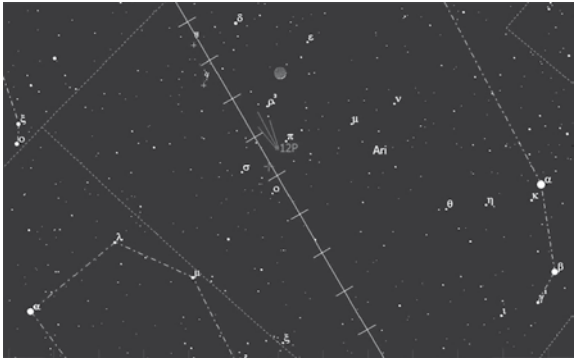
Az északi égbolt április 15-én 20:00-kor (UT)

Eseménynaptár (UT)

Dátum	Idő	Esemény
04.06	6:00	A 10%-os, fogyó holdsarló, a Mars és a Szaturnusz hármass együttállása (Hold-Mars: 2°45', Hold-Szaturnusz 3°30')
04.07	14:00	A Vénusz 2 fokkal kelet-északkeletre a 2%-os, fogyó holdsarlótól
04.07	18:00	A Hold földközélen
04.09	17:57	23 óra 36 perces holdsarló 6° magasan a horizont felett
04.10	18:00	A Jupiter 3°30'-cel délkeletre az 5%-os növekvő holdsarlótól
04.11	23:00	A Merkúr alsó együttállásban a Nappal
04.14		A 130P/McNaught-Hughes-üstökös perihéliumban, 1,82 CSE-re a Naptól (P=6,2 év)
04.15		A (144 APS) Áprilisi Piscidák meteorraj maximuma
04.18	15:00	A Merkúr 2°20'-cel észak-északkeletre a Vénusztól
04.20		A 32P/Comas-Solá-üstökös perihéliumban, 2,02 CSE-re a Naptól (P=9,7 év)
04.20	2:00	A Hold földtávolban
04.21		A 12P/Pons-Brooks-üstökös perihéliumban, 0,78 CSE-re a Naptól (P=71,3 év)
04.22		A (6) Hebe kisbolygó oppozícióban a Bootes csillagképben, fényessége 9,9 magnitúdó
04.22		A (006 LYR) Lyridák meteorraj maximuma (ZHR=18)
04.26	21:00	Az Antares 1°15'-cel északnyugatra a 91%-os, fogyó Holdtól
04.30		A 299P/Catalina-PANSTARRS-üstökös perihéliumban, 3,16 CSE-re a Naptól (P=9,2 év)

Áprilisi együttállások

- Április 10. 18:40 UT. Az 5,5%-os holdsarló, a –2,0 magnitúdós Jupiter és a 4-5 magnitúdós 12P/Pons–Brooks-üstökös együttállása a navigációs szürkület legvégén. A három égitest egy háromszöget fog alkotni, amelynek a horizont felőli csúcsában, 3,4°-ra a Holdtól a 12P üstökös lesz, a jelzett időpontban 8-9°-kal a horizont felett. Várhatóan magas összfényessége miatt jó esély van a megpillantására. A Jupiter 3°-ra lesz égi kísérőnktől a horizont felett 12 fokkal. Tőle északkelet felé 2°-ra az 5,8 magnitúdós Uránusz is feltűnik. Ez az együttállás lehet az év egyik leglátványosabb csillagászati eseménye, ha az üstökös tartja az előrejelzéseket, és sikerül jól átlátszóságú égen, kiváló horizont mellett észlelnünk.



- Április 11. 18:30 UT. A 12%-os holdsarló nyugati pereme 2°-ra a Plejádok csillaghalmaz (M45) legfényesebb csillagától, az Alcyonétól. A páros 25°-kal lesz a horizont felett, majd az este hátralévő részében egyre távolabb kerülnek egymástól.
- Április 26. 22:50 UT. A 91%-os fogyó Hold pereme 1,4°-ra az Antarestől (α Sco) keletre, a Hold déli peremétől 44'-re a τ Scorpii. A látványos együttálláskor 10 fok magasan lesz a Hold. A későbbiekben kísérőnk távolodik az Antarestől, de kissé közelebb kerül a Tau-hoz: április 27-én 0^h UT-kor a minimális távolság 42' lesz köztük.



Teljes napfogyatkozás április 8-án

A tavaszi fogyatkozási szezon záró eseménye, egyben az év második fogyatkozása egy hosszú teljes napfogyatkozás. Magyarországról nézve sajnos ez az látványosság sem lesz megfigyelhető. Ez az év egyáltalán nem kényeztet el nézni-, észlelni- és bemutatnivalóval fogyatkozások tekintetében. Amiért mégis várakozás előzi meg ezt a teljes napfogyatkozást, az részben jó elérhetősége, részben a totalitás hossza miatt van.

Az év első napfogyatkozása a maga teljességében Mexikóból, az USA-ból és Kanada délkeleti partvidékéről figyelhető meg. Részleges napfogyatkozást Közép-Amerikából, Grönlandról és Izlandról lehet látni.

A Hold félárnyéka 15:42:12-kor érinti a Föld felszínét, a Francia Polinézia szigetei között, és fokozatosan beteríti a Csendes-óceán keleti részét. Az umbra 16:38:49-kor vetül a Föld felszínére 150 kilométerre északra a Penrhyn-atolltól. Az eltakart Nap a horizonton látszik, 2 perc 7 másodpercig tart a teljesség fázisa, az árnyék 144 km szélességű. Az umbra fokozatosan északkelet felé fordul, és 18:07:20-kor partot ér Mexikóban, Mazatlán közelében. (Pár perccel előbb még beterít néhány kicsiny szigetet a partok előtt.) A Nap már 69° magasan áll, 4 perc 27 másodpercig van fedésben, miközben az árnyék korongja 199 km széles, és már csak 700 m/s sebességgel „cammog”. Tíz perccel később következik be a napfogyatkozás maximumának pillanata, 18:17:20-kor, Nazas közelében. A Nap 70° magasan van, a totalitás 4 perc 28 másodpercig tart, az árnyékkúp 197 km széles, és továbbra is 700 m/s sebesen halad északkelet felé.

Haladásának főbb állomásai és adatai:

H	I (h:m:s)	T (m:s)	L	Sz (km)	S (km/s)
Texas	18:27:38	4:26	68°	195	0,714
Oklahoma	18:45:06	4:20	62°	190	0,763
Arkansas	18:46:13	4:19	62°	190	0,768
Illinois	18:58:36	4:10	57°	186	0,834
Indiana	19:02:42	4:06	55°	184	0,864
Ohio	19:08:19	3:59	52°	182	0,913
Pennsylvania	19:15:46	3:50	47°	179	1,0
New York	19:16:58	3:48	46°	179	1,02
Vermont	19:25:55	3:33	40°	174	1,18
Québec, Kanada	19:26:48	3:32	39°	174	1,2
Maine, USA	19:29:02	3:29	38°	172	1,26
New-Brunswick, Kanada	19:32:08	3:21	35°	171	1,36

H: állam/országhatár
I: időpont
T: Teljes fázis hossza
L: a Nap látóhatár feletti magassága
Sz: az árnyékkúp szélessége
S: az árnyékkúp haladási sebessége

Az árnyék 19:34:56-kor éri el a Szent-Lőrinc-öblöt, és öt perc alatt átszeli, majd Új Foundland szigetén is áthalad és 19:43:50-kor eléri az Atlanti-óceán vizét. A Nap már csak 23° magasan áll, a totalitás 2 perc 52 másodperces, az árnyék 162 kilométeresre zsugorodott, és több mint 2 km/s sebességgel száguld. Többé nem érint szárazföldet, és a vízfelszín 19:55:34-kor hagyja el. A látóhatáron látszó Nap 2 perc 4 másodperces takarásban van, az árnyék még 141 km széles. A

félárnyék még egy órán át érinti a Földet, de 20:52:19-kor az is eltávozik róla, az Azori-szigetek legnyugatibb tagjától 430 km-re nyugatra.

A Nap és a Hold párosa a Halak csillagkép keleti felében tartózkodik, a Hold felszálló csomópontja közelében. A Nap látszó mérete átlagos, átmérője 31,94'. A Hold egy napja volt földközelen, így látszó mérete az átlagosnál nagyobb, 33,21'. A kettő különbsége elég nagy, 1,27', ez a magyarázata a hosszú időtartamú teljes fázisnak.



Üstökösök

C/2017 K2 (PANSTARRS)

Folyamatosan távolodik a Naptól, aktivitása fokozatosan csökken. A 2022. december 19-én bekövetkezett perihéliumátmenete után fényessége a hónap végére várhatóan 13 magnitúdó alá csökken. Ebben a hónapban azonban vizuálisan még akár egy közepes átmérőjű távcsővel is meg lehet kísérelni felkeresni a várhatóan kompakt kinézetű üstökösöt. Kis szerencsével még talán csóváját is sikerülhet fotografikusan megörökíteni.

Nem sokkal napnyugta után kell keresni a nyugati égen az Orion csillagképben, ahol a hónap során lassan északkeleti irányba mozog. Április 7-én 45"-re halad el az LDN 1571 (átlátszatlanság: 3; átmérő: 15,63') sötét ködtől délkeletre, így fotografikusan érdemes lehet megörökíteni.

Dátum	RA (h m s)	D (°, ', ")	Δ (CSE)	r (CSE)	E (°)	m _v (m)
04.02.	05 11 18	+09 35 04	5,744	5,414	66,0	12,6
04.06.	05 12 40	+09 59 05	5,838	5,448	62,5	12,7
04.10.	05 14 09	+10 22 14	5,930	5,482	59,0	12,8
04.14.	05 15 45	+10 44 32	6,021	5,516	55,6	12,8
04.18.	05 17 28	+11 05 59	6,109	5,550	52,2	12,9

A Merkúr a Nap–Hold párostól 6°-kal északkeletre tartózkodik, de kicsi a megvilágítottsága, ezért a halvány fénye nem biztos, hogy feltűnik. A Vénusz viszont egyértelműen látszik 15°-kal nyugatra, a fényes Jupiter is feltűnő 29°-ra keletre. A Szaturnusz és a Mars párosa is nyugatra látható 35° távolságban. A keleti égen a téli csillagképek fényes csillagai jól látszanak.

Ez a fogyatkozás a 139-es Szárosz-család 30. napfogyatkozása a 71-ből. Ez a család adja majd a kiszámított napfogyatkozások leghosszabb, 7 perc 29 másodperces totalitását, 2186. július 16-án.

Dátum	RA (h m s)	D (°, ', ")	Δ (CSE)	r (CSE)	E (°)	m _v (m)
04.22.	05 19 16	+11 26 37	6,194	5,584	48,8	12,9
04.26.	05 21 09	+11 46 26	6,277	5,618	45,5	13,0
04.30.	05 23 07	+12 05 29	6,357	5,652	42,2	13,0

C/2021 S3 (PANSTARRS)

Fényessége a várható 7,9 magnitúdóról közel 1 magnitúdót fog csökkenni, mivel az üstökös mind a Naptól, mind a Földtől távolodik. Ennek ellenére még mindig megfigyelhető lesz akár binokulárokkal is.

A hónap elején az éjszaka második felében lehet megfigyelni, mivel éjfél után kel. A hónap végére azonban már napnyugta után kel, egész éjszaka folyamán megfigyelhető lesz. Útja a Tejút csillagai között halad, a Kis Róka csillagképből indulva végighalad a Hattyú nyakán, a hónap végén majdnem eléri a Denebet. Április 23/24-én éjszaka lesz a legközelebb az asztrofotósok által kedvelt NGC 6888 (7,4 magnitúdó; 18×13') ködösséghez, 36"-re megközelítve azt északnyugati irányból.

Dátum	RA (h m s)	D (°, ', ")	Δ (CSE)	r (CSE)	E (°)	m _v (m)
04.02.	19 30 19	+22 39 05	1,342	1,494	77,8	7,9
04.06.	19 38 32	+25 54 17	1,362	1,522	78,6	8,0
04.10.	19 46 18	+29 01 33	1,385	1,552	79,3	8,1
04.14.	19 53 37	+32 00 15	1,411	1,583	80,0	8,2
04.18.	20 00 26	+34 50 02	1,439	1,615	80,6	8,4
04.22.	20 06 45	+37 30 47	1,469	1,648	81,2	8,5
04.26.	20 12 32	+40 02 32	1,501	1,682	81,7	8,6
04.30.	20 17 46	+42 25 26	1,534	1,718	82,2	8,8

13P/Olbers

Áprilisban már nemcsak a Naphoz kerül egyre közelebb, hanem a Földhöz is, ennek eredményeképp a hónap elején várható 10,5 magnitúdóról kb. 1 magnitúdót fényesedik. Ezzel pedig már kis átmérőjű távcsövekkel, sőt nagyobb binokulárokkal is megfigyelhetővé válik. Napnyugta után a nyugati horizont felett, a Bika csillagképben kell keresni, éjfél előtt nyugszik.

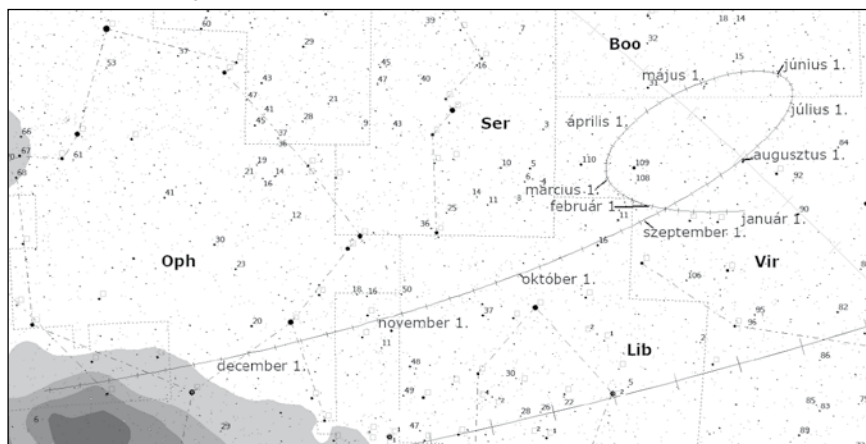
A Bika nyugati oldaláról indul a hónap elején, és északnyugat felé fog mozogni a Bika testén keresztül a Szekeres irányába. 15-én este lesz a legkönnyebb megtalálni, ekkor a Hyadok nyíltalmazt a Fiastyúkkal összekötő egyenes szakasz felénél kell majd keresni.

Dátum	RA (h m s)	D (°, ', ")	Δ (CSE)	r (CSE)	E (°)	m _v (m)
04.02.	03 42 19	+15 33 36	2,327	1,762	44,7	10,5
04.06.	03 48 41	+17 01 56	2,322	1,722	42,5	10,4
04.10.	03 55 27	+18 30 33	2,315	1,682	40,4	10,2
04.14.	04 02 38	+19 59 23	2,307	1,643	38,4	10,0
04.18.	04 10 15	+21 28 23	2,296	1,604	36,5	9,9
04.22.	04 18 19	+22 57 28	2,285	1,567	34,7	9,7
04.26.	04 26 52	+24 26 30	2,271	1,530	33,1	9,6

C/2023 A3 (Tsuchinshan–ATLAS)

A hónap elején még 11,7 magnitúdós üstökös a hónap végére már 10,7 magnitúdót is elérhet. Egy ilyen fényes üstökös megpillantáshoz már elegendő lehet egy kisebb távcső is. Fényesség-növekedése annak köszönhető, hogy közeledik a Naphoz, emiatt aktivitása nő, mindezt pedig egyre csökkenő távolságból nézhetjük.

A hónap elején még 21 óra körül kel, de nyugat felé mozog, így a hónap végére már napnyugta után magasan a délkeleti horizont fölött lehet megfigyelni. Egész éjszaka megfigyelhető, amint a Szűz csillagkép keleti oldalától halad a csillagkép közepe felé. Április 11-én hajnalban az NGC 5506 (fényesség: 11,9 magnitúdó; átmérő: 2,7×0,8") és NGC 5507 (12,5 magnitúdó; 1,6×0,9") galaxispárostól 32'-cel délre halad el. Előtte és utána való napon is megfigyelhető lesz a galaxisok tágabb környezetében. 22-én este lesz a legközelebb a ζ Vir (A: 3,4 magnitúdó; B: 10,00 magnitúdó; szeparáció: 1,8") fényes, de nagyon szoros kettőshöz. Ekkor a csillagtól 52'-re délre lehet megkeresni az üstököst.



A (4) Hebe kisbolygó keresőtérképe.

Lyridák (006 LYR) meteorraj

Maximuma: április 21/22. ($\lambda_{\odot}=32,32^{\circ}$) - 32,00–32,47 között változhat

Aktív: április 14. és április 30. között

A raj részletes adatai: radiáns: $\alpha=271^{\circ}$, $\delta=+34^{\circ}$; ZHR=18 (változhat max. 90-ig);

$r=2,1$ – fényesek, sebesség: 49 km/s, közepesen gyorsak

Szülőégitest: C/1861 G1 Thatcher-üstökös

A radiáns egész éjjel a horizont felett van, a hajnal előtti órákban tartózkodik a legmagasabban, ezért rajtagok egész éjszaka várhatók. Közepes erősségű raj, amelynek a maximuma körüli 3 napon aktivitása megnő. Nyomot kevés meteor húz, viszont tűzgömbökben gazdag. Ese-

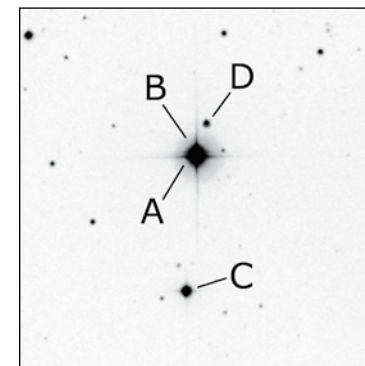
tenként váratlanul erősebb kitöréssel jelentkezik. A radiáns helyzete és a maximum időpontja következtében április 22-én éjfél után várható erősebb meteorhullás, azonban ekkor a telihold (április 23.) szinte végig zavarja az észlelést.

WDS 12406+4017 BKO 114 AD

A Vadászebek csillagképben megbúvó többes rendszer a fényesebb komponensektől a halványabbak felé haladva fedi fel titkait. William Herschel fia, John Herschel 1831-ben katalogizálta a pár AB és AC tagjait, és a rendszer Berkó Ernő és Ladányi Tamás 2002-es publikációja nyomán bővült a D komponenssel. A Földtől 212 fényévre található főcsillag – bár nem szabadszemes célpont – könnyedén kereshető binokulárral vagy keresőtávcsővel az éjszakai égbolton. A csillagkép bétájától az alfa irányában elindulva $1^{\circ}41'$ -re találjuk a G0 színképtípusú (sárga) főcsillagot.

A B tag meglehetősen szoros, 1 magnitúdóval halványabb a főcsillagnál (Gaia DR3 1522033059905009792, PA: 2° , Sep: 5,7", A: 8,41^m, B: 9,61^m), szinte pontosan északi irányban található. A fizikai pár észlelése kis távcsővel sem jelenthet problémát. A C komponens, bár halványabb, továbbra is a kistávcsöves célpontok közé tartozik. Gravitációs kötésben nem áll a főcsillaggal, tőle déli irányban kereshető (Gaia DR3 1522026325396288640, PA: 176° , Sep: 168,7", C: 11,02^m). A Berkó Ernő által felfedezett D tag már jóval halványabb, észleléséhez nagyobb műszer vagy fotografikus megfigyelés ajánlott (Gaia DR3 1522033059905010048, PA: 343° , Sep: 43,1", D: 13,78^m). Fizikailag is a rendszerhez tartozik.

A WDS 12406+4017 a Digitized Sky Survey (STScI/NASA) felvételén.



A Kant-kráter

A Kant, egy 32 km átmérőjű, 3120 méter mélységű, imbriumi korú komplex kráter a hatalmas Theophilustól egy kráterátmérőnyivel nyugatra, közel az Apollo–16 leszállóhelyéhez. Szelenografikus koordinátái: déli szélesség $10,6^{\circ}$, keleti hosszúság $20,1^{\circ}$. Északkeletről a 4000 méter magas Mons Peck, délkeletről a 33 km-es Ibn-Rushd-kráter fogja közre. Déli irányba egy háromszög alakú hegy indul ki, ami tulajdonképpen része annak a magaslatsnak, amelyen a kráterünk

is fekszik és amelynek a Mons Peck a legkeletibb pontja. A Kanttól közvetlenül délnyugatra található az idős, teljesen lepusztult falú, 52 km-es Kant D, nyugatra-északnyugatra az előbb említett magaslat fennsíkszerű, részletszegény területét láthatjuk, ahol az egyetlen említésre méltó alakzat a sekély Kant B-romkráter. A Kanttól északra a Zöllner és a Kant G alkotta, jó-kora méterű, kulcslyukra emlékeztető párosa fekszik olyanformán, hogy a két krátert összekötő egyenes éppen a Kantra mutat. A Kant és a Kant G között található a kicsiny, mindössze 10 km átmérőjű Kant N gödörkráter. A Kant már kis távcsővel is remek látvány, de nagyobb műszerekkel, magasabb napállású megvilágításnál érdekes részleteket figyelhetünk meg. Kiderül például, hogy a kráter központi csúcsa nem is definiálható könnyen, mert négy, egymással közel párhuzamosan ívelő omlásnyom húzódik az aljaton, elsősorban annak nyugati részén. Az omlásnyomok elrendezése a kráter közepén olyasformán alakul, hogy magas napállásnál egy hor-gas spirálgalaxisra emlékeztető alakzatot formálnak, ráadásul a középső omlásnyomon fekvő apró becsapódásos krátert mint a galaxis magját képzelhetjük el.



Ezt a felvételt Csabai István készítette a Kant-kráterről 2020. április 30-án, a C14-es teleszkópjával és ASI 290MM kamerával

Csillagfedések

dátum		UT			J	csillag	m _v	Hold fázisa	h	pozíció	
hó	nap	h	m	s						CA	PA
04	3	2	20	55.2	ki	2912	4.5	39-	1	39S	206
04	10	18	13	5.9	be	93217	8.3	5+	16	82N	61
04	10	18	29	2.1	be	64067	9.3	5+	14	48N	27
04	10	19	14	6.2	be	446	8.4	6+	7	22S	137
04	11	18	30	6.1	be	76358	7.2	12+	26	83N	67
04	11	20	51	2.0	be	598	5.5	13+	5	61S	104
04	12	20	5	22.5	be	750	6.9	21+	22	15S	156
04	12	21	10	26.3	be	76945	7.5	21+	12	33S	138
04	12	21	52	22.2	be	76965	7.6	21+	6	81N	73

dátum		UT			J	csillag	m _v	Hold fázisa	h	pozíció	
hó	nap	h	m	s						CA	PA
04	13	18	52	24.9	be	77818	6.7	30+	44	88N	86
04	14	18	23	5.1	be	78917	8.3	39+	57	81S	104
04	14	20	9	35.2	be	78976	8.2	40+	40	66S	119
04	15	21	58	19.1	be	79855	8.0	51+	30	57S	135
04	15	22	27	3.8	be	1211	6.3	51+	25	86N	98
04	25	22	30	5.1	ki	2237	5.0	96-	15	47N	336

Évforduló

300 éve született Immanuel Kant



Immanuel Kant, minden idők egyik legjelentősebb filozófusa 1724. április 22-én született a poroszországi Königsbergben (ma Kalinyingrád). Szülővárosa egyetemén tanult, és 1770-ben a logika és metafizika professzora lett ugyanott. 1804. február 12-én halt meg Königsbergben.

Kant hatása az európai filozófiára hatalmas, de a csillagászat történetében is jelentős szerepet töltött be. Kozmogóniai elméletét, amely bizonyos fokig hasonló Laplace későbbi elgondolásához, *Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels, oder Versuch von der Verfassung und dem mechanischen Ursprunge des ganzen Weltgebäudes* (Königsberg és Lipcse, 1755) című könyvében fejtette ki. Eszerint egy diffúz anyagfelhőből kondenzálódtak ki a bolygók, a holdak és

maga a Nap is. A világegyetemben a többi rendszer is hasonlóan keletkezett. Kant az egész mindenséget hierarchikusan felépítettnek képzelte, amely ugyanakkor nem állandó állapotú, hanem alapvető változásokon megy keresztül. Rendszerek keletkeznek a leírt módon, és egy bizonyos – rendkívül hosszú – idő után a bolygók visszazuhannak a napjukba. A központi égitest a sok behulló anyag hatására felmelegszik, majd felrobban, létrehozva egy diffúz felhőt, amelyből a következő naprendszer kialakulhat. Ezeket pedig egymással ellentétes vonzó- és taszítóerők, azaz a gravitáció és a centrifugális erő tartották egyensúlyban.

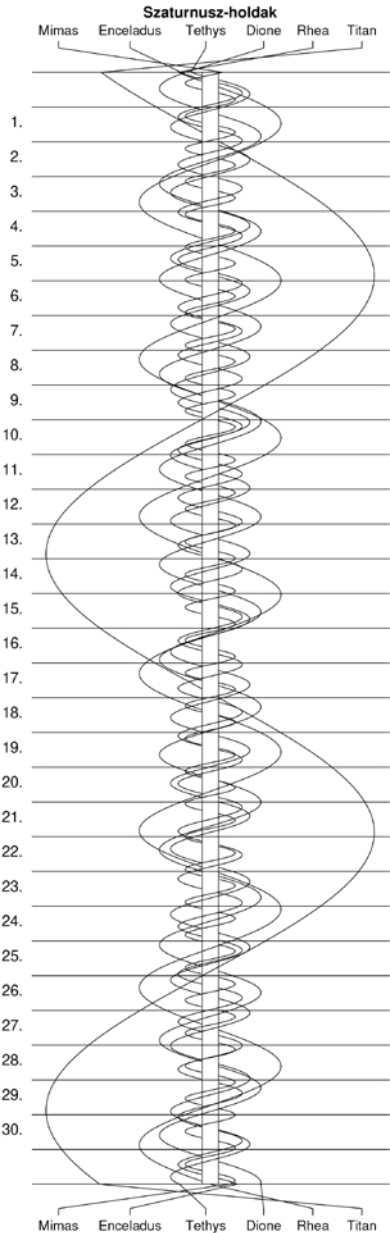
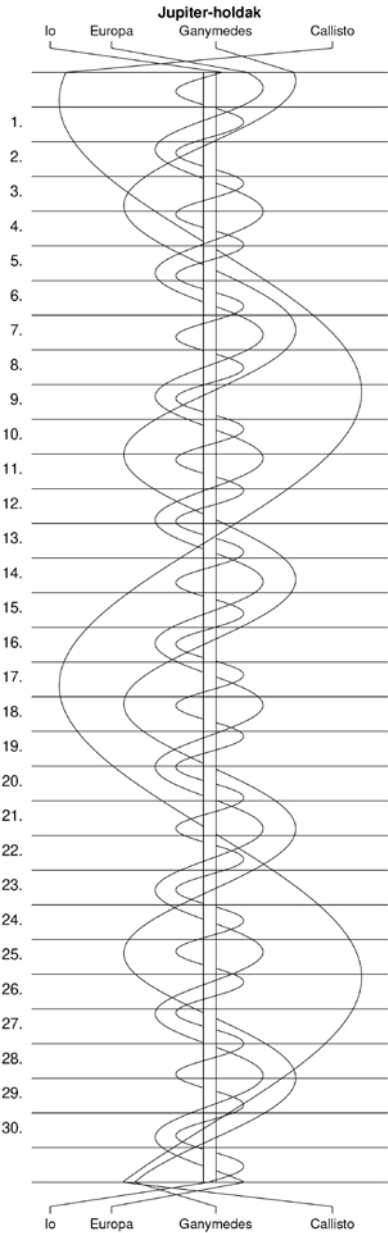
Kant csak közvetve, egy recenzióból ismerte a durhami Thomas Wright munkáját (*An Original Theory or New Hypothesis of the Universe, Founded upon the Laws of Nature, and Solving by Mathematical Principles the General Phaenomena of the Visible Creation; and particularly the Via Lactea*, London, 1750), amelyre – tévesen – hivatkozva a Tejútrendszert lapult alakzatnak tekintette.

Bár Kantnak számos műve olvasható magyarul is, a csillagászathoz kapcsolódóak még nem. Az interneten azonban németül és angolul is megtalálhatók (például az Internet Archive-ban).

Jupiter-holdak

nap	UT h:m	hold	jelenség
1	19:41,0	Io	ek
2	19:46,6	Io	fv
4	19:38,3	Europa	ek
5	18:10,7	Ganymedes	fv
6	18:39,6	Europa	fv
9	18:51,1	Io	mk
10	18:24,8	Io	ev
	19:2,6	Io	áv
17	18:15,2	Io	ek
	18:47,3	Io	ák
18	18:5,7	Io	fv
30	18:48,5	Ganymedes	ák

- f = fogyatkozás: a hold a Jupiter árnyékában
á = átvonulás: a hold árnyéka a Jupiteren
e = előtte: a hold a Jupiter korongja előtt
m = mögötte: a hold a Jupiter korongja mögött
k = a jelenség kezdete
v = a jelenség vége



$\lambda = 19^\circ$, $\varphi = 47,5^\circ$

Kalendárium – május

KÖZEI

dátum	Nap						Hold			
	kel,	delel,	nyugszik	h_d	E_t		kel,	delel,	nyugszik	fázis
	h m	h m	h m	°	m		h m	h m	h m	h m
1. sz 122.	4 26	11 41	18 56	57,8	2,9		1 37	5 51	10 14	☾ 12 28
2. cs 123.	4 24	11 41	18 58	58,1	3,0		2 05	6 45	11 37	
3. p 124.	4 23	11 40	18 59	58,4	3,1		2 27	7 37	13 00	
4. sz 125.	4 21	11 40	19 00	58,7	3,2		2 46	8 27	14 23	
5. v 126.	4 20	11 40	19 02	59,0	3,3		3 03	9 16	15 46	
19. hét										
6. h 127.	4 18	11 40	19 03	59,2	3,4		3 21	10 06	17 10	
7. k 128.	4 17	11 40	19 04	59,5	3,4		3 40	10 59	18 36	
8. sz 129.	4 15	11 40	19 06	59,8	3,5		4 04	11 54	20 02	☉ 4 24
9. cs 130.	4 14	11 40	19 07	60,1	3,5		4 34	12 52	21 24	
10. p 131.	4 12	11 40	19 08	60,3	3,6		5 14	13 52	22 36	
11. sz 132.	4 11	11 40	19 10	60,6	3,6		6 06	14 51	23 34	
12. v 133.	4 10	11 40	19 11	60,8	3,6		7 09	15 48	–	
20. hét										
13. h 134.	4 08	11 40	19 12	61,1	3,6		8 19	16 41	0 17	
14. k 135.	4 07	11 40	19 14	61,3	3,6		9 31	17 29	0 48	
15. sz 136.	4 06	11 40	19 15	61,5	3,6		10 41	18 13	1 12	☾ 12 49
16. cs 137.	4 05	11 40	19 16	61,8	3,6		11 49	18 55	1 30	
17. p 138.	4 04	11 40	19 17	62,0	3,6		12 56	19 34	1 46	
18. sz 139.	4 02	11 40	19 19	62,2	3,5		14 01	20 13	1 59	
19. v 140.	4 01	11 40	19 20	62,4	3,5		15 07	20 53	2 13	
21. hét										
20. h 141.	4 00	11 40	19 21	62,6	3,4		16 14	21 34	2 26	
21. k 142.	3 59	11 40	19 22	62,8	3,4		17 24	22 17	2 42	
22. sz 143.	3 58	11 40	19 23	63,0	3,3		18 37	23 05	3 00	
23. cs 144.	3 57	11 40	19 24	63,2	3,2		19 51	23 56	3 24	☉ 14 55
24. p 145.	3 56	11 40	19 26	63,4	3,1		21 03	–	3 55	
25. sz 146.	3 55	11 41	19 27	63,6	3,0		22 07	0 52	4 38	
26. v 147.	3 54	11 41	19 28	63,8	2,9		22 59	1 51	5 35	
22. hét										
27. h 148.	3 54	11 41	19 29	63,9	2,8		23 39	2 50	6 45	
28. k 149.	3 53	11 41	19 30	64,1	2,7		–	3 47	8 03	
29. sz 150.	3 52	11 41	19 31	64,2	2,6		0 09	4 42	9 25	
30. cs 151.	3 51	11 41	19 32	64,4	2,4		0 32	5 33	10 47	☾ 18 14
31. p 152.	3 51	11 41	19 33	64,5	2,3		0 51	6 22	12 08	

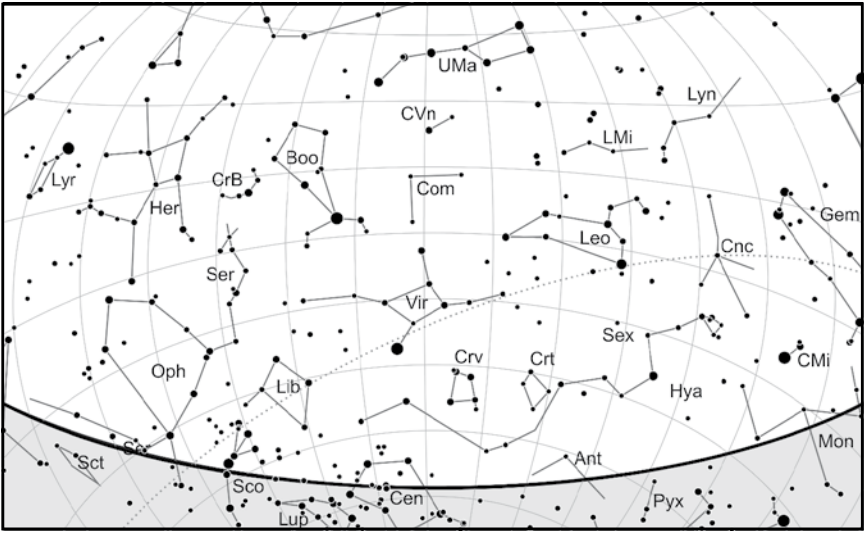
A nyári időszámítás alatt a KÖZEI-ben megadott időpontokhoz egy órát kell adni.

Május

nap	Julián dátum 12 ^h UT	θ_{gr} 0 ^h UT h m s	névnapok
1.	2 460 432	14 37 40	<i>A munka ünnepe</i> ; Fülöp, Jakab, Benedek, Berta, József
2.	2 460 433	14 41 36	Zsigmond, Ráhel
3.	2 460 434	14 45 33	Tímea, Irma, Antónia, Jakab, Sándor, Viola, Zsaklin
4.	2 460 435	14 49 29	Mónika, Flórián, Amália, Antónia, László
5.	2 460 436	14 53 26	Györgyi, Erna, Irén, Irina, Judit, Viola
19. hét			
6.	2 460 437	14 57 23	Ivett, Frida, Ditta, Friderika, Ida, János, Judit, Tamara
7.	2 460 438	15 01 19	Gizella, Dalma
8.	2 460 439	15 05 16	Mihály, Géza, Győző, Péter
9.	2 460 440	15 09 12	Gergely, Édua, Gergő, György, Karola, Kristóf, Sarolta
10.	2 460 441	15 13 09	Ármin, Pálma, Antónia, Armand, Míra
11.	2 460 442	15 17 05	Ferenc, Jakab
12.	2 460 443	15 21 02	Pongrácz, Dalma, Gyöngyi, Johanna, Viktor
20. hét			
13.	2 460 444	15 24 58	Szervác, Imola, Fatima, Gellért, Glória, Róbert, Roberta
14.	2 460 445	15 28 55	Bonifác, Aglája, Gyöngyi, Julianna
15.	2 460 446	15 32 51	Zsófia, Szonja, Döníz, Izóra, János
16.	2 460 447	15 36 48	Mózes, Botond, János, Simon
17.	2 460 448	15 40 45	Paszka, Andor
18.	2 460 449	15 44 41	Erik, Alexandra, Erika, Kamilla, Klaudia, Szandra
19.	2 460 450	15 48 38	<i>Pünkösd</i> ; Ivó, Milán
21. hét			
20.	2 460 451	15 52 34	<i>Pünkösd</i> ; Bernát, Felícia, Hanna, Johanna
21.	2 460 452	15 56 31	Konstantin, András, Mirella
22.	2 460 453	16 00 27	Júlia, Rita, Emil, Julianna, Renáta
23.	2 460 454	16 04 24	Dezső, Renáta, Vilmos
24.	2 460 455	16 08 20	Eszter, Eliza, Mária, Simon, Szimonetta, Vince, Zsófia
25.	2 460 456	16 12 17	Orbán, Gergely, Gergő, György, Magdolna, Márk
26.	2 460 457	16 16 14	Fülöp, Evelin, Aladár, Gyöngyvér
22. hét			
27.	2 460 458	16 20 10	Hella, Ágoston, Gyula
28.	2 460 459	16 24 07	Emil, Csanád, Ágoston, Vilma, Vilmos
29.	2 460 460	16 28 03	Magdolna, Mária
30.	2 460 461	16 32 00	Janka, Zsanett, Dezső, Hanna, Johanna, Nándor
31.	2 460 462	16 35 56	Angéla, Petronella, Mária, Matild

Planetáriumok nemzetközi napja: május 7.

A csillagászat napja: május 18.



A déli égbolt május 15-én 20:00-kor (UT)

Bolygók

Merkúr: Megfigyelésre igen kedvezőtlen helyzetben van. Mivel a lapos szögben látszó ekliptika alatt tartózkodik, a hónap nagyobb részében alig háromnegyed órával kel a Nap előtt. 9-én van legnagyobb nyugati kitérésben, 26,4°-ra a Naptól. Elszánt észlelők napkelte előtt kereshetik a keleti látóhatár felett. 31-én már csak fél órával kel korábban, mint a Nap, így elvész annak fényében.

Vénusz: A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. Fényessége $-3,9^m$, átmérője $9,8''$ -ról $9,6''$ -re csökken, fázisa 0,99-ről 0,999-re nő.

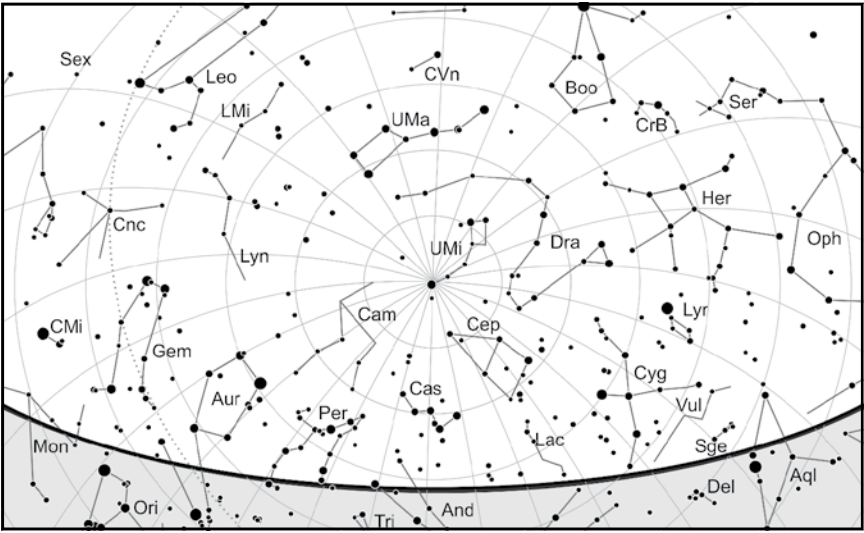
Mars: Előretartó mozgást végez a Halak, 9-től a Cet, majd 13-tól ismét a Halak csillagképben. Hajnalban kel, napkelte előtt kereshető a keleti ég alján. Láthatósága egyre javul, a hónap végén már két órával kel a Nap előtt. Vöröses fénye megkönnyíti azonosítását. Fényessége $1,2^m$ -ről $1,1^m$ -ra, látszó átmérője $4,7''$ -ről $5,0''$ -re nő.

Jupiter: Előretartó mozgást végez a Bika csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. 18-án együttállásban van a Nappal. Fényessége $-2,0^m$, átmérője $33''$.

Szaturnusz: A Vízöntő csillagképben figyelhető meg, előretartó mozgása a hónap végén lassulni kezd. Kora hajnalban figyelhető meg, alacsonyan a délkeleti égen. Fényessége $1,0^m$, átmérője $17''$.

Uránusz: Előretartó mozgást végez a Kos, majd 23-ától a Bika csillagképben. 13-án együttállásban van a Nappal. A hónap során nem figyelhető meg.

Neptunusz: Hajnalban kel. A szürkületben kereshető a Halak csillagképben, a délkeleti látóhatár közelében. Előretartó mozgása a hónap végén lassulni kezd.



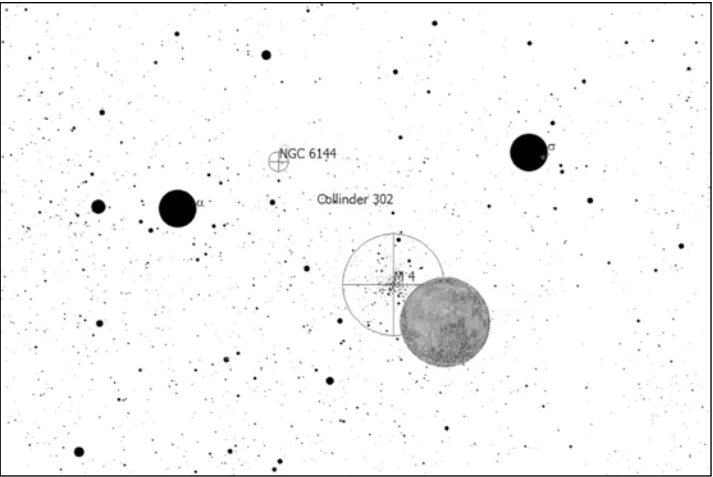
Az északi égbolt május 15-én 20:00-kor (UT)

Eseménynaptár (UT)

Dátum	Idő	Esemény
05.04	2:00	A Szaturnusz $2^{\circ}40'$ -cel nyugat-északnyugatra a 21%-os, fogyó Holdtól
05.05	3:00	A Mars 1 fokkal északnyugatra a Holdtól
05.05	21:00	A (031 ETA) Éta Aquaridák meteororaj maximuma (április 19. – május 28.; ZHR=50; $v=66$ km/s)
05.05	22:00	A Hold földközelpont
05.06	6:00	A Merkúr $2^{\circ}30'$ -cel nyugat-délnyugatra az 5%-os, fogyó holdsarlótlól
05.08		A (152 NOC) Északi Omega Cetidák meteororaj maximuma
05.08	18:41	A Jupiter $3,5^{\circ}$ -kal délre a 15 óra 19 perces holdsarlótlól
05.09	18:43	39 óra 21 perces holdsarló $13^{\circ} 6'$ magasan a horizont felett
05.09	22:00	A Merkúr a legnagyobb nyugati kitérésben, 26 fokra a Naptól
05.10		A (145 ELY) Éta Lyridák meteororaj maximuma (május 3–14.; ZHR=3; $v=43$ km/s)
05.12		Az 50P/Arend-üstökös perihéliumban, $1,92$ CSE-re a Naptól ($P=8,3$ év)
05.12		A 222P/LINEAR-üstökös perihéliumban, $0,83$ CSE-re a Naptól ($P=4,9$ év)
05.13		A (156 SMA) Déli Májusi Arietidák meteororaj maximuma
05.17	19:00	A Hold földtávolban
05.19		A 46P/Wirtanen-üstökös perihéliumban, $1,05$ CSE-re a Naptól ($P=5,4$ év)
05.19	15:00	A (2) Pallas kisbolygó oppozícióban a Hercules csillagképben, fényessége $9,1$ magnitúdó
05.24		A 192P/Shoemaker-Levy-üstökös perihéliumban, $1,46$ CSE-re a Naptól ($P=16,4$ év)
05.27	3:00	A törpebolygó $3^{\circ}20'$ -cel északra a 86%-os, fogyó Holdtól
05.31	2:00	A Szaturnusz 4 fokkal északkeletre a 46%-os, fogyó Holdtól

Együttállítás

- Május 24. 00:30 UT. A telihold keleti pereme 1,4°-ra a tőle keletre lévő Antarestől (α Sco), miközben a σ Scorpii kísérlőnk északi peremétől 49'-re lesz. A Hold elfedi az M4 gömbhalmazt, de az óriási fényességkülönbség miatt ez sajnos nem lesz látható. A fedés legnagyobb fázisában, 01:30 UT-kor a gömbhalmaz magja is a Hold mögött lesz. Esetleg fotózással, a holdkorong kitakarásával lehet megörökíteni a különleges eseményt. Ezt azonban az is hátráltatja, hogy égi kísérlőnk 00:30 UT-kor már csak 12-13 fokok magasságban látszik.



Üstökösök

C/2021 S3 (PANSTARRS)

Május elejére cirkumpolárisá válik, miközben mind a Naptól, mind a Földtől távolodik. Csökkenő aktivitása ellenére a hónap elején még várhatóan 8,9 magnitúdós üstökös fényessége közel 1 magnitúdót fog csökkenni, így a hónap végén felkeresésére vizuálisan még binokulárral is remélhetőleg lesz lehetőség, de inkább távcső ajánlott.

A hónap során a Hattyú közepétől egyre lassulva mozog északi irányba. Útja végig a Tejút csillagai között vezet, ezért szép látvány lehet, főleg fotografikusan, a csillagokkal teleszórt látómezőben.

Dátum	RA (h m s)	D (°, ', ")	Δ (CSE)	r (CSE)	E (°)	m _v (m)
05.04.	20 22 26	+44 39 41	1,568	1,754	82,8	8,9
05.08.	20 26 29	+46 45 30	1,602	1,791	83,3	9,1
05.12.	20 29 54	+48 43 05	1,637	1,828	83,8	9,2
05.16.	20 32 38	+50 32 37	1,672	1,867	84,3	9,3

Dátum	RA (h m s)	D (°, ', ")	Δ (CSE)	r (CSE)	E (°)	m _v (m)
05.20.	20 34 42	+52 14 18	1,708	1,905	84,9	9,5
05.24.	20 36 03	+53 48 21	1,743	1,945	85,4	9,6
05.28.	20 36 40	+55 14 55	1,778	1,984	86,0	9,7

13P/Olbers

Fényessége a hó elejei 9,2 magnitúdóról legalább 1 magnitúdónyit nő, ezzel pedig binokulárral is megfigyelhetővé válik. Azonban nem csak fizikailag közeledik a Naphoz, hanem az égbolton is, ezért megfigyelésére napnyugta után, még a teljes sötétség beállta előtt van csak lehetőség.

A hónap elején még a Bika, majd a Szekeres csillagképben figyelhető meg. A hónap során csak egyetlen jelentősebb mélyég-objektumhoz kerül közel. Május 21-én elhalad a B 226 (átlátszatlan: 2; átmérő: 17'') sötét köd előtt, amelynek közvetlen szomszédja az M36 (fényesség: 6 magnitúdó; átmérő: 10'') nyílthalmaz.

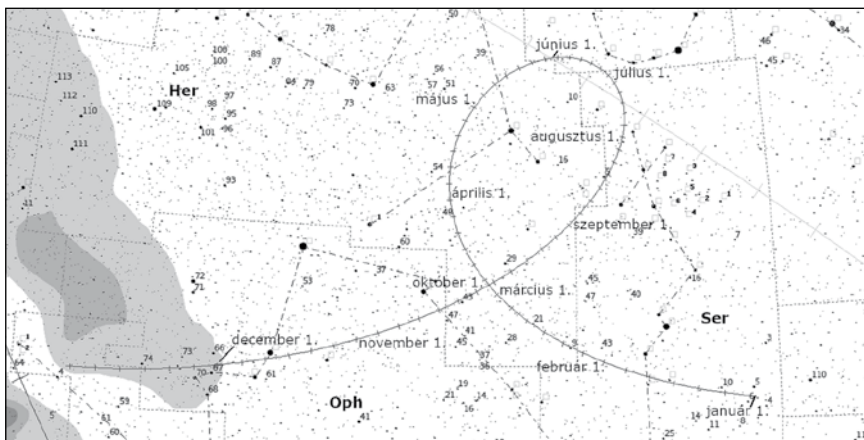
Dátum	RA (h m s)	D (°, ', ")	Δ (CSE)	r (CSE)	E (°)	m _v (m)
05.04.	04 45 32	+27 23 50	2,240	1,459	30,2	9,2
05.08.	04 55 44	+28 51 41	2,223	1,426	28,9	9,0
05.12.	05 06 34	+30 18 36	2,204	1,394	27,9	8,9
05.16.	05 18 05	+31 44 10	2,184	1,363	27,0	8,7
05.20.	05 30 18	+33 07 54	2,163	1,334	26,3	8,6
05.24.	05 43 19	+34 29 13	2,142	1,307	25,9	8,4
05.28.	05 57 09	+35 47 25	2,120	1,282	25,6	8,3

C/2023 A3 (Tsuchinshan-ATLAS)

A hónap közepéig a Naphoz és a Földhöz is közeledik, majd május második felében a Földtől már távolodik. A hónap végére fényessége eléri a 10 magnitúdót, és így megfigyelhető már kisebb távcsövekkel is. Ráadásul szinte egész éjszaka észlelhető lesz a napnyugta körül kelő Szűz csillagképben.

Május 11-én az esti órákban közel kerül az NGC 4771-hez (fényesség: 12,3 magnitúdó; átmérő: 3,8×0,9''), amit 36'-re délre fog elkerülni. 17-én hajnalban lesz a legközelebb, 15'-cel délkeletre az NGC 4581 (12,5 magnitúdó; 1,9×1,1') galaxisához. Május 30-án a C/2023 A3 (Tsuchinshan-ATLAS), az NGC 4116 (12,0 magnitúdó; 3,8×2,3') és az NGC 4123 (11,4 magnitúdó; 4,3×3,2') galaxis kerülnek egy vonalba 30'-en belül. Egy nappal később, május 31-én hajnalban az NGC 4073 (11,4 magnitúdó; 3,2×2,3') galaxisal fémjelzett csoporttól 38'-re északra lesz megtalálható.

Dátum	RA (h m s)	D (°, ', ")	Δ (CSE)	r (CSE)	E (°)	m _v (m)
05.04.	13 14 29	-00 24 05	1,788	2,724	152,8	10,6
05.08.	13 03 21	+00 09 49	1,769	2,669	146,4	10,5
05.12.	12 52 18	+00 41 42	1,758	2,614	140,0	10,4
05.16.	12 41 29	+01 10 59	1,754	2,558	133,5	10,3
05.20.	12 31 01	+01 37 14	1,757	2,502	127,2	10,2
05.24.	12 21 00	+02 00 08	1,765	2,445	121,0	10,1
05.28.	12 11 31	+02 19 28	1,778	2,388	114,8	10,0



A (2) Pallas kisbolygó keresőterképe

Éta Aquaridák (031 ETA) meteorraj

Maximuma: május 5/6. ($\lambda_{\odot}=45,5^{\circ}$)**Aktív:** április 19. és május 28. között**A raj részletes adatai:** radiáns: $\alpha=338^{\circ}$, $\delta=-1^{\circ}$; ZHR=50; $r=2,4$, sebesség: 65,5 km/s, gyorsak**Szülőégitest:** 1P/Halley üstökös

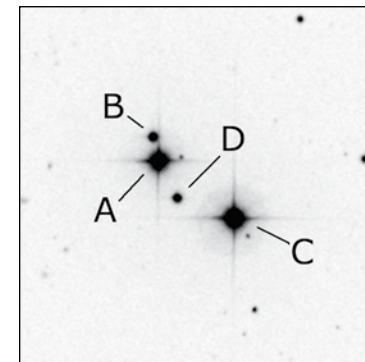
Igen intenzív raj, de Magyarországról a radiáns alacsony helyzete következtében csak közepes erősségű. A radiáns éjjel 2 óra után kel, ezért csak közvetlenül hajnal előtt látható óránként 10–30 meteor. A maximum körüli héten nő meg az aktivitása. A meteorok gyorsak, gyakran húznak nyomot, de kevés közöttük a tűzgömb. A közelgő újhold (május 8.) miatt a Hold csak minimálisan zavar.

WDS 13253+4028 BKO 49 AD

Berkó Ernő rendkívül termékeny kettőscsillag-észlelő. Az évek során mintegy 1330 új párt katalogizált, amelyek közül a WDS 13253+4028 rendszer általa felfedezett újabb komponense került a WDS-be. Az első három tagot John Herschel fedezte fel 1828-ban. A tőlünk 562 fényévre levő rendszer a Vadászek csillagkép alfajától keleti irányban található, 1° -ra kelet-délkeletre (pontosan 71° irányban) a 23 CVn-től. Az F8 (sárgásfehér) főcsillag, bár három kísérője is van, de egyikkel sem áll gravitációs kapcsolatban.

A B komponens halvány, inkább a közepes távcsövek ígéretes célpontja lehet, észak-északkeleti irányban keressük a főcsillagtól mérve kb. fél ívpercre (Gaia DR3 1477002355032005504, PA: 14° , Sep: $24,0''$, A: $8,67$, B: $12,50^m$). A C tag könnyen megfigyelhető akár kistávcsövel is,

másfél ívpercre található délnyugati irányban (Gaia DR3 1477001942715143936, PA: 233° , Sep: $90,4''$, C: $8,85^m$). A D komponens újra halványabb, közepes átmérőjű távcsövel észlelhető sikeresen dél-délnyugatra a főcsillagtól kicsit több mint fél ívperc távolságban (Gaia DR3 1477001977074882816, PA: 202° , Sep: $39,2''$, C: $12,89^m$).



A WDS 13253+4028 a Digitized Sky Survey (STScI/NASA) felvételén.

Csillagfedések

dátum	hó	nap	h	m	s	UT	J	csillag	m_v	Hold fázisa	h	pozíció	CA	PA
05	2	1	30	34.5	ki	3158	5.7	43-	3	61S	221			
05	2	2	37	46	ki	3164	4.5	43-	12	14N	326			
05	10	19	4	33.2	be	840	6.3	9+	20	85N	76			
05	11	18	36	26.7	be	1008	5.3	16+	34	39N	38			
05	11	19	3	23.1	ki	1008	5.3	16+	29	-14N	346			
05	11	19	12	4.1	be	78548	8.8	16+	28	84S	96			
05	11	20	3	59.2	be	78580	7.3	16+	20	57N	57			
05	11	21	8	36.7	be	78641	8.3	16+	10	55S	125			
05	12	21	52	14.7	be	1162	8.2	25+	11	77N	85			
05	12	23	0	23.0	be	1169	5.3	26+	1	58N	65			
05	27	2	4	16.3	ki	2831	6.0	86-	15	42N	316			
05	29	1	43	15.5	ki	190252	7.2	68-	17	54N	290			
05	30	0	59	34.5	ki	3265	6.6	58-	12	62S	221			

Meteorrajok

Táblázatunk az IMO (International Meteor Organization) 2023-as meteorraj-kalendárium alapján készült. A táblázat első oszlopában a raj hivatalos neve és rövidítése, majd az aktivitás időszakának dátuma és a kerekített Solar Longitude érték olvasható. Ezt követi a radiáns pozíciója a maximum idején, ahol a rektaszcenziót fokban adtuk meg. A légkörbe érkezés sebessége után a ZHR értéke következik, vagyis a maximumban várható meteorszám. Ez az érték a zenitben elhelyezkedő radiánsra vonatkozik, 6,2-es határfényesség esetén. Végül megadjuk a rajtagok fényességét és üstököskepcsapcsolatát.

Meteorrajok 2024

RAJ	aktivitás		maximum		radiáns		km/s	ZHR	rajtagok fényessége
	kezdete	vége	$\lambda_{\odot}$	gyakor- sági ma- ximum	RA°	D°			
Antihelion Forrás (ANT)	dec 10.	szept 20.					30	4	közepes
Quadrantidák (010 QUA) [(196256) 2003 EH1 ?]	dec 28.	jan 12.	283,15	jan 4.	230	49	41	110	fényes
Gamma Ursae Minoridák (404 GUM)	jan 10.	jan 22.	298,0	jan 19.	228	67	31	3	közepes
Lyridák (006 LYR) [C/1861 G1 (Thatcher)]	ápr 14.	ápr 30.	32,32	ápr 22.	271	34	49	18	fényes
Éta Aquaridák (031 ETA) [1P/Halley]	ápr 19.	máj 28.	45,5	máj 5.	338	-1	66	50	fényes
Éta Lyridák (145 ELY) [C/1983 H1 (IRAS-Araki-Alcock)]	máj 3.	máj 14.	50,0	máj 10.	291	43	43	3	közepes
Nappali Arietidák (171 ARI) [1566 Icarus ?]	máj 14.	jún 24.	76,6	jún 7.	44	24	38	30	közepes
Júniusi Bootidák (170 JBO) [7P/Pons-Winnecke]	jún 22.	júl 2.	95,7	jún 27.	224	48	18	vált	fényes
Júliusi Pegasidák (175 JPE) [C/1979 Y1 (Bradfield)]	júl 4.	júl 14.	107,5	júl 9.	340	15	61	5	fényes
Júliusi Gamma Draconidák (184 GDR)	júl 25.	júl 31.	125,3	júl 28.	280	51	27	5	közepes
Déli Delta Aquaridák (005 SDA) [P/2008 Y12 (SOHO)]	júl 12.	aug 23.	127,0	júl 30.	340	-16	41	25	fényes
Alfa Capricornidák (001 CAP) [169P/NEAT]	júl 3.	aug 15.	127,0	júl 30.	307	-10	23	5	fényes
Éta Eridanidák (191 ERI)	júl 31.	aug 19.	135,0	aug 7.	41	-11	64	3	közepes
Perseidák (007 PER) [109P/Swift-Tuttle]	júl 17.	aug 24.	140,0	aug 12.	48	58	59	100	fényes
Kappa Cygnidák (012 KCG) [lehetséges kapcsolat: 2002 GJ8]	aug 3.	aug 28.	144,0	aug 16.	286	59	23	3	közepes
Aurigidák (206 AUR) [C/1911 N1 (Kiess)]	aug 28.	szept 5.	158,6	aug 31.	91	39	66	6	fényes
Szept. Epsilon Perseidák (208 SPÉ)	szept 5.	szept 21.	166,7	szept 9.	48	40	64	5	közepes
Nappali Sextantidák (221 DSX) [(155140) 2005 UD]	szept 9.	okt 9.	184,3	szept 27.	152	0	32	5	fényes
Okt. Camelopardalidák (281 OCT)	okt 5.	okt 6.	192,58	okt 5.	164	79	47	5	fényes
Draconidák (009 DRA) [21P/Giacobini-Zinner]	okt 6.	okt 10.	195,4	okt 8.	262	54	20	10	közepes
Delta Aurigidák (224 DAU)	okt 10.	okt 18.	198,0	okt 11.	84	44	64	2	közepes
Epsilon Geminidák (023 EGE) [C/1964 N1 (Ikeya)]	okt 14.	okt 27.	205,0	okt 18.	102	27	70	3	közepes
Orionidák (008 ORI) [1P/Halley]	okt 2.	nov 7.	208,0	okt 21.	95	16	66	20	fényes

RAJ	aktivitás		maximum		radiáns		km/s	ZHR	rajtagok fényessége
	kezdete	vége	$\lambda_{\odot}$	gyakor- sági ma- ximum	RA°	D°			
Leo Minoridák (022 LMI) [C/1739 K1]	okt 19.	okt 27.	211,0	okt 24.	162	37	62	2	közepes
Déli Tauridák (002 STA) [2P/Encke]	szept 20.	nov 20.	223,0	nov 5.	52	15	27	7	fényes
Északi Tauridák (017 NTA) [2004 TG10]	okt 20.	dec 10.	230,0	nov 12.	58	22	29	5	fényes
Leonidák (013 LEO) [55P/Tempel-Tuttle]	nov 6.	nov 30.	235,27	nov 17.	152	22	71	10	fényes
Alfa Monocerotidák (246 AMO)	nov 15.	nov 25.	239,32	nov 21.	117	1	65	vált	fényes
Novemberi Orionidák (250 NOO)	nov 13.	dec 6.	246,0	nov 28.	91	16	44	3	közepes
Monocerotidák (019 MON) [C/1917 F1 (Mellish)]	dec 5.	dec 20.	257,0	dec 9.	100	8	41	3	közepes
Szigma Hydridák (016 HYD)	dec 3.	dec 20.	257,0	dec 9.	125	2	58	7	közepes
Geminidák (004 GEM) [3200 Phaethon]	dec 4.	dec 20.	262,2	dec 14.	112	33	35	150	közepes
Coma Berenicidák (020 COM)	dec 5.	febr 4.	264,0	dec 15.	158	30	64	3	közepes
Ursidák (015 URS) [8P/Tuttle]	dec 17.	dec 26.	270,7	dec 22.	217	76	33	10	közepes

[/]: szülőégitest

Készült: az IMO 2023 Meteor Shower Calendar alapján, a $\lambda_{\odot}$ maximumhelyek 2024-re aktualizálva

Évforduló

A Merkúr a Nap előtt

Johannes Kepler (1571–1630) 1609-ben kiadott egy pamfletet (*Phaenomenon singulare Seu Mercurius in Sole*, Lipcse, 1609), amelyben azt állította, hogy látta a Merkúrt a napkorong előtt. Ez lenne a jelenség első leírása, ha igaz lenne. Maga Kepler vallotta be, hogy tévedett, feltehetően egy napfoltot vélt bolygónak, amely se kerek nem volt, se egyenletesen sötét.

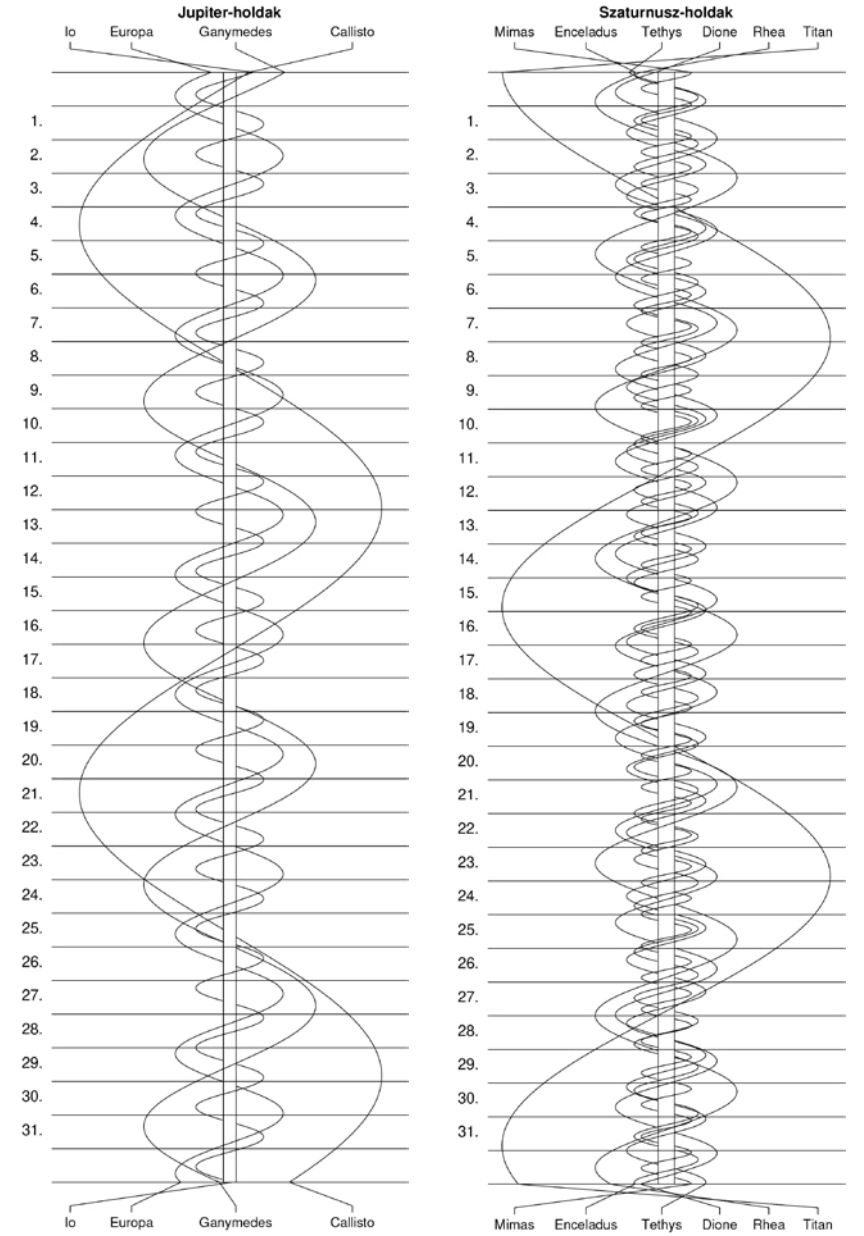
Vizont valóban ő volt az, aki 1629-ben felhívta kortársai figyelmét arra, hogy számításai szerint 1631-ben a Vénusz és a Merkúr is átvonul a Nap előtt, és ezt célszerű lenne megfigyelni (*Admonitio ad Astronomos, rerumque coelestium studiosos, De rarior mirisque Anni 1631. Phaenomenis, Veneris Pnta et Mercurii in Solem incursu*, Frankfurt, 1630). Először a Vénusz átvonulását prognosztizálta, még hozzá 1631. december 7-re (a dátum helyes, l. <https://eclipse.gsfc.nasa.gov/transit/catalog/VenusCatalog.html> (<https://eclipse.gsfc.nasa.gov/transit/catalog/MercuryCatalog.html>). Maga Kepler nem érte meg előrejelzéseinek beteljesülését, 1630-ban meghalt.

Több neves megfigyelő is észlelte a Merkúr átvonulását. Megtaláljuk közöttük például Pierre Gassendit és Johannes Heveliuszt is. Utóbbi az 1661. május 3-án bekövetkezett esemény meg-

figyelését, egyéb észlelések mellett, közzétette *Mercurius In Sole visus Gedani, Anno Christiano MDC LXI, d. III Maji* (Gdańsk, 1662) című könyvében.

Ez a tranzit nem olyan ritka, mint a Vénuszé, száz év alatt átlagosan 13-szor történik meg, amikor a bolygó pályája metszi az ekliptikát. Ez májusban és novemberben fordul elő, így a napkorong előtti átvonulások is e hónapokban következnek be.

Száz évvel ezelőtt, 1924. május 7-éről 8-ára virradóra haladt el a Merkúr a Nap előtt. Európában éjszaka nyilván nem volt látható az esemény, de reggel már meg lehetett figyelni a jelenség végét. A hazai újságok közül néhány, főleg francia források alapján, beszámolt a tranzitról („A Merkúr ma reggel elhaladt a Nap előtt”, *Nemzeti Ujság* 1924. május 9., pp. 3–4).



$\lambda = 19^\circ$, $\varphi = 47,5^\circ$

Kalendárium – június

KÖZEI

dátum		Nap					Hold			fázis
		kel, h m	delel, h m	nyugszik h m	h _d °	E _t m	kel, h m	delel, h m	nyugszik h m	
1. sz 153.		3 50	11 42	19 34	64,7	2,1	1 08	7 10	13 28	● 13 40
2. v 154.		3 49	11 42	19 35	64,8	2,0	1 25	7 59	14 49	
23. hét										
3. h 155.		3 49	11 42	19 35	64,9	1,8	1 44	8 49	16 12	
4. k 156.		3 48	11 42	19 36	65,0	1,6	2 05	9 41	17 36	
5. sz 157.		3 48	11 42	19 37	65,1	1,5	2 31	10 37	18 59	
6. cs 158.		3 47	11 42	19 38	65,2	1,3	3 06	11 36	20 15	
7. p 159.		3 47	11 43	19 39	65,3	1,1	3 53	12 35	21 20	
8. sz 160.		3 47	11 43	19 39	65,4	0,9	4 51	13 34	22 10	
9. v 161.		3 46	11 43	19 40	65,5	0,7	6 00	14 29	22 46	
24. hét										◐ 6 19
10. h 162.		3 46	11 43	19 41	65,6	0,5	7 12	15 20	23 13	
11. k 163.		3 46	11 43	19 41	65,6	0,3	8 25	16 07	23 34	
12. sz 164.		3 46	11 44	19 42	65,7	0,1	9 35	16 50	23 51	
13. cs 165.		3 46	11 44	19 42	65,8	-0,1	10 42	17 30	–	
14. p 166.		3 45	11 44	19 43	65,8	-0,3	11 48	18 09	0 05	
15. sz 167.		3 45	11 44	19 43	65,8	-0,5	12 53	18 49	0 19	
16. v 168.		3 45	11 44	19 44	65,9	-0,7	13 59	19 29	0 32	
25. hét										
17. h 169.		3 45	11 45	19 44	65,9	-0,9	15 08	20 11	0 47	○ 2 10
18. k 170.		3 46	11 45	19 44	65,9	-1,2	16 19	20 57	1 04	
19. sz 171.		3 46	11 45	19 45	65,9	-1,4	17 33	21 47	1 25	
20. cs 172.		3 46	11 45	19 45	65,9	-1,6	18 47	22 41	1 53	
21. p 173.		3 46	11 46	19 45	65,9	-1,8	19 55	23 40	2 32	
22. sz 174.		3 46	11 46	19 45	65,9	-2,0	20 53	–	3 24	
23. v 175.		3 47	11 46	19 45	65,9	-2,2	21 38	0 40	4 31	
26. hét										
24. h 176.		3 47	11 46	19 45	65,9	-2,5	22 11	1 40	5 49	
25. k 177.		3 47	11 46	19 45	65,9	-2,7	22 36	2 37	7 12	
26. sz 178.		3 48	11 47	19 45	65,8	-2,9	22 57	3 30	8 36	
27. cs 179.		3 48	11 47	19 45	65,8	-3,1	23 15	4 20	9 57	
28. p 180.		3 49	11 47	19 45	65,8	-3,3	23 31	5 08	11 17	
29. sz 181.		3 49	11 47	19 45	65,7	-3,5	23 49	5 56	12 37	
30. v 182.		3 50	11 47	19 45	65,6	-3,7	–	6 44	13 57	

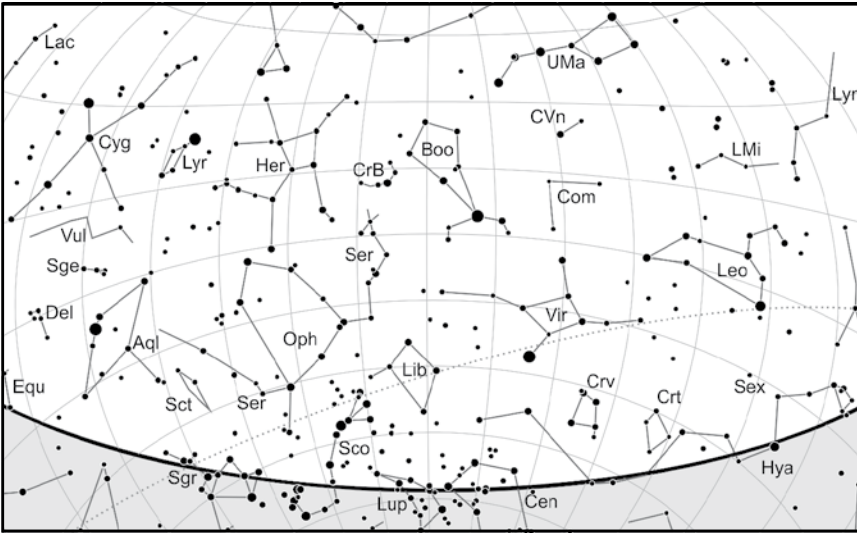
A nyári időszámítás alatt a KÖZEI-ben megadott időpontokhoz egy órát kell adni.

Június

nap	Julián dátum 12 ^h UT	θ_{gr} 0 ^h UT h m s	névnapok
1.	2 460 463	16 39 53	Tünde, Angéla, Hortenzia
2.	2 460 464	16 43 49	Kármén, Anita, Ábel, Csilla, Irma, Jenő, Kornél, Péter
23. hét			
3.	2 460 465	16 47 46	Klotild, Cecília, Kevin
4.	2 460 466	16 51 43	Bulcsú, Fatima, Fatime, Ferenc
5.	2 460 467	16 55 39	Fatime, Fatima, Nándor, Valéria
6.	2 460 468	16 59 36	Norbert, Cintia, Artemisz, Felícia, Klaudia, Kolos
7.	2 460 469	17 03 32	Róbert
8.	2 460 470	17 07 29	Medárd, Ágnes, Helga, Izabella, Vilmos
9.	2 460 471	17 11 25	Félix, Annamária, Diána, Előd
24. hét			
10.	2 460 472	17 15 22	Margit, Gréta, Diána, Gitta
11.	2 460 473	17 19 18	Barnabás, Etelka, Roxána
12.	2 460 474	17 23 15	Villő, Etelka, János
13.	2 460 475	17 27 12	Antal, Anett
14.	2 460 476	17 31 08	Vazul
15.	2 460 477	17 35 05	Jolán, Vid, Ábrahám, Bernát, Izolda, Viola, Violetta
16.	2 460 478	17 39 01	Jusztin, Ferenc, Jusztina, Péter
25. hét			
17.	2 460 479	17 42 58	Laura, Alida, Alinka, Terézia
18.	2 460 480	17 46 54	Arnold, Levente, Dolóresz, Márk
19.	2 460 481	17 50 51	Gyárfás, Hajnalka, Julianna, Liána, Mihály, Rómeó
20.	2 460 482	17 54 47	Rafael, Benigna, Koppány, Margit
21.	2 460 483	17 58 44	Alajos, Leila, Lejla, Lujza, Olga
22.	2 460 484	18 02 41	Paulina, Ákos, Kriszta, Krisztina, Tamás
23.	2 460 485	18 06 37	Zoltán, Édua
26. hét			
24.	2 460 486	18 10 34	Iván, Beáta, János, Levente
25.	2 460 487	18 14 30	Vilmos, Vilma, Viola, Violetta
26.	2 460 488	18 18 27	János, Pál, Dávid, Örs
27.	2 460 489	18 22 23	László, Olga
28.	2 460 490	18 26 20	Levente, Irén, Gyula, Irina, Laura, Marcella, Tivadar
29.	2 460 491	18 30 16	Péter, Pál, Aladár, Aliz, Beáta, Ditta, Emma, Petra
30.	2 460 492	18 34 13	Pál, Ditta, Judit

Múzeumok éjszakája: június 22.

A kisbolygók világnapja: június 30.



A déli égbolt június 15-én 20:00-kor (UT)

Bolygók

Merkúr: A hónap első felében a Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. 14-én felső együttállásban van a Nappal. Hamarosan megjelenik az esti északnyugati látóhatár közelében, 18-án már közel fél órával a Nap után nyugszik. Láthatósága gyorsan javul, a hónap végén egy és negyed órával nyugszik később, mint a Nap.

Vénusz: A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg, 5-én felső együttállásban van a Nappal. Fényessége $-3,9^m$, átmérője $9,6''$ -ről $9,7''$ -re nő, fázisa $0,999$ -ről $0,99$ -ra csökken.

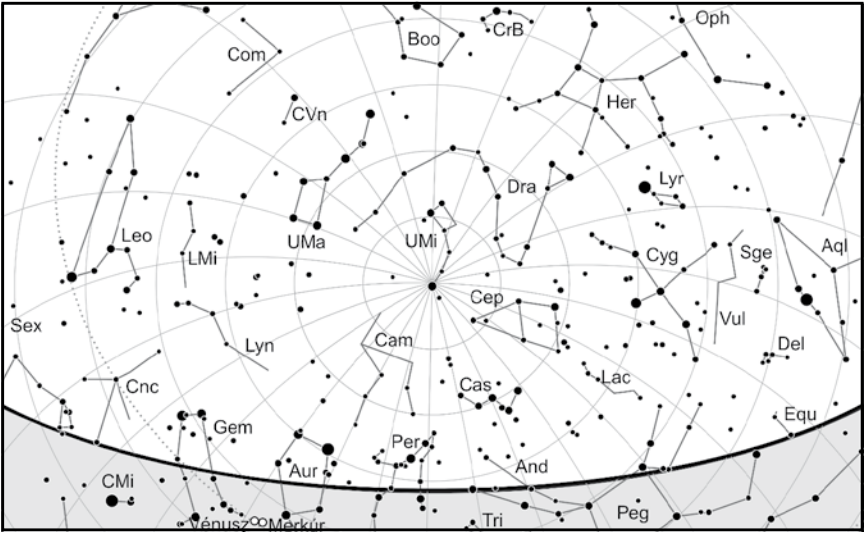
Mars: Folytatja előretartó mozgását a Halak, majd 10-étől a Kos csillagképben. Kora hajnalban kel, hajnalban figyelhető meg a keleti égen. Fokozatosan erősödő vörösés fénye alapján könnyű megtalálni. Megfigyelésre egyre kedvezőbb helyzetbe kerül. Fényessége $1,1^m$ -ről $1,0^m$ -ra, látszó átmérője $5,0''$ -ről $5,4''$ -re nő.

Jupiter: Előretartó mozgást végez a Bika csillagképben. Napkelte előtt kereshető a keleti ég alján mint ragyogó fényű égitest, láthatósága gyorsan javul. Fényessége $-2,0^m$, átmérője $33''$.

Szaturnusz: Előretartó mozgása egyre lassul, és 30-án látszólag megáll. Éjfél után kel, az éjszaka második felében figyelhető meg a Vízöntő csillagképben. Fényessége $1,0^m$, átmérője $17''$.

Uránusz: A hónap második felétől napkelte előtt látható a keleti ég alján. A hónap első napjaiban a felkeresését még nehezíti a hajnalpír fénye. Előretartó mozgást végez a Bika csillagképben.

Neptunusz: Éjfél után kel, az éjszaka második felében kereshető a Halak csillagképben. Előretartó mozgása a hónap legvégére állóra lassul.



Az északi égbolt június 15-én 20:00-kor (UT)

Eseménynaptár (UT)

Dátum	Idő	Esemény
06.02	7:00	A Hold földközelen
06.03	1:00	A Mars 3 fokkal északnyugatra a 15%-os, fogyó holdsarlótól
06.05		A Vénusz felső együttállásban a Nappal
06.05	2:08	34 óra 30 perces holdsarló $4,5^\circ$ magasan a horizont felett
06.05	16:00	A Jupiter $4^\circ 15'$ -cel északra az 1%-os, fogyó holdsarlótól
06.07		A (171 ARI) Arietidák meteorraj maximuma
06.07	19:18	30 óra 40 perces holdsarló $6^\circ 54'$ magasan a horizont felett
06.09		A (172 ZPE) Zéta Perseidák meteorraj maximuma
06.13		A 154P/Brewington-üstökös perihéliumban $1,55$ CSE-re a Naptól ($P=10,5$ év)
06.14	14:00	A Hold földtávolban
06.14	17:00	A Merkúr felső együttállásban a Nappal
06.16	16:00	A Spica $1^\circ 40'$ -cel kelet-északkeletre a 75%-os, növekvő Holdtól
06.20	20:51	Nyári napforduló
06.23	2:00	Az (1) Ceres törpebolygó $1^\circ 15'$ -cel keletre a 99%-os, fogyó Holdtól
06.27		A (170 JBO) Júniusi Bootidák meteorraj maximuma (június 22. – július 2.; ZHR=var; $v=18$ km/s)
06.27	12:00	A Hold földközelen
06.28		A (173 BTA) Béta Tauridák meteorraj maximuma
06.30		A 13P/Olbers-üstökös perihéliumban, $1,18$ CSE-re a Naptól ($P=69,3$ év)

Együttállások

- Június 3. 01:45 UT. Mars-köszöntés. Közel egy év szünet után ismét láthatóvá válik a vörös bolygó. Megkeresésére és „köszöntésére” a legjobb alkalom lesz a június 3-án hajnalban bekövetkező együttállása a 15%-os fogyó holdsarlóval. Kísérünk délnyugati peremétől délnyugatra, a horizonttal párhuzamosan, 2,6°-ra lesz az 1,0 magnitúdós vörös bolygó. A jelenségre 10°-kal a horizont felett kerül sor.
- Június 16. 19:15 UT. A Hold délnyugati peremétől mindössze 9'-re a Spica (α Vir), a polgári szürkület végén, 30 fokos magasságban. A dagadó Hold és az 1 magnitúdós csillag legszorosabb közelítése a napnyugta előtti percekben lesz (18:30 UT körül), amikor a csillag alig 6'-re lesz kísérőnk peremétől. A nappali viszonyok ellenére nagy távcsővel, pontos beállítással talán meg lehetpillantani a Spicát.

A Mars 2024–2025-ös aphéliumi láthatósága

A Naprendszerben a Mars emlékeztet leginkább Földünkre: megfigyelhetjük a felszínét, a légköri felhőit és porviharait, valamint a ragyogó fehér sarki jégsapkákat. Ez utóbbiak fagyott szén-dioxidból és az alatta lévő vízjégből állnak, és a marsi év során növekednek és fogynak. Ezek a szempontok, valamint az évszakok váltakozása, az élet lehetősége, a Marsot Naprendszerünk egyik legtöbbet tanulmányozott bolygójává tették. A vörös bolygó mind az alkalmi, mind a komoly megfigyelők számára számos érdekes észlelési programot kínál.

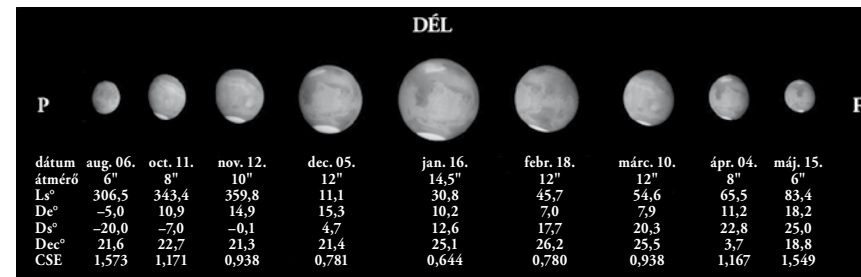
Általános szabály, hogy egy bolygó láthatósága akkor kezdődik, amikor a konjunkció után kilép a Nap fényéből. A Mars 2023. november 18-án volt konjunkcióban a Nappal; a bolygó megfigyelése csak 2023. december 29. után lehetséges és biztonságos, amikor legalább 12 fokban távolabb kerül a Naptól. A mi földrajzi szélességünkről azonban az ekliptika helyzete miatt inkább csak május-júniustól érdemes próbálkozni a bolygó észlelésével.

A Mars 2024–2025-ös láthatósága során 2024. december 6-án (11,6° Ls), 11 hónappal a konjunkció után megkezdődik a hátráló, vagyis a háttércsillagokkal ellentétes irányú mozgást, ami 2025. február 24-ig (48,4° Ls) tart. Ebben a rövid időszakban a Mars látszólag visszafelé mozog majd a Bika csillagképben. Mivel a marsi év körülbelül 687 földi nap hosszú, a marsi évszakok jóval hosszabbak a földi évszakoknál. Míg a földi évszakok közel azonos időtartamúak, addig a marsi évszakok akár 52 nappal is eltérhetnek egymástól a bolygó nagyobb pályaeccentricitása miatt (lásd az ábrát).

Egy másik általános szabály a Mars oppozícióinak előrejelzésére a következőkből adódik: a bolygónak kb. 15,8 éves periodikus oppozíciós ciklusa van, amely három vagy négy aphéliumi oppozícióból és három egymást követő perihéliumi oppozícióból áll. A perihéliumi oppozíciók kedvezőbbek, mert a Föld és a Mars ilyenkor kerül a legközelebb egymáshoz. Ez a ciklus 79 évente ismétlődik (± 4 -5 nap).

Az oppozíció 14 hónappal a konjunkció után következik be, amikor a Mars a Földnek a Nappal ellentétes oldalán áll. Ekkor a két bolygó a Naphoz képest majdnem egyenes vonalon helyezkedik el. Az oppozíció 2025. január 16-án 02:32 UT-kor következik be (30,9° Ls), a bolygókorong látszó átmérője 14,5" lesz. A Mars a szembenállás után még 10 hónapig látható

lesz, majd 2025. november 24. körül elvész a Nap fényében, ahogy közeledik a következő konjunkcióhoz (2026. január 9.). A ciklus 780 földi nap alatt zárul le.



A Mars 2024–2025-ös láthatóságának szimulációja (ALPO).

A Mars korongátmérője 2024. augusztus 5. és 2025. május 17. között lesz nagyobb 6"-nél. A digitális felvételek készítését 4"-es vagy annál nagyobb korongátmérőnél érdemes folytatni.

A 2025-ös láthatóság során kiválóan látható lesz majd a feltűnő északi sarki jégsapka, mivel 2024 augusztusának első hetétől kezdve a Mars északi sarkvidéke (NPR) úgy helyezkedik el, hogy a Földről látható lesz, és ez így is marad a láthatóság teljes időtartama alatt. Ezekről a területekről érdemes lesz minél több felvételt készíteni, megőrizve a pólussapka esetleges változásait.

A hatalmas, az egész bolygóra kiterjedő viharok általában a déli félteke nyarán fordulnak elő. Általában a porviharok kialakulására érzékeny területeken jelennek meg: az Acidalius Mare, a Chryse, az Erythraeum Mare, az Ophir és a Solis Lacus északkeleti részén. Bár ezeket az eseményeket szinte lehetetlen előre jelezni, a vizsgálatok azt mutatják, hogy a marsi porviharok a láthatóság kezdetétől a végéig tarthatnak, a legnagyobb valószínűséggel május közepe körül (225° Ls) és 2024. augusztus 21-én vagy környékén (315° Ls) tetőzhetnek, gyakran a Hellas északnyugati részén kezdődően. Az észlelőknek figyelniük kell a porfelhőkre is az északkeleti Hellas-medencében, a Serpentis-Noachis régióban és a Solis Lacus régióban.

Ha a vörös bolygó légköre úgy viselkedik, mint 2001-ben és 2018-ban, akkor 2024–2025-ben is nagyon poros lehet a Mars! Ez azonban ne vegye el a kedvünket az észleléstől, hiszen a porviharok kialakulásának és lefolyásának megőrkítése is izgalmas észlelési feladat.

Üstökösök

C/2021 S3 (PANSTARRS)

Fényessége június során várhatóan 9,9-ről 10,7 magnitúdóra fog csökkenni. Az egész éjszaka megfigyelhető kométa vizuális felkereséséhez még talán elegendő lesz a kisebb átmérőjű távcső, de ajánlottabb a közepes átmérőjű műszer. Az üstökös fényességének csökkenését a Naptól és a Földről mért távolságának növekedése és egyben aktivitásának csökkenése okozza.

Júniusban is a Tejút csillagai előtt mozog. A Hattyú csillagkép legészakibb, Cefeusszal határos részén kell keresni, majd a Cefeusz legnyugatabbi részét szeli át, hogy a hónap végére éppen átérjen a Sárkány csillagképbe.

Június 14-én az NGC 6946 (fényesség: 8,8 magnitúdó; átmérő: 11,5×9,8') galaxistól 31'-re halad el, ezzel jó lehetőséget nyújtva az asztrofotósok számára. 16-án pedig az NGC 6939 (7,8 magnitúdó; 10') nyílthalmaztól 20'-re nyugatra halad el. Elég nagy látómezőt használva a három objektum ezekben a napokban akár együtt is fotózható.

Dátum	RA (h m s)	D (°, ', ")	Δ (CSE)	r (CSE)	E (°)	m _v (m)
06.01.	20 36 32	+56 34 05	1,813	2,025	86,7	9,9
06.05.	20 35 39	+57 45 53	1,847	2,065	87,3	10,0
06.09.	20 34 00	+58 50 14	1,881	2,106	88,0	10,1
06.13.	20 31 37	+59 47 04	1,914	2,147	88,8	10,2
06.17.	20 28 32	+60 36 20	1,947	2,188	89,5	10,3
06.21.	20 24 49	+61 17 57	1,979	2,230	90,3	10,5
06.25.	20 20 32	+61 51 53	2,011	2,272	91,2	10,6
06.29.	20 15 45	+62 18 05	2,043	2,313	92,0	10,7

13P/Olbers

Június 30-án kerül legközelebb a Naphoz, attól 1,176 CSE távolságra. Az üstökös aktivitása ezt a napot megelőzően és utána lesz a legnagyobb, így fényessége várhatóan nőni fog. Ezt pedig mi is egyre közelebből figyelhetjük meg, mivel a Föld és az üstökös távolsága is csökkenni fog. A napközelpont idején az üstökös 1,949 CSE távolságra lesz tőlünk. Várható fényessége a hónap eleji 8,1 magnitúdóról az előrejelzések szerint 7,5 magnitúdóig fog nőni, így binokulárral könnyen megfigyelhető lesz. Habár éjfél táján nyugszik, de az északnyugati horizont közelében mozog, és a sötétség beálltakor már csak 10-15 fok magasan jár a látóhatár felett.

A Szekeres közepétől indulva elhalad az Ikrék csillagképtől északra, hogy útját a Hiúz délkeleti oldalán fejezze be.

Dátum	RA (h m s)	D (°, ', ")	Δ (CSE)	r (CSE)	E (°)	m _v (m)
06.01.	06 11 52	+37 01 40	2,097	1,260	25,5	8,1
06.05.	06 27 30	+38 10 58	2,074	1,239	25,6	8,0
06.09.	06 44 06	+39 14 14	2,051	1,222	25,9	7,9
06.13.	07 01 40	+40 10 14	2,029	1,206	26,4	7,8
06.17.	07 20 10	+40 57 38	2,007	1,194	27,0	7,7
06.21.	07 39 35	+41 35 02	1,986	1,185	27,7	7,6
06.25.	07 59 49	+42 01 01	1,967	1,179	28,5	7,5
06.29.	08 20 46	+42 14 17	1,949	1,176	29,5	7,5

C/2023 A3 (Tsuchinshan–ATLAS)

Még majdnem három hónap van hátra a szeptember 29-én bekövetkező perihéliumáig, gyorsan közeledik a Naphoz, emiatt aktivitása is várhatóan nőni fog. A Földtől távolodik, ezért a növekvő aktivitást egyre messzebből figyelhetjük meg, ami azzal jár, hogy az üstökös látszó

fényessége a hónap elején várható 9,9 magnitúdóról 0,6 magnitúdót fog fényesedni. Ennek ellenére kisebb távcsővel és akár binokulárral is megfigyelhető lehet.

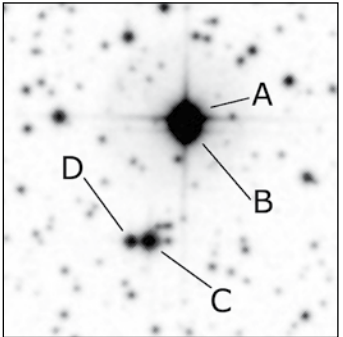
Felkeresésére az éjszaka első fele alkalmas, először a Szűz csillagkép nyugati részén, majd az Oroszlán legdélebbi része felé halad, ezért nem sokkal napnyugta után érdemes a nyugati horizont közelében keresni. Ezt követően a Naphoz való közelsége miatt csak október közepétől lehet ismét megfigyelni.

Dátum	RA (h m s)	D (°, ', ")	Δ (CSE)	r (CSE)	E (°)	m _v (m)
06.01.	12 02 39	+02 35 09	1,795	2,330	108,9	9,9
06.05.	11 54 25	+02 47 11	1,815	2,271	103,1	9,9
06.09.	11 46 50	+02 55 37	1,838	2,212	97,5	9,8
06.13.	11 39 55	+03 00 37	1,862	2,153	92,0	9,7
06.17.	11 33 38	+03 02 22	1,887	2,092	86,8	9,6
06.21.	11 27 58	+03 01 04	1,912	2,031	81,7	9,5
06.25.	11 22 52	+02 56 57	1,937	1,970	76,7	9,4
06.29.	11 18 19	+02 50 12	1,960	1,907	71,9	9,3

WDS 18249+1645 BKO 57 AC, CD

Júniusban a Lant csillagkép már magasra emelkedik a horizont fölé, több szép, megfigyelésre érdemes csillagpárral kápráztatja el az érdeklődőket. Közülük az egyik többes rendszer C és D tagja szintén Berkó Ernő felfedezései. Bár a leghalványabb komponens észlelése nagyobb átmérőjű távcsővel lehetséges, kisebb műszerekkel is érdemes felkeresnünk a tőlünk mintegy 1220 fényévre található rendszert. A párok mindegyike bizonytalan, észlelésük és mérésük segíthet tisztázni a gravitációs kapcsolat természetét az egyes komponensek között.

A B tag szoros, de könnyen észlelhető a főcsillag mellett déli irányban. Fényességkülönbségük szerencsére nem nehezíti az észlelést, közelségük ellenére jól elkülöníthetőek, a két csillag kisebb távcsövekkel is megfigyelhető (Gaia DR3 2037731501134057856, PA: 182°, Sep: 6,0", A: 9,30^m, B: 10,60^m). A C komponens megközelítőleg 1'-re található a főcsillagtól déli-délkeleti irányban. Halványabb, de még mindig kistávcsöves célpont (Gaia DR3 2037730019361278592, PA: 163°, Sep: 57,8", C: 11,40^m). A D tag az adatbázis szerint a C-hez kapcsolódik, keleti irányban kereshető. Vizuális detektálásához halványsága miatt nagyobb műszer szükséges, több sikerrel kecsegtet a fotografikus észlelés (Gaia DR3 2037719750103529472, PA: 92°, Sep: 8,5", D: 13,40^m).



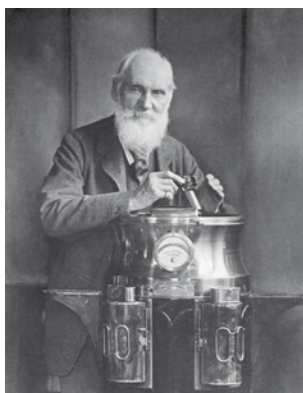
A WDS 18249+1645 a Digitized Sky Survey (STScI/NASA) felvételén.

Csillagfedések

dátum		UT			J	csillag	m _v	Hold fázisa	h	pozíció	
hó	nap	h	m	s						CA	PA
06	8	20	48	15.2	be	1105	6.5	6+	2	53N	53
06	10	20	0	45.9	be	80604	8.4	19+	20	81S	112
06	10	21	31	41.7	be	80631	7.6	20+	5	56S	138
06	15	22	10	33.6	be	1836	6.3	66+	12	46S	156
06	26	1	37	58.2	ki	164829	7.1	81-	25	17S	180
06	26	1	38	4.7	ki	3228	7.2	81-	25	17S	180
06	29	1	55	33.2	ki	109323	7.7	48-	31	8S	165

Évforduló

200 éve született William Thomson



William Thomson 1824. június 26-án született az észak-írországi Belfastban. Édesapja a glasgow-i egyetem matematikaprofesszora volt, és fia tőle tanulta a matematika alapjait. Tízéves korában már beiratkozott az egyetemre, és tizennégy évesen már az egyetemi szintű matematikát tanulta. 1841-ben a cambridge-i egyetemen folytatta tanulmányait. Kiváló eredményeket ért el, egyetemistaként jelentek meg első publikációi. Tanulmányait Párizsban fejezte be.

Visszatérve Angliába George Stokesszal dolgozott együtt termodinamikai problémákon. 1848-ban javasolta az abszolút hőmérsékleti skála bevezetését, amelyet ma Kelvin-skálának nevezünk („On an Absolute Thermometric Scale founded on Carnot's Theory of Motive Power of

Heat, and calculated from Regnault's observations”, *The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science* **33**, 313–317, 1848).

Részt vett az atlanti-óceáni távírókábel lefektetésének munkálataiban, ennek elismeréseként Viktória királynő lovaggá ütötte 1866-ban. 1892-ben kapta meg a bárói címet, ekkor lett belőle Lord Kelvin. 1907. december 17-én hunyt el, a skóciai Netherhallban.

A csillagászat számára legérdekesebb munkái a Nap és a Föld korával kapcsolatos számításai. Mivel a radioaktivitást még nem ismerték, nehéz volt megfelelő folyamatot találni a Nap hosszú távú (Charles Darwin geológiai megfontolások alapján 300 millió évnél idősebbnek gondolta a Földet) stabil energiatermelésének forrására. Thomson végül azt az elképzelést fogadta el, hogy a meteorok folyamatos Napba zuhanása tartja fent a Nap hőjét, és ez kb. 10-50 millió évre elegendő („On the Age of the Sun's Heat”, *Macmillan's Magazine* **5**, 388-393, 1862). Ez nyilvánvalóan ellentétben állt Darwin becslésével, amit Thomson így elutasított.

Élete folyamán hatszáznál is több cikke, könyve jelent meg. Könyvei közül említést érdemel a Peter Guthrie Taittel közösen írt műve, a *Treatise on Natural Philosophy I-II* (Oxford, 1867).

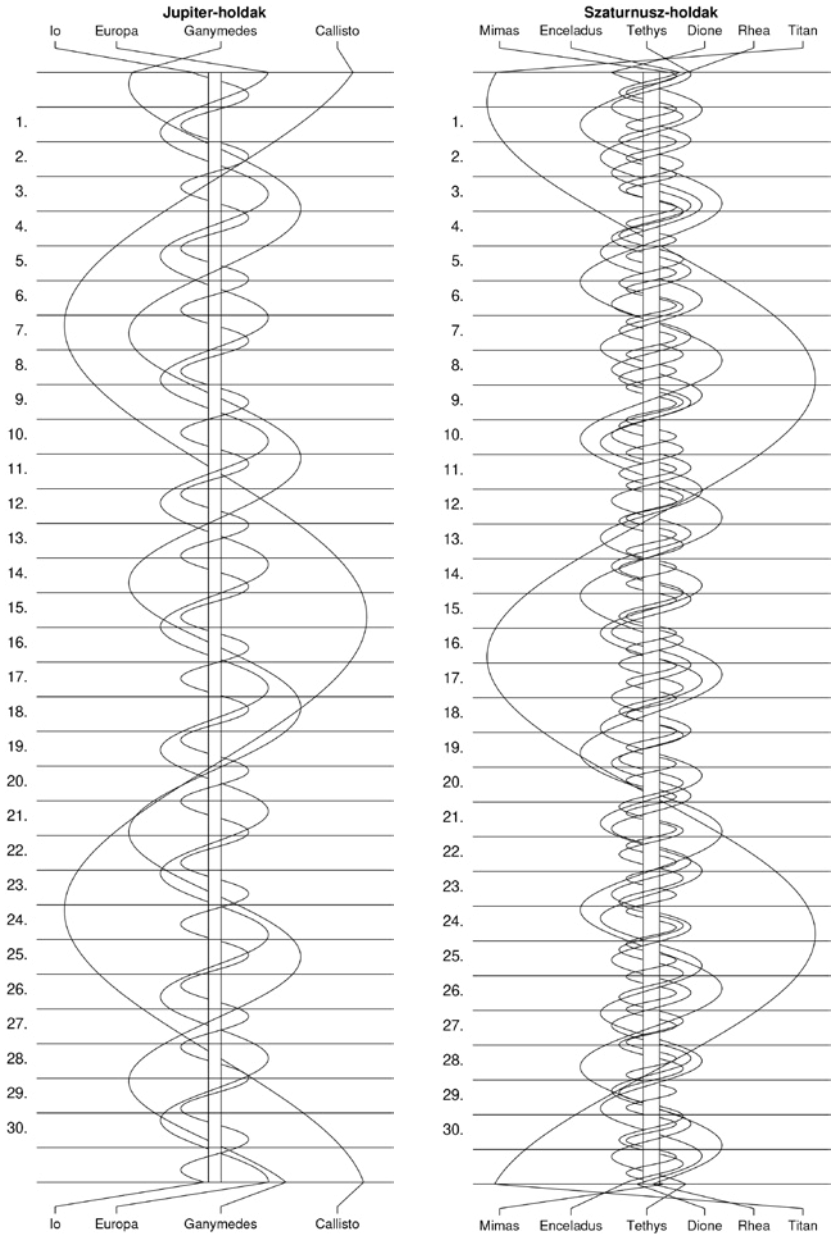
Thomson rengeteg elismerésben részesült már életében is, és a hőmérsékletskálán kívül (Kelvin-skála) még több fogalom van elnevezve róla (pl. Kelvin–Helmholtz-instabilitás, Joule–Kelvin-effektus stb.). Mint a viktoriánus kor jeles fizikusa, a ma is népszerű steampunk irányzatban is korán megjelent alakja (James P. Blaylock: *Lord Kelvin's Machine*, 1992).

Thomson a Magyar Tudományos Akadémia tiszteleti tagja volt, halála alkalmából Fröhlich Izidor tartotta az emlékbeszédet („Emlékbeszéd Sir William Thomson, Lord Kelvin k. tag fölött”, *A Magyar Tudományos Akadémia elhunyt tagjai fölött tartott emlékbeszédek* XIV. kötet, 2. szám, 1909).

Jupiter-holdak

nap	UT h:m	hold	jelenség
16	1:42,2	Io	fk
17	1:41,7	Io	ev
22	1:51,9	Europa	ák
24	1:31,4	Io	ek

- f = fogyatkozás: a hold a Jupiter árnyékában
á = átvonulás: a hold árnyéka a Jupiteren
e = előtte: a hold a Jupiter korongja előtt
m = mögötte: a hold a Jupiter korongja mögött
k = a jelenség kezdete
v = a jelenség vége



$\lambda = 19^\circ$, $\varphi = 47,5^\circ$

Kalendárium – július

KÖZEI

dátum	Nap					Hold			fázis
	kel, h m	delel, h m	nyugszik h m	h _d °	E _t m	kel, h m	delel, h m	nyugszik h m	
27. hét									
1. h 183.	3 50	11 48	19 45	65,6	-3,9	0 09	7 35	15 19	● 23 59
2. k 184.	3 51	11 48	19 44	65,5	-4,1	0 32	8 28	16 41	
3. sz 185.	3 52	11 48	19 44	65,4	-4,3	1 03	9 25	17 59	
4. cs 186.	3 52	11 48	19 44	65,3	-4,5	1 44	10 23	19 07	
5. p 187.	3 53	11 48	19 43	65,2	-4,6	2 38	11 22	20 02	
6. sz 188.	3 54	11 49	19 43	65,1	-4,8	3 42	12 18	20 44	
7. v 189.	3 55	11 49	19 42	65,0	-5,0	4 54	13 11	21 14	
28. hét									
8. h 190.	3 55	11 49	19 42	64,9	-5,1	6 07	14 00	21 37	☾ 23 49
9. k 191.	3 56	11 49	19 41	64,8	-5,3	7 19	14 45	21 55	
10. sz 192.	3 57	11 49	19 41	64,6	-5,4	8 28	15 26	22 10	
11. cs 193.	3 58	11 49	19 40	64,5	-5,5	9 34	16 06	22 24	
12. p 194.	3 59	11 49	19 39	64,4	-5,7	10 39	16 44	22 37	
13. sz 195.	4 00	11 49	19 39	64,2	-5,8	11 45	17 24	22 51	
14. v 196.	4 01	11 50	19 38	64,1	-5,9	12 52	18 05	23 07	
29. hét									
15. h 197.	4 02	11 50	19 37	63,9	-6,0	14 01	18 48	23 26	○ 11 20
16. k 198.	4 03	11 50	19 36	63,7	-6,1	15 13	19 36	23 50	
17. sz 199.	4 04	11 50	19 35	63,6	-6,2	16 27	20 28	–	
18. cs 200.	4 05	11 50	19 34	63,4	-6,3	17 38	21 25	0 24	
19. p 201.	4 06	11 50	19 33	63,2	-6,3	18 41	22 25	1 10	
20. sz 202.	4 07	11 50	19 32	63,0	-6,4	19 31	23 26	2 11	
21. v 203.	4 08	11 50	19 31	62,8	-6,4	20 10	–	3 26	
30. hét									
22. h 204.	4 10	11 50	19 30	62,6	-6,5	20 39	0 25	4 50	☾ 3 54
23. k 205.	4 11	11 50	19 29	62,4	-6,5	21 01	1 22	6 16	
24. sz 206.	4 12	11 50	19 28	62,2	-6,5	21 20	2 14	7 41	
25. cs 207.	4 13	11 50	19 27	62,0	-6,6	21 37	3 04	9 04	
26. p 208.	4 14	11 50	19 26	61,8	-6,6	21 55	3 53	10 25	
27. sz 209.	4 15	11 50	19 24	61,5	-6,5	22 13	4 42	11 47	
28. v 210.	4 17	11 50	19 23	61,3	-6,5	22 36	5 32	13 08	
31. hét									
29. h 211.	4 18	11 50	19 22	61,1	-6,5	23 04	6 24	14 30	
30. k 212.	4 19	11 50	19 20	60,8	-6,5	23 41	7 19	15 48	
31. sz 213.	4 20	11 50	19 19	60,6	-6,4	–	8 16	16 59	

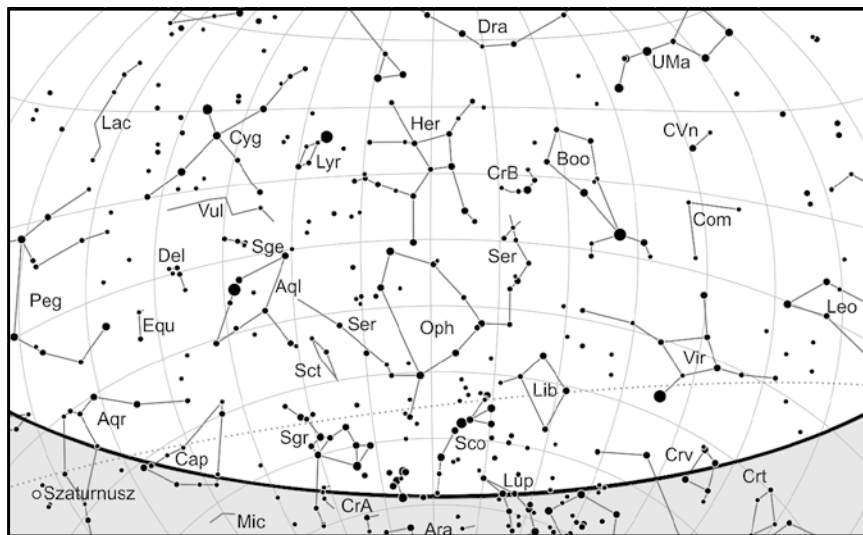
A nyári időszámítás alatt a KÖZEI-ben megadott időpontokhoz egy órát kell adni.

Július

nap	Julián dátum 12 ^h UT	θ_{gr} 0 ^h UT h m s	névnapok
27. hét			
1.	2 460 493	18 38 10	Tihamér, Annamária, Áron, Előd, Gyula, Olivér
2.	2 460 494	18 42 06	Ottó, Jenő, Mária
3.	2 460 495	18 46 03	Kornél, Soma, Bernát, Napsugár, Tamás
4.	2 460 496	18 49 59	Ulrik, Berta, Betti, Illés, Izabella, Rajmund, Ramón
5.	2 460 497	18 53 56	Emese, Sarolta, Antal, Vilmos
6.	2 460 498	18 57 52	Csaba, Dominika, Mária, Tamás
7.	2 460 499	19 01 49	Apollónia, Apolka, Donát
28. hét			
8.	2 460 500	19 05 45	Ellák, Eszter, Izabella, Jenő, Liza, Terézia, Zsóka
9.	2 460 501	19 09 42	Lukrécia, Koppány, Margit, Vera, Veronika
10.	2 460 502	19 13 39	Amália, Alma
11.	2 460 503	19 17 35	Nóra, Lili, Eleonóra, Helga, Lilla, Nelli, Olga, Olivér
12.	2 460 504	19 21 32	Izabella, Dalma, Eleonóra, Ernő, János, Leonóra, Nóra
13.	2 460 505	19 25 28	Jenő, Ernő, Henrietta, Henrik, Jakab, Sára, Sarolta
14.	2 460 506	19 29 25	Örs, Stella, Eszterla, Ferenc, Zalán
29. hét			
15.	2 460 507	19 33 21	Henrik, Roland, Leonóra, Loránd, Lóránt, Stella
16.	2 460 508	19 37 18	Valter, Aténé, Kármén, Mária
17.	2 460 509	19 41 14	Endre, Elek, Magda, Magdolna, Róbert, Szabolcs
18.	2 460 510	19 45 11	Frigyes, Arnold, Hedvig, Kamilla, Milán
19.	2 460 511	19 49 08	Emília, Alfréd, Ambrus, Aranka, Aurélia, Stella, Vince
20.	2 460 512	19 53 04	Illés, Margaréta, Margit, Marina
21.	2 460 513	19 57 01	Dániel, Daniella, Angéla, Angelina, Júlia, Lőrinc
30. hét			
22.	2 460 514	20 00 57	Magdolna, Léna, Lenke, Magda, Magdaléna, Mária
23.	2 460 515	20 04 54	Lenke, Brigitta
24.	2 460 516	20 08 50	Kinga, Kincső, Bernát, Csenge, Kriszta, Krisztina, Lujza
25.	2 460 517	20 12 47	Kristóf, Jakab, Krisztofer, Valentin, Valentina, Zsaklin
26.	2 460 518	20 16 43	Anna, Anikó, Anett, Anilla, Anita, Panna
27.	2 460 519	20 20 40	Olga, Liliána, György, Kamilla, Krisztián, Natália
28.	2 460 520	20 24 37	Szabolcs, Botond, Győző, Szeréna, Viktor
31. hét			
29.	2 460 521	20 28 33	Márta, Flóra, Bea, Beatrix, Virág
30.	2 460 522	20 32 30	Judit, Xénia, Julietta
31.	2 460 523	20 36 26	Oszkár, Elena, Eleni, Helén, Heléna, Ignác, Ilona, Léna

Az iszlám naptár 1446. évének kezdete: július 7.

A Hold nemzetközi napja: július 20.



A déli égbolt július 15-én 20:00-kor (UT)

Bolygók

Merkúr: A hónap első felében jól megfigyelhető napnyugta után az északnyugati ég alján, közel egy és negyed órával a Nap után nyugszik. 22-én van legnagyobb keleti kitérésben, 26,9°-ra a Naptól. Ekkorra láthatósága már romlani kezd, egy órával a Nap után nyugszik. Láthatóságát tovább rontja, hogy az ekliptikától délre tartózkodik, a hónap végén már csak 40 perccel nyugszik a Nap után.

Vénusz: A hónap elején már kereshető napnyugta után az északnyugati ég alján. A hónap elején fél órával, a végén közel háromnegyed órával nyugszik a Nap után. Fényessége $-3,9^m$, átmérője $9,7''$ -ről $10,2''$ -re nő, fázisa $0,99$ -ről $0,96$ -ra csökken.

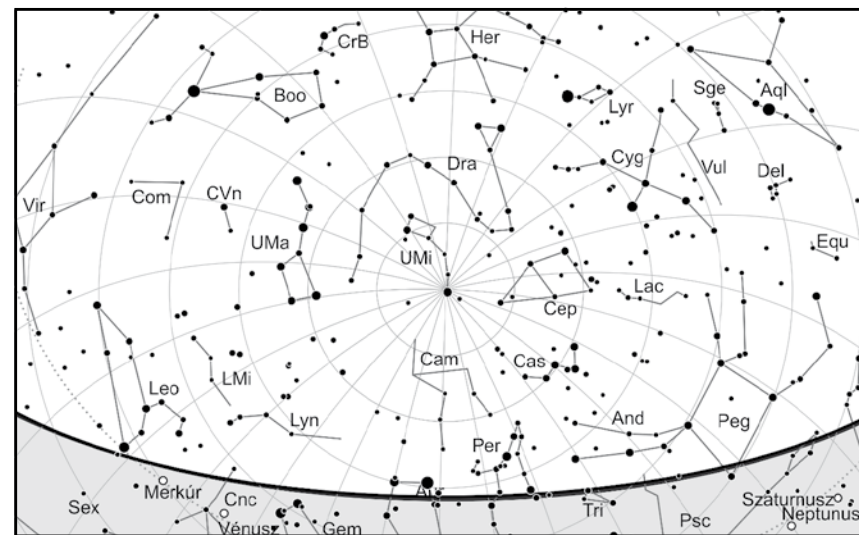
Mars: Előretartó mozgást végez a Kos, majd 11-től a Bika csillagképben. Éjfél után kel, a hajnali keleti égen látható vörösés fényű égitestként. Fényessége 1,0^m-ról 0,8^m-ra, látszó átmérője 5,4"-ról 5,8"-re nő.

Jupiter: Előretartó mozgást végez a Bika csillagképben. Hajnalban kel, napkelte előtt látható a feltűnően fényes bolygó a délkeleti égen. Fényessége $-2,1^m$, átmérője $34''$.

Szaturnusz: Hátráló mozgást végez a Vízöntő csillagképben. Éjfél előtt kel, az éjszaka második felében megfigyelhető a délkeleti-déli égen. Fényessége 0,9^m, átmérője 18".

Uránusz: Éjjel után kel, az éjszaka második felében látható. Előretartó mozgása a Bika csillagképben egyre lassul.

Neptunusz: Éjfél előtt kel, az éjszaka második felében látható. Először előretartó, majd július 3-tól már hátráló mozgást végez a Halak csillagképben.



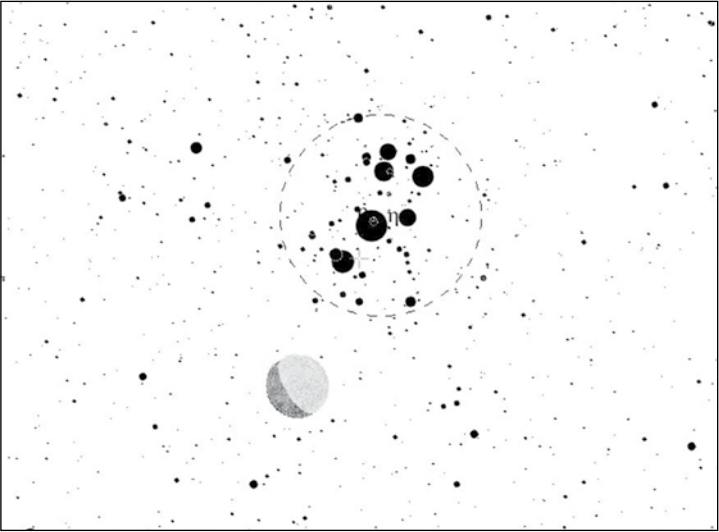
Az északi égbolt július 15-én 20:00-kor (UT)

Eseménynaptár (UT)

Dátum	Idő	Esemény
07.04	2:13	44 óra 44 perces holdsarló 8°6' magasan a horizont felett
07.05		A törpebolygó oppozícióban a Sagittarius csillagképben, fényessége 7,4 magnitúdó
07.05	2:13	20 óra 44 perces holdsarló 3°42' magasan a horizont felett
07.05	5:00	A Föld naptávolban
07.06	19:22	A Vénusz 3 fokkal délre a 20 óra 25 perces holdsarlótól (2°12' magasan a horizont felett)
07.07	19:21	A Merkúr 2° 12'-cel délre a 44 óra 24 perces holdsarlótól (7°48' magasan a horizont felett)
07.12	8:00	A Hold földtávolban
07.17	19:40	Az Antares 45'-cel északra a 85%-os, növekvő Holdtól
07.22	7:00	A Merkúr a legnagyobb keleti kitérésben, 27 fokra a Naptól
07.24	21:20	A Szaturnusz 41'-cel nyugatra a 84%-os, fogyó Holdtól
07.26	6:00	A Hold földközélen
07.27		A 328P/LONEOS-Tucker-üstökös perihéliumban, 1,87 CSE-re a Naptól (P=8,6 év)
07.28		A (184 GDR) Júliusi Gamma Draconidák meteorraj maximuma (július 25. – július 31.; ZHR=5; v=27 km/s)
07.30		A (005 SDA) Déli Delta Aquaridák meteorraj maximuma (július 12. – augusztus 23.; ZHR=25; v=41 km/s)
07.30		A (001 CAP) Alfa Capricornidák meteorraj maximuma (július 3. – augusztus 15.; ZHR=5; v=23 km/s)
07.31	1:00	A Jupiter 5 fokra észak-északkeletre a 20%-os, fogyó Holdtól

Együttállások

- Július 17. 19:40 UT. Az Antares a dagadó (85%-os) Hold északi peremétől 28'-re. Az év egyik leglátványosabb Hold-csillag együttállására a csillagászati szürkületben, 16 fokos magasságban kerül majd sor.
- Július 24. 21:20 UT. A Szaturnusz (0,9^m) 84%-os, fogyó Hold nyugati peremétől 41'-re nyugatra, a horizont felett 10 fokkal. Az éjszaka további részében a két égitest távolsága nőni fog.
- Július 29. 23:20 UT. A 30%-os, fogyó holdsarló északnyugati pereme a Plejádok (M45) csillaghalmaz legfényesebb csillagától, az Alcyonétól (η Tau) 1,2°-ra kelet-délkeletre. A látványos együttállásra 10 fok magasan kerül sor. A hajnali órákban a két objektum távolsága nőni fog. Látványos asztrotájképek készítésére nyílik lehetőség.



Üstökösök

C/2021 S3 (PANSTARRS)

Mozgása tovább lassul, ennek ellenére gyorsan távolodik mind a Naptól, mind a Földtől, ezért várható 10,8 magnitúdós látszó fényessége a hónap során 0,5-1 magnitúdót csökken. Ezért vizuális felkeresése már inkább közepes távcsővel ajánlott. Megfigyelésére a hónap minden éjszakája alkalmas. Egész éjszaka megfigyelhető a Sárkány csillagkép keleti részén, ahol gazdag csillagmező előtt halad a hónap elején még nyugat-északnyugati, majd a nyugati, a hónap végén

pedig délnyugati irányba. Útja során júliusban nem érint olyan égitérületet, ahol olyan mélyég-objektumok lennének, amelyekkel össze lehetne téveszteni.

Dátum	RA (h m s)	D (°, ', ")	Δ (CSE)	r (CSE)	E (°)	m _v (m)
07.03.	20 10 36	+62 36 29	2,074	2,355	92,9	10,8
07.07.	20 05 11	+62 47 05	2,105	2,398	93,8	10,9
07.11.	19 59 39	+62 49 57	2,136	2,440	94,7	11,0
07.15.	19 54 08	+62 45 17	2,166	2,482	95,7	11,1
07.19.	19 48 46	+62 33 20	2,197	2,524	96,6	11,2
07.23.	19 43 39	+62 14 27	2,228	2,567	97,5	11,3
07.27.	19 38 54	+61 49 02	2,259	2,609	98,4	11,4
07.31.	19 34 35	+61 17 27	2,290	2,651	99,3	11,5

154P/Brewington

Július elején már fél hónappal túl van a 2024. június 13-án bekövetkezett napközelpontján, de csak mostanra kerül megfigyelésre kedvező helyzetbe. Ugyan közeledik a Földhöz, de így sem jut 2,25 CSE-nél közelebb a hozzánk, miközben távolodni fog a Naptól, ezért aktivitása csökken. A bizonytalan aktivitású üstökös felkereséséhez hajnalban kell felkelni. Útját a hónap elején az északkeleti égen a Perzeusz déli határánál kezd, ahonnan kelet-északkeleti irányba halad a Szekeres csillagképen át. A fényessége a hónap során a várható kezdeti 10,2 magnitúdóról fél magnitúdót halványodhat.

Észleléséhez inkább közepes átmérőjű távcső szükséges, de ha az üstökös rendkívüli eseményt produkál, akkor akár kisebb műszer is elegendő lehet a megfigyelésére.

Július 22-én hajnalban fog elhaladni 57'-re az IC 405 (fényesség: 6 magnitúdó; átmérő: 30×20') ködösségtől szép témát kínálva az asztrofotósoknak. 26-án hajnalban pedig az M38 (6,4 magnitúdó; 15') és az NGC 1907 (8,2 magnitúdó; 5') nyílthalmazok között fog elhaladni.

13P/Olbers

Túljutva a június 30-i napközelpontján már távolodik a Naptól, azonban a Föld felé még közeledik. Várható fényessége a kezdeti 7,5 magnitúdóról valószínűleg csökkenni fog kb. fél magnitúdót, így binokulárral és kisebb távcsővel is megtalálható lesz az üstökös. Megtalálását nehezíti, hogy nem sokkal a szürkület után már alacsonyan lesz az északnyugati horizonton, viszont segíti, hogy útja a hónap során szinte a Nagy Medve lábai alatt fog keleti irányba vezetni. A hónap elején még a Hiúz csillagkép nyugati részén, a Nagy Medve „mellső mancsai alatt” lehet felkeresni, ahonnan a hónap végére a Nagy Medve hátsó lábait elhagyva, a Kis Oroszlán csillagkép határán lehet megtalálni.

Dátum	RA (h m s)	D (°, ', ")	Δ (CSE)	r (CSE)	E (°)	m _v (m)
07.03.	08 42 16	+42 13 42	1,934	1,176	30,4	7,5
07.07.	09 04 06	+41 58 25	1,921	1,179	31,4	7,5
07.11.	09 26 04	+41 27 59	1,911	1,186	32,5	7,5
07.15.	09 47 56	+40 42 22	1,904	1,195	33,5	7,6

Dátum	RA (h m s)	D (°, ', ")	Δ (CSE)	r (CSE)	E (°)	m _v (m)
07.19.	10 09 28	+39 41 57	1,900	1,208	34,5	7,6
07.23.	10 30 30	+38 27 36	1,900	1,223	35,4	7,7
07.27.	10 50 53	+37 00 30	1,905	1,241	36,3	7,8
07.31.	11 10 29	+35 22 11	1,914	1,262	37,1	7,9

Déli Delta Aquaridák (005 SDA) meteorraj

Maximuma: július 29/30. ($\lambda_{\odot}$ =127°)
Aktív: július 12. – augusztus 23. között.
A raj részletes adatai: radiáns: α =340°, δ =−16°; ZHR=25; r=2,5, sebesség: 41 km/s, közepesen gyorsak
Szülőégitest: 96P/Machholz?
A Delta Aquaridák igen intenzív raj, de Magyarországról csak mérsékelt erősségű, 10-30 rajtag várható óránként egész éjszaka alatt. A maximum körüli héten aktivitása megnő. A meteorok gyorsak, halványak, ritkán húznak nyomot, és kevés közöttük a tűzgömb. A Hold július 28-án utolsó negyedben lesz, ezért a maximum körüli napokban az éjszaka második felében zavar.

Alfa Capricornidák (001 CAP) meteorraj

Maximum: július 29/30. ($\lambda_{\odot}$ =127°)
Aktív: július 3. és augusztus 15. között
A raj részletes adatai: radiáns: α =307°, δ =−10°; ZHR=5; r=2,5, sebesség: 23 km/s, lassúak
Szülőégitest: 1969P/NEAT
A nem túl szapora raj egyenletesen megemelkedett aktivitással jelentkezik a július 31-i maximum körül, csak ritkán produkál 5-nél több meteort óránként, viszont gazdag fényes tűzgömbökben. Meteorok egész éjszaka várhatók. A Hold július 28-án utolsó negyedben lesz, ezért a maximum körüli napokban az éjszaka második felében zavarja az észleléseket.

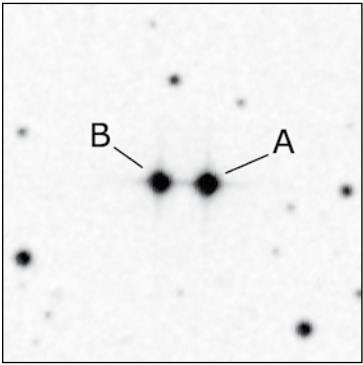
WDS 18005+5624 SZM 1

A hazai kettőscsillag-észlelés új erőre kapott a 2020-as években. Az észlelőmunkának, valamint a publikációknak köszönhetően 2023-ban új kettőscsillaggal gazdagodott a WDS, amelyet Szamosvári Zsolt fedezett fel az iTelescope T68 számú robottávcsövével, eredményeit a Journal of Double Star Observations című szaklapban publikálta. A felfedezésről és publikációról bővebben olvashatunk a Meteor 2023. július–augusztusi számában.

A Sárkány fejének közvetlen közelében, a ξ Draconistól 1°7'-cel kelet-délkeleti irányban található pár észlelésével kis-közepes távcsövekkel sötét, vidéki égbolton próbálkozhatunk sikerrel. Az A és B komponensek között a Gaia DR3 (Data Release 3) adatokon alapuló számítások tükrében a fizikai kapcsolat lehetséges. A B tag a főcsillagtól keletre található(Gaia DR3

2150324236291512064, PA: 87,3°, Sep: 20,4", A: 11,88^m, B: 11,99^m). Mindkét komponens közel két naptömegű, a fősorozaton elhelyezkedő csillag.

A WDS 18005+5624 a Digitized Sky Survey (STScI/NASA) felvételén.



Csillagfedések

dátum		UT			J	csillag	m _v	Hold fázisa	h	pozíció	
hó	nap	h	m	s						CA	PA
07	3	0	36	43.2	ki	76480	7.4	10-	3	38S	212
07	10	19	31	20.4	be	1609	4.6	22+	16	88N	110
07	10	20	13	42.4	be	118658	7.3	22+	9	87S	115
07	12	20	31	48.8	be	1795	6.9	39+	10	68N	91
07	21	23	36	32.5	ki	3018	6.4	99-	19	79S	281
07	22	21	52	34.1	ki	3164	4.5	97-	16	15S	189
07	25	22	47	19.6	ki	109126	7.2	74-	20	84N	253
07	26	2	30	56.2	ki	109182	7.8	73-	44	58S	215
07	28	1	45	21.6	ki	309	8.2	50-	43	69N	271
07	30	1	58	9.5	ki	76358	7.2	28-	35	84N	266

Évforduló

50 éve halt meg Eric Mervyn Lindsay

Eric Mervyn Lindsay 1907. január 26-án született az észak-írországi Portadownban, szülei hetedik gyerekeként. Először Dublinban, majd 1928-ig a belfasti Queen's College-ben tanult. Tanulmányait a Harvardon folytatta, Harlow Shapley vezetése alatt – vele egész életében barátságban maradt. Doktori fokozatot is itt szerzett 1934-ben, PhD-értekezésének címe: „The Distribution in the Southern Sky of the Stars Brighter Than the Thirteenth Magnitude”. Érdemes megemlíteni a bizottság néhány tagjának nevét, a modern csillagászat történetének mind kiemelkedő szereplője: Donald Menzel, Ernst Öpik, Cecilia Payne-Gaposchkin, Harlow Shapley és Bart J. Bok. Öpik állítólag még azt is megkérdezte a vizsga folyamán, hogy „mi a színindexe egy hollywoodi csillagnak?” – a kérdésre Lindsay nem tudott válaszolni.



A doktorátus megszerzése után Lindsay Dél-Afrikában dolgozott a Harvard Observatory Boyden obszervatóriumában, Bloemfontein közelében. 1937-ig maradt itt, majd hazaköltözött Észak-Írországba, és az Armagh Observatory igazgatója lett, egészen 1974. július 27-én bekövetkezett haláláig.

Az ír csillagászatot gyakorlatilag a semmiből teremtette újjá, amiben segítségére volt jó viszonya Eamon de Valera (1882–1975) vezető ír politikussal. Kitartó munkájának és jó diplomáciai érzékének köszönhetően nemcsak Armagh fejlődött, de sikerült újjáélesztenie a Dunsink Obszervatóriumot is. 1947-ben egy hamburgi menekülttáborból sikerült Írországba hozatnia Ernst Öpiket, aki észt csillagászként nem kívánt a sztálini Szovjetunióban maradni.

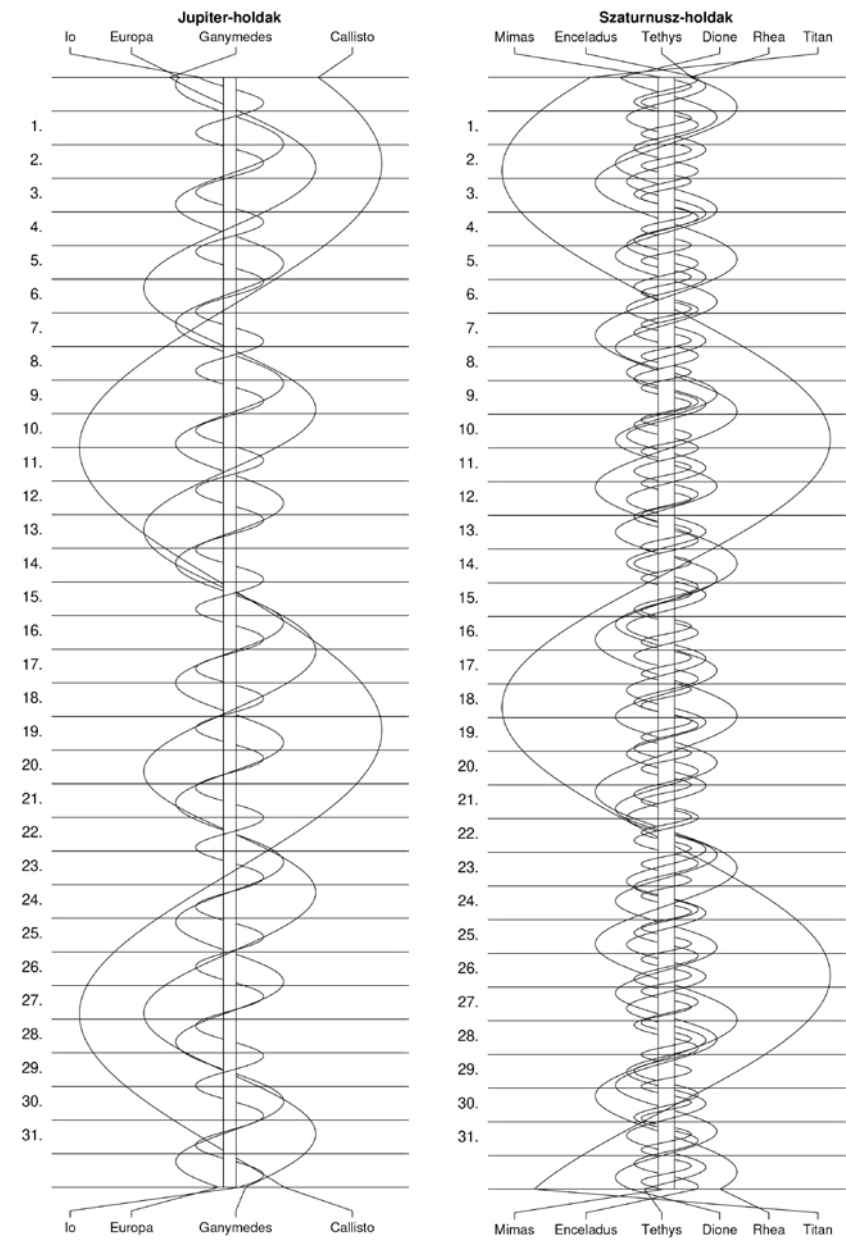
Lindsay nem meglepő módon – tekintve hogy fiatal korában Dél-Afrikában dolgozott – főleg a Magellán-felhők iránt érdeklődött. 1958-ban a Kis-Magellán-felhő csillaghalmazait katalogizálta („The Cluster System of the Small Magellanic Cloud”, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* **18**, 172–182, 1958), majd évekkel később hasonló katalógust publikált Shapley-vel közösen, ezúttal a Nagy-Magellán-felhő halmazairól („A Catalogue of Clusters in the Large Magellanic Cloud”, *Irish Astronomical Journal* **6**, 74–91, 1963).

Lindsay nevéhez nem fűződnek nagy csillagászati felfedezések, de az ír csillagászat újjáteremtésében szerzett érdemei elismeréseként, II. Erzsébet királynő 1963-ban a Brit Birodalom Rendje tisztjének (OBE) nevezte ki. Holdkráter is elneveztek róla.

Jupiter-holdak

nap	UT h:m	hold	jelenség
8	1:57,1	Europa	fk
9	1:54,3	Io	fk
10	1:22,3	Io	áv
	2:12,6	Io	ev
15	0:34,9	Ganymedes	fk
17	0:56,1	Europa	ek
	1:6,0	Io	ák
	1:29,6	Europa	áv
	2:1,4	Io	ek
24	1:39,5	Europa	ák
25	0:11,6	Io	fk
	23:38,2	Io	áv
26	0:40,5	Io	ev
	0:55,7	Europa	mv
	1:1,4	Ganymedes	ev

- f = fogyatkozás: a hold a Jupiter árnyékában
 á = átvonulás: a hold árnyéka a Jupiteren
 e = előtte: a hold a Jupiter korongja előtt
 m = mögötte: a hold a Jupiter korongja mögött
 k = a jelenség kezdete
 v = a jelenség vége



meteor

2024 Távcsöves Találkozó

Tarján, 2024. augusztus 6–11.

www.mcse.hu
Magyar Csillagászati Egyesület

Fotó: Szankó Gerda, Tarján, 2012

MAGYAR CSILLAGÁSZATI EGYESÜLET

$\lambda = 19^\circ$, $\varphi = 47,5^\circ$

Kalendárium – augusztus

KÖZEI

dátum	Nap						Hold			fázis
	kel, h m	delel, h m	nyugszik h m	h_d °	E_t m		kel, h m	delel, h m	nyugszik h m	
1. cs 214.	4 22	11 50	19 18	60,3	-6,4		0 30	9 14	17 58	
2. p 215.	4 23	11 50	19 16	60,1	-6,3		1 30	10 11	18 42	
3. sz 216.	4 24	11 50	19 15	59,8	-6,2		2 39	11 04	19 16	
4. v 217.	4 25	11 50	19 13	59,5	-6,1		3 52	11 54	19 41	● 12 14
32. hét										
5. h 218.	4 27	11 50	19 12	59,3	-6,0		5 04	12 40	20 00	
6. k 219.	4 28	11 49	19 10	59,0	-5,9		6 14	13 23	20 16	
7. sz 220.	4 29	11 49	19 09	58,7	-5,8		7 21	14 03	20 30	
8. cs 221.	4 31	11 49	19 07	58,4	-5,7		8 27	14 42	20 43	
9. p 222.	4 32	11 49	19 05	58,1	-5,5		9 33	15 20	20 57	
10. sz 223.	4 33	11 49	19 04	57,9	-5,4		10 38	16 00	21 11	
11. v 224.	4 35	11 49	19 02	57,5	-5,2		11 46	16 42	21 28	
33. hét										
12. h 225.	4 36	11 49	19 01	57,2	-5,1		12 56	17 27	21 50	◐ 16 19
13. k 226.	4 37	11 48	18 59	57,0	-4,9		14 08	18 17	22 18	
14. sz 227.	4 39	11 48	18 57	56,6	-4,7		15 20	19 10	22 57	
15. cs 228.	4 40	11 48	18 55	56,3	-4,5		16 26	20 08	23 51	
16. p 229.	4 41	11 48	18 54	56,0	-4,3		17 21	21 08	–	
17. sz 230.	4 43	11 48	18 52	55,7	-4,1		18 05	22 08	0 59	
18. v 231.	4 44	11 47	18 50	55,4	-3,9		18 38	23 06	2 20	
34. hét										
19. h 232.	4 45	11 47	18 48	55,0	-3,6		19 03	–	3 46	○ 19 28
20. k 233.	4 47	11 47	18 47	54,7	-3,4		19 23	0 02	5 14	
21. sz 234.	4 48	11 47	18 45	54,4	-3,2		19 42	0 54	6 40	
22. cs 235.	4 49	11 46	18 43	54,0	-2,9		19 59	1 45	8 05	
23. p 236.	4 51	11 46	18 41	53,7	-2,6		20 18	2 35	9 29	
24. sz 237.	4 52	11 46	18 39	53,4	-2,4		20 39	3 26	10 54	
25. v 238.	4 53	11 46	18 37	53,0	-2,1		21 06	4 19	12 17	
35. hét										
26. h 239.	4 55	11 45	18 35	52,7	-1,8		21 40	5 14	13 39	◑ 10 29
27. k 240.	4 56	11 45	18 33	52,3	-1,5		22 25	6 11	14 53	
28. sz 241.	4 57	11 45	18 31	52,0	-1,2		23 22	7 09	15 55	
29. cs 242.	4 59	11 44	18 30	51,6	-0,9		–	8 06	16 43	
30. p 243.	5 00	11 44	18 28	51,2	-0,6		0 28	9 00	17 19	
31. sz 244.	5 01	11 44	18 26	50,9	-0,3		1 40	9 51	17 46	

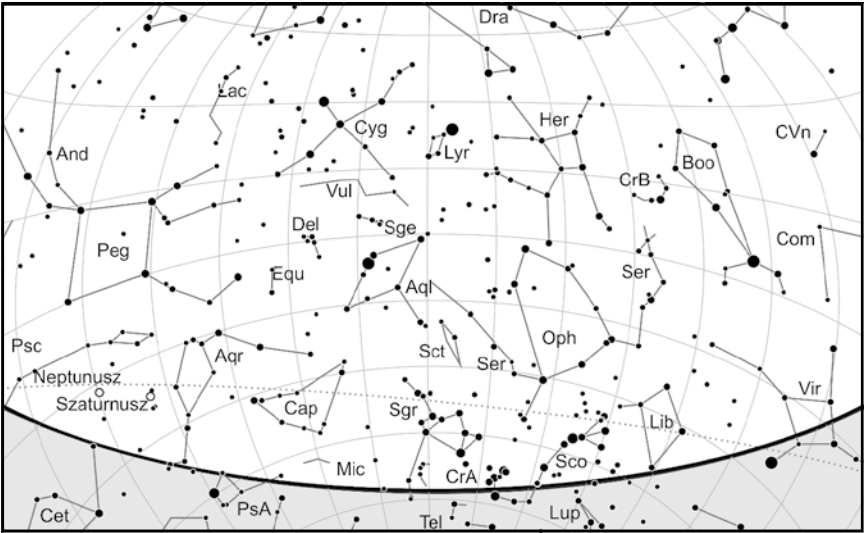
A nyári időszámítás alatt a KÖZEI-ben megadott időpontokhoz egy órát kell adni.

Augusztus

nap	Julián dátum 12 ^h UT	θ_{gr} 0 ^h UT h m s	névnapok
1.	2 460 524	20 40 23	Boglárka, Gusztáv, Pálma, Péter, Zsófia
2.	2 460 525	20 44 19	Lehel, Gusztáv, Mária
3.	2 460 526	20 48 16	Hermina, István, Lídia, Terézia
4.	2 460 527	20 52 12	Domonkos, Dominika
32. hét			
5.	2 460 528	20 56 09	Krisztina, Ábel, Afrodité, Kriszta, Mária
6.	2 460 529	21 00 06	Berta, Bettina, Géza
7.	2 460 530	21 04 02	Ibolya, Afrodité, Albert, Arabella, Donát
8.	2 460 531	21 07 59	László, Dominik, Domonkos, Gusztáv
9.	2 460 532	21 11 55	Emőd, János, Roland
10.	2 460 533	21 15 52	Lőrinc, Bianka, Blanka, Csilla, Loránd, Lóránt, Roland
11.	2 460 534	21 19 48	Zsuzsanna, Tiborc, Klára, Lilian, Liliána, Lujza
33. hét			
12.	2 460 535	21 23 45	Klára, Hilda, Leticia
13.	2 460 536	21 27 41	Ipoly, Gerda, Gertrúd, Helén, Heléna, Ibolya, János
14.	2 460 537	21 31 38	Marcell, Menyhért
15.	2 460 538	21 35 35	Mária, Alfréd
16.	2 460 539	21 39 31	Ábrahám, István, Szeréna
17.	2 460 540	21 43 28	Jácint
18.	2 460 541	21 47 24	Ilona, Elena, Eleni, Helén, Heléna, Lenke
34. hét			
19.	2 460 542	21 51 21	Huba, Bernát, János, Lajos
20.	2 460 543	21 55 17	<i>Szent István ünnepe</i> ; István, Bernát, Stefánia, Vajk
21.	2 460 544	21 59 14	Sámuel, Hajna, Erik, Erika, Franciska, Johanna
22.	2 460 545	22 03 10	Menyhért, Mirjam, Boglár, Boglárka, János, Mária
23.	2 460 546	22 07 07	Bence, Róza, Rózsa, Szidónia
24.	2 460 547	22 11 04	Bertalan, Albert, Aliz
25.	2 460 548	22 15 00	Lajos, Patrícia, Elemér, József, Tamás
35. hét			
26.	2 460 549	22 18 57	Izsó, Margit, Natália, Natasa, Rita
27.	2 460 550	22 22 53	Gáspár, József, Mónika
28.	2 460 551	22 26 50	Ágoston, Alfréd, Elemér, László
29.	2 460 552	22 30 46	Beatrix, Erna, Ernesztina, János, Kamilla, Szabina
30.	2 460 553	22 34 43	Róza, Leticia, Rózsa
31.	2 460 554	22 38 39	Erika, Bella, Aida, Hanga, Izabella, Rajmund, Ramóna

Meteor 2024 távcsöves találkozó: augusztus 6–11.

Csillagok alatt országos rendezvénysorozat: augusztus 9–17.



A déli égbolt augusztus 15-én 20:00-kor (UT)

Bolygók

Merkúr: 1-én bő fél órával nyugszik a Nap után, de láthatósága rohamosan romlik, 5-én már elvesz a napnyugta fényében. 19-én van alsó együttállásban a Nappal. Néhány nap múlva már kerekhető a keleti ég alján, 25-én 40 perccel kel a Nap előtt. Láthatósága gyorsan javul, 31-én több mint másfél órával kel korábban, mint a Nap, ismét kiváló hajnali megfigyelhetőséget biztosítva.

Vénusz: Napnyugta után látható a nyugati ég alján. Noha egyre távolodik a Naptól, láthatósága alig javul, mivel az ekliptika egyre laposabb szögben hajlik a látóhatárhoz képest. A hónap folyamán háromnegyed órával nyugszik a Nap után. Erős fehér fénye segíti a megtalálását. Fényessége $-3,9^m$, átmérője $10,2''$ -ről $11,0''$ -re nő, fázisa $0,96$ -ról $0,91$ -ra csökken.

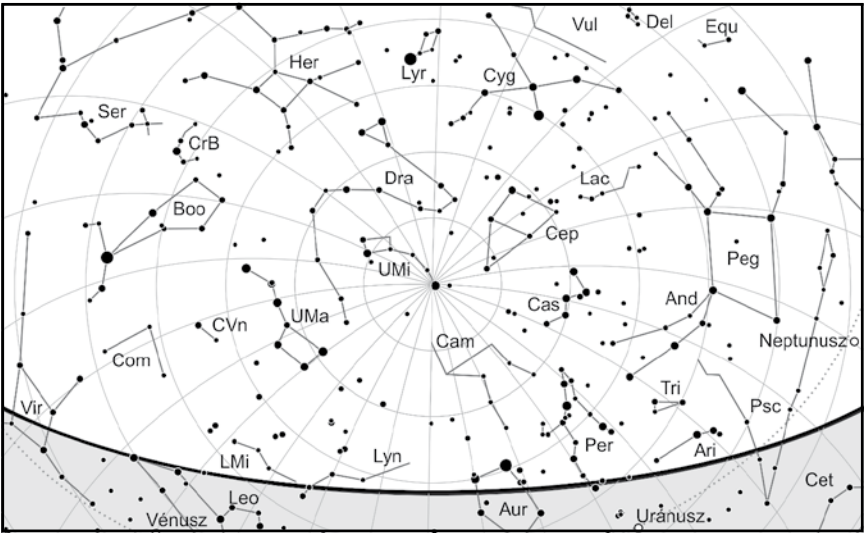
Mars: Előretartó mozgást végez a Bika csillagképben. Éjfél körül kel, az éjszaka második felében látható a keleti égen. Vörös fénye segíti a megtalálását. Fényessége $0,8^m$ -ról $0,7^m$ -ra, látszó átmérője $5,9''$ -ről $6,5''$ -re nő.

Jupiter: A Bika csillagképben látható, előretartó mozgása a hónap végére lassulni kezd. Éjfél körül kel, az éjszaka második felében figyelhető meg a keleti égen mint egyre fényesebben ragyogó sárgásfehér égitest. Fényessége $-2,2^m$, átmérője $37''$.

Szaturnusz: A Vízöntő csillagképben végzi hátráló mozgását. Az esti órákban kel, az éjszaka nagyobb részében jól megfigyelhető. Fényessége $0,7^m$, átmérője $19''$.

Uránusz: Éjfél előtt kel, az éjszaka második részében látható a Bika csillagképben. Előretartó mozgása a hónap végére közel állóvá lassul.

Neptunusz: Az esti órákban kel, az éjszaka nagy részében megfigyelhető. A Halak csillagképben végzi hátráló mozgását.

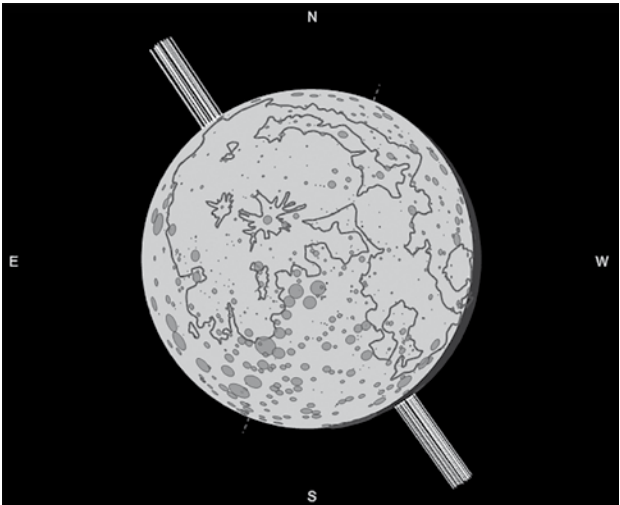


Az északi égbolt augusztus 15-én 20:00-kor (UT)

Eseménynaptár (UT)

Dátum	Idő	Esemény
08.03		A 338P/McNaught-üstökös perihéliumban, 2,29 CSE-re a Naptól (P=7,7 év)
08.03	2:47	A 32 óra 26 perces holdsarló $6'6''$ magasan a horizont felett, a Pollux közelében
08.05		A 146P/Shoemaker-LINEAR-üstökös perihéliumban, 1,42 CSE-re a Naptól (P=8,1 év)
08.05	18:00	A Vénusz 3 fokkal délkeletre a 2%-os, növekvő holdsarlótól
08.05	18:46	A Vénusz a 31 óra 33 perces holdsarló közelében (a holdsarló $1,5^\circ$ magasan a horizont felett)
08.06		A (7) Iris kisbolygó oppozícióban az Aquarius csillagképben, fényessége 8,3 magnitúdó
08.09	2:00	A Hold földtávolban
08.12		A (007 PER) Perseidák meteorraj maximuma augusztus 13. 16^h UT-kor (július 17. – augusztus 24.; ZHR=100; $v=59$ km/s)
08.15	1:00	A Mars $30'$ -cel délkeletre a Jupitertől
08.17		A (012 KCG) Kappa Cygnidák meteorraj maximuma (augusztus 3. – augusztus 28.; ZHR=3; $v=23$ km/s)
08.17		A 30P/Reinmuth-üstökös perihéliumban, 1,81 CSE-re a Naptól (P=7,2 év)
08.19	2:00	A Merkúr alsó együttállásban a Nappal
08.21	2:00	A 98%-os, fogyó Hold elfedi a Szaturnuszt
08.21	5:00	A Hold földközélen
08.25	22:00	Az Uránusz $3^\circ 30'$ -cel délre az 55%-os, fogyó Holdtól
08.28	0:00	A Mars $4^\circ 30'$ -cel délre a 33%-os, csökkenő holdsarlótól
08.31		A (206 AUR) Aurigidák meteorraj maximuma (augusztus 28. – szeptember 5.; ZHR=6; $v=66$ km/s)

Szaturnusz-fedés augusztus 21-én



Az augusztus 21-i Szaturnusz-fedés Magyarország egyes városából nézve. A belépésre az északkeleti világos holdperemen kerül sor, a kilépés a vékony, sötét délnyugati perem mentén történik.

Ezen a hajnalon a telihold elfedi a Szaturnuszt. Nemzeti ünnepünk estéjén és éjszakáján megfigyelhetjük, ahogyan a Hold egyre közelebb kerül a gyűrűs bolygóhoz, majd percekkel napkelte előtt elfedi azt. Mivel a Hold bolygófedései nagyon ritkák, ez lehet az év egyik legjobban várt csillagászati jelensége, amit derült idő esetén könnyedén észlelhetünk. A belépésre a polgári szürkületben 18 fokos magasságban kerül sor, a kilépés idején a Nap már a horizont felett lesz, a Szaturnusz pedig a belépéshez képest még alacsonyabban fog látszani. Belépéskor Napunk alig 2-3°-kal lesz a horizont alatt, de a bolygó fényessége (0,7 magnitúdó) miatt könnyű lesz a jelenséget megfigyelni.

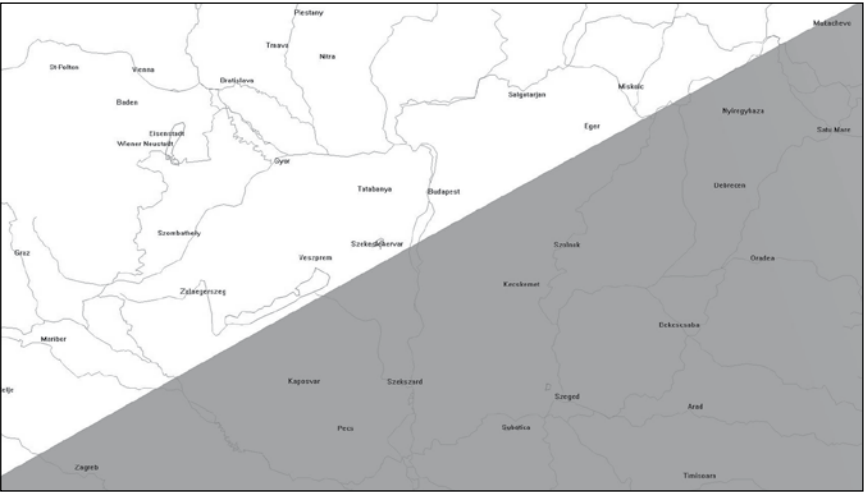
A Hold megvilágítottsága 97%, már telehold után vagyunk majdnem másfél nappal, így a nyugati peremen már látszanak a kráterek árnyékai. A fedés sávja Dél-Amerika területén kezdődik, Kuba éppen kiesik az északi sávból, majd Portugáliánál érkezik az európai kontinensre. Aki az éjszakai égen és magasabb holdállásnál szeretné a jelenséget megfigyelni, annak érdemes nyugatabbra utazni. A 18 fokos magasság és a nyári meleg nem kedvez a nyugodt légkörnek, valószínűleg erősen fog hullámozni a kép. A Hold természetesen elfedi az óriásbolygó holdjait is, de a 8-10 magnitúdós kis égitestek az erős szürkület és fényes holdperem mellett láthatatlanok lesznek. Az előrejelzett időpontok a bolygó középpontjára vonatkoznak, a gyűrű szélei 30,7 másodperccel korábban, illetve később érintik a peremet, azaz a gyűrűk 61 másodperc alatt kerülnek a bolygó mögé. A bolygókorong kontaktusai +/- 16,7 másodpercesek, azaz a teljes bolygó fedése 33 másodpercig tart.

A Szaturnusz majdnem egy órát tartózkodik a Hold mögött, a kilépésre már napkelte után kerül sor. Az előbukkanás megfigyelése sokkal nehezebb lesz, hiszen a Nap 7°-kal van a látóhatár felett, a bolygó pedig már csak 9 fokkal. A kilépésre a sötét peremen kerül sor, a Mare Crisiumtól délre, a Langrenus kráter közelében, a fényes peremtől 0,8'-re. Ez összemérhető a Szaturnusz-gyűrűk 40"-es szélességével, így a terület betájolása, ahol a gyűrűk kilépését várhatjuk, viszonylag könnyű lesz. Itt is igaz, hogy a gyűrűk megjelenése fél perccel megelőzi a táblázatban közölt, a Szaturnusz közepére vonatkozó előrejelést.

helység	Belépés						Kilépés					
	UT			Nap	Hold	CA	PA	UT			Nap	Hold
	h	m	s	Alt	Alt	°	°	h	m	s	Alt	Alt
Békéscsaba	3	38	56	-1	17	-77N	61	4	37	3	8	8
Budapest	3	37	26	-3	18	-72N	56	4	36	14	7	9
Debrecen	3	38	51	-1	16	-75N	59	4	36	52	9	7
Eger	3	38	4	-2	17	-73N	56	4	36	26	8	8
Győr	3	36	37	-4	19	-70N	54	4	35	44	6	10
Kaposvár	3	37	2	-4	19	-75N	58	4	36	14	6	10
Kecskemét	3	38	0	-2	18	-75N	59	4	36	36	7	9
Miskolc	3	38	13	-1	16	-72N	56	4	36	28	8	7
Nyíregyháza	3	38	46	-1	16	-74N	58	4	36	45	9	7
Paks	3	37	37	-3	18	-75N	59	4	36	28	7	9
Pécs	3	37	25	-4	19	-76N	60	4	36	27	6	10
Salgótarján	3	37	43	-2	17	-71N	55	4	36	12	8	8
Sopron	3	36	0	-4	19	-69N	53	4	35	23	5	10
Szeged	3	38	34	-2	18	-78N	61	4	36	57	8	8
Székesfehérvár	3	37	11	-3	18	-73N	57	4	36	9	6	9
Szekszárd	3	37	38	-3	19	-76N	59	4	36	31	7	9
Szolnok	3	38	12	-2	17	-75N	58	4	36	39	8	8
Szombathely	3	36	7	-4	19	-71N	55	4	35	35	5	11
Tatabánya	3	36	48	-3	18	-71N	55	4	35	53	6	10
Veszprém	3	36	55	-4	19	-73N	56	4	36	2	6	10
Zalaegerszeg	3	36	20	-4	20	-72N	56	4	35	46	5	11

Plejádok-fedés augusztus 26-án

A Szaturnusz-fedés után néhány nappal ismét látványos okkultációt figyelhetünk meg. Az 53% megvilágítottságú, utolsó negyedben lévő fogyó Hold elfedi az égbolt leglátványosabb nyílthalmazát, az ekliptikától 5°-kal északra elhelyezkedő Plejádokat. E halmaz fedéseire 18 évenként kerül sor, ekkor 2-3 éven keresztül a Holdat minden hónapban a közelében láthatjuk (erre legtöbbször nappal vagy a horizont alatt kerül sor, így látványos fedésekre csak néhány havonta számíthatunk).



Plejádok-fedés 2024.08.26-án – Az Alcyone (2,9 magnitúdós) súroló fedésének északi határa



Plejádok-fedés 2024.08.26-án 2-30UT – A Hold a fedés előtti pillanatokban 2:30 UT-kor

Ezen a hajnalon a Hold az M45 déli peremén fog elvonulni, azonban már néhány fényes halmaztagot elfed. Érdemes az éjszakai sötétben is megfigyelni a Hold közeledését, azonban az első fényesebb halmaztag, a hét nővér egyike, a 4,1 magnitúdós Merope 2:45 UT-kor kerül a Hold mögé. Ekkor már erős szürkület lesz, a Nap 12°-kal tartózkodik a horizont alatt. Valószínűleg az ezt megelőző percek fogják adni a legjobb fotótémát (a világosodó égen fényes csillagok égi kísérőnk közelében). Ezután szinte percenként láthatunk egy másik 7-8 magnitúdós halmaztag fedését a fényes oldalon. A Merope előbukkanására fél órát kell várni, 3:20-kor lép ki a sötét oldalon, 40°-ra a terminátor északi pólusától. Ezután az erős szürkületben láthatjuk a korábban elfedett 7-8 magnitúdós csillagok kilépését, bár ez a jelenség már csak a nyugati országrészben lesz látható, hiszen a keleti megyékben már kel a Nap. Az Alcyone súroló fedése a délnyugati országrészben lesz megfigyelhető, a Dunántúl északi részén és az Északi-középhegységben a csillag lassan elvonul a Hold északi pólusa felett. A súroló fedés vonala: Szepetnek–Nagykanizsa–Galambok–Somogyfőcsanak–Kéthely–Kőröshegy–Balatonkiliti–Balatonbuzsok–Beloianisz–Szigetszentmárton–Dunavarsány–Alsónémedi–Sülysáp–Szentlőrinc–Füzesabony–Mezőkövesd–Sajószöged–Kesznyéten–Tiszadob–Rakamaz–Tiszakarád–Cigánd–Szabolcsveresmart–Szalóka.

A 3,6 magnitúdós Atlas már a napkelte pillanataiban kerül a Hold mögé, azonban a magas holdállás következtében könnyen fog látszani. A Hold ekkoriban délelőtt 66 fokos magassággal. A közeli Pleione (5,1 magnitúdós) fedésére sem kell már sokat várni, az Atlas után 10 perccel elfedi a Hold. Ekkor a Nap már felkelt, aki vár egy órát, még megnézheti a csillagok kilépését is. Mivel a Pleione északabbra van, először e híres változócsillag lép ki a terminátor északi pólusától 63 fokra, majd az Atlas 81 fokra. A Nap ekkor már 10 fok magasban lesz a keleti horizont felett.

Az Alcyone súroló fedése Magyarország néhány városából. A fedés északi határvonala nagyjából a Nagykanizsa–Záhony tengely.

helység	Belépés						Kilépés							
	UT			Nap	Hold	CA	PA	UT			Nap	Hold	CA	PA
	h	m	s	Alt	Alt	°	°	h	m	s	Alt	Alt	°	°
Békéscsaba	3	32	49	−3	67	−11N	358	4	0	45	1	68	32N	316
Debrecen	3	38	40	−2	66	−5N	352	3	58	2	1	67	25N	323
Kaposvár	3	34	11	−5	66	−1N	348	3	49	35	−3	67	23N	325
Kecskemét	3	35	52	−4	66	−3N	351	3	54	20	−1	67	25N	323
Nyíregyháza	3	42	39	−1	66	1N	347	3	54	53	1	66	19N	328
Paks	3	34	40	−5	66	−3N	350	3	52	42	−2	67	25N	323
Pécs	3	31	2	−6	66	−6N	353	3	53	19	−2	68	28N	319
Szeged	3	30	40	−5	67	−11N	359	3	59	30	0	68	33N	315
Szekszárd	3	32	28	−5	66	−5N	353	3	53	47	−2	68	27N	320
Szolnok	3	37	23	−3	66	−3N	350	3	54	42	0	67	24N	324

A Plejádok csillagainak fedései nagy távcsövek számára,
Budapestről nézve (19 fok E, 47,5 fok N, UT)

h	Idő m s	P	Csillag	Mag v	Nap Alt	Hold Alt	CA °	PA °	VA °
1	14 36.5	d	76103	7.9		48	-20N	7	52
1	51 45.2	r	76103	7.9		54	46N	302	342
2	0 17.6	r	76130	9.0		55	18S	185	224
2	15 34.0	d	76175	8.2		57	-85S	82	120
2	40 38.8	d	76189	7.0		60	-90S	77	110
2	44 47.9	D	545	4.1	-12	61	-16N	3	35
2	44 51.9	r	76135	8.9	-12	61	72N	275	306
2	45 15.6	d	76198	7.8	-12	61	-76S	91	122
2	46 8.0	d	550	7.0	-12	61	-77N	64	95
2	53 57.9	d	76202	7.8	-10	62	-56S	112	141
2	57 5.0	d	551	7.3	-10	62	-56N	43	71
3	19 59.5	R	545	4.1	-6	64	40N	308	328
3	26 32.4	r	76175	8.2	-5	65	61S	228	247
3	28 36.9	r	76203	8.8	-5	65	3S	171	189
3	47 14.5	r	76202	7.8	-2	66	33S	201	211
3	50 17.1	r	76185	8.4	-2	66	50N	298	307
3	54 10.4	r	76198	7.8	-1	66	54S	221	229
3	54 55.7	r	76189	7.0	-1	66	67S	235	242
3	55 9.5	D	560	3.6	-1	66	-64N	51	59
4	5 38.6	d	561	5.1	1	67	-46N	33	37
5	8 59.7	r	561	5.1	11	64	63N	285	263
5	9 26.7	R	560	3.6	11	64	81N	267	245

Üstökösök

C/2021 S3 (PANSTARRS)

Mind a Naptól, mind a Földtől távolodik, így aktivitása is várhatóan csökken. Emiatt fényessége is csökken, a hónap elején várható 11,6 magnitúdóról 0,5-1 magnitúdóval. Egy ilyen fényességű üstököst vizuálisan inkább közepes átmérőjű távcsövekkel érdemes felkeresni. Fotografikusan még kisebb műszerekkel is detektálható lehet. Mivel az üstökös cirkumpoláris, egész éjjel megfigyelhető lesz. A hónap elején a Sárkány csillagkép keleti részéről mozog déli irányba. A hónap végére északi irányból érkezve 1°-ra megközelíti a κ Cygnit (3,8 magnitúdó), a Hattyú szárnyvégén lévő csillagot.

Dátum	RA (h m s)	D (°, ', ")	Δ (CSE)	r (CSE)	E (°)	m _v (m)
08.04.	19 30 47	+60 40 11	2,322	2,694	100,2	11,6
08.08.	19 27 31	+59 57 43	2,355	2,736	101,0	11,7
08.12.	19 24 50	+59 10 36	2,389	2,778	101,8	11,8

Dátum	RA (h m s)	D (°, ', ")	Δ (CSE)	r (CSE)	E (°)	m _v (m)
08.16.	19 22 45	+58 19 23	2,423	2,821	102,5	11,9
08.20.	19 21 15	+57 24 37	2,458	2,863	103,1	12,0
08.24.	19 20 18	+56 26 49	2,495	2,905	103,7	12,1
08.28.	19 19 54	+55 26 27	2,533	2,947	104,1	12,2

154P/Brewington

A Naptól lassan távolodó, de a Földhöz még közeledő üstökös éjfél után lesz megfigyelhető. Felkereséséhez a bizonytalan természete miatt inkább közepes átmérőjű távcsövet ajánlunk. Fényessége a hónap elejére jelzett 10,8 magnitúdóról a hónap végére várhatóan 1 magnitúdót csökken. A hónap során az Szekeres csillagkép közepétől indulva mozog majd keleti irányba, egészen a csillagkép legkeletibb határáig.

Legkönnyebben augusztus 4-én hajnalban lehet majd megkeresni a θ Aur többes csillagrendszertől 57°-cel délnyugatra. Még elég közel lesz a csillaghoz, hogy az üstökös pozícióját könnyen meg lehessen találni, de már elég messze ahhoz, hogy a csillag fénye ne nyomja el a homályos ködösségként látszó kométát.

Dátum	RA (h m s)	D (°, ', ")	Δ (CSE)	r (CSE)	E (°)	m _v (m)
08.02.	05 51 31	+36 10 04	2,245	1,658	43,2	10,8
08.06.	06 04 41	+36 23 40	2,243	1,674	44,3	11,0
08.10.	06 17 38	+36 32 55	2,240	1,691	45,4	11,1
08.14.	06 30 20	+36 38 04	2,237	1,709	46,6	11,2
08.18.	06 42 45	+36 39 23	2,234	1,727	47,9	11,4
08.22.	06 54 53	+36 37 13	2,230	1,747	49,2	11,5
08.26.	07 06 41	+36 31 51	2,226	1,767	50,6	11,7
08.30.	07 18 09	+36 23 39	2,222	1,788	52,1	11,8

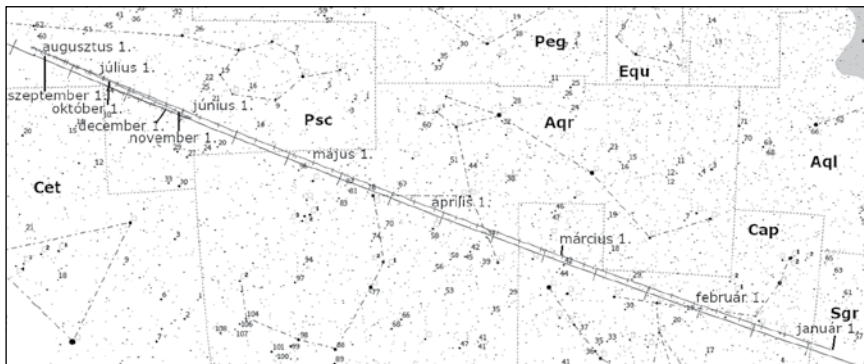
13P/Olbers

Már második hónapja távolodik a Naptól, egy hónapja a Földtől, ezért aktivitása csökken, aminek következtében fényessége a hónap elejei 8,1 magnitúdóról 1 magnitúdót csökken. Ilyen fényesség mellett megpillantásához elegendő lenne egy binokulár is, függetlenül attól, hogy mennyire diffúz az üstökös. Azonban már a navigációs szűrőket környékén belemerül a nyugati-északnyugati horizont közeli vastag lég rétegekbe, így felkereséséhez inkább 5–12 cm átmérőjű távcső szükséges.

A Nagy Medve hátsó lábai alól indul, útját a Bereniké Haja csillagkép délkeleti sarkánál fejezi be. Bár útját számtalan galaxis szegélyezi, azonban ezek olyan halványak, hogy a vastag légkörön át elég nehéz lenne a megfigyelésük. Talán csak egy kivétel lesz ezalól. Az üstökös 25-én és 26-án kerül együttállásba az M64 (fényesség: 8,5 magnitúdó; átmérő: 10×5,4') galaxissal. 25-én a galaxistól 35'-re északra, 26-án pedig 43'-re keletre lehet megfigyelni az üstököst.

Dátum	RA (h m s)	D (°, ', ")	Δ (CSE)	r (CSE)	E (°)	m _v (m)
08.04.	11 29 14	+33 34 23	1,927	1,285	37,8	8,1
08.08.	11 47 06	+31 38 56	1,944	1,310	38,4	8,2

Dátum	RA (h m s)	D (°, ', ")	Δ (CSE)	r (CSE)	E (°)	m_v (m)
08.12.	12 04 05	+29 37 44	1,966	1,338	38,8	8,4
08.16.	12 20 12	+27 32 32	1,993	1,367	39,2	8,5
08.20.	12 35 29	+25 24 59	2,023	1,397	39,4	8,7
08.24.	12 49 59	+23 16 33	2,058	1,430	39,5	8,9
08.28.	13 03 45	+21 08 31	2,096	1,463	39,4	9,1
08.30.	07 18 09	+36 23 39	2,222	1,788	52,1	11,8

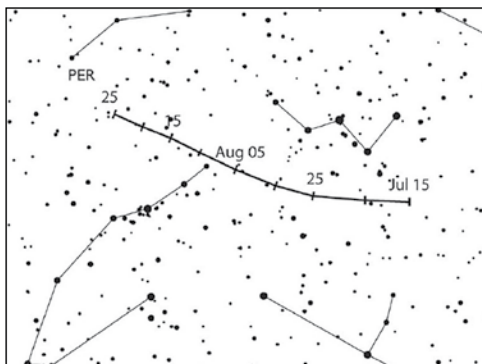


A (20) Massalia kisbolygó keresőtérképe.

Perseidák (007 PER) meteorraj

Maximuma: augusztus 12. ($\lambda_0=140^\circ$)

Aktív: július 17.–augusztus 24. között



A Perseidák radiánsának napi elmozdulása

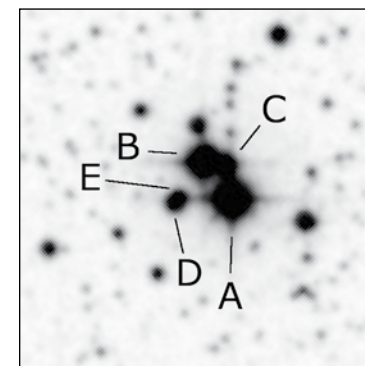
A raj részletes adatai: radiáns: $\alpha=48^\circ$, $\delta=+58^\circ$; ZHR=100; $r=2,2$ – fényesek;
sebesség: 59 km/s – gyorsak
Szülőégitest: 109P/Swift–Tuttle–üstökös

A Perseidák a legnépszerűbb, legjobban megfigyelhető raj az északi féltekén. Maximumát augusztus 12-én vagy 13-án éri el. Jó észlelési körülmények esetén egy észlelő 50–75 rajtagot is számlálhat óránként. A radiáns cirkumpoláris, így a raj egész éjszaka aktív. A hajnal előtti órákban van a legmagasabban, ekkor látható a legtöbb rajtag. Az augusztus 12-én első negyedben lévő Hold az éjszaka második felében már kevésbé zavarja az észlelést.

WDS 19489+2550 BKO 740 AB, AD, BC, DE

A BKO 740 teljes egészében Berkó Ernő által felfedezett többes rendszer a Kis Róka (Vulpecula) csillagképben. A 2002-ben felfedezett kettőscsillag összesen öt komponensből áll. A legnehezebben felbontható DE párt – tekintettel a halvány és szoros komponensekre – eddig mindössze egy alkalommal, felfedezésekor sikerült megfigyelni. A Földtől 6440 fényévre lévő kettőst a 13 Vul-tól 2°-ra találjuk észak-északnyugati irányban (330°).

AB tagok könnyen megpillanthatóak a kistávcsövek okulárjaiba pillantva (Gaia DR3 2026980957485216896, PA: 38° , Sep: 15,9", A: 10,32^m, B: 10,75^m). A C komponens a B-hez kötődik az adatbázis szerint, bár fizikai kapcsolat nincs a két csillag között (Gaia DR3 2026980854406003840, PA: 264° , Sep: 8,1", C: 13,60^m). Az AD tagok sincsenek gravitációs kötésben egymással (Gaia DR3 2026980888765737344, PA: 94° , Sep: 19,3", D: 13,50^m). A DE rendkívül szoros és halvány pár, kapcsolatuk természete egyelőre bizonytalan (Gaia DR3 2026980888765737856, PA: 323° , Sep: 2,2", E: 14^m).



A WDS 19489+2550 a Digitized Sky Survey (STScI/NASA) felvételén.

Csillagfedések

dátum		UT			J	csillag	m _v	Hold fázisa	h	pozíció	
hó	nap	h	m	s						CA	PA
08	1	0	35	19.8	ki	890	4.6	12-	7	65S	250
08	1	1	28	57.0	ki	77724	7.0	12-	15	70S	255
08	1	1	51	1.2	ki	77752	8.8	12-	18	29S	215
08	2	1	17	49.2	ki	78848	8.9	6-	5	48N	326
08	2	1	44	35.8	ki	78862	8.6	6-	9	81N	293
08	2	1	44	35.8	ki	95186	8.6	6-	9	81N	293
08	2	1	48	27.6	ki	95314	9.4	6-	9	53N	322
08	2	1	59	49.7	ki	78873	7.8	6-	11	74S	268
08	2	2	2	46.6	ki	1056	7.2	6-	11	82S	276
08	2	2	4	29.9	ki	95396	9.4	6-	12	89S	283
08	2	2	17	47.0	ki	78892	9.3	6-	13	82N	293
08	13	20	23	27.9	be	2312	5.4	62+	6	81S	109
08	15	20	23	8.5	be	2609	4.7	80+	11	62S	113
08	16	20	22	47.7	be	2788	6.1	88+	14	78S	88
08	19	0	1	45.1	be	3106	5.2	99+	18	32N	351
08	21	1	45	35.0	ki	3404	7.3	--	30	68N	277
08	21	22	34	46.3	ki	3528	7.5	93-	34	55S	214
08	22	2	29	37.6	ki	4	6.3	92-	37	81N	257
08	23	2	36	24.1	ki	132	6.7	85-	48	42N	295
08	25	23	5	11.8	ki	524	6.7	54-	26	38S	205
08	25	23	38	33.1	ki	76056	7.8	54-	32	58S	225
08	26	1	51	45.2	ki	76103	7.9	53-	54	46N	302
08	26	2	44	47.9	be	545	4.1	53-	61	-16N	3
08	26	3	19	59.5	ki	545	4.1	53-	64	40N	308
08	26	3	55	9.5	be	560	3.6	53-	66	-64N	51
08	27	23	1	1.7	ki	840	6.3	33-	12	79S	259
08	28	0	52	30.1	ki	77383	8.2	32-	29	60S	240
08	28	1	22	23.8	ki	77415	8.3	32-	33	41S	222
08	28	2	56	29.8	ki	77495	8.1	31-	49	72N	289
08	28	2	58	16.4	ki	77498	8.4	31-	49	58N	302
08	29	0	34	20.0	ki	78580	7.3	23-	17	85N	282
08	29	2	31	44.5	ki	9662	9.1	22-	36	84N	283
08	30	2	54	15.7	ki	1162	8.2	14-	29	43S	238

Évforduló

50 éve indították útjára az ANS műholdat



Mivel a földi atmoszféra a világűrbeli jövő sugárzás egy részét elnyeli (szerencsénkre), bizonyos hullámhosszak vizsgálata csak mesterséges holdak fedélzeti műszereivel lehetséges. Az 1960-as években bocsátották fel az első, kifejezetten csillagászati célú műholdakat.

Az Astronomische Nederlandse Satelliet (ANS) műholdat 1974. augusztus 30-án indították az amerikai Vandenberg légitámaszpontból, ultraibolya és röntgenforrások tanulmányozására. Ez volt az első holland műhold, és egy műszertől eltekintve Hollandiában tervezte és állította elő egy konzorcium a Philips és a VFW-Fokker GmbH cégek vezetésével (W. Bloemendal, C. Kramer: „The Netherlands astronomical satellite (ANS)”, *Philips Technical Review* **33**, 117–129, 1973).

Az első publikációk már 1975-ben megjelentek, például a Cygnus X-1-ről (J. Heise et al.: „X-Ray Observations of Cyg X-1 with ANS”, *Nature* **256**, 107-108, 1975). A következő években számos tanulmány jelent meg az ANS által észlelt röntgenforrásokról, változócsillagokról, szupernóva-maradványokról, gömbhalmazokról stb.

Az ultraibolya tartományban is végeztek észleléseket. A megfigyelt objektumok hasonlóak voltak: változócsillagok, halmazok stb. Az UV-fotometria eredményét egy katalógusban publikálták (P. R. Wesselius et al.: „ANS Ultraviolet Photometry, Catalogue of Point Sources”, *Astronomy and Astrophysics Supplement Series* **49**, 427–474, 1982).

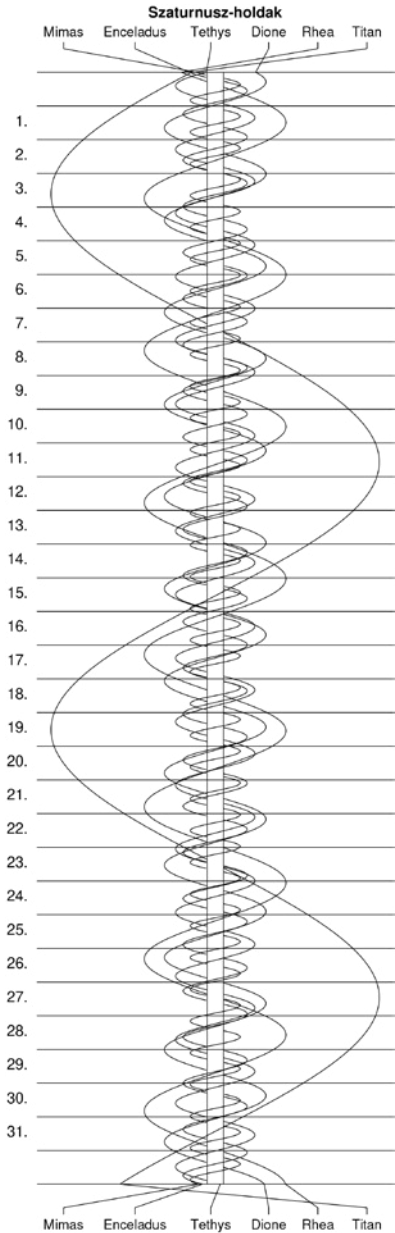
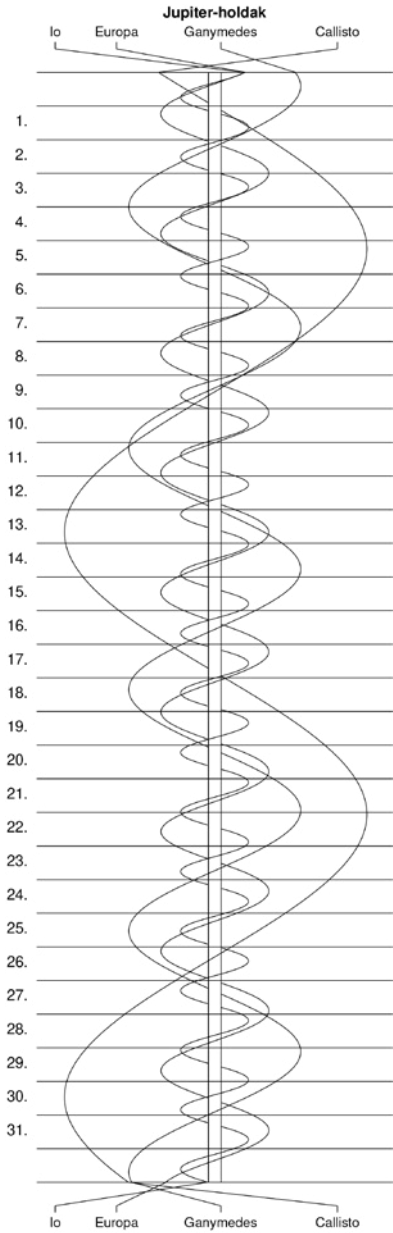
A műhold 1976 júniusáig működött, 1977. június 14-én lépett be a földi légkörbe, ahol megsemmisült.

Jupiter-holdak

nap	UT h:m	hold	jelenség
1	2:5,9	Io	fk
	23:22,0	Io	ák
2	0:28,3	Io	ek
	0:42,3	Ganymedes	áv
	1:31,9	Io	áv
	2:38,7	Io	ev
	23:55,8	Io	mv
9	1:15,6	Io	ák
	1:30,1	Europa	fk
	2:26,0	Io	ek
	2:48,6	Ganymedes	ák
10	1:54,1	Io	mv
	23:5,5	Io	ev
11	1:9,8	Europa	ev
12	23:33,9	Ganymedes	mv
17	0:22,8	Io	fk
	22:49,0	Europa	ák
	22:52,1	Io	ek
	23:47,3	Io	áv
18	1:2,3	Io	ev
	1:17,1	Europa	áv
	1:22,6	Europa	ek
	22:21,0	Io	mv
19	22:22,7	Europa	mv

nap	UT h:m	hold	jelenség
19	22:30,5	Ganymedes	fv
20	1:45,1	Ganymedes	mk
24	2:16,9	Io	fk
	23:31,1	Io	ák
25	0:48,1	Io	ek
	1:25,9	Europa	ák
	1:40,9	Io	áv
	2:58,2	Io	ev
26	0:17,6	Io	mv
	22:23,2	Europa	fv
	22:30,5	Europa	mk
27	0:33,4	Ganymedes	fk
	1:1,6	Europa	mv
	2:31,2	Ganymedes	fv
30	22:8,5	Ganymedes	ev

f = fogyatkozás: a hold a Jupiter árnyékában
á = átvonulás: a hold árnyéka a Jupiteren
e = előtte: a hold a Jupiter korongja előtt
m = mögötte: a hold a Jupiter korongja mögött
k = a jelenség kezdete
v = a jelenség vége



$\lambda = 19^\circ$, $\varphi = 47,5^\circ$

Kalendárium – szeptember

KÖZEI

dátum	kel, h m	delel, h m	Nap nyugszik h m	h_d °	E_t m	kel, h m	delel, h m	Hold nyugszik h m	fázis h m
1. v 245. 36. hét	5 03	11 43	18 24	50,5	0,0	2 52	10 37	18 07	
2. h 246.	5 04	11 43	18 22	50,2	0,3	4 03	11 21	18 23	
3. k 247.	5 05	11 43	18 20	49,8	0,6	5 11	12 01	18 38	● 2 56
4. sz 248.	5 07	11 42	18 18	49,4	1,0	6 17	12 40	18 51	
5. cs 249.	5 08	11 42	18 16	49,0	1,3	7 22	13 19	19 04	
6. p 250.	5 09	11 42	18 14	48,7	1,6	8 28	13 58	19 18	
7. sz 251.	5 11	11 41	18 12	48,3	2,0	9 35	14 39	19 33	
8. v 252. 37. hét	5 12	11 41	18 10	47,9	2,3	10 43	15 22	19 53	
9. h 253.	5 13	11 41	18 08	47,5	2,6	11 54	16 09	20 18	
10. k 254.	5 15	11 40	18 06	47,2	3,0	13 05	17 00	20 51	
11. sz 255.	5 16	11 40	18 04	46,8	3,3	14 12	17 55	21 37	● 7 06
12. cs 256.	5 17	11 40	18 02	46,4	3,7	15 10	18 53	22 37	
13. p 257.	5 19	11 39	18 00	46,0	4,1	15 58	19 51	23 51	
14. sz 258.	5 20	11 39	17 57	45,6	4,4	16 34	20 49	–	
15. v 259. 38. hét	5 21	11 39	17 55	45,3	4,8	17 03	21 45	1 13	
16. h 260.	5 23	11 38	17 53	44,9	5,1	17 25	22 39	2 40	
17. k 261.	5 24	11 38	17 51	44,5	5,5	17 44	23 31	4 07	
18. sz 262.	5 25	11 38	17 49	44,1	5,8	18 02	–	5 34	○ 3 37
19. cs 263.	5 27	11 37	17 47	43,7	6,2	18 21	0 22	7 00	
20. p 264.	5 28	11 37	17 45	43,3	6,5	18 41	1 14	8 28	
21. sz 265.	5 29	11 36	17 43	42,9	6,9	19 06	2 08	9 55	
22. v 266. 39. hét	5 31	11 36	17 41	42,5	7,3	19 38	3 05	11 21	
23. h 267.	5 32	11 36	17 39	42,2	7,6	20 20	4 03	12 41	
24. k 268.	5 33	11 35	17 37	41,8	8,0	21 14	5 02	13 49	● 19 52
25. sz 269.	5 35	11 35	17 35	41,4	8,3	22 19	6 01	14 43	
26. cs 270.	5 36	11 35	17 33	41,0	8,7	23 30	6 57	15 22	
27. p 271.	5 37	11 34	17 31	40,6	9,0	–	7 48	15 51	
28. sz 272.	5 39	11 34	17 29	40,2	9,3	0 42	8 36	16 13	
29. v 273. 40. hét	5 40	11 34	17 27	39,8	9,7	1 53	9 20	16 31	
30. h 274.	5 41	11 33	17 25	39,4	10,0	3 01	10 01	16 46	

A nyári időszámítás alatt a KÖZEI-ben megadott időpontokhoz egy órát kell adni.

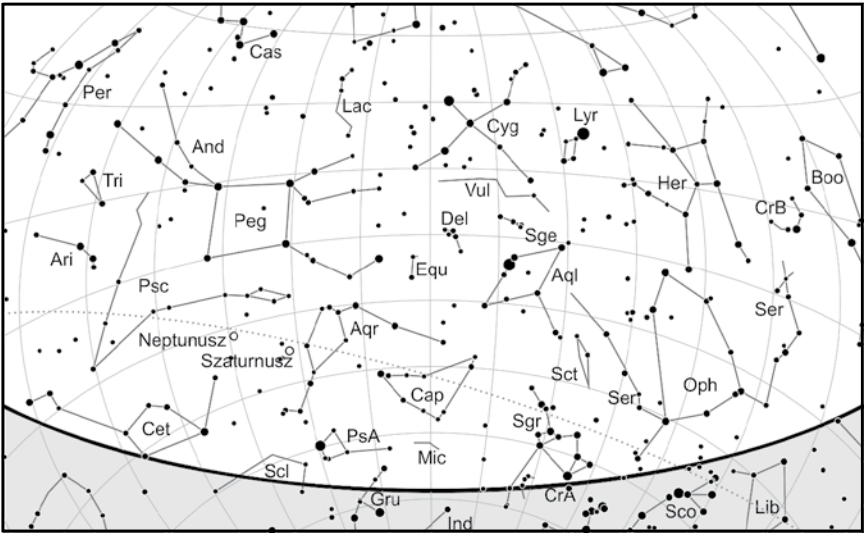
Nemzetközi Hold-észlelő éjszaka: szeptember 14.

Szeptember

nap	Julián dátum 12 ^h UT	θ_{gr} 0 ^h UT h m s	névnapok
1. 36. hét	2 460 555	22 42 36	Egyed, Egon, Ignác, Izabella, Noémi, Tamara
2.	2 460 556	22 46 33	Rebeka, Dorina, Ella, Ingrid, István, Margit, Teodóra
3.	2 460 557	22 50 29	Hilda, Gergely, Gergő
4.	2 460 558	22 54 26	Rozália, Ida, Róza, Rózsa
5.	2 460 559	22 58 22	Viktor, Lőrinc, Albert
6.	2 460 560	23 02 19	Zakariás, Bea, Beáta, Csanád, Ida
7.	2 460 561	23 06 15	Regina, Dusán, István, Menyhért
8.	2 460 562	23 10 12	Mária, Adrienn, Adorján, Adrián, Adriána, Irma
37. hét			
9.	2 460 563	23 14 08	Ádám, Péter
10.	2 460 564	23 18 05	Nikolett, Hunor, Erik, Miklós, Nikola, Noémi, Zalan
11.	2 460 565	23 22 02	Teodóra, Emil, Helga, Jácint, Milán
12.	2 460 566	23 25 58	Mária, Ibolya, Irma
13.	2 460 567	23 29 55	Kornél, János, Lujza
14.	2 460 568	23 33 51	Szeréna, Roxána
15.	2 460 569	23 37 48	Enikő, Melitta, Katalin, Loránd, Lóránt, Mária, Roland
38. hét			
16.	2 460 570	23 41 44	Edit, Ditta, Kornél, Kornélia, Lúcia, Soma
17.	2 460 571	23 45 41	Zsófia, Ildikó, Róbert
18.	2 460 572	23 49 37	Diána, József, Richárd
19.	2 460 573	23 53 34	Vilhelmina, Emília, Mária, Szabolcs, Tivadar, Vilma
20.	2 460 574	23 57 31	Friderika, Frida, Zsuzsa, Zsuzsanna
21.	2 460 575	0 01 27	Máté, Ildikó, Míra, Mirella
22.	2 460 576	0 05 24	Móric, Írisz, Ottó, Tamás
39. hét			
23.	2 460 577	0 09 20	Tekla, Ildikó, Ilona
24.	2 460 578	0 13 17	Gellért, Mercédesz, Gerda, Mária
25.	2 460 579	0 17 13	Eufrozina, Kende, Miklós, Nikolett, Nikolettá
26.	2 460 580	0 21 10	Jusztina, Dániel
27.	2 460 581	0 25 06	Adalbert, Albert, Károly, Vince
28.	2 460 582	0 29 03	Vencel, Bernát, Jusztina
29.	2 460 583	0 33 00	Mihály, Gábor, Gabriella, Rafael
40. hét			
30.	2 460 584	0 36 56	Jeromos, Felícia, Hunor, Örs, Viktor, Zsófia

A bizánci naptár 7533. évének kezdete: szeptember 14.

Kutatók éjszakája: szeptember 27., 28.



A déli égbolt szeptember 15-én 20:00-kor (UT)

Bolygók

Merkúr: A hónap nagyobb részében napkelte előtt kereshető a keleti látóhatár közelében, 1-én másfél órával kel a Nap előtt. 5-én van legnagyobb nyugati kitérésben, 18,1°-ra a Naptól. Ez után láthatósága fokozatosan romlani kezd, 23-án már csak fél órával kel korábban a Napnál. Ezután eltűnik a Nap fényében, 30-án már felső együttállásban van a Nappal.

Vénusz: A délnyugati ég alján látható mint fényes égitest. Láthatósága alig változik az ekliptika látóhatárhoz viszonyított lapos szöge miatt. A hónap elején bő háromnegyed, a végén közel egy órával nyugszik a Nap után. Fényessége -3,9^m, átmérője 11,0"-ról 12,2"-re nő, fázisa 0,91-ről 0,85-ra csökken.

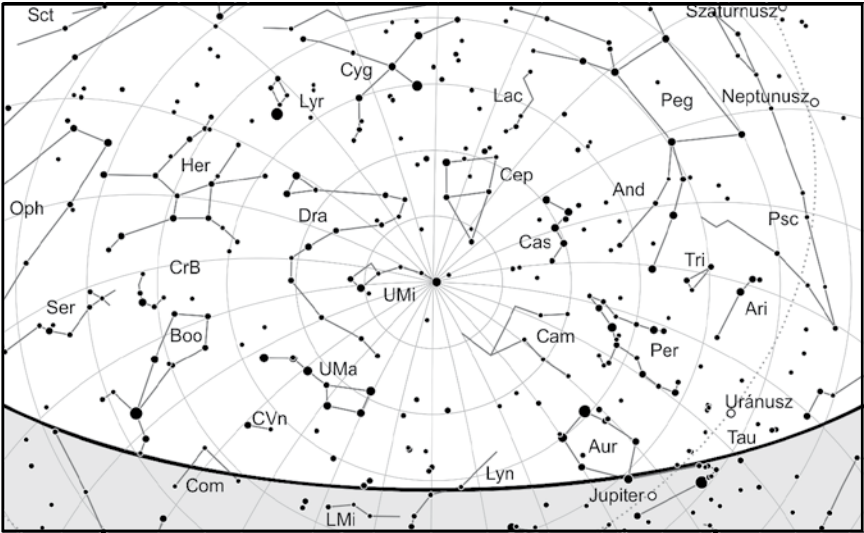
Mars: Előretartó mozgást végez a Bika, majd 5-től az Ikrek csillagképben. Éjfél előtt kel, az éjszaka második felében figyelhető meg mint vöröses színű fényes égitest. Fényessége 0,7^m-ről 0,5^m-ra, látszó átmérője 6,5"-ról 7,5"-re nő.

Jupiter: A Bika csillagképben látható, előretartó mozgása fokozatosan lassul. A késő esti órákban kel, az éjszaka nagyobb részében megfigyelhető, fényesen ragyog a déli égen. Fényessége -2,4^m, átmérője 40".

Szaturnusz: Hátráló mozgást végez a Vízöntő csillagképben. 8-án szembenállásban van a Nappal. Egész éjszaka megfigyelhető a déli égen. Fényessége 0,6^m, átmérője 19".

Uránusz: Az esti órákban kel, az éjszaka nagyobb részében látható. Előretartó mozgása már a hónap első napján hátrálóra vált a Bika csillagképben.

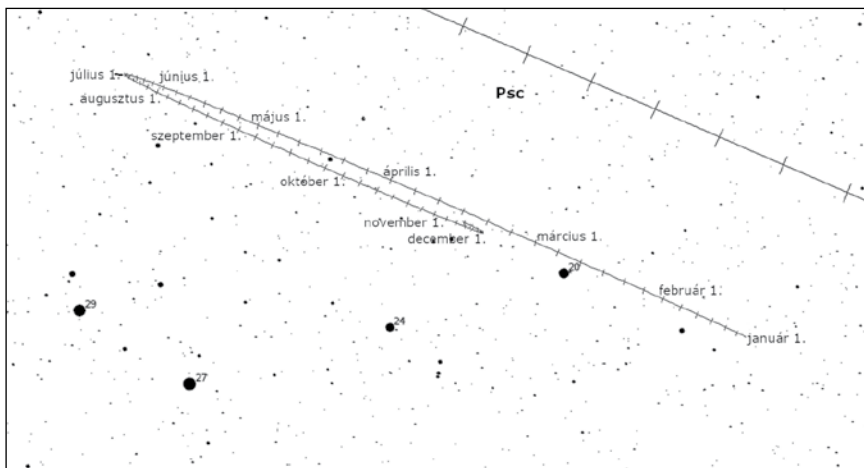
Neptunusz: Egész éjszaka megfigyelhető, 21-én van szembenállásban a Nappal. Hátráló mozgást végez a Halak csillagképben.



Az északi égbolt szeptember 15-én 20:00-kor (UT)

Eseménynaptár (UT)

Dátum	Idő	Esemény
09.01	3:32	A Merkúr a 46 óra 24 perces holdsarló közelében, 14°18' magasan a horizont felett
09.02	3:32	A Regulus a 22 óra 24 perces holdsarló közelében (a Hold 3°54' magasan a horizont felett)
09.04	17:51	39 óra 55 perces holdsarló 30' magasan a horizont felett
09.05	3:00	A Merkúr a legnagyobb nyugati kitérésben, 18 fokra a Naptól
09.05	8:00	A Vénusz 1°30'-cel északra az 5%-os, növekvő Holdtól
09.05	15:00	A Hold földtávolban
09.06	15:00	A Spica 30'-cel északkeletre a 12%-os, növekvő Holdtól
09.07	13:00	A Vénusz 2°30'-cel északra a Spicától
09.08	5:00	A Szaturnusz oppozícióban
09.09		A (208 SPE) Szeptemberi Epsilon Perseidák meteorraj maximuma (szeptember 5–21.; ZHR=5+; v=64 km/s)
09.17	17:00	A Szaturnusz 5 fokkal nyugatra a 100%-os Holdtól
09.18	0:40	Részleges holdfogyatkozás, kezdete holdnyugta előtt figyelhető meg. Belépés a penumbrába 00:41 UT, belépés az umbrába 02:12 UT
09.18	3:00	A Neptunusz 3 fokkal kelet-északkeletre a 100%-os Holdtól
09.18	13:00	A Hold földközélen
09.21	0:00	A Neptunusz oppozícióban
09.22	12:44	Őszi nap-éj egyenlőség
09.29		A (22) Massalia kisbolygó oppozícióban a Pisces csillagképben, fényessége 11,9 magnitúdó
09.30	21:00	A Merkúr felső együttállásban a Nappal



A Neptunusz keresőterképe

Részleges holdfogyatkozás szeptember 18-án

Az őszi fogyatkozási szezon nyitó, egyben az év harmadik fogyatkozása egy igen kismértékű részleges holdfogyatkozás. Magyarországról ez a jelenség nagyobb részben megfigyelhető, a hajnali órában kezdődik, és napkelte után ér véget. A fogyatkozás teljes egészében látható Nyugat-Európából, Afrika nyugati feléből, Észak-Amerika keleti feléből, illetve Közép- és Dél-Amerikából. Afrika másik fele, illetve Kelet-Európa és a Közel-Kelet számára a fogyatkozás vége előtt nyugszik le a Hold. Észak-Amerika nyugati fele számára a holdkelte időpontjában a holdfogyatkozás már javában zajlik.

A félárnyék 0:40:58-kor érinti a holdkorong északkeleti peremét, de a gyenge kontraszt miatt ennek első jelét csak 1:30 körül lehet ténylegesen észrevenni egy halvány, szürkés-barnás homály formájában. Az árnyék lassan közelíti meg a Holdat, végül 2:12:42-kor érinti a felszínét. Az árnyék kis görbült darabkája lassan végig vándorol a holdkorong északi részén, a legnagyobb kitakarás 2:44:14-kor van. Az umbra tovább vándorol, és végül 3:16:22-kor távozik a Hold felszínéről. A félárnyék még sokáig látható mint szürkés-barnás homály a holdkorong nyugati részén, de hajnali 4 óra után a gyenge kontraszt miatt már nem érzékelhető tovább a jelenléte. A félárnyék végül 4:47:54-kor hagyja el a Holdat.

A holdfogyatkozás maximuma pillanatában az umbrális magnitúdó 0,0869. A földi árnyék-kúp tengelye messze, 43,34'-re, van a holdkorong déli peremétől, míg északi széle 3,06' mélyen merül az árnyékba – ez a holdkorong átmérőjének kevesebb mint tizede. Olyan kis mértékű részleges holdfogyatkozásról van szó, hogy az árnyék vöröses színét nem lehet még észrevenni. A Hold déli pereme 30,36'-re van az árnyék szélétől. A holdkorong döntő része csak a félárnyékba

merül bele. A Hold korongjának közepe 13,65'-re van az árnyék szélétől, itt még a félárnyék okozta enyhe sötétedés érzékelhető. A holdkorong déli pereme csak 1,47'-re van a félárnyék szélétől. Ha nem is olyan látványos, mint egy teljes holdfogyatkozás, azért érdekes nézni, hogy a Hold sötét északi pereme, az árnyéktól távolodva egyre világosabbnak látszó holdkorong, a fényes déli harmadával.

A felszálló csomóponthoz közeledő Hold a Vízöntő csillagképből lép át a Halakba. Bö 10°-ra nyugatra a Szaturnusz látszik. A Déli Hal csillagkép főcsillaga, a Fomalhaut 26°-ra délnyugatra kivételt jelent a tavaszi csillagképek halványabb csillagaihoz képest, amelyek fényét elnyomja a még mindig fényes Hold.

A fogyatkozás részleges fázisa súroló jellegénél fogva hosszan, 1^h 3^m 40^s-ig tart. A holdfogyatkozás teljes időtartama 4^h 6^m 56^s. A penumbrális magnitúdó 1,03922. A Hold látszó átmérője nagyobb az átlagosnál, 33,43', mivel alig fél nap múlva kerül földközelsébe. Az umbra átmérője 1,5468°, a félárnyéké 2,608°. A félárnyék gyűrűje így 31,84' vastag, a holdkorong nem fér el benne. Ennek a holdfogyatkozásnak nincs tisztán félárnyékos szakasza.

Ez az esemény a 118-as Szárossz-család 52. holdfogyatkozása a 73-ból.

Üstökösök

C/2021 S3 (PANSTARRS)

Szeptember elején még várhatóan 12,3 magnitúdós, a hónap végére 0,7-1,2 magnitúdót veszít fényességéből, így jobbára közepes átmérőjű távcsövekkel lehet majd vizuálisan megfigyelni. A fényességcsökkenés oka, hogy a 14,536 év keringési idejű üstökös már több mint 3 CSE távolságban lesz a Naptól, így a felszínt elhagyó gázok képződése jócskán mérséklődik, ráadásul ezt mi a Földről nézve is egyre messzebről szemlélhetjük.

Szeptember során a halványodó üstököst egész éjszaka meg lehet figyelni. Lassan halad a Hattyú csillagkép nyugati szárnya mentén a csillagkép közepének irányába. Szeptember 4-én napnyugtakor lesz legközelebb a κ Cyg (fényesség: 3,8 magnitúdó) csillaghoz, 32'-re keletről megközelítve azt. De a csillag jó segítség az üstökös megkereséséhez a 4-ét megelőző és követő 2–3 napon is.

Szeptember 16-án éjfél körül 14'-en belül halad el az IC 4867 (fényesség: 13,0 magnitúdó; átmérő: 1,2×0,7') galaxis mellett, annak nyugati oldalán, 18-án hajnalban pedig az IC 1301 (13,3 magnitúdó; 1,2×0,7') galaxist fogja megközelíteni 7'-re.

Dátum	RA (h m s)	D (°, ', ")	Δ (CSE)	r (CSE)	E (°)	m _v (m)
09.01.	19 20 02	+54 24 00	2,572	2,989	104,5	12,3
09.05.	19 20 38	+53 19 54	2,613	3,031	104,8	12,4
09.09.	19 21 43	+52 14 39	2,656	3,073	104,9	12,5
09.13.	19 23 13	+51 08 41	2,700	3,115	104,9	12,6
09.17.	19 25 06	+50 02 25	2,746	3,157	104,9	12,7
09.21.	19 27 21	+48 56 12	2,794	3,199	104,6	12,8
09.25.	19 29 56	+47 50 22	2,844	3,240	104,3	12,9
09.29.	19 32 49	+46 45 13	2,896	3,282	103,8	13,0

154P/Brewington

Szeptemberben várhatóan további 1 magnitúdót veszít fényességéből, a hónap végén már 13 magnitúdós lesz, mivel tovább távolodik a Naptól, és aktivitása várhatóan jelentősen csökken. Ugyan a Földhöz közeledik, de így is több mint 2 CSE távolságban lesz tőlünk. Ezért megfigyelésére inkább már a nagyobb távcsövek ajánlottak.

Éjfél környékén kel, az éjszaka második felében lehet próbálkozni felkeresésével a keleti-északkeleti égbolton. A hónap elején a Szekeres csillagkép legkeletebbi oldaláról indul kelet felé. Gyorsan átlépi a Szekeres és a Hiúz határát, és a hónap során kelet felé tartó mozgással halad a Hiúz déli részén.

Dátum	RA (h m s)	D (°, ', ")	Δ (CSE)	r (CSE)	E (°)	m _v (m)
09.03.	07 29 15	+36 12 57	2,216	1,810	53,6	12,0
09.07.	07 39 59	+36 00 06	2,210	1,832	55,2	12,1
09.11.	07 50 20	+35 45 26	2,203	1,855	56,8	12,3
09.15.	08 00 17	+35 29 16	2,195	1,878	58,6	12,4
09.19.	08 09 51	+35 11 56	2,187	1,902	60,4	12,6
09.23.	08 19 00	+34 53 43	2,177	1,926	62,2	12,7
09.27.	08 27 45	+34 34 57	2,166	1,951	64,2	12,9
09.29.	10 02 14	+20 53 18	0,911	0,670	40,7	8,7

13P/Olbers

Tovább távolodik a Naptól, egyre messzebb kerül a Földtől is, csökkenő aktivitását egyre messzebből tekinthetjük meg. A hónap elejére várható 9,3 magnitúdós fényessége szeptember végére az előrejelzések szerint 10,7 magnitúdóra csökken. Megfigyeléséhez akár még egy kisebb átmérőjű távcső is elegendő lenne, azonban az üstökös az esti égen nem sokkal a horizont fölött halad délkeleti irányba. Itt viszont a légkör elég vastag ahhoz, hogy az üstököst vizuálisan biztosan csak egy közepes átmérőjű távcsővel pillanthassuk meg. Látványa akkor is inkább egy ködös foltocska lesz az alkonyati égen.

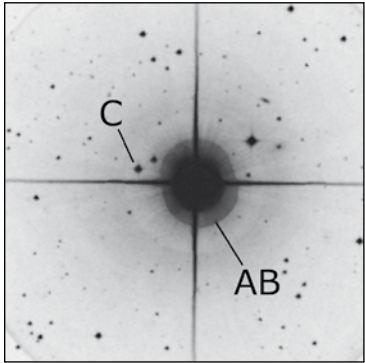
Dátum	RA (h m s)	D (°, ', ")	Δ (CSE)	r (CSE)	E (°)	m _v (m)
09.01.	13 16 51	+19 01 58	2,138	1,498	39,2	9,3
09.05.	13 29 20	+16 57 48	2,183	1,534	38,8	9,5
09.09.	13 41 16	+14 56 47	2,231	1,571	38,3	9,7
09.13.	13 52 40	+12 59 28	2,282	1,609	37,7	9,9
09.17.	14 03 37	+11 06 13	2,335	1,647	37,0	10,1
09.21.	14 14 08	+09 17 20	2,391	1,686	36,1	10,3
09.25.	14 24 16	+07 32 56	2,447	1,726	35,1	10,5
09.29.	14 34 04	+05 53 08	2,506	1,766	34,0	10,7

WDS 21267-2225 SZM 3 AC (ζ Cap)

A ζ Capricorni a Bak csillagkép kevésbé ismert csillagpárja, a Földtől 442 fényévre található. Ritkán észlelt kettős, minthogy rendkívül nehéz pár, amelyet Thomas Jefferson Jackson See

fedezett fel 1897-ben. Főcsillaga szabadszemes, amatőr távcsövekkel fel nem bontható spektroszópiai kettős, kísérője, egy fehér törpe 6,5 év alatt kerüli meg a G4Ib szinképtípusú (sárgás-fehér) főcsillagot. Az AB pár észlelése során ugyanazokkal a nehézségekkel kerülünk szembe, mint a Sirius esetében. A főcsillag meglehetősen fényes, a kísérő halvány, a szeparáció standard, mégis rendkívül nehéz az észlelés a nagy fényességkülönbség miatt. Bár a B komponens elméletben kis távcső segítségével is megpillantható, közepes vagy nagyobb műszer használata ajánlott. A C tagot Szamosvári Zsolt fedezte fel 2023-ban. Ez utóbbi, bár messzebb van az A komponenstől, halványsága miatt közepes vagy nagy műszerekkel figyelhető meg.

Az AB pár optikai kettős, nincs gravitációs kapcsolat a csillagok között (Gaia DR3 6828125057128415872, PA: 14°, Sep: 16,3", A: 3,50^m, B: 11,70^m), ugyanakkor az AC tagok Gaia DR3-ból nyert adatai alapján a pár fizikai kapcsolata valószínű (Gaia DR3 6828125022768678144, PA: 76°, Sep: 85,0", C: 12,50^m).

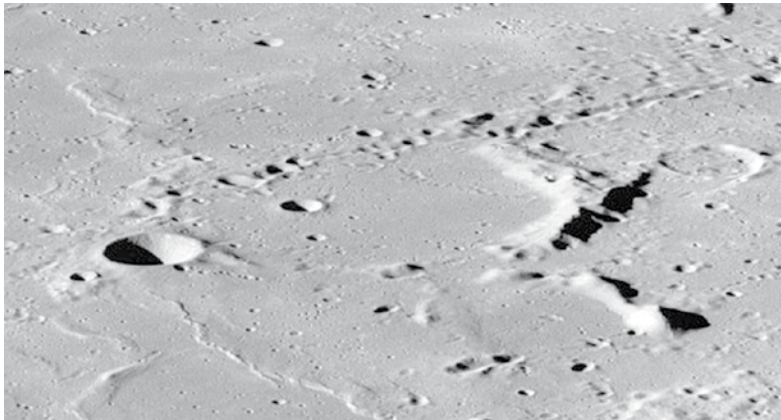


A WDS 21267-2225 a Digitized Sky Survey (STScI/NASA) felvételén.

A Gould-kráter

A Bullialdus-krátertől nyugatra, a Mare Nubium keleti felét egy rendkívül sekély, épphogy felismerhető, hasonló méretű fantomkráterekből álló lánc szeli ketté. Ennek a legalább hat tagból álló, közel észak–déli irányú láncnak a legészakibb komponense a 49 kilométeres Opelt, a legdélebbi, az egész kráterláncot lezáró tagja pedig a 25 kilométeres Wolf-kráter. A 34 km átmérőjű Gouldot valahol középen, az Opeltől délre találjuk. Ez fekszik a legközelebb a Bullialdushoz, és a kráterlánc második legmarkánsabb tagjaként el sem téveszthetjük. Szelenografikus koordinátái: déli szélesség 19,2°, nyugati hosszúság 17,2°. Mint a kráterlánc többi tagja, a Gould is teljes mértékben lepusztult, csak a nyugati sánc maradt valamilyen rejtélyes okból viszonylag ép. Ez a falmaradvány érdekes, kifli alakú hegyet formál. A kráter többi részét nagyon alacsony, a lávasíkságból épp csak kiemelkedő falak jelzik. Az északkeleti sáncon fekszik a nyolc kilométeres Gould P, a Gould közepétől kissé nyugatra pedig a mindössze három kilométeres Gould A-kráter. A Gould igazi érdekessége a kráter déli részét átszelő kráterlánc. Ez a számtalan apró kráterből álló, északkelet–délnyugat irányú névtelen catena, a Gould P-krátertől kissé keletre kezdődik, és nagyjából 2/3 Gould-átmérőnyire nyugatra, a három kilométeres Gould B zárja le.

Eredete egyértelműen a közeli Bullialdushoz köthető, mert minden valószínűség szerint a kráter létrehozó robbanás során kirepült, majd a visszahullott törmelék által létrehozott másodlagos kráterek sorozatát látjuk.



A Gould-kráter az Apollo-16 felvételén

Csillagfedések

dátum		UT			J	csillag	m _v	Hold fázisa	h	pozíció	
hó	nap	h	m	s						CA	PA
09	10	18	53	8.3	be	2397	6.5	45+	6	50N	59
09	14	19	15	15.2	be	3018	6.4	85+	19	17N	357
09	15	17	38	3.7	be	3164	4.5	92+	12	41S	113
09	17	1	12	26.0	be	3339	6.7	98+	16	44S	104
09	18	20	36	23.6	ki	50	5.8	99-	33	81N	260
09	19	1	41	53.6	ki	69	7.5	99-	37	57S	215
09	20	0	9	52.4	ki	209	7.2	95-	53	33N	304
09	20	3	24	51.4	ki	222	7.0	94-	37	53S	209
09	20	19	23	5.9	ki	326	5.7	89-	15	79N	259
09	21	0	18	29.7	ki	348	6.8	88-	58	39N	300
09	21	21	5	45.2	ki	472	4.9	80-	27	64S	227
09	22	1	47	9.0	ki	493	6.9	78-	65	23S	187
09	22	23	43	38.3	ki	76559	7.8	69-	47	45N	304
09	23	0	39	56.9	ki	647	5.4	69-	55	51S	220
09	23	1	47	59.0	ki	655	7.9	68-	64	24S	193
09	24	23	51	44.5	ki	78291	7.7	47-	30	59S	242
09	25	0	51	12.3	ki	979	8.1	47-	40	57S	240
09	25	3	45	5.0	ki	996	6.9	46-	66	83S	267
09	25	6	28	41.7	ki	1008	5.3	45-	64	61S	246
09	25	22	12	20.8	ki	1105	6.5	38-	6	45S	234
09	25	23	15	19.7	ki	1108	7.0	37-	15	79S	269

dátum		UT			J	csillag	m _v	Hold fázisa	h	pozíció	
hó	nap	h	m	s						CA	PA
09	26	3	54	33.2	ki	79431	8.2	36-	59	45N	326
09	27	1	20	10.6	ki	80089	7.2	27-	24	78N	297
09	27	2	5	8.3	ki	1251	5.9	27-	31	79S	275
09	27	2	48	48.4	ki	80129	8.4	26-	39	87N	289
09	28	2	1	17.8	ki	1369	8.9	18-	20	56N	324
09	29	3	48	13.8	ki	98907	8.5	11-	27	76N	308
09	30	2	33	54.9	ki	99272	7.5	6-	4	75N	311
09	30	3	25	14.1	ki	99279	8.9	6-	13	59S	265

Évforduló

200 éve született Benjamin Gould

Benjamin Apthorp Gould amerikai csillagász 1824. szeptember 24-én született Bostonban. Csodagyerek volt, hároméves korában már tudott olvasni, ötévesen latin ódákat írt. Bostonban is tanult, a Harvardon végzett 1844-ben. Egy év tanítás után európai körútra indult, hogy modern nyelveket tanuljon, és kitapasztalja, milyen az európai csillagászat.

Jó ajánlóleveleinek köszönhetően mindenhol szívesen látták. Angliai tartózkodása során Greenwichben dolgozott George Biddell Airy királyi csillagász mellett. Párizsban Arago és Biot voltak munkatársai. De a legnagyobb hatást Németország tette rá. Göttingenben tanult Gaussnál, és Berlinben dolgozott Encke mellett. Közben megtanult spanyolul, franciául és németül.

Hazatérte után megalapította az Astronomical Journalt, az Egyesült Államok első csak csillagászzal foglalkozó tudományos folyóiratát. Mintája a német Astronomische Nachrichten volt. Az Astronomical Journal 1861-ig jelent meg rendszeresen, akkor az amerikai polgárháború miatt megszűnt, és Gould csak 1885-ben tudta újraindítani. A folyóirat azóta is megszakítás nélkül megjelenik.

1858-ban az újonnan létrehozott Dudley Observatory (Schenectady, New York állam) igazgatója lett, egy évvel később azonban komoly botrányok miatt eltávolították a helyéről. Gould 1852 és 1867 között a United State Coast Survey munkatársa volt, de 1867-ben ott kellett hagynia ezt a pozíciót is. Ez idő tájt több csillagással is összeveszett, köztük fiatalkori barátaival is. A kilátástalannak tűnő helyzetből spanyol nyelvtudása és az argentin követ mentette meg: Domingo Fautino Sarmiento (1811–1888) nemzete szellemi felemelkedésén dolgozva örömmel fogadta Gould javaslatát egy Argentin Nemzeti Obszervatórium létrehozására.

1870-ben Gould családjával Argentínába költözött, és a három évre tervezett tartózkodásból tizenöt év lett. A córdobai obszervatórium alapvető fontosságú munkát végzett: a déli égbolt csillagait katalogizálták a Bonner Durchmusterung példájára („Uranometria Argentina: Brightness and Position of Every Fixed Star, Down to the Seventh Magnitude, Within One



Hundred Degrees of the South Pole, Resultados del Observatorio Nacional Argentino1, 1-387, 1879). E munka során fedezte fel a róla elnevezett Gould-övet, amelyet fényes csillagok rajzolnak ki, és a Tejút síkjához képest dőlten helyezkedik el, és amelyhez a Nap is tartozik. Gould végül 1885-ben tért vissza az Egyesült Államokba, ahol újraindította az Astronomical Journalt. 1896. november 26-án halt meg a bostoni Cambridge-ben.

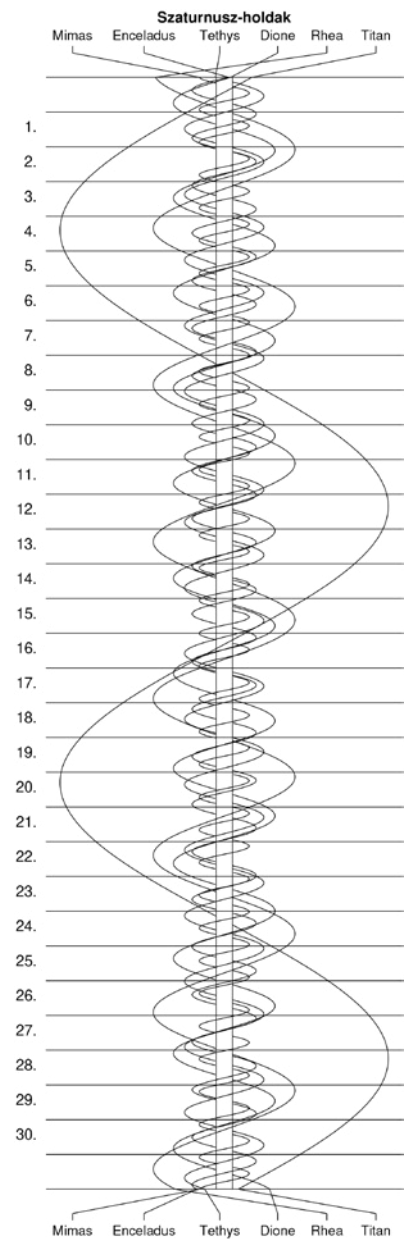
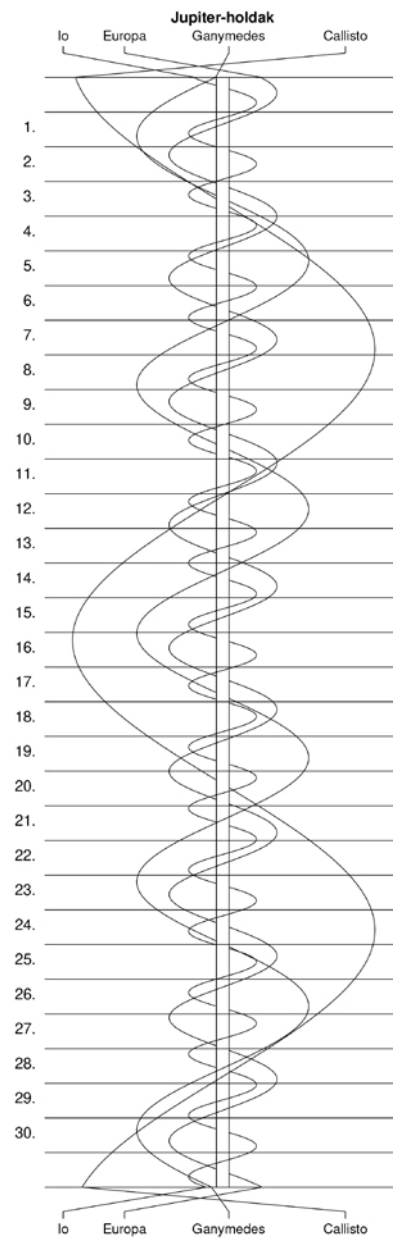
Gould 1883-ban megkapta a Royal Astronomical Society aranyérmét, 1887-ben a James Craig Watson-érmet. Nevét egy kráter is őrzi a Holdon.

Jupiter-holdak

nap	UT h:m	hold	jelenség
1	1:24,6	Io	ák
	2:43,3	Io	ek
	22:39,6	Io	fk
2	2:13,3	Io	mv
	22:2,7	Io	áv
	22:28,5	Europa	fk
	23:22,1	Io	ev
3	0:57,4	Europa	fv
	1:7,5	Europa	mk
4	22:36,0	Europa	ev
7	0:13,0	Ganymedes	ek
	2:13,2	Ganymedes	ev
8	3:18,0	Io	ák
9	0:33,6	Io	fk
	21:46,4	Io	ák
	23:6,1	Io	ek
	23:56,2	Io	áv
10	1:2,4	Europa	fk
	1:16,2	Io	ev
	3:31,6	Europa	fv
	22:36,6	Io	mv
11	22:27,3	Europa	áv
	22:42,3	Europa	ek
12	1:13,4	Europa	ev
13	22:44,5	Ganymedes	ák
14	0:42,9	Ganymedes	áv
16	2:27,7	Io	fk
	23:39,8	Io	ák
17	0:59,2	Io	ek
	1:49,7	Io	áv
	3:9,4	Io	ev
	3:36,4	Europa	fk
	20:56,1	Io	fk
18	0:30,1	Io	mv

nap	UT h:m	hold	jelenség
18	21:37,6	Io	ev
	22:34,9	Europa	ák
19	1:4,2	Europa	áv
	1:17,5	Europa	ek
	3:48,7	Europa	ev
20	22:4,2	Europa	mv
21	2:43,6	Ganymedes	ák
24	1:33,2	Io	ák
	2:51,4	Io	ek
	3:43,3	Io	áv
	21:53,8	Ganymedes	mk
	22:50,1	Io	fk
	23:56,0	Ganymedes	mv
25	2:22,5	Io	mv
	20:1,6	Io	ák
	21:19,3	Io	ek
	22:11,7	Io	áv
	23:29,5	Io	ev
26	1:11,4	Europa	ák
	3:41,0	Europa	áv
	3:50,5	Europa	ek
	20:50,5	Io	mv
27	21:57,8	Europa	fv
	22:3,0	Europa	mk
28	0:34,9	Europa	mv

f = fogyatkozás: a hold a Jupiter árnyékában
 á = átvonulás: a hold árnyéka a Jupiteren
 e = előtte: a hold a Jupiter korongja előtt
 m = mögötte: a hold a Jupiter korongja mögött
 k = a jelenség kezdete
 v = a jelenség vége



$\lambda = 19^\circ$, $\varphi = 47,5^\circ$

Kalendárium – október

KÖZEI

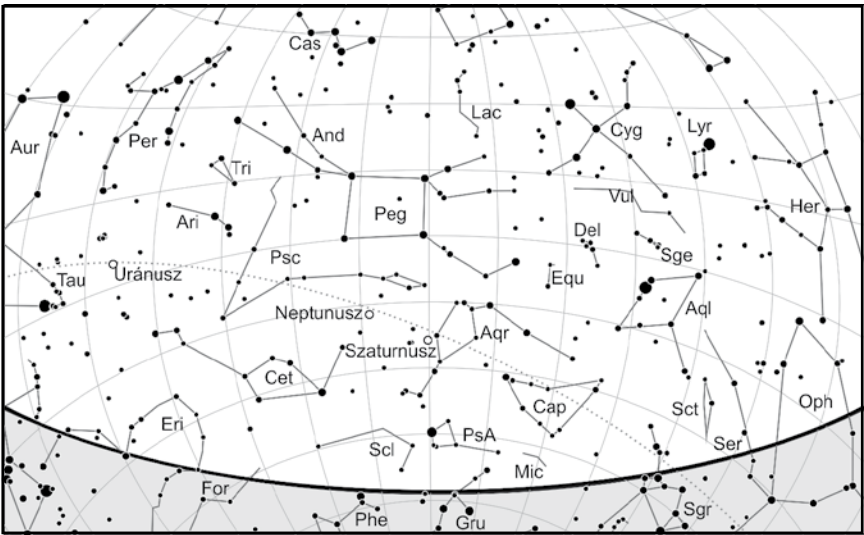
dátum	Nap						Hold			
	kel, h m	delel, h m	nyugszik h m	h_d °	E_t m		kel, h m	delel, h m	nyugszik h m	fázis h m
1. k 275.	5 43	11 33	17 23	39,0	10,3		4 08	10 40	16 59	
2. sz 276.	5 44	11 33	17 21	38,7	10,6		5 13	11 19	17 12	● 19 50
3. cs 277.	5 46	11 32	17 19	38,3	11,0		6 19	11 58	17 25	
4. p 278.	5 47	11 32	17 17	37,9	11,3		7 25	12 38	17 40	
5. sz 279.	5 48	11 32	17 15	37,5	11,6		8 33	13 21	17 59	
6. v 280.	5 50	11 32	17 13	37,1	11,9		9 43	14 06	18 21	
41. hét										
7. h 281.	5 51	11 31	17 11	36,8	12,2		10 54	14 55	18 51	
8. k 282.	5 53	11 31	17 09	36,4	12,5		12 01	15 48	19 32	
9. sz 283.	5 54	11 31	17 07	36,0	12,7		13 02	16 43	20 25	
10. cs 284.	5 55	11 30	17 05	35,6	13,0		13 53	17 40	21 31	● 19 56
11. p 285.	5 57	11 30	17 03	35,2	13,3		14 32	18 36	22 48	
12. sz 286.	5 58	11 30	17 01	34,9	13,5		15 02	19 31	–	
13. v 287.	6 00	11 30	16 59	34,5	13,8		15 26	20 24	0 10	
42. hét										
14. h 288.	6 01	11 29	16 57	34,1	14,0		15 46	21 15	1 35	
15. k 289.	6 02	11 29	16 55	33,7	14,2		16 04	22 06	3 00	
16. sz 290.	6 04	11 29	16 54	33,4	14,5		16 22	22 58	4 25	
17. cs 291.	6 05	11 29	16 52	33,0	14,7		16 42	23 51	5 52	○ 12 28
18. p 292.	6 07	11 29	16 50	32,6	14,9		17 05	–	7 21	
19. sz 293.	6 08	11 28	16 48	32,3	15,1		17 34	0 48	8 51	
20. v 294.	6 10	11 28	16 46	31,9	15,2		18 12	1 47	10 17	
43. hét										
21. h 295.	6 11	11 28	16 45	31,6	15,4		19 03	2 49	11 34	
22. k 296.	6 13	11 28	16 43	31,2	15,6		20 06	3 50	12 35	
23. sz 297.	6 14	11 28	16 41	30,9	15,7		21 17	4 49	13 21	
24. cs 298.	6 16	11 28	16 39	30,5	15,8		22 30	5 43	13 55	● 9 05
25. p 299.	6 17	11 28	16 38	30,2	16,0		23 42	6 33	14 19	
26. sz 300.	6 19	11 27	16 36	29,9	16,1		–	7 18	14 38	
27. v 301.	6 20	11 27	16 34	29,5	16,2		0 52	8 00	14 53	
44. hét										
28. h 302.	6 22	11 27	16 33	29,2	16,3		1 59	8 40	15 07	
29. k 303.	6 23	11 27	16 31	28,8	16,3		3 04	9 19	15 20	
30. sz 304.	6 25	11 27	16 29	28,5	16,4		4 09	9 57	15 33	
31. cs 305.	6 26	11 27	16 28	28,2	16,4		5 15	10 37	15 48	

A nyári időszámítás alatt a KÖZEI-ben megadott időpontokhoz egy órát kell adni.
A téli időszámítás kezdete október 27-én 2^h KÖZEI-kor.

Október

nap	Julián dátum 12 ^h UT	θ_{gr} 0 ^h UT h m s	névnapok
1.	2 460 585	0 40 53	Malvin, Rómeó, Terézia
2.	2 460 586	0 44 49	Petra, Örs, Tamás
3.	2 460 587	0 48 46	Helga, Ignác, Mária, Terézia
4.	2 460 588	0 52 42	Ferenc, Aranka, Hajnalka
5.	2 460 589	0 56 39	Aurél, Attila, Pálma
6.	2 460 590	1 00 35	Brúnó, Renáta, Csaba
41. hét			
7.	2 460 591	1 04 32	Amália, Mária, Márk
8.	2 460 592	1 08 29	Koppány, Bettina, Brigitta, Etelka, Gitta, János, Mária
9.	2 460 593	1 12 25	Dénes, Ábrahám, Ábris, Andor, Elemér, Sára
10.	2 460 594	1 16 22	Gedeon, Dániel, Ferenc, Lajos, Sámuel
11.	2 460 595	1 20 18	Brigitta, Andor, Sándor
12.	2 460 596	1 24 15	Miksa, Rezső
13.	2 460 597	1 28 11	Kálmán, Ede, Fatima, Fatime, Jakab
42. hét			
14.	2 460 598	1 32 08	Helén, Beatrix, Dominik, Domonkos, Livia
15.	2 460 599	1 36 04	Teréz, Aranka, Aurélia, Hedvig, Tekla, Terézia, Vilma
16.	2 460 600	1 40 01	Gál, Ambrus, Aranka, Aurélia, Gellért, Hedvig, Margit
17.	2 460 601	1 43 58	Hedvig, Alajos, Ignác, Margit, Rezső, Rudolf
18.	2 460 602	1 47 54	Lukács, Ambrus
19.	2 460 603	1 51 51	Nándor, Frida, Friderika, Laura, Pál, Péter
20.	2 460 604	1 55 47	Vendel, Cintia, Irén, Irina
43. hét			
21.	2 460 605	1 59 44	Orsolya, Klementina, Zsolt
22.	2 460 606	2 03 40	Előd, Korinna
23.	2 460 607	2 07 37	Nemzeti ünnep; Gyöngyi, Gyöngyvér, Ignác, János
24.	2 460 608	2 11 33	Salamon, Rafael, Ráhel
25.	2 460 609	2 15 30	Blanka, Bianka, János, Margit
26.	2 460 610	2 19 27	Dömötör, Amanda, Ametiszt, Armand
27.	2 460 611	2 23 23	Szabina
44. hét			
28.	2 460 612	2 27 20	Simon, Szimonetta, Alfréd
29.	2 460 613	2 31 16	Nárcisz, Melinda
30.	2 460 614	2 35 13	Alfonz, Fanni, Kolos, Stefánia
31.	2 460 615	2 39 09	Farkas, Kristóf

A zsidó naptár 5785. évének kezdete: október 2.



A déli égbolt október 15-én 20:00-kor (UT)

Bolygók

Merkúr: A hónap nagy részében nincs megfigyelésre alkalmas helyzetben. Az utolsó napokban már megkísérelhető a felkeresése napnyugta után a délnyugati látóhatár közelében, de 31-én is csak fél órával nyugszik a Nap után.

Vénusz: Ragyogó fehér fényű égitestként látható az esti délnyugati égen. Láthatósága fokozatosan javul. A hónap elején közel egy, a végén egy és negyed órával nyugszik a Nap után. Fényessége $-3,9^m$ -ról $-4,0^m$ -ra, átmérője $12,2''$ -ről $14,1''$ -re nő, fázisa $0,85$ -ről $0,77$ -ra csökken.

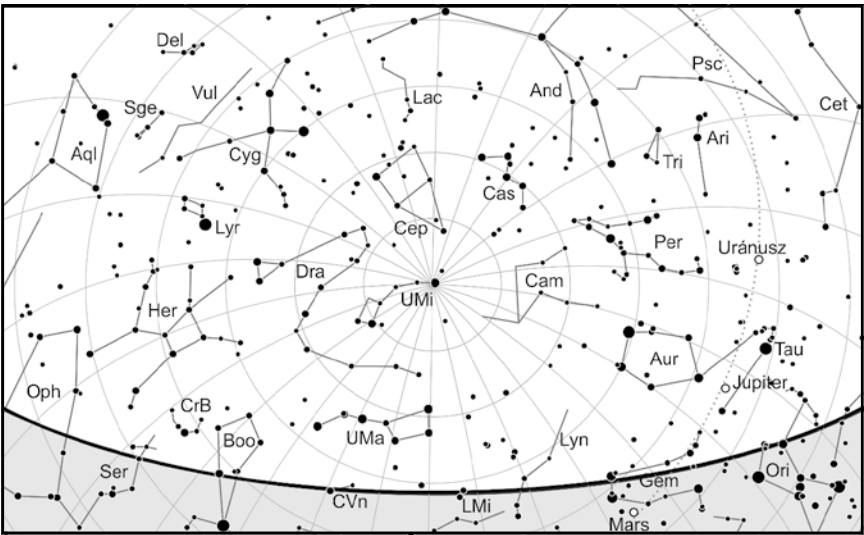
Mars: Előretartó mozgást végez az Ikrek, majd 29-étől a Rák csillagképben. Késő este kel, az éjszaka nagyobb részében jól megfigyelhető. Fényessége $0,5^m$ -ről $0,1^m$ -ra, látszó átmérője $7,5''$ -ről $9,1''$ -re nő.

Jupiter: Előretartó mozgása 7-én hátrálóba vált, továbbra is a Bika csillagképben tartózkodik. Este kel, az éjszaka nagy részében megfigyelhető mint ragyogó sárgásfehér fényű égitest. Fényessége $-2,6^m$, átmérője $44''$.

Szaturnusz: A Vízöntő csillagképben látható, hátráló mozgása a hónap végén lassulni kezd. A déli-délnyugati ég alján kereshető, hajnalban nyugszik. Fényessége $0,7^m$, átmérője $19''$.

Uránusz: Az esti órákban kel, az éjszaka döntő részében megfigyelhető. A Bika csillagképben végzi hátráló mozgását.

Neptunusz: Az éjszaka első felében figyelhető meg, hajnalban nyugszik. Hátráló mozgást végez a Halak csillagképben.



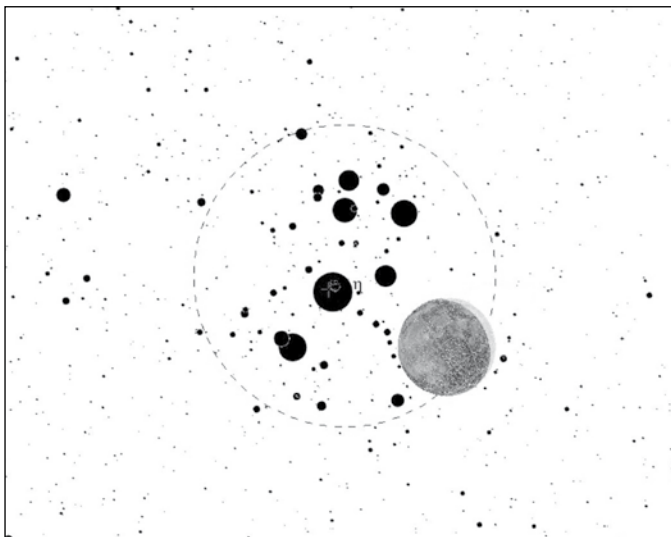
Az északi égbolt október 15-én 20:00-kor (UT)

Eseménynaptár (UT)

Dátum	Idő	Esemény
10.01	4:14	38 óra 35 perces holdsarló 10 fok magasan a horizont felett
10.02	4:14	14 óra 35 perces holdsarló 12' magasan a horizont felett
10.02	20:00	A Hold földtávolban
10.05	16:00	A (281 OCT) Októberi Camelopardalidák meteorraj maximuma (október 5–6.; ZHR=5?; $v=47$ km/s)
10.05	16:00	A Vénusz $3^\circ 45'$ -cel északkeletre a 7%-os, növekvő holdsarlótól
10.05		A (009 DRA) Draconidák meteorraj maximuma (október 6–10.; ZHR=10; $v=20$ km/s)
10.07	16:00	Az Antares kelet-északkeletre a 21%-os, növekvő Holdtól
10.11		A 37P/Forbes-üstökös perihéliumban, $1,62$ -CSE-re a Naptól ($P=6,4$ év)
10.14	17:25	A Szaturnusz $45'$ -cel északnyugatra a 89%-os, növekvő Holdtól
10.15	16:00	A Neptunusz $30'$ -cel keletre a 95%-os, növekvő Holdtól
10.17	1:00	A Hold földközélen
10.18		A (023 EGE) Epsilon Geminidák meteorraj maximuma (október 14–27.; ZHR=3; $v=70$ km/s)
10.20		A 253P/PANSTARRS-üstökös perihéliumban $2,03$ CSE-re a Naptól ($P=6,4$ év)
10.21		A (008 ORI) Orionidák meteorraj maximuma (október 2. – november 7.; ZHR=20; $v=66$ km/s)
10.23	23:00	A Mars $3^\circ 45'$ -cel délnyugatra az 53%-os, fogyó holdól
10.24		A (022 LMI) Leo Minoridák meteorraj maximuma (október 19–27.; ZHR=2; $v=62$ km/s)
10.25	16:00	A Vénusz 3 fokkal északra az Antarestől
10.29	23:00	A Hold földtávolban

Együttállások

- Október 14. 17:25 UT. A 89%-os Hold északi peremétől 39'-re a 0,7 magnitúdós Szaturnusz, a horizont felett 22 fokkal.
- Október 19. 19:15 UT. A 92%-os, fogyó Hold a Plejádok (M45) csillaghalmazban, több fedés is történik. A jelzett időpontban a Merope (4,1^m) 15'-re lesz a Hold északi peremétől, ezt követően kísérőnk elfedi a halmaz féltucatnyi csillagát (bővebben lásd a csillagfedéseknél).



- Október 24. 22:20 UT. A Castor, a Pollux és az utolsó negyedben lévő Hold egy vonalban, a Hold déli peremétől délnyugatra, a horizonttal párhuzamosan, 3,3°-ra a Mars (0,2^m).

Gyűrűs napfogyatkozás október 2-án

Az év utolsó fogyatkozása egy hosszú, gyűrűs napfogyatkozás, amely Magyarországról nem látható. A gyűrűség sávja a Csendes-óceán középső, illetve délkeleti felén, valamint Chile és Argentína déli szélén halad át, picit belehasítva az Atlanti-óceán délnyugati vizeibe. Különböző nagyságú részleges fázist a Csendes-óceán nagy részén, Dél-Amerika déli felén, illetve az Antarktisz napsütötte vidékein látni.

A tavaszi teljes napfogyatkozás után bizonyára jóval kevesebben kelnek útra megnézni ezt az eseményt, pedig a hét percnél is hosszabb gyűrűs fázisa miatt különlegességnek számít.

A félárnyék 15:42:56-kor érinti a Csendes-óceán vizeit 900 km-re délkeletre Hawaiitól. Gyorsan beborítja Polinéziát és a Csendes-óceán keleti részét. Az antiumbra 16:50:34-kor éri el a vízfelszínt, 700 km-re északnyugatra a Washington-szigettől. A gyűrű alakú Nap a horizonton tartózkodik, a gyűrűs fázis 5 perc 40 másodpercig tart, az antiumbra 67 km/s sebességgel

száguld, szélessége 331 km. Az árnyék délkelet felé kanyarodik, és szárazföld érintése nélkül jut el a fogyatkozás maximumába. Ez 18:45:02-kor következik be, a Húsvét-szigettől 750 km-re északnyugatra. A napgyűrű 69° magasan áll, a gyűrűs fázis 7 perc 25 másodpercig tart, az antiumbra 266 km széles, és 571 m/s sebességgel halad.

A Húsvét-sziget az antiumbra nyomvonalában fekszik, a középvonaltól 60 km-re északkeletre. A szigeten a gyűrűs fázis 19:03:55-kor kezdődik, 6 perc 28 másodpercig tart, miközben a Nap 67° magasan áll. Az antiumbra 261 km széles, és 0,6 km/s sebességgel halad. Sokáig nem érint újabb szárazföldet, csak 20:19:12-kor éri el Chile partját. A Nap már csak 27° magasan van, a gyűrűs fázis 6 perc 26 másodpercig tart, az árnyék 291 km széles, és 1,5 km/s sebességgel halad kelet-délkelet felé. Gyorsan átvág Chile és Argentína gyéren lakott déli területén, és 5 perc múlva, 20:24:37-kor már el is éri az Atlanti-óceánt. A Nap 21° magasan van a látóhatár felett, a gyűrűs fázis 6 perc 15 másodperces, az árnyék 299 km széles, és már 2 km/s sebességre gyorsult.

Negyedórával később, 20:39:15-kor az árnyék elhagyja a Föld felszínét. A horizonton lévő Nap 5 perc 39 másodpercig látszik gyűrűnek, az antiumbra 332 km szélesre nyúlt, és már 70 km/s sebességgel száguld a hullámokon. A félárnyék még több mint egy órán át velünk van, és csak 21:46:58-kor hagyja el bolygónk felszínét, 550 km-re az argentin partvidéktől keletre.

A Nap–Hold páros a Szűz csillagképben tartózkodik a Hold leszálló csomópontjánál. A Nap látszó mérete átlagos, 31,96'. A Hold éppen ekkor van földtávolban, látszó átmérője jóval kisebb az átlagnál: 29,39'. A különbség jelentős, 2,57', ez az oka a szokatlanul hosszú gyűrűs napfogyatkozásnak.

Noha a fényes napgyűrű miatt nem látszanak a csillagok, érdekes tudni, hogy a Nap–Hold párostól 1,5°-kal északkeletre van a Merkúr bolygó. A Vénusz 32°-ra keletre látszik – elég fényes ahhoz, hogy észrevehető legyen. A Mars messze, 84°-ra nyugatra van a gyűrűtől, a Jupiter még távolabb. Fényes csillagként a Spica 14°-kal keletre, a Regulus 40°-kal nyugatra van, míg az Arcturus 32°-ra északra. Ezen fényes csillagokat a jó szemű megfigyelők esetleg észrevehetik az elsötétedett égen.

Ez a napfogyatkozás a 144-es Szárosz-sorozat 17. fogyatkozása a 70-ből.

Üstökösök

C/2023 A3 (Tsuchinshan–ATLAS)-üstökös

Szeptember 27-i, 0,391 CSE-re bekövetkezett napközelsége után nagyjából október közepétől lesz újra megfigyelhető, ha túléli a perihéliumátmenetét. Könnyen előfordulhat, hogy a Naphoz közel kerülve az üstökös darabjaira hullik, amire nemegyszer volt már példa. Ha az előrejelzések helyesek, akkor az üstökös várható fényessége elérheti a 0 magnitúdót, szerencsés esetben távcső nélkül is megfigyelhető lesz. Reményeink szerint a hónap közepén a napnyugta után a horizont fölé nyúlik az üstökös csóvája, miközben a magja nem lesz már látható. Ez a látvány a napok haladtával egyre később következhet be, mivel az üstökös gyorsan halad kelet felé. Október közepén még a Szűz csillagkép keleti oldalán lesz megtalálható, de gyorsan átvág a Kígyó csillagképen, és majdnem teljesen átszeli a Kígyótartót. A hónap végén már a csillagkép keleti

határán lesz megtalálható. Sajnos ez idő alatt a várható fényessége 4 magnitúdót fog csökkenni, de még így is könnyen azonosítható lesz az esti égen.

Dátum	RA (h m s)	D (° ' ")	Δ (CSE)	r (CSE)	E (°)	m_v (m)
10.11.	13 30 40	-02 04 24	0,479	0,528	7,9	0,6
10.15.	14 58 39	+00 17 35	0,486	0,599	26,0	1,2
10.19.	16 10 19	+02 01 05	0,561	0,675	40,3	2,0
10.23.	16 59 23	+02 57 54	0,674	0,752	49,1	2,9
10.27.	17 32 09	+03 26 32	0,805	0,830	53,7	3,7
10.31.	17 54 55	+03 41 13	0,943	0,907	55,8	4,4

Orionidák (008 ORI) meteorraj

Maximuma: október 20/21. ($\lambda_{\odot}=208^{\circ}$)

Aktív: október 2. és november 7. között

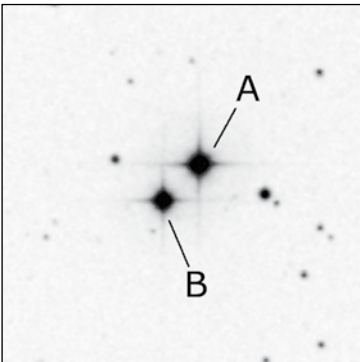
A raj részletes adatai: radiáns: $\alpha=95^{\circ}$ $\delta=+16^{\circ}$; ZHR=20; $r=2,5$; sebesség: 66 km/s – gyorsak

Szülőégitest: 1P/Halley-üstökös

Az Orionidák közepes erősségű raj, amely időnként erős kitöréseket produkál. Maximum idején óránként általában 10-20 meteor hullik, de ritkán, pl. 2006–2009-ben aktivitása elérte a Perseidák mértékét (50–75 felvillanás óránként). A raj az utóbbi években igen alacsony aktivitású volt. A Hold (utolsó negyed október 24-én) fénye a raj maximuma idején egész éjszakán át erősen zavar.

WDS 01350+3019 VAS 5

Ezt a látványos párt Vaskúti György fedezte fel a Triangulum csillagképben. A kettős az M33 galaxistól 25,3'-re kereshető délkeleti irányban. A tágan bontott, közepes fényességű, kistávcsovekkel is könnyen észlelhető pár tőlünk 1830 fényévre található. A komponensek sajátmozgásának elemzése alapján nincs fizikai kapcsolat a közel egyenlő fényességű csillagok között.

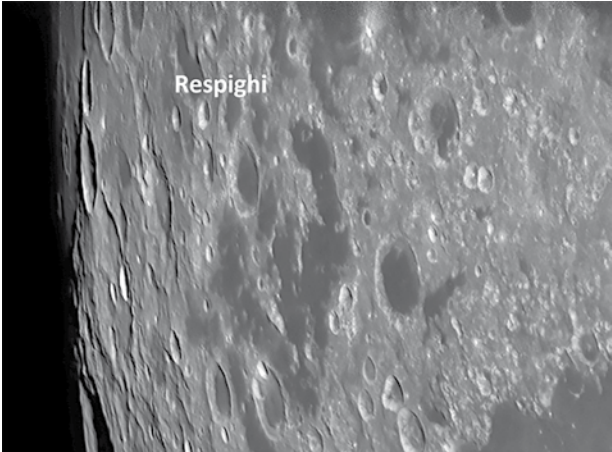


Az AB komponensek megfigyelése kisebb műszerekkel akár városi égen is lehetséges (Gaia DR3 303310182426280192 PA: 135° , Sep: $31,7''$, A: $9,95^m$, B: $10,34^m$),

A WDS 01350+3019 a Digitized Sky Survey (STScI/NASA) felvételén.

A Respighi-kráter

Ember legyen a talpán, aki a 19 kilométeres Respighi-krátert akarja észlelni. Ennek oka nem is a méretében, mert egy ekkora kráter akár binokulárral is azonosítható, hanem a holdkorongon elfoglalt pozíciójában keresendő. A Respighi a Mare Spumantstól keletre, a Mare Undarum déli szélén fekvő 51 km-es Dubyago-krátertől közvetlenül délkeletre található. Szelenografikus koordinátái: északi szélesség $2,8^{\circ}$, keleti hosszúság $71,9^{\circ}$. Először a Mare Crisiumtól délkeletre elterülő Mare Undarumot kell megtalálnunk. Ha ez megvan, akkor már a Dubyago-kráter azonosítása sem okozhat gondot. Innentől viszont nagyon oda kell figyelniünk, mert könnyen összetéveszthetjük kráterünket a tőle kissé keletre fekvő, hozzá hasonló megjelenésű és méretű Liouville-kráterrel. Mindenképpen egy jó térképpel álljunk neki a munkának. A Respighit észlelhetjük a vékony holdsarlón és a teleholdat követő időszakban is, csak arra érdemes odafigyelni, hogy olyankor próbálkozzunk, amikor a Hold deklinációja magas, a szélességi libráció értéke pedig olyan, hogy a keleti félgömb fordul be a Föld irányába. Szerencsésebb, ha a telehold utáni időszakban észlelünk, mert ilyenkor a keleti belső sáncot világítja meg a napfény, és a Respighinek igen fényes falai vannak. 2024-ben kedvező alkalom kínálkozik a növekvő fázisnál április 11-én, május 11-én és június 9-én, a fogyó fázisnál pedig október 17-én, november 16-án és december 15-én. Mind a hat felsorolt dátumon magas, $+20^{\circ}$ feletti deklinációnál és $+5^{\circ}$ körüli hosszúsági librációs értéknél észlelhetjük. A Respighi a peremhez közeli pozíciójának köszönhetően erősen elliptikus alakú kráter. Alakja ötszög, ami nagyobb műszerekkel már érzékelhető a Földről is. A kráteraljzat, ami a ferde rálátás miatt csak épphogy megfigyelhető, sima, csak néhány omlásnyom tarkítja. Ami viszont feltűnő és szép látvány, az a széles keleti sáncfal. Itt a legnagyobb műszerekkel finom részleteket is láthatunk. A Respighitól délre egy elnyúlt alakú, sötét bazalttal feltöltött aljú krátert találunk, ez a Schubert N, ami segíthet a Respighi biztos azonosításában.



A Respighi-kráter Kocsis Antal felvételén. 2016. november 14., 304 mm f/10-es Schmidt–Cassegrain-teleszkóp, DMK 41 AU02.AS-kamera, 2016. november 14. Dél van felül!

Csillagfedések

dátum		UT			J	csillag	m _v	Hold fázisa	h	pozíció	
hó	nap	h	m	s						CA	PA
10	13	21	22	24.1	be	164948	7.2	82+	23	52S	104
10	14	22	40	44.0	be	3404	7.3	90+	27	66N	40
10	15	19	33	11.1	be	3528	7.5	96+	37	47S	106
10	15	23	12	20.9	be	4	6.3	96+	35	83N	58
10	18	22	6	5.2	ki	421	6.6	97-	56	63S	219
10	19	19	8	7.5	ki	76156	6.9	92-	22	41S	203
10	19	19	50	29	ki	550	7.0	92-	29	14N	329
10	19	20	0	37.1	ki	76189	7.0	92-	31	47N	296
10	19	20	15	4.7	ki	556	5.4	92-	33	46S	209
10	19	20	47	17.2	ki	559	6.5	91-	39	58N	285
10	19	21	5	15.9	ki	564	6.2	91-	42	77S	239
10	19	21	16	28.5	ki	567	6.8	91-	43	82N	261
10	19	21	43	3.2	ki	570	7.0	91-	48	79N	264
10	20	1	5	33.9	ki	587	6.2	90-	67	75S	238
10	20	21	12	11.9	ki	732	7.5	84-	35	73S	243
10	20	22	22	28.4	ki	76841	7.3	83-	46	54N	297
10	21	0	35	26.7	ki	746	7.0	83-	66	88N	263
10	21	3	0	30.4	ki	756	6.6	82-	66	47N	304
10	21	19	18	23.4	ki	885	5.6	75-	9	68N	289
10	21	22	57	9.1	ki	77818	6.7	74-	43	75S	253
10	22	1	2	56.9	ki	917	8.1	73-	62	88S	266
10	23	23	43	44.8	ki	79855	8.0	53-	30	62S	253
10	24	0	23	29.4	ki	1211	6.3	53-	36	83S	275
10	24	1	0	41.1	ki	79888	8.2	52-	42	69S	260
10	25	2	47	8.2	ki	1342	7.6	42-	48	65S	262
10	27	0	23	47.8	ki	99157	7.4	24-	4	63N	321
10	29	3	7	27.1	ki	1730	6.2	10-	10	64N	320
10	30	3	42	53.2	ki	138921	8.1	5-	5	40N	341
10	30	4	18	40.6	ki	138922	9.1	5-	10	68S	269
10	30	4	23	43.7	ki	138924	7.7	5-	11	72N	309

Évfordulók

50 éve hunyt el Detre László



Detre (1934-ig Dunst) László (Szombathely, 1906. április 19. – Budapest, 1974. október 15.) a pulzáló változócsillagok kimagasló kutatója volt. A Pázmány Péter Tudományegyetemen, majd a berlini Friedrich Wilhelm Egyetemen matematikát és fizikát tanult. Bár az 1929-ben Berlinben megvédett doktori disszertációja – Über die Räumliche Verteilung der Sterne – sztelárstatistikai témájú volt, kutatói pályafutása so-

rán Detre több mint negyven éven át pulzáló változócsillagokkal foglalkozott.

A Svábhegyi Csillagvizsgálóba kerülve kezdeményezte a pulzáló változócsillagok, különösen az RR Lyrae típusú változók hosszú távú fotometriai megfigyeléseit. Ez az ötlet valószínűleg akkor fogalmazódott meg benne, amikor meghallgatta Arthur Eddingtonnak a csillagok szerkezetével és stabilitásával kapcsolatos eredményeiről szóló előadását az Astronomische Gesellschaft 1930-as budapesti ülésén. A csillagok radiális pulzációjának fontos jellemzője az oszcillációs periódus és a csillag átlagos sűrűsége közötti szoros kapcsolat. A csillagok – akkor még ismeretlen – fejlődésével együtt jár a pulzációs periódus csekély szekuláris változása, maga a pulzációs periódus pedig egy változócsillag legpontosabban meghatározható jellemzője.

Detre 1943-ban a csillagda igazgatója lett, és ezt a tisztséget 1974-ben bekövetkezett haláláig töltötte be. Közben 1964 és 1968 között egyidejűleg az Eötvös Loránd Tudományegyetem Csillagászati Tanszékének vezetője is volt.

Első magyar csillagászként 1948-ban lett a Nemzetközi Csillagászati Unió (IAU) tagja. Az IAU 27-es Bizottságának (Változócsillagok) alelnöke, majd elnöke volt 1964–1967, illetve 1967–1970 között. Az IAU 1961-es közgyűlésén javasolta, hogy a változócsillagokkal kapcsolatos eredmények és bejelentések gyors terjesztésére hozzanak létre egy új kiadványt. Ez lett az *Information Bulletin on Variable Stars*, amelynek ő volt az első szerkesztője. A mindvégig magyarok által szerkesztett és széles körben IBVS néven ismert bulletinnek 6271 száma jelent meg 1961 és 2019 között a svábhegyi intézet kiadásában. Az IBVS az első teljesen online elérhető csillagászati folyóiratok közé tartozott.

Detre széles körű nemzetközi kapcsolatokat épített ki. Így tudott az intézete számára egy fotoelektron-sokszorozó csövet is beszerezni, amit 1948-ban ajándékba kapott Harlow Shapley amerikai csillagásztól. Ezt a – keleti blokk országai számára akkor nem elérhető – készüléket Detre a zakózsebében csempészte be Magyarországra az IAU zürichi közgyűléséről hazatérve.

Az 1950–1960-as években, amikor még nem voltak gyakoriak a csillagászati konferenciák, ő és Wolfgang Strohmeyer, a bambergi Remeis Sternwarte igazgatója felváltva Budapesten és Bambergben szervezett változócsillag-kollokviumokat. Az ilyen nemzetközi konferenciák hely-

színe 1956-ban, 1968-ban és 1975-ben Budapest volt. Később ezekből a kollokviumokból kétféle, különböző országokban megrendezett pulzációs konferenciák lettek.

Detre László elévülhetetlen érdeme a Piszkestetői Observatórium létrehozása: az observatórium 1962-ben egy 60/90/180 cm-es Schmidt-távcsővel, 1967-ben egy 50 cm-es Cassegrain-távcsővel, 1974-ben pedig egy 1 m-es Ritchey–Chrétien–Coudé-távcsővel lett felszerelve.

Detre fő tudományos eredményei az RR Lyrae típusú pulzáló változócsillagokkal kapcsolatosak. A több évtizedes – az 1930–1940-es években fotografikus, az 1950-es évektől pedig fotoelektromos – fotometriai megfigyelési program lehetővé tette, hogy Detre a csillagfejlődés okozta szekuláris periódusváltozások helyett számos esetben rámutasson az ilyen változócsillagok fénygörbéjének és periódusának ciklikus modulációira (a Szergej Blazskórol elnevezett Blazskó-effektus). Detre eredményeinek nagy részét feleségével, Balázs Júliával (1907–1990), az első magyar csillagásznővel együtt érte el. Ezek egyike a Blazskó-effektus magyarázatára szolgáló mágneses ferde rotátor modell.

A Magyar Tudományos Akadémia 1946-ban választotta tagjai közé, az Állami Díjat is megkapta (1970). Az (1538) Detre kisbolygót róla nevezték el. A magyar csillagászok kiemelkedő eredményeinek elismerésére szolgál az Eötvös Loránd Fizikai Társulat Detre László-díja.

50 éve hunyt el Róka Gedeon



Polgári családba született Budapesten, 1907. május 7-én, édesapja Róka Pál tánctanár, koreográfus, zeneszerző volt. Hároméves korában megbetegedett gyermekbénulásban, élete végéig bottal, járógéppel tudott csak járni. Testi fogyatéksége ellenére életvidám, szellemes emberként ismerhették munkatársai és az amatőr csillagászok. A Pázmány Péter Tudományegyetemen szerzett kémia-fizika szakos tanári diplomát. Habár nem volt képzett csillagász, de tájékozottsága, olvasottsága révén kitűnő ismeretterjesztővé képelte magát. 1946-ban lépett be a Magyar

Csillagászati Egyesületbe, amelynek beolvasztásáig tevékeny tagja volt, az alelnöki tiszter is elvállalta. 1950-től haláláig az ismeretterjesztésben dolgozott, a Természettudományi Társulatban, majd a TIT-ben volt választmányi titkár, a csillagászati és űrkutatási ismeretterjesztő tevékenységet koordinálta. Ebben a munkakörében ismerte meg az országot. Számos előadást vállalt, könyvei, cikkei és rádiószereplései országosan ismertté tették.

Kulin György egyik közvetlen munkatársaként óriási szerepe volt az 1963-ban létrehozott TIT Csillagászat Baráti Körének fejlesztésében, irányításában, valódi tömegmozgalommá válásában. Könyvszerkesztőként is sokat tett az ismeretterjesztésért. A Csillagászati évkönyv felelős szerkesztőjeként keze alatt sokat fejlődött a sorozat. Az amatőr csillagász mozgalom története szempontjából igen értékesek az általa összeállított beszámolók, amelyek a TIT Csillagászati és Űrkutatási Választmánya munkáján kívül a vidéki Urániák (bemutató csillagvizsgálók) életét

is évről évre bemutatták. *A távcső világa* 1975-ös és 1980-as kiadásának Kulin György mellett Róka Gedeon volt a társszerkesztője.

1974. október 5-én hunyt el Budapesten. „Szigorúan következetes világszemlélete tükröződött minden megnyilatkozásában. Példamutató kötelességtudása, munkamorálja és mélyeseg emberszeretete és a lényéből áradó derű teszi őt felejthetlenné mindazok számára, akik ismerték.” – írta róla Kulin György a Csillagászati évkönyv 1975. évi kötetében.

Emlékét őrzi a (2058) Róka kisbolygó. A TIT 1988-ban emlékérmét készíttetett tiszteletére.

200 éve született Lorenzo Respighi



Lorenzo Respighi, a csillagászati spektroszkópia egyik úttörője 1824. október 7-én született Cortemaggióban. Parmában, majd a bolognai egyetemen tanult, ahol 1847-ben filozófiából és matematikából szerzett fokozatot. Ezen az egyetemen tanított 1864-ig, főleg mechanikát, optikát és csillagászatot. 1865-ben Rómába költözött, ahol IX. Pius pápa a La Sapienza egyetemen az optika és a csillagászat professzorává nevezte ki. Az Osservatorio romano del Campidoglio igazgatói címét is megkapta, ezt a posztot 1889. december 10-én bekövetkezett haláláig meg is tartotta.

Első munkája egy, a differenciálszámítást tárgyaló könyv volt, de hamarosan a csillagászat kötötte le minden figyelmét. Asztrometriai munkájának eredményeit több katalógusban publikálta (pl. „Catalogo delle declinazioni medie pel 1880,0 di 1004 stelle di 1° in 6° grandezza, comprese fra 0° e 20° nord, e 64° e 90° nord, compilato sulle osservazioni fatte al Circolo meridiano del r. Osservatorio del Campidoglio negli anni 1879, 1880 e 1881”, *Atti della Accademia dei Lincei Anno CCLXXXII, 1884-1885 (serie quarta), Memorie della classe di scienze fisiche, matematiche e naturali* 1, 145-204, 1885). Megfigyelte a Naprendszer égitestjeit is, ezalatt három üstökös is felfedezett (C/1862 W1, C/1863 G2 és C/1861 Y1).

Legjelentősebb csillagászati munkái a Nap spektroszkópiai tanulmányozásához kapcsolódnak. A protuberanciákat vizsgálta és kapcsolatukat a napfoltokkal. Megfigyelte, hogy az abszorpciós vonalak felhasadnak – ezt később George Ellery Hale a napfoltok mágneses terének Zeeman-effektusával magyarázta.

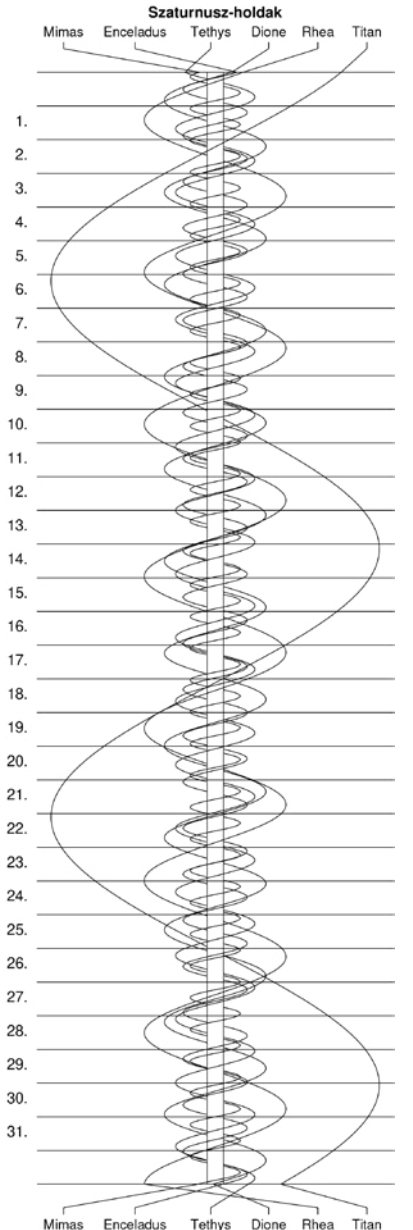
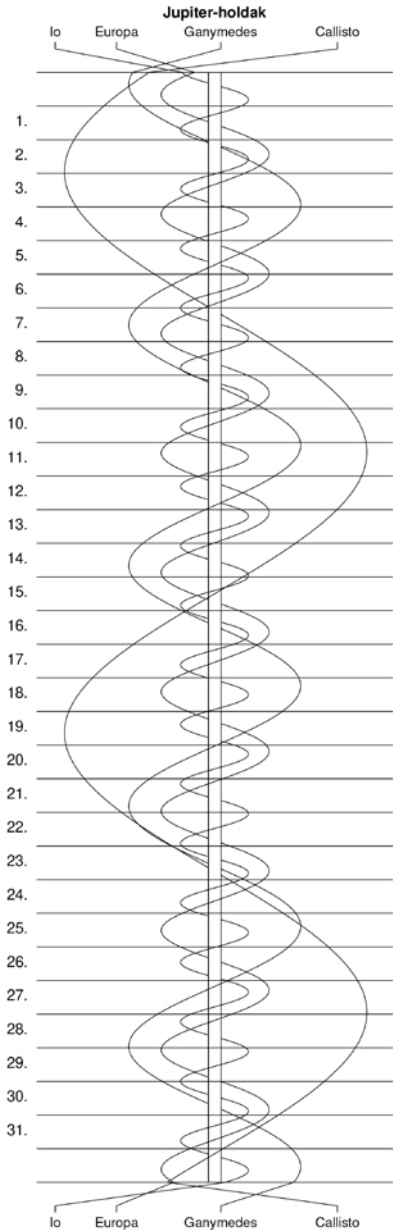
Respighi több tudományos társaság tagja volt. Elneveztek egy holdkrátert róla, a (16930) Respighi kisbolygót, és Piacenzában egy iskola is viseli a nevét.

Jupiter-holdak

nap	UT h:m	hold	jelenség
1	3:26,6	Io	ák
	20:30,1	Ganymedes	fk
	22:33,4	Ganymedes	fv
2	0:44,1	Io	fk
	1:43,7	Ganymedes	mk
	3:45,7	Ganymedes	mv
	21:55,0	Io	ák
	23:10,1	Io	ek
3	0:5,3	Io	áv
	1:20,5	Io	ev
	3:47,7	Europa	ák
	22:41,5	Io	mv
4	19:48,0	Io	ev
	22:1,9	Europa	fk
5	3:3,4	Europa	mv
6	19:35,2	Europa	ek
	19:35,7	Europa	áv
	22:6,5	Europa	ev
9	0:29,5	Ganymedes	fk
	2:33,9	Ganymedes	fv
	2:38,2	Io	fk
	23:48,4	Io	ák
10	0:59,8	Io	ek
	1:58,9	Io	áv
	3:10,3	Io	ev
	21:6,7	Io	fk
11	0:31,3	Io	mv
	19:27,1	Io	ek
	20:27,4	Io	áv
	21:37,6	Io	ev
12	0:36,3	Europa	fk
	18:58,5	Io	mv
	19:27,2	Ganymedes	ek
	21:27,0	Ganymedes	ev
13	19:41,7	Europa	ák
	22:2,2	Europa	ek
	22:12,4	Europa	áv
14	0:33,4	Europa	ev
16	4:29,0	Ganymedes	fk
17	1:41,9	Io	ák
	2:48,4	Io	ek
	3:52,7	Io	áv
	23:0,7	Io	fk
18	2:20,0	Io	mv
	20:10,3	Io	ák
	21:15,4	Io	ek

nap	UT h:m	hold	jelenség
18	22:21,1	Io	áv
	23:26,1	Io	ev
19	3:10,9	Europa	fk
	18:38,7	Ganymedes	ák
	20:43,1	Ganymedes	áv
	20:46,9	Io	mv
	23:4,1	Ganymedes	ek
20	1:3,8	Ganymedes	ev
	22:17,8	Europa	ák
21	0:26,7	Europa	ek
	0:48,9	Europa	áv
	2:58,0	Europa	ev
22	21:5,1	Europa	mv
24	3:35,5	Io	ák
	4:35,9	Io	ek
25	0:54,8	Io	fk
	4:7,5	Io	mv
	22:3,9	Io	ák
	23:2,6	Io	ek
26	0:15,0	Io	áv
	1:13,5	Io	ev
	19:23,3	Io	fk
	22:34,1	Io	mv
	22:38,6	Ganymedes	ák
27	0:44,4	Ganymedes	áv
	2:37,2	Ganymedes	ek
	4:36,7	Ganymedes	ev
	18:43,5	Io	áv
	19:40,2	Io	ev
28	0:53,9	Europa	ák
	2:48,8	Europa	ek
	3:25,4	Europa	áv
29	19:3,3	Europa	fk
	23:25,9	Europa	mv
30	18:12,2	Ganymedes	mv
31	18:30,5	Europa	ev

f = fogyatkozás: a hold a Jupiter árnyékában
á = átvonulás: a hold árnyéka a Jupiteren
e = előtte: a hold a Jupiter korongja előtt
m = mögötte: a hold a Jupiter korongja mögött
k = a jelenség kezdete
v = a jelenség vége



$\lambda = 19^\circ$, $\varphi = 47,5^\circ$

Kalendárium – november

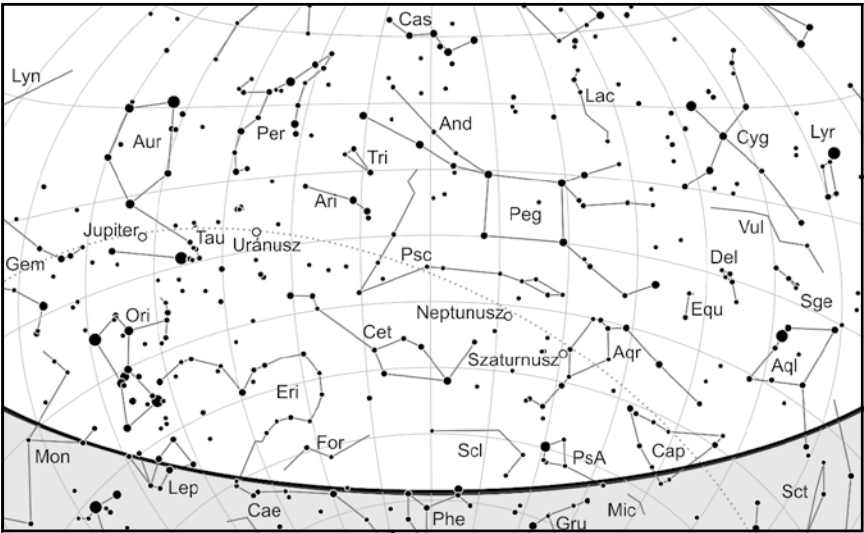
KÖZEI

dátum	Nap						Hold			
	kel, h m	delel, h m	nyugszik h m	h_d °	E_t m		kel, h m	delel, h m	nyugszik h m	fázis h m
1. p 306.	6 28	11 27	16 26	27,9	16,5		6 23	11 19	16 05	● 13 47
2. sz 307.	6 29	11 27	16 25	27,6	16,5		7 33	12 04	16 26	
3. v 308.	6 31	11 27	16 23	27,2	16,5		8 44	12 52	16 54	
45. hét										
4. h 309.	6 32	11 27	16 22	26,9	16,5		9 53	13 44	17 31	
5. k 310.	6 34	11 27	16 20	26,6	16,5		10 56	14 38	18 20	
6. sz 311.	6 35	11 27	16 19	26,3	16,4		11 50	15 34	19 22	
7. cs 312.	6 37	11 27	16 17	26,1	16,4		12 32	16 30	20 35	
8. p 313.	6 38	11 27	16 16	25,8	16,3		13 04	17 24	21 53	
9. sz 314.	6 40	11 27	16 15	25,5	16,2		13 29	18 15	23 13	● 6 56
10. v 315.	6 41	11 28	16 14	25,2	16,1		13 49	19 05	–	
46. hét										
11. h 316.	6 43	11 28	16 12	24,9	16,0		14 08	19 54	0 35	
12. k 317.	6 44	11 28	16 11	24,6	15,9		14 25	20 43	1 56	
13. sz 318.	6 46	11 28	16 10	24,4	15,8		14 43	21 34	3 20	
14. cs 319.	6 47	11 28	16 09	24,1	15,6		15 03	22 29	4 45	
15. p 320.	6 49	11 28	16 08	23,9	15,4		15 29	23 27	6 14	○ 22 29
16. sz 321.	6 50	11 28	16 06	23,6	15,3		16 03	–	7 43	
17. v 322.	6 52	11 29	16 05	23,4	15,1		16 48	0 28	9 07	
47. hét										
18. h 323.	6 53	11 29	16 04	23,1	14,9		17 47	1 31	10 18	
19. k 324.	6 54	11 29	16 03	22,9	14,6		18 57	2 33	11 13	
20. sz 325.	6 56	11 29	16 02	22,7	14,4		20 12	3 32	11 52	
21. cs 326.	6 57	11 30	16 02	22,5	14,2		21 27	4 25	12 21	
22. p 327.	6 59	11 30	16 01	22,3	13,9		22 39	5 13	12 42	
23. sz 328.	7 00	11 30	16 00	22,1	13,6		23 47	5 57	12 59	● 2 29
24. v 329.	7 01	11 30	15 59	21,9	13,3		–	6 38	13 14	
48. hét										
25. h 330.	7 03	11 31	15 58	21,7	13,0		0 53	7 17	13 27	
26. k 331.	7 04	11 31	15 58	21,5	12,7		1 59	7 56	13 40	
27. sz 332.	7 05	11 31	15 57	21,3	12,4		3 04	8 35	13 54	
28. cs 333.	7 07	11 32	15 56	21,1	12,1		4 11	9 16	14 11	
29. p 334.	7 08	11 32	15 56	20,9	11,7		5 20	10 00	14 30	
30. sz 335.	7 09	11 32	15 55	20,8	11,3		6 32	10 48	14 56	

A magyar tudomány ünnepe: november 3.

November

nap	Julián dátum 12 ^h UT	θ_{gr} 0 ^h UT h m s	névnapok
1.	2 460 616	2 43 06	<i>Mindenszentek</i> ; Marianna, Benigna
2.	2 460 617	2 47 02	Achilles, Viktor
3.	2 460 618	2 50 59	Győző, Bálint, Ida, Szilvia, Valentin
45. hét			
4.	2 460 619	2 54 56	Károly, Karola, Karolina, Sarolta
5.	2 460 620	2 58 52	Imre
6.	2 460 621	3 02 49	Lénárd
7.	2 460 622	3 06 45	Rezső, Ernő, Karina, Rudolf
8.	2 460 623	3 10 42	Zsombor, Kolos
9.	2 460 624	3 14 38	Tivadar, Tihamér
10.	2 460 625	3 18 35	Réka, András, Ariel, Tünde
46. hét			
11.	2 460 626	3 22 31	Márton, Martin
12.	2 460 627	3 26 28	Jónás, Renátó, Emil, Krisztián, Levente, Tihamér
13.	2 460 628	3 30 25	Szilvia, Jenő, Miklós
14.	2 460 629	3 34 21	Aliz, Klementina, Vanda
15.	2 460 630	3 38 18	Albert, Lipót, Dezső, Richárd
16.	2 460 631	3 42 14	Ödön, Ágnes, Alfréd, Gertrúd, Margit, Péter
17.	2 460 632	3 46 11	Hortenzia, Gergő, Ede, Gergely, György, Hilda, Ildikó
47. hét			
18.	2 460 633	3 50 07	Jenő, Jolán, Ottó, Péter
19.	2 460 634	3 54 04	Erzsébet
20.	2 460 635	3 58 00	Jolán, Amália, Ödön, Zoltán, Zsolt
21.	2 460 636	4 01 57	Olivér, Amália, Mária
22.	2 460 637	4 05 54	Cecília, Csilla, Mária
23.	2 460 638	4 09 50	Kelemen, Klementina, Dániel
24.	2 460 639	4 13 47	Emma, Flóra, János, Virág
48. hét			
25.	2 460 640	4 17 43	Katalin, Karina, Katarina, Katica, Katinka, Kitty, Liza
26.	2 460 641	4 21 40	Virág, Lénárd, Péter, Szilveszter
27.	2 460 642	4 25 36	Virgil, Jakab
28.	2 460 643	4 29 33	Stefánia, Jakab
29.	2 460 644	4 33 29	Taksony
30.	2 460 645	4 37 26	András, Andor, Amália, Endre



A déli égbolt november 15-én 20:00-kor (UT)

Bolygók

Merkúr: Napnyugta után kereshető a délnyugati látóhatár közelében. 1-én még fél órával a Nap után nyugszik, de láthatósága fokozatosan javul. 16-án van legnagyobb keleti kitérésben, 22,5°-ra a Naptól. Ekkor is csak egy órával nyugszik később, mint a Nap. Ezután láthatósága lassan romlani kezd, 30-án már kevesebb mint háromnegyed órával nyugszik a Nap után.

Vénusz: Napnyugta után a délnyugati esti égen látszik mint fehéren sugárzó égitest. Láthatósága egyre javul. A hónap elején egy és negyed órával, a végén már majdnem három órával nyugszik a Nap után, így kitűnően megfigyelhető. Fényessége -4,0^m-ról -4,2^m-ra, átmérője 14,2"-ról 17,0"-re nő, fázisa 0,77-ről 0,68-ra csökken.

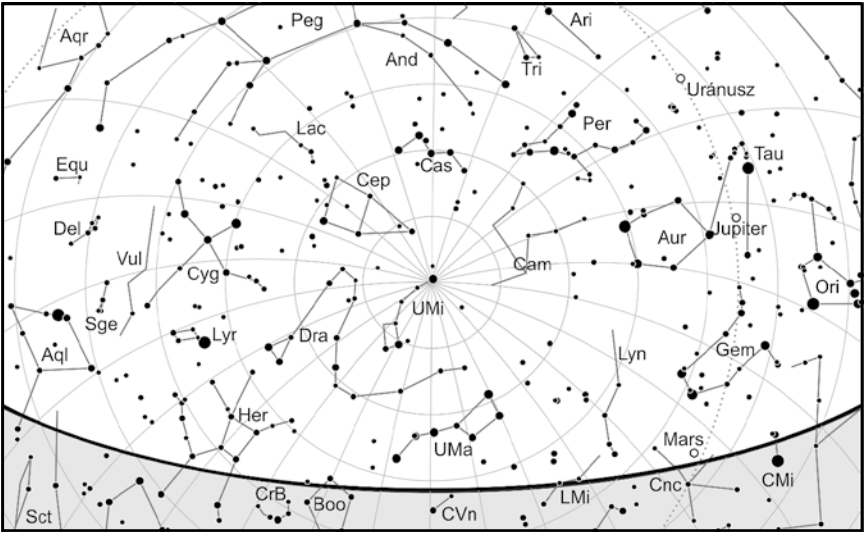
Mars: Előretartó, de egyre lassuló mozgást végez a Rák csillagképben. Este kel, az éjszaka nagy részében jól megfigyelhető. Gyorsan fényesedik, vöröses színe révén könnyű megtalálni. Fényessége 0,1^m-ról -0,5^m-ra, látszó átmérője 9,2"-ról 11,5"-re nő.

Jupiter: Hátráló mozgást végez a Bika csillagképben. Kevéssel napnyugta után kel, az éjszaka döntő részében megfigyelhető nagyon fényes égitestként. Fényessége -2,8^m, átmérője 47".

Szaturnusz: Hátráló, majd 16-ától előretartó mozgást végez a Vízöntő csillagképben. A délnyugati égen látszik az éjszaka első felében, éjfél körül nyugszik. Fényessége 0,9^m, átmérője 18".

Uránusz: Egész éjszaka jól megfigyelhető, folytatja hátráló mozgását a Bika csillagképben. 17-én szembenállásban van a Nappal.

Neptunusz: Az éjszaka első felében figyelhető meg a Halak csillagképben. Éjfél körül nyugszik. Hátráló mozgása fokozatosan lassul.



Az északi égbolt november 15-én 20:00-kor (UT)

Eseménynaptár (UT)

Dátum	Idő	Esemény
11.05		A (002 STA) Déli Tauridák meteorraj maximuma (szeptember 20. – november 20.; ZHR=7; v=27 km/s)
11.10	23:00	A Szaturnusz 2°45'-cel északkeletre a 68%-os, növekvő Holdtól
11.11		A 33P/Daniel-üstökös perihéliumban, 2,24 CSE-re a Naptól (P=8,3 év)
11.12		A (017 NTA) Északi Tauridák meteorraj maximuma (október 20. – december 10.; ZHR=5; v=29 km/s)
11.12	0:00	A Neptunusz 2°15'-cel kelet-északkeletre a 79%-os, növekvő Holdtól
11.13		A (11) Parthenope kisbolygó oppozícióban a Taurus csillagképben, fényessége 9,8 ^m
11.16	2:00	Az Uránusz 4 fokkal délre a 100%-os Holdtól
11.16	8:00	A Merkúr legnagyobb keleti kitérésben, 23 fokra a Naptól
11.17		A (013 LEO) Leonidák meteorraj maximuma (november 6–30.; ZHR=10; v=71 km/s)
11.17		A 305P/Skiff-üstökös perihéliumban, 1,42 CSE-re a Naptól (P=10 év)
11.17	3:00	Az Uránusz oppozícióban
11.20	22:00	A Mars 2 fokkal délnyugatra a 70%-os, fogyó Holdtól
11.21		A (246 AMO) Alfa Monocerotidák meteorraj maximuma (november 15–25.; ZHR=¿; v=65 km/s)
11.26	12:00	A Hold földtávolban
11.28		A (250 NOO) Novemberi Orionidák meteorraj maximuma (november 13. – december 6.; ZHR=3; v=44 km/s)
11.29		A 333P/LINEAR-üstökös perihéliumban, 1,11 CSE-re a Naptól (P=8,7 év)

Együttállás

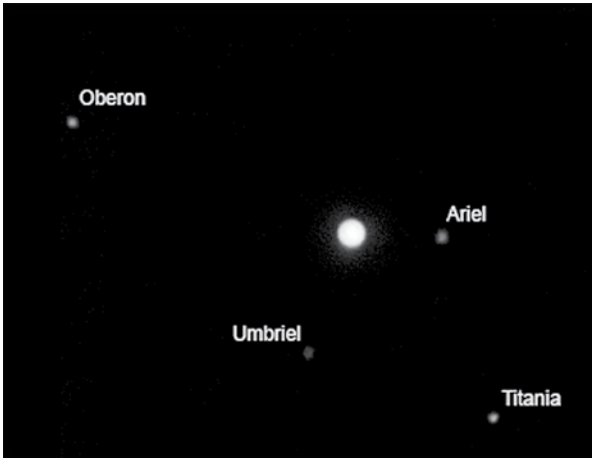
- November 20. 22:50 UT. A 70%-os fogyó Hold, a Mars és az M44 csillaghalmaz (Jászol) háromszöge a keleti horizont felett. A Hold délnyugati peremétől 1,9°-ra lesz a -0,3 magnitúdós Mars, a horizonttal párhuzamosan. Egyenlő szárú hegyesszögű háromszöget képez velük a horizont felé az M44 halmaz, a Holdtól bő 3 fokra. Látványos, szép együttállásnak ígérkezik.

Az Uránusz 2024/2025. évi láthatósága

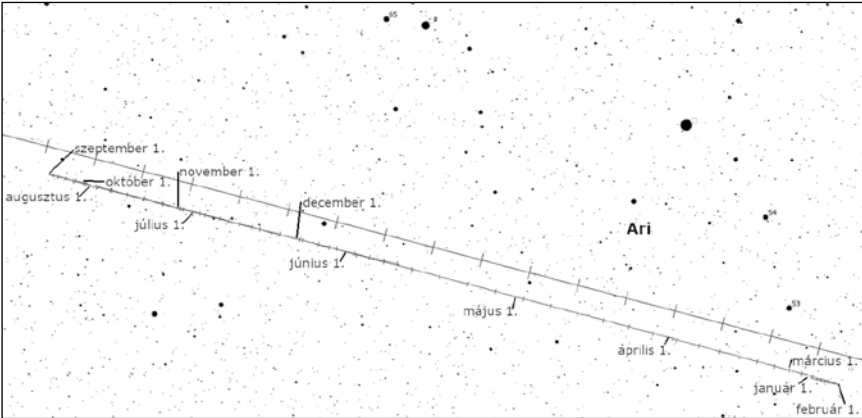
A külső bolygók megfigyelése amatőr eszközökkel komoly kihívás, de a 200 mm átmérőnél nagyobb műszerrel és digitális képrögzítő eszközzel felszerelt észlelőknek már érdemes próbálkozniuk. Az Uránusz a 2024-es oppozíció idején 2,77 milliárd km-re (18,57 CSE) lesz a Földtől, látszó átmérője 3,8", fényessége 5,6 magnitúdó. Megfelelő keresőtérkép birtokában akár szabad szemmel is megpillanthatjuk, de kisebb binokulárral könnyű lesz azonosítani. A bolygó már a Bika csillagkép területén jár, az oppozíció idején 61 fok magasan delel, ami ideális körülményeket biztosít megfigyeléséhez.

A bolygó korong alakját már közepes nagyítással is észrevehetjük, az apró zöldes-kékes korong peremsötétedésén kívül sok részletre sajnos nem számíthatunk. Az alacsony kontrasztú légköri részletek megpillantására kiváló képalkotású távcsövekkel, nagy nagyítással van esélyünk.

A nehézségek ellenére a nagyobb műszerekkel rendelkező amatőrtársainkat szeretnénk biztatni az Uránusz észlelésére, mert érdekes és nem mindennapi felvételeket készíthetnek erről a bolygóról is.



Benei Balázs felvétele az Uránuszról és fényesebb holdjairól.
2022. október 14., 200/1000 Newton, ZWO ASI 462MC kamera



Az Uránusz keresőtérképe

Üstökösök

C/2023 A3 (Tsuchinshan–ATLAS)-üstökös

Az előrejelzések szerint októberben még távcső nélkül is megfigyelhető. Novemberben tovább távolodik a Naptól és a Földtől is, így a kezdeti várható 5,1 magnitúdós fényessége majdnem 3 magnitúdót halványodik a hónap végére. A hónap elején sötét helyről nézve még éppen megpillantható lesz távcső nélkül is, de a hónap közepétől már inkább binokulárral, vagy kis távcsővel érdemes felkeresni. Napnyugta után kb. 1 órával már megfigyelhető 30 fok magasan a délnyugati horizont felett. Napnyugta után még két óra hosszan megfigyelhető lesz, mielőtt a vastag léggrégekbe kerül, majd lenyugszik.

A hónap elején a Kígyótartó csillagkép északkeleti részén kell keresni, ahonnan átvág a Kígyó legészakibb területén, majd útját a Sas csillagkép nyugati oldalán fejezi be. 22-én este a θ^2 Ser (A: 4,59 magnitúdó; B: 4,93 magnitúdó; C: 6,78 magnitúdó; szeparáció AB: 22,4"; AC 421") hármas csillagrendszerből 9'-re nyugatra lesz megtalálható. A hónap utolsó napján, pedig az NGC 6755 (fényesség: 7,5 magnitúdó; átmérő: 15') és az NGC 6756 (10,6 magnitúdó; 4') nyílt-halmazok között lesz látható. Már előző este is ezek közelében fog tartózkodni.

Dátum	RA (h m s)	D (° ' ")	Δ (CSE)	r (CSE)	E (°)	m_v (m)
11.04.	18 11 35	+03 49 25	1,083	0,984	56,4	5,1
11.08.	18 24 26	+03 54 50	1,221	1,059	56,1	5,7
11.12.	18 34 48	+03 59 22	1,358	1,134	55,1	6,2
11.16.	18 43 27	+04 04 00	1,491	1,207	53,8	6,7
11.20.	18 50 56	+04 09 15	1,621	1,279	52,1	7,1
11.24.	18 57 33	+04 15 27	1,747	1,351	50,3	7,5
11.28.	19 03 32	+04 22 49	1,869	1,421	48,4	7,9

Déli Tauridák (002 STA) meteorraj

Maximuma: november 5. ($\lambda_{\odot}=223^{\circ}$)
Aktív: szeptember 20. és november 20. között
A raj részletes adatai: radiáns: $\alpha=52^{\circ}$, $\delta=+15^{\circ}$; ZHR=5-10; $r=2,3$ – fényesek;
sebesség: 27 km/s (lassúak)
Szülőégitest: 2P/Encke-üstökös
A Déli Tauridák több mint két hónapig aktív, több maximuma is van. A radiánsból ritkán hullik óránként ötnél több meteor. Az őszi hónapokban mindkét Taurida-ágból sok tűzgömb érkezik. Újhold november 1-én lesz, a maximum idején. A kora esti órák kivételével a Hold kevésbé zavar.

Északi Tauridák (017 NTA) meteorraj

Maximuma: november 12. ($\lambda_{\odot}=230^{\circ}$)
Aktív: október 20. és december 10. között
A raj részletes adatai: radiáns: $\alpha=58^{\circ}$, $\delta=+22^{\circ}$; ZHR=5; $r=2,3$ – fényesek,
sebesség: 29 km/s (lassúak)
Szülőégitest: 2P/Encke-üstökös
Októberben, november elején a két Taurida-ágnak köszönhetően emelkedik a tűzgömbök száma, amely úgy tűnik, hétéves periódust mutat. A Hold (telihold november 15-én) fénye a maximumhoz közel a meteorok láthatóságát nagymértékben rontja.

Leonidák (013 LEO) meteorraj

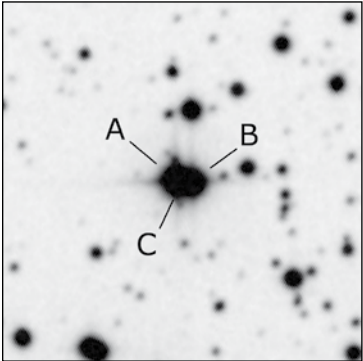
Maximuma: november 17. ($\lambda_{\odot}=235.27^{\circ}$)
Aktív: november 6. és november 30. között
A raj részletes adatai: radiáns: $\alpha=152^{\circ}$, $\delta=+22^{\circ}$; ZHR: $\approx 10-15$; $r=2,5$;
sebesség: 71 km/s (gyorsak)
Szülőégitest: 55P/Tempel-Tuttle-üstökös
A Leonidák az egyik legismertebb meteorraj, elsősorban az időnkénti emlékezetes kitérései miatt (1833, 1866, 1966, 1999, 2001). Jellemzően fényes meteorok, amelyek nyomot is húznak. Telihold (november 15.) után a Hold a megfigyeléseket egész éjszaka kedvezőtlenül befolyásolja.

WDS 02188+5714 BKO 168 AC

A Perseus csillagkép számos látványosságot kínál, köztük bújik meg egy jelentéktelennek tűnő, mégis érdekes pár, a WDS 02188+5714. A hármas rendszer mind határfényességben, mind felbontásban feszegeti a kistávcsövek határait, különösen az AB pár (PA: 105° , Sep: $1,2''$, A: $10,06^m$, B: $11,44^m$). A Gaia DR3 adatsorait böngészve sajnos hiába keressük a B komponenst, az égboltfelmérő program nem tartalmaz objektumot a megadott főcsillagtól számított

$2''$ -es körben, ezért a pár pozitív észlelése a jövőben mindenképpen fontos feladat a megerősítés és a nyomon követés szempontjából. Asztrometriai adatok hiányában a kettős fizikai természete egyelőre nem állapítható meg.
A Tycho Double Star Catalog (C. Fabricius et al. 2002) segítségével hozzáadott kettős mellett Berkó Ernő azonosított egy további C komponenst (Gaia DR3 458379358181851008, PA: 239° , Sep: $4,1''$, C: $11,00^m$). Ez utóbbi jelen tudásunk szerint nem tartozik fizikailag a rendszerhez.

A WDS 02188+5714 a Digitized Sky Survey (STScI/NASA) felvételén.



Csillagfedések

dátum		UT			J	csillag	m_v	Hold fázisa	h	pozíció	
hó	nap	h	m	s						CA	PA
11	7	16	41	19	be	2910	4.7	33+	15	0N	351
11	7	17	53	34.5	be	2914	4.8	34+	10	58N	49
11	10	20	20	55.9	be	3339	6.7	67+	25	42S	115
11	10	21	43	7.9	be	3347	6.2	68+	16	88S	68
11	12	17	11	28.1	be	50	5.8	86+	34	87N	63
11	12	22	44	50.1	be	69	7.5	87+	32	38S	119
11	13	21	47	55.5	be	209	7.2	94+	50	57N	37
11	14	0	51	51.8	be	222	7.0	95+	27	51S	110
11	14	16	23	33.8	be	326	5.7	98+	22	71N	57
11	14	21	45	19.0	be	348	6.8	98+	60	40N	30
11	15	2	2	56.8	be	371	6.2	99+	29	65N	59
11	16	20	48	15.9	ki	647	5.4	98-	53	82N	252
11	17	22	33	51.7	ki	77224	7.4	94-	61	66S	235
11	18	4	40	55.1	ki	868	7.5	93-	40	26S	197
11	18	21	25	16.8	ki	78480	7.5	88-	40	80S	258
11	18	21	41	56.8	ki	78496	7.5	88-	43	69N	290
11	18	22	23	16.9	ki	1008	5.3	87-	50	63N	295
11	19	0	16	41.1	ki	78580	7.3	87-	66	68S	247
11	19	3	55	38.5	ki	1035	6.7	86-	57	85S	265
11	20	2	48	19.1	ki	1169	5.3	78-	68	80S	267
11	20	3	13	12.3	ki	79672	7.6	78-	67	30N	338

dátum		UT			J	csillag	m _v	Hold fázisa	h	pozíció	
hó	nap	h	m	s						CA	PA
11	24	2	57	29.5	be	1609	4.6	39–	38	–68S	135
11	24	3	10	51.4	ki	118636	7.3	39–	40	85N	298
11	24	4	16	2.0	ki	1609	4.6	39–	46	86N	297
11	24	5	12	47.2	ki	118658	7.3	39–	49	80N	303
11	25	0	41	12.8	ki	1696	6.9	31–	7	59S	263
11	26	2	25	25.9	ki	1786	8.6	22–	13	78N	304
11	26	4	7	15.9	ki	138812	8.9	22–	27	62S	265
11	26	4	57	50.2	ki	1795	6.9	21–	33	43N	339
11	27	3	57	25.7	ki	139204	8.9	14–	16	74S	274
11	28	4	16	49.9	ki	158242	8.8	8–	9	74N	303

Évfordulók

50 éve halt meg Gerald Clemence



Gerald Maurice Clemence amerikai csillagász 1908. augusztus 16-án született a Rhode Island-i Smithfieldben. 1925-ben kezdte el tanulmányait a Brown University-n, és 1930-ban fejezte azt be. Rögtön ezután állást kapott a washingtoni Naval Observatory-ban. Kapcsolata az intézménnyel több mint harminc évig tartott, és tudományos igazgatóként vonult vissza 1963-ban. Még ugyanebben az évben a Yale Egyetemen kapott kutatói állást. Ötven éve, 1974. november 22-én halt meg Providence-ben.

Clemence égi mechanikával foglalkozott, főleg a bolygók mozgása érdekelte. A munkássága elején használt pályákat még a 19. század végén számolták, főleg Simon Newcomb (1835–1909). Az azóta eltelt fél évszázadban számos új, pontosabb megfigyelés született, így az újrászámítás esedékessé vált. Clemence első komoly eredménye a Merkúr pályájának meghatározása volt az új észlelések felhasználásával („The Motion of Mercury, 1765–1937,” *Astronomical Papers Prepared for the Use of the American Ephemeris* **11**, part 1, 1943). A Mars pályáját is újrakalkulálta, az eredményeket két részletben publikálta („First-Order Theory of Mars,” *Astronomical Papers Prepared for the Use of the American Ephemeris* **11**, part 2, 1949 és „Theory of Mars (Completion),” *Astronomical Papers Prepared for the Use of the American Ephemeris* **16**, part 2, 1961). Ezek a munkák jóval pontosabb pályákat eredményeztek, a Merkúr esetében például a perihélium mozgását a relativitáselmélettel megegyezően adták vissza. Érdeemes megjegyezni, hogy főleg karrierje kezdetén nem voltak számítógépek, és Clemence papírt, ceruzát és tekerős számológépeket használt.

Az 1940-es években a Nautical Almanac kiadása sok idejét lekötötte, a háborúban nagy szükség volt a minél pontosabb tájékozódásra. Ekkor már használtak kezdetleges számítógépeket is. Clemence jó kapcsolatot ápolt Dirk Brouwerrel, Wallace Eckerttel és Paul Hergettel. Közös munkájukat számos cikke bizonyítja. Ilyen eredmény például az öt külső bolygó efeme-

risze (W. J. Eckert, D. Brouwer, G. M. Clemence: „Coordinates of the Five Outer Planets, 1653–2060,” *Astronomical Papers Prepared for the Use of the American Ephemeris* No. 12, 1951).

1958-ban kinevezték a Naval Observatory tudományos igazgatójának. Az ezzel járó adminisztratív munka hatására publikációi száma csökkent, de még ekkor is foglalkozott csillagászattal. Ekkoriban írta sikeres könyveit Brouwerrel (*Methods of Celestial Mechanics*, New York, 1961) és Edgar W. Woolarddal (*Spherical Astronomy*, New York, 1966). 1969 és 1974 között az *Astronomical Journal* szerkesztője volt. Fontos pozíciókat töltött be mind az amerikai, mind a nemzetközi tudományos életben. 1965-ben megkapta a Royal Astronomical Society aranyérmét. 1975-ben az amerikai National Academy of Sciences a J. C. Watson medállal tüntette ki, de ez sajnos már csak posztumusz kitüntetés volt.

300 éve halt meg James Pound

James Pound 1669-ben született az angliai Bishop’s Canningben. Az oxfordi egyetemen tanult 1687 és 1694 között. 1697-ig orvosi diplomát is szerzett, és anglikán pappá szentelték. 1699-ben Indiába utazott a Brit Kelet-Indiai Társaság alkalmazottjaként, hogy káplánként működjön. Később a Vietnam déli partjainál fekvő Pulo Condore (mai nevén Côn Sơn) szigetre költözött. 1705-ben a helyi katonaság fellázadt, és Pound volt az egyik a kevés túlélőből. 1706-ban visszatért Angliába, és az Essexi Wanstead lelkipásztorává nevezték ki. Itt halt meg 1724. november 16-án.

Csillagászati munkássága nem hozott kiemelkedő eredményeket. Megfigyelte a Jupiter holdjainak jelenségeit, és az 1715. október 30-i holdfogyatkozást („Some Late Curious Astronomical Observations”, *Philosophical Transactions* **29**, 401–405, 1715). A Jupiter-holdak megfigyeléséhez táblázatokat publikált, amelyekkel egyszerűbben lehetett kiszámolni az események bekövetkeztének időpontját („New and Accurate Tables for the Ready Computing of the Eclipses of the First Satellite of Jupiter, by Addition Only Communicated”, *Philosophical Transactions* **30**, 1021–1034, 1719).

Legfontosabb hozzájárulása a csillagászat fejlődéséhez nem a tudományos munkája, hanem James Bradley, a leendő királyi csillagász tanításának finanszírozása volt. Nemcsak észlelt vele, hanem bemutatta például Halley-nek is. Megkísérelték meghatározni a Nap parallaxisát, majd Pound a γ Virginisét, míg Bradley a γ Draconisét – ez utóbbi észlelések nem várt eredménye lett az aberráció felfedezése.

Jupiter-holdak

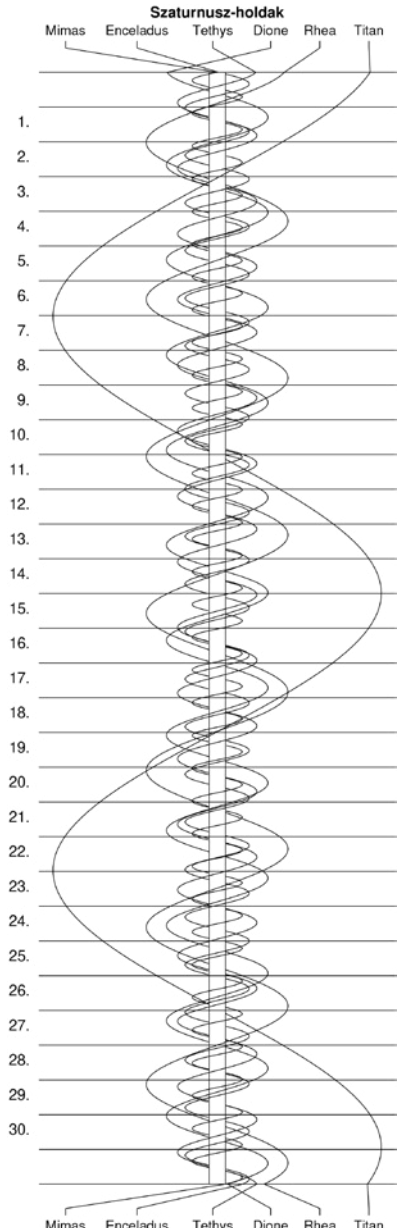
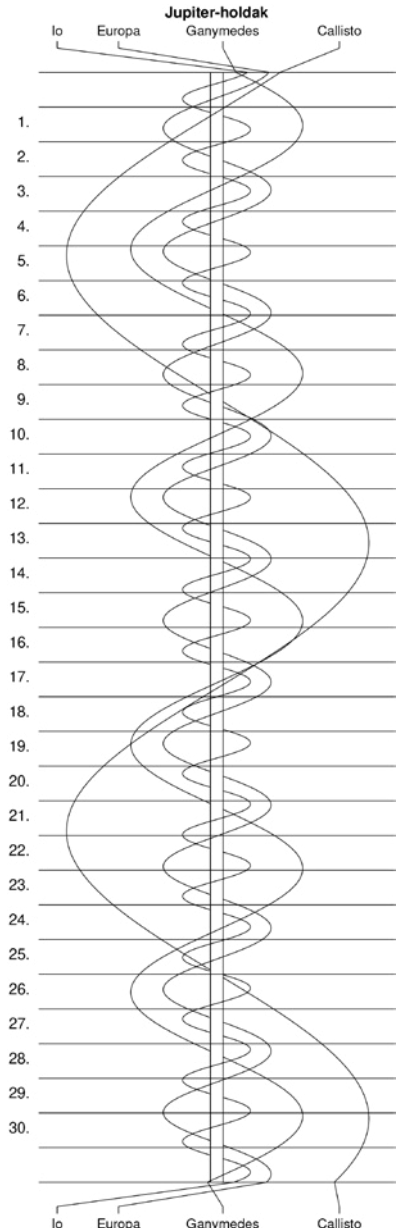
nap	UT h:m	hold	jelenség
1	2:48,9	Io	fk
	23:57,6	Io	ák
2	0:48,9	Io	ek
	2:9,0	Io	áv
	2:59,9	Io	ev

nap	UT h:m	hold	jelenség
2	21:17,4	Io	fk
3	0:20,3	Io	mv
	2:37,8	Ganymedes	ák
	4:44,9	Ganymedes	áv
	18:26,0	Io	ák

nap	UT h:m	hold	jelenség
3	19:15,3	Io	ek
	20:37,5	Io	áv
	21:26,4	Io	ev
4	3:29,8	Europa	ák
	18:46,8	Io	mv
5	21:38,5	Europa	fk
6	1:44,8	Europa	mv
	18:35,6	Ganymedes	fv
	19:36,7	Ganymedes	mk
	21:37,7	Ganymedes	mv
7	18:17,9	Europa	ek
	19:20,2	Europa	áv
	20:49,3	Europa	ev
8	4:43,1	Io	fk
9	1:51,4	Io	ák
	2:34,2	Io	ek
	4:3,1	Io	áv
	4:45,4	Io	ev
	23:11,6	Io	fk
10	2:5,5	Io	mv
	20:19,9	Io	ák
	21:0,4	Io	ek
	22:31,6	Io	áv
	23:11,6	Io	ev
11	17:40,2	Io	fk
	20:31,8	Io	mv
12	17:0,2	Io	áv
	17:37,8	Io	ev
13	0:13,9	Europa	fk
	4:1,9	Europa	mv
	20:26,0	Ganymedes	fk
	22:36,3	Ganymedes	fv
	22:58,3	Ganymedes	mk
14	0:59,3	Ganymedes	mv
	19:23,8	Europa	ák
	20:34,8	Europa	ek
	21:56,5	Europa	áv
	23:6,2	Europa	ev
16	3:45,4	Io	ák
	4:18,7	Io	ek
	17:9,7	Europa	mv
17	1:5,9	Io	fk
	3:50,0	Io	mv
	22:13,9	Io	ák
	22:44,7	Io	ek
18	0:25,9	Io	áv
	0:56,2	Io	ev
	19:34,5	Io	fk

nap	UT h:m	hold	jelenség
18	22:16,0	Io	mv
19	16:42,4	Io	ák
	17:10,7	Io	ek
	18:54,5	Io	áv
	19:22,1	Io	ev
20	2:49,7	Europa	fk
	16:42,0	Io	mv
21	0:26,5	Ganymedes	fk
	4:18,7	Ganymedes	mv
	21:59,7	Europa	ák
	22:50,2	Europa	ek
22	0:32,8	Europa	áv
	1:21,5	Europa	ev
23	16:7,5	Europa	fk
	19:24,9	Europa	mv
24	3:0,3	Io	fk
	16:4,4	Ganymedes	ek
	16:46,4	Ganymedes	áv
	18:4,6	Ganymedes	ev
25	0:8,1	Io	ák
	0:28,5	Io	ek
	2:20,4	Io	áv
	2:40,1	Io	ev
	21:28,9	Io	fk
	23:59,8	Io	mv
26	18:36,7	Io	ák
	18:54,4	Io	ek
	20:48,9	Io	áv
	21:6,0	Io	ev
27	5:25,6	Europa	fk
	15:57,5	Io	fk
	18:25,6	Io	mv
28	4:26,2	Ganymedes	fk
	15:31,9	Io	ev
29	0:35,6	Europa	ák
	1:4,5	Europa	ek
	3:9,0	Europa	áv
	3:35,8	Europa	ev
30	18:43,6	Europa	fk
	21:39,2	Europa	mv

f = fogyatkozás: a hold a Jupiter árnyékában
á = átvonulás: a hold árnyéka a Jupiteren
e = előtte: a hold a Jupiter korongja előtt
m = mögötte: a hold a Jupiter korongja mögött
k = a jelenség kezdete
v = a jelenség vége



$\lambda = 19^\circ$, $\varphi = 47,5^\circ$

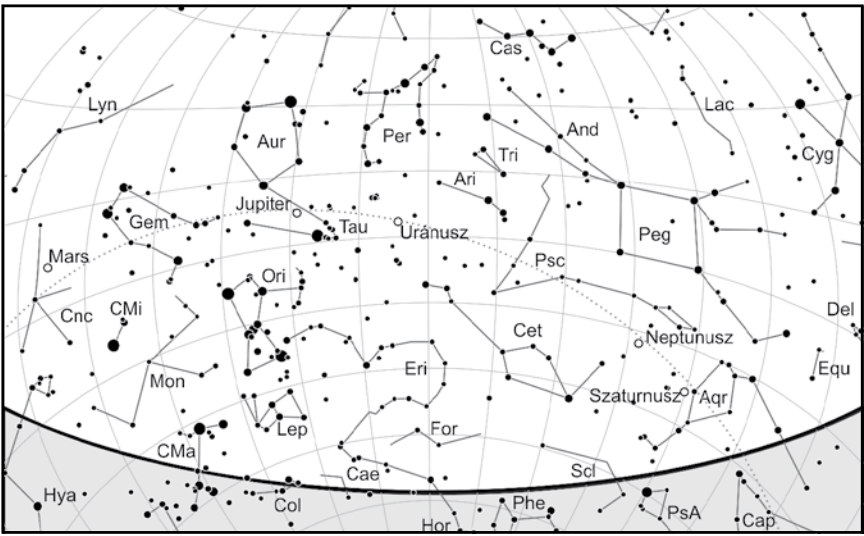
Kalendárium – december

KÖZEI

dátum	Nap						Hold			
	kel, h m	delel, h m	nyugszik h m	h_d °	E_t m		kel, h m	delel, h m	nyugszik h m	fázis h m
1. v 336. 49. hét	7 11	11 33	15 55	20,6	11,0		7 42	11 39	15 31	● 7 22
2. h 337.	7 12	11 33	15 54	20,5	10,6		8 49	12 33	16 16	
3. k 338.	7 13	11 34	15 54	20,4	10,2		9 46	13 29	17 16	
4. sz 339.	7 14	11 34	15 54	20,2	9,8		10 31	14 26	18 26	
5. cs 340.	7 15	11 34	15 53	20,1	9,4		11 06	15 20	19 43	
6. p 341.	7 16	11 35	15 53	20,0	9,0		11 33	16 12	21 02	
7. sz 342.	7 17	11 35	15 53	19,9	8,5		11 54	17 02	22 21	
8. v 343. 50. hét	7 18	11 36	15 53	19,8	8,1		12 13	17 49	23 40	● 16 28
9. h 344.	7 19	11 36	15 53	19,7	7,7		12 29	18 37	–	
10. k 345.	7 20	11 37	15 53	19,6	7,2		12 46	19 25	1 00	
11. sz 346.	7 21	11 37	15 53	19,5	6,8		13 05	20 16	2 21	
12. cs 347.	7 22	11 38	15 53	19,4	6,3		13 27	21 10	3 45	
13. p 348.	7 23	11 38	15 53	19,4	5,8		13 56	22 09	5 12	
14. sz 349.	7 24	11 38	15 53	19,3	5,3		14 35	23 10	6 37	
15. v 350. 51. hét	7 25	11 39	15 53	19,2	4,9		15 28	–	7 55	○ 10 02
16. h 351.	7 25	11 39	15 54	19,2	4,4		16 34	0 14	8 58	
17. k 352.	7 26	11 40	15 54	19,2	3,9		17 48	1 15	9 45	
18. sz 353.	7 27	11 40	15 54	19,1	3,4		19 05	2 12	10 19	
19. cs 354.	7 27	11 41	15 55	19,1	2,9		20 20	3 03	10 44	
20. p 355.	7 28	11 41	15 55	19,1	2,4		21 32	3 50	11 03	
21. sz 356.	7 28	11 42	15 56	19,1	1,9		22 40	4 33	11 18	
22. v 357. 52. hét	7 29	11 42	15 56	19,1	1,4		23 46	5 13	11 32	● 23 19
23. h 358.	7 29	11 43	15 57	19,1	0,9		–	5 52	11 46	
24. k 359.	7 30	11 43	15 57	19,1	0,4		0 51	6 31	11 59	
25. sz 360.	7 30	11 44	15 58	19,2	–0,1		1 57	7 12	12 15	
26. cs 361.	7 30	11 44	15 59	19,2	–0,5		3 05	7 54	12 33	
27. p 362.	7 31	11 45	15 59	19,2	–1,0		4 16	8 40	12 56	
28. sz 363.	7 31	11 45	16 00	19,3	–1,5		5 27	9 30	13 27	
29. v 364. 1. hét	7 31	11 46	16 01	19,4	–2,0		6 36	10 24	14 09	
30. h 365.	7 31	11 46	16 02	19,4	–2,5		7 37	11 20	15 04	● 23 27
31. k 366.	7 31	11 47	16 03	19,5	–3,0		8 28	12 18	16 12	

December

nap	Julián dátum 12 ^h UT	θ_{gr} 0 ^h UT h m s	névnapok
1. 49. hét	2 460 646	4 41 23	Elza, Arnold, Blanka, Ede, Natália, Natasa, Oszkár
2.	2 460 647	4 45 19	Melinda, Vivien, Aranka, Aurélia, Dénes
3.	2 460 648	4 49 16	Ferenc, Olívia
4.	2 460 649	4 53 12	Borbála, Barbara, Boróka, Péter
5.	2 460 650	4 57 09	Vilma, Ábel, Csaba, Csanád, Dalma
6.	2 460 651	5 01 05	Miklós, Nikolett, Nikoletta
7.	2 460 652	5 05 02	Ambrus
8.	2 460 653	5 08 58	Mária, Emőke, Mátyás
50. hét			
9.	2 460 654	5 12 55	Natália, Ábel, Georgina, György, Györgyi, Péter, Valéria
10.	2 460 655	5 16 52	Judit, Lívia, Loretta
11.	2 460 656	5 20 48	Árpád, Dániel
12.	2 460 657	5 24 45	Gabriella, Franciska, Johanna
13.	2 460 658	5 28 41	Luca, Otília, Éda, Elza, Lúcia
14.	2 460 659	5 32 38	Szilárda
15.	2 460 660	5 36 34	Valér, Dezső, Mária
51. hét			
16.	2 460 661	5 40 31	Etelka, Aletta, Alida, Beáta, Tihamér
17.	2 460 662	5 44 27	Lázár, Olimpia
18.	2 460 663	5 48 24	Auguszt, Dezső, Mária
19.	2 460 664	5 52 21	Viola
20.	2 460 665	5 56 17	Teofil, Ignác, Krisztián
21.	2 460 666	6 00 14	Tamás, Péter
22.	2 460 667	6 04 10	Zénó, Anikó
52. hét			
23.	2 460 668	6 08 07	Viktória
24.	2 460 669	6 12 03	Ádám, Éva, Adél, Alinka, Ervin, Hermina, Noémi
25.	2 460 670	6 16 00	Karácsony; Eugénia, Anasztázia
26.	2 460 671	6 19 56	Karácsony; István, Dénes, Előd, Stefánia
27.	2 460 672	6 23 53	János
28.	2 460 673	6 27 50	Kamilla, Ármin, Gáspár
29.	2 460 674	6 31 46	Tamás, Tamara, Dávid, Gáspár
1. hét			
30.	2 460 675	6 35 43	Dávid, Dénes, Hunor, Margit, Zalán
31.	2 460 676	6 39 39	Szilveszter, Darinka, Katalin, Kitty, Melánia



A déli égbolt december 15-én 20:00-kor (UT)

Bolygók

Merkúr: December 1-én este még kereshető napnyugta után a délnyugati látóhatár közelében, de alig több mint fél órával nyugszik a Nap után. Ezután eltűnik a napnyugta fényében, 6-án már alsó együttállásban van a Nappal. 9-én már háromnegyed órával kel a Nap előtt. Láthatósága villámgyorsan javul, 25-én van legnagyobb nyugati kitérésben, 22°-ra a Naptól, egy és háromnegyed órával kel központi égitestünk előtt. Ez idei harmadik kitűnő hajnali láthatósága.

Vénusz: Ragyogó fehér fényű égitestként magasan a délnyugati égen látszik napnyugta után. A hónap elején három, a végén négy órával nyugszik a Nap után. Fényessége -4,2^m-ről -4,4^m-ra, átmérője 17,1"-ról 22,0"-re nő, fázisa 0,68-ról 0,56-ra csökken.

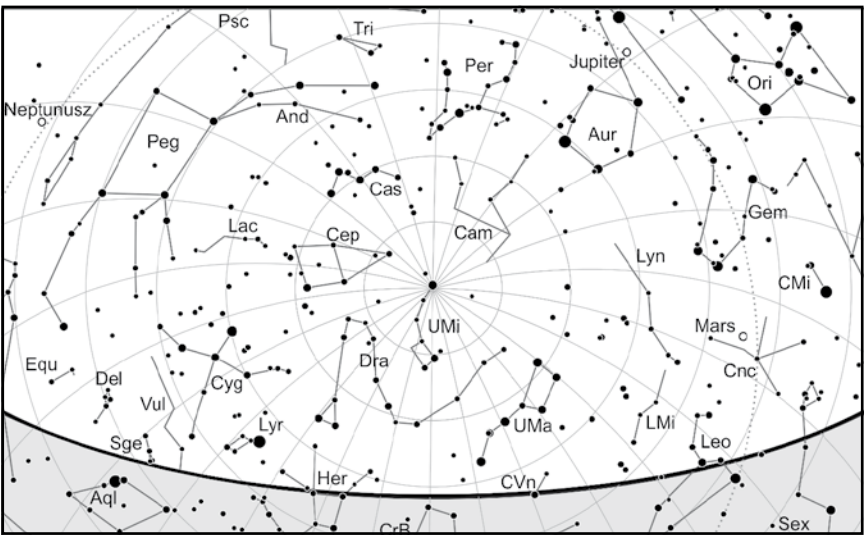
Mars: Előretartó, majd december 7-től hátráló mozgást végez a Rák csillagképben. Ragyogó vörös fényével vonja magára a figyelmet, észlelésre kitűnő helyzetben van. Fényessége -0,5^m-ről -1,2^m-ra, látszó átmérője 11,6"-ról 14,2"-re nő.

Jupiter: Hátráló mozgást végez a Bika csillagképben, 7-én szembenállásban van a Nappal. Egész éjszaka megfigyelhető. Erős sárgásfehér fénye vonzza a tekintetet. Fényessége -2,8^m, átmérője 48".

Szaturnusz: Előretartó mozgást végez a Vízöntő csillagképben. Napnyugta után a déli-délnyugati égen kereshető, késő este nyugszik. Fényessége 1,0^m, átmérője 17".

Uránusz: Az éjszaka nagyobb részében kereshető, hajnalban nyugszik. A Bika, majd 29-étől a Kos csillagképben végzett hátráló mozgása a hónap végén lassulni kezd.

Neptunusz: Az esti órákban figyelhető meg, hátráló mozgása 8-ától előretartóvá válik. A Halak csillagképben látható, késő este nyugszik.



Az északi égbolt december 15-én 20:00-kor (UT)

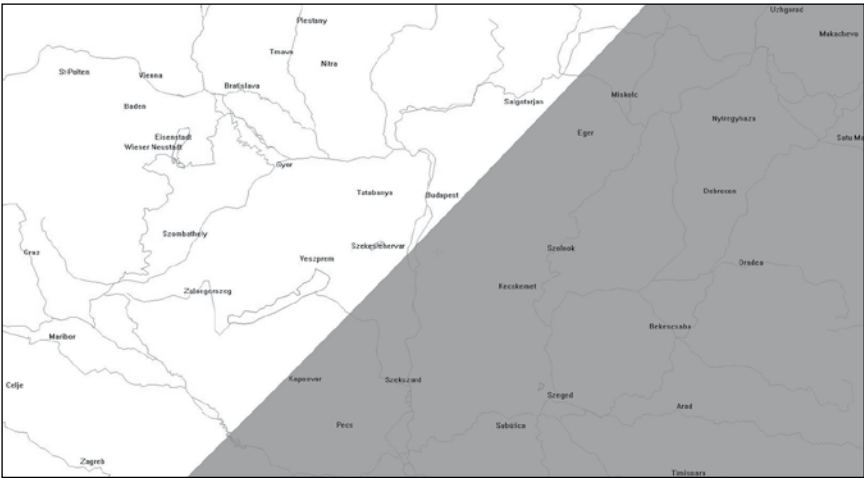
Eseménynaptár (UT)

Dátum	Idő	Esemény
12.06	2:00	A Merkúr alsó együttállásban a Nappal
12.07	21:00	A Jupiter oppozícióban
12.09		A (019 MON) Monocerotidák meteorraj maximuma (december 5–20.; ZHR=3; v=41 km/s)
12.09		A (016 HYD) Szigma Hydridák meteorraj maximuma (december 3–20.; ZHR=7; v=58 km/s)
12.12	13:00	A Hold földközelen
12.13		A (15) Eunomia kisbolygó oppozícióban, az Auriga csillagképben, fényessége 8,2 magnitúdó
12.14		A (004 GEM) Geminidák meteorraj maximuma (december 4–20.; ZHR=150; v=35 km/s)
12.14	19:00	A Jupiter 5 fokkal délre a 100%-os holdtól
12.15		A (020 COM) Comae Berenicidák meteorraj maximuma (december 5. – február 4.; ZHR=3; v=64 km/s)
12.21	9:21	Téli napforduló
12.23	10:00	A 242P/Spahr-üstökös perihéliumban, 3,97 CSE-re a Naptól (P=13 év)
12.23		A 190P/Mueller-üstökös perihéliumban, 2,02 CSE-re a Naptól (P=8,7 év)
12.24	7:00	A Hold földtávolban
12.25	3:00	A Merkúr legnagyobb nyugati kitérésben, 22 fokra a Naptól
12.29	5:55	40 óra 32 perces holdsarló 1°42' magasan a horizont felett

Együttállítás

- December 13. 16:35 UT körül: A Hold a Plejádok (M45) csillagai között, fedések figyelhetők meg (részletesen lásd a csillagfedéseknél). A jelzett időpontban a Merope (4,1^m) a holdperemtől 11'-re.

Plejádok-fedés december 13-án



Az Atlas súroló fedése a Kassa–Kaposvár vonaltól délre lesz megfigyelhető

Teliholdas Plejádok-fedés zajlik az esti égen, bár a Hold csak a halmaz déli részén vonul át. Az egyetlen fényes csillag az Atlas, amit érint útja során, annak fedését is csak a délnyugati országrészből láthatjuk, vagyis súroló fedés lesz. A fedés pontos vonala Bolhó–Görgeteg–Kaposvár–Törökkoppány–Iregszemcse–Dég–Iváncsa–Szigetszentmárton–Dunavarsány–Pécel–Isaszeg–Hévízgyörk–Heréd–Lőrinci–Gyöngyöspata–Pétervására–Borsodnádasd–Rudabánya–Szalonna–Zsarnó települések közelében halad, ettől délre lesz teljes fedés. Bár a Hold megvilágíttassága 96%-os, növekvő, így a csillagok általában a sötét peremen tűnnek el, az Atlas érintése az északi pólus közelében, a megvilágított peremen zajlik, 21°-ra a terminátor északi pólusától. Az előrejelzés alapján még a vonaltól délebbi magyarországi városokban is a világos peremen történik a be- és a kilépés is (erre utal a negatív CA érték). Az Atlason kívül csak 7 magnitúdós vagy annál halványabb csillagok fedését lehet megfigyelni, ezek a sötét oldalon fognak eltűnni.

Az Atlas (27 Tauri) fedése Magyarország városaiból december 13-án

helység	Belépés					Kilépés						
	UT			Hold	CA	PA	UT			Hold	CA	PA
	h	m	s	mag	°	°	h	m	s	mag	°	°
Békéscsaba	17	49	10	47	0N	357	18	13	11	51	-43N	314
Debrecen	17	52	31	47	-2N	355	18	13	22	51	-40N	317
Eger	17	57	59	47	-13N	344	18	7	14	49	-30N	327
Kecskemét	17	52	53	46	-8N	349	18	8	16	49	-35N	322
Miskolc	17	57	57	48	-12N	345	18	8	34	49	-31N	326
Nyíregyháza	17	54	33	48	-5N	352	18	12	47	51	-38N	319
Paks	17	53	18	46	-10N	347	18	5	30	48	-33N	325
Pécs	17	51	35	45	-10N	347	18	4	42	48	-34N	323
Szeged	17	48	33	46	-1N	356	18	11	1	50	-42N	315
Széksárd	17	51	51	46	-9N	348	18	5	52	48	-34N	323
Szolnok	17	53	17	47	-7N	350	18	9	19	49	-36N	321

Üstökösök

C/2023 A3 (Tsuchinshan-ATLAS)

Gyorsan távolodik mind a Naptól, mind a Földtől, csökkenő aktivitását egyre messzebről figyelhetjük. Várható fényessége a hónap eleji 8,2 magnitúdóról majdnem 2 magnitúdót fog csökkenni, de kisebb távcsövekkel még megfigyelhető marad. Ráadásul a megfigyelésre nyitva álló időablak az esti órákra esik, így napnyugta után már felkereshető a nyugati horizont közelében, a Sas csillagképben. A hónap elején a Sas nyugati oldalán található, ahonnan lassan kelet felé mozogva a csillagkép közepéig jut a hónap végére.

Dátum	RA (h m s)	D (°, ', ")	Δ (CSE)	r (CSE)	E (°)	m _v (m)
12.02.	19 09 02	+04 31 27	1,987	1,490	46,4	8,2
12.06.	19 14 09	+04 41 27	2,101	1,557	44,4	8,5
12.10.	19 18 57	+04 52 50	2,211	1,624	42,3	8,8
12.14.	19 23 29	+05 05 36	2,316	1,691	40,3	9,1
12.18.	19 27 49	+05 19 44	2,417	1,756	38,4	9,4
12.22.	19 31 57	+05 35 14	2,514	1,820	36,5	9,6
12.26.	19 35 55	+05 52 06	2,606	1,884	34,8	9,8
12.30.	19 39 45	+06 10 20	2,694	1,946	33,1	10,0

A hónap első napján az NGC 6755 (fényesség: 7,5 magnitúdó; átmérő: 15') és az NGC 6756 (10,6 magnitúdó; 4') nyílthalmazok között lesz megtalálható. December 10-én a B 140 (átlátszatlan: 3; átmérő: 60') sötét köd előtt fog elhaladni, szép kontrasztos látványt és fototémát kínál a Tejút csillagai a sötét köd és az üstökös. December 24-én a csillagszerű NGC 6807 (fényesség: 12 magnitúdó; átmérő: 0,7') planetáris köd mellett 5'-re, északkeletre lesz megtalálható.

Geminidák (004 GEM) meteorraj

Maximuma: december 13/14. ($\lambda_{\odot}=262,2^{\circ}$)

Aktív: december 4. és december 20. között

A raj részletes adatai: radiáns: $\alpha=112^{\circ}$, $\delta=+33^{\circ}$; ZHR=150; $r=2,6$;
sebesség: 35 km/s (közepesen gyorsak)

Szülőégítést: (3200) Phaethon (aszteroida)

Hagyományosan erős raj, nem utolsósorban az Ikrek csillagképben található radiáns magas égi helyzetének következtében. A Geminidák között gyakoriak a fényes és igen színes meteorok. Közepes, de inkább kis sebességük miatt a nyomok nem mindig láthatók. A telihold (december 15.) gyakorlatilag egybeesik a raj maximumával, így egész éjjel erősen zavarja a raj megfigyelhetőségét.

Ursidák (015 URS) meteorraj

Maximuma: december 22. ($\lambda_{\odot}=270,7^{\circ}$)

Aktív: december 17. és december 26. között.

A raj részletes adatai: radiáns: $\alpha=217^{\circ}$, $\delta=+76^{\circ}$; ZHR=10 (esetenként elérheti az 50-et is); $r=2,8$;
sebesség: 33 km/s (közepesen gyorsak)

Szülőégítést: 8P/Tuttle-üstökös

Elhanyagolt raj, egyrészt a karácsony közelsége miatt, másrészt aktivitása és a meteorok fényessége elmarad az időben közeli Geminidákétól. Az Ursidák általában hozzák az óránkénti 5–10 felvillanást, de a késő hajnali órákban az óránként hullott meteorok száma a 25-öt is meghaladhatja. Ezek a kitörések, úgy tűnik, nincsenek kapcsolatban a 8P/Tuttle üstökös perihélium-átmenetével. Az utolsó negyed (december 22.) körül lévő Hold csak az éjszaka első harmadában teszi lehetővé a zavartalan észlelést.

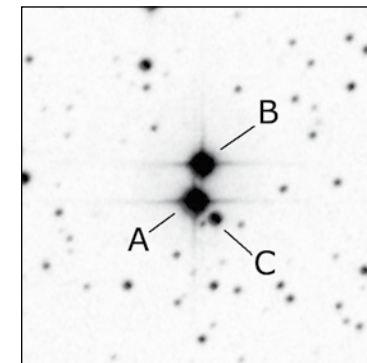
WDS 03031+4846 LAD 5 AB, AC

A kettőscsillagokat észlelő amatőr csillagászok számtalan érdekes párt találhatnak a Perseus csillagképben. Az 1980-as években egy amerikai amatőr csillagász, Glenn F. Chaple cikkében John Vlasic által felfedezett, Y alakban elhelyezkedő csillagcsoportra hívta fel a figyelmet a Deep Sky Monthly magazin lapjain. Három közülük kettőscsillagnak tűnt, de Vlasic optikai pároknak vélte őket, így a továbbiakban nem foglalkozott mérésükkel. Az objektumot Ladányi Tamás 1991 és 2023 között több alkalommal is észlelte különböző műszerekkel, majd Szamosvári Zsolt segítségével az asztrometriai adatok alapján tisztázta az egyes párok természetét. Eredményeit a Journal of Double Star Observations kettőscsillagok megfigyelésével foglalkozó tudományos folyóiratban publikálta 2023 áprilisában, amelyet követően a párok a nyár folyamán bekerültek a Washington Double Star Catalogba.

Ehelyütt az Y alakzat egyik, északnyugati ágának végén helyet foglaló párral foglalkozunk behatóbban, amelyet Ladányi Tamás írt le először kettőscsillagként. Az AB közel megegyező

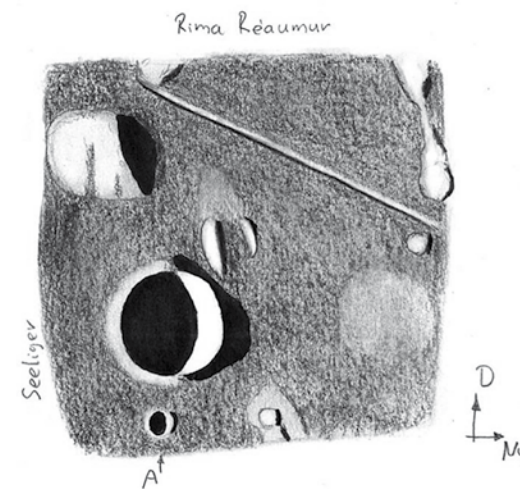
fényességű pár, de tagjainak fizikai kapcsolata bizonytalan (Gaia DR3 436143625286045568, PA: 349° , Sep: $19,5''$, A: $9,59^m$, B: $10,16^m$). Kistávcsövekkel is könnyedén észlelhető a sárgás színű főcsillagtól északi irányban található sárgásfehér kísérő. A D a főcsillaggal optikai kettőst alkot, délnyugatra található (Gaia DR3 436143556566570880, PA: 230° , Sep: $13,5''$, C: $13,64^m$). A kísérő meglehetősen halvány, vizuális észlelése közepes méretű műszerrel, sötét égbolt alatt lehet sikeres.

A WDS 03031+4846 a Digitized Sky Survey
(STScI/NASA) felvételén.



A Seeliger-kráter

A Seeliger-kráter egy mindössze 8,5 km átmérőjű, 1800 méter mélységű gödörkráter a hatalmas Hipparchus-kráterig kinyúló Sinus Medii világosabb árnyalatú síkságán, valahol a Rhaeticus- és a Réaumur-kráterek között. A terület, ahol fekszik, valójában egy rendkívül idős, szinte a felismerhetetlenségig lerombolt, névtelen kráter lávával feltöltött aljzata. Igencsak hasonló alakzat a Seeligertől keletre lévő Réaumur-kráter, bár ez utóbbi sokkal jobb állapotban maradt fenn, erre az is bizonyíték, hogy kapott el-



A Seeliger-kráter
és szűkebb környezete
Görgei Zoltán 2000. június 9-én
készült rajzán
(90/1000-es refraktor
200x-os nagyítással)

nevezést. A Seeliger nagyon közel fekszik a holdkorong középpontjához, szelenografikus koordinátái: déli szélesség $2,2^\circ$, keleti hosszúság $3,0^\circ$. Magán a kráteren nincs sok megfigyelni való, keletkezését az eratosthenesi korba (3,2–1,1 milliárd évvel ezelőtt) helyezik a szakemberek. Az űrszondás felvételeken (és talán a legnagyobb felbontású amatőr felvételeken is) jól látható, hogy a kráter peremére apró másodlagos kráterek telepedtek, ami egyértelműen bizonyítja a Seeliger magasabb korát. Ha a kisebb távcsővel nézve ezek a kráterek nem is vehetők észre, a Seeligertől közvetlenül északra fekvő 4 km-s Seeliger A már minden bizonnyal látszik. Megfelelő megvilágításnál, kiváló légköri viszonyok mellett már 8–10 cm-es távcsővel is megtalálhatjuk a Seeligertől északnyugatra húzódó 110 km-es Oppolzer-rianást és a délnyugatra húzódó 45 km-es Réaumur-rianást is. Ez a két rianás csaknem keresztezi egymást, de a Réaumur-rianás a semmibe vész, még mielőtt elérné a nagyobb és szélesebb Oppolzer-rianást. A Seeliger-kráter nem igazán izgalmas objektum, elvégre csak egy kis gödörkráter, a közvetlen környezete viszont igenis az, mindenképpen megéri felkeresni, ráadásul mindezt az első és az utolsó negyed környékén tehetjük meg.

A Marius-kráter

Az Oceanus Procellarum lávasíkságán fekvő Marius-kráter és a tőle közvetlenül nyugatra húzódó Marius-dómmező a holdkorong legizgalmasabb területei közé tartozik. A Marius-kráter szelenografikus koordinátái: északi szélesség $11,9^\circ$, nyugati hosszúság $50,8^\circ$. A Marius önmagában még nem is lenne igazán érdekes, mivel csak egy 41 km átmérőjű, 1670 m mélységű, meglehetősen idős, imbriumi korú kráter. Lávával feltöltött aljzatán található a 3,3 km-es Marius G, a délkeleti külső sáncán pedig az 5 km-es Marius H-kráter. Nagyobb távcsövekkel a Marius G-től kissé délnyugatra felfedezhetünk egy 2 km körüli névtelen másodlagos krátert is. A kráter külső és belső sáncán finomabb részleteket láthatunk, de nagyjából ennyi, amit a Mariuson megfigyelhetünk.

A Mariustól nyugatra fekvő mintegy 300 vulkanikus eredetű dóm egy hatalmas megadómot alkot, hasonlóan az Oceanus Procellarum északnyugati szélén található Rümker-alakzathoz. A Marius-dómmező a Chuck Wood-féle Lunar 100-as listán a 42. helyen szerepel. Ezek a dómok nem olyanok, mint az átlagos holdi dómok, mert azoknál sokkal markánsabb megjelenésűek, meredekebbek és magasabbak is. Inkább kisebb hegyeknek vagy domboknak tűnnek. Kétféle típust különböztethetünk meg, a 3–10 km átmérőjű, néhányszor száz méter magas és a meredekebb, sokszor 1 km magasra nyúló dómokat. Ez utóbbiak gyakran az alacsonyabb dómokból nőnek ki. A vizsgálatok azt mutatják, hogy a Marius-dómok mintegy 3,3 milliárd évvel ezelőtt keletkeztek, magas viszkozitású, szilikátos anyagokban gazdag lavából. A dómok között kisebb rianások meandereznek, ezek közül a legnyugatibb, már a dómmező szélén húzódó, 180 km-es Rima Galilaei. Érdekes, hogy a Rümkl-féle holdatlaszban külön névvel jelölt egyetlen dómot is itt találjuk, közvetlenül a rianás mellett. Ez a Galilaei γ . A dómmező nyugati részén, egymással párhuzamosan futó rianások közül a délebbi egyik kanyarulatában, egy közel 100 méter mélységű, néhány száz méter szélességű gödröt fedezett fel a japán SELENE holdszonda 2009-ben, amelyről később az amerikai Lunar Reconnaissance Orbiter készített részletes felvételeket. Úgy tűnik, hogy ez a gödör valójában a felszín alatt húzódó üres lávacsatornának egyik „ablaka”,

amelyet egy kisebb becsapódás hozhatott létre, miután beszakította csatorna tetejét. A Marius nevet viselő alakzatok közül kétségkívül a Marius-rianás megfigyelése a legnehezebb. Ez a rianás a dómmező északi szélén húzódik. Mivel igen vékony, megfigyeléséhez legalább 15 cm-es optika és kiváló légkör szükséges.



A Marius-kráter Kárpáti Ádám 2007. november 21-én, a Polaris Csillagvizsgáló 200/2470-es refraktorával végzett észlelés alapján készült rajzán

Csillagfedések

dátum		UT			J	csillag	m _v	Hold fázisa	h	pozíció	
hó	nap	h	m	s						CA	PA
12	6	18	18	54.6	be	3161	7.9	29+	13	60N	43
12	6	18	41	33.8	be	164524	7.2	29+	10	83S	80
12	7	16	23	22.0	be	165049	7.7	39+	29	8N	347
12	8	16	48	25.8	be	3422	6.7	50+	36	31S	126
12	8	17	8	5.9	ki	3422	6.7	50+	36	0S	157
12	8	19	37	34.5	be	146658	7.3	51+	26	70S	87
12	8	19	45	46.4	be	3432	6.2	51+	25	39N	15
12	9	21	38	17.3	be	24	6.8	63+	22	34N	11
12	9	21	42	58.7	be	26	7.0	63+	21	78N	54
12	10	16	58	4.8	be	132	6.7	73+	46	56N	34
12	10	18	59	1.6	be	109609	7.8	73+	50	87N	64
12	10	19	45	12.2	be	109626	7.8	74+	47	90S	68
12	10	20	33	55.4	be	146	4.3	74+	42	17N	355
12	10	21	7	44.0	ki	146	4.3	74+	38	-41N	297
12	10	22	27	0.2	be	162	6.9	74+	27	45N	23
12	11	18	44	16.6	be	285	7.5	83+	56	81N	62
12	12	18	11	37.6	be	421	6.6	91+	53	56S	111
12	13	15	50	21.3	be	76156	6.9	96+	25	48S	127
12	13	16	36	54.1	be	76189	7.0	96+	33	35N	31
12	13	16	54	6.4	be	556	5.4	96+	36	56S	120
12	13	17	18	12.8	be	559	6.5	96+	40	44N	40
12	13	17	28	5.7	be	564	6.2	96+	41	88N	84
12	13	17	38	42.6	be	567	6.8	96+	43	66N	63
12	13	18	6	8.4	be	570	7.0	96+	48	62N	59
12	13	21	29	31.1	be	587	6.2	97+	67	84N	83
12	15	16	42	51.6	ki	890	4.6	100 –	17	80N	238
12	16	18	26	37.8	ki	1067	7.1	97 –	23	68N	286
12	16	23	23	39.8	ki	1088	5.8	97 –	67	69S	245
12	17	2	34	16.2	ki	1105	6.5	96 –	56	79N	227
12	17	4	37	21.3	ki	79316	7.5	96 –	36	48S	279
12	18	23	58	57.0	ki	80631	7.6	85 –	53	81S	275
12	20	0	53	32.9	ki	1464	7.5	76 –	50	66N	313
12	20	4	5	7.7	ki	98914	8.0	75 –	54	60N	319
12	22	2	10	58.1	ki	1668	7.5	57 –	39	89S	292
12	22	4	36	10.9	ki	118917	7.3	57 –	46	23N	1
12	22	5	48	1.5	ki	1678	5.8	56 –	41	43N	341
12	27	5	1	26.4	ki	183307	8.4	13 –	12	64S	255
12	28	5	32	6.7	ki	2312	5.4	7 –	7	78S	260

Évfordulók

250 éve fedezte fel Bode az M81 galaxist

Az M81 igen látványos spirálgalaxis a Nagy Medve csillagképben. Noha a Messier-féle katalógusra utal a neve, Johann Elert Bode (1747–1826) berlini csillagász fedezte fel 1774. december 31-én. Ugyanekkor fedezte fel az M82-t is, a két galaxis igen közel van egymáshoz. Így írt a felfedezésről:

„December 31-én a távcsövön keresztül, a Nagy Medve fejéhez közel, 666293154 d csillagtól keletre, a fülnél, két kis ködös foltot vettem észere egymástól mintegy $\frac{3}{4}$ foknyi távolságra [...] Az α folt nagyjából kereknek tűnik, és egy sűrű mag van a közepén. A másik, a β viszont nagyon halvány és hosszúak alakú. Az α távolságát d-től $2^\circ 7'$ -re a ρ -tól $5^\circ 2'$ -re és 2σ -tól $4^\circ 32'$ -re tudtam némi megbízhatósággal meghatározni; a β azonban túl halvány volt...” (Johann Elert Bode: „Ueber einige neu entdeckte Nebelsterne und einem vollständigen Verzeichnisse der bisher bekannten, *Astronomisches Jahrbuch oder Ephemeriden für das Jahr 1779. nebst einer Sammlung der neuesten in die astronomischen Wissenschaften einschlagenden Beobachtungen, Nachrichten, Bemerkungen und Abhandlungen*, szerk. J. E. Bode, Berlin, 1777, pp. 65–71).

Pierre François André Méchain (1744–1804) Bodétól függetlenül 1779 augusztusában újra felfedezte az objektumot. Messier szerint: „Köd a Nagy Medve füléhez közel [...] Bode úr fedezte fel Berlinben 1774. december 31-én, és Méchain úr 1779 augusztusában.” (Charles Messier: „Catalogue des nébuleuses et des amas d'étoiles”, *Connaissance des temps, ou connaissance des mouvemens célestes, Pour l'année bissextile 1784*, szerk. Edme-Sébastien Jeaurat, Paris, 1781, pp. 227–269.)



400 éve halt meg Simon Marius



Simon Mayr, ismertebb nevén Simon Marius, 1573. január 10-én született a bajorországi Gunzenhausenben. Tanult Németországban, Itáliában, 1601-ben rövid ideig Tycho Brahe segítője volt Prágában. Hazatérte után az anspachi örgróf szolgálatába állt, és ott is maradt haláláig, 1624. december 26-ig.

Marius munkássága kevésbé ismert, és sokáig rossz híre is volt, mivel Galilei plagizálással vádolta. Marius 1614-ben publikálta leghíresebb művét, a *Mundus Iovialis* (*Mundus Iovialis Anno M. DC. IX. detectus ope perpicilli Belgici*, Nürnberg, 1614). Ebben beszámolt a Jupiter holdjainak felfedezéséről, és el is nevezte azokat – e neveket használjuk ma is: Io, Europa, Ganymedes és

Callisto (*Mundus Iovialis*, f. B2r). A könyv végén (ff. F4r-G3r) található táblázatok segítségével 1631-ig ki lehetett számítani a holdak pozícióját.

Mivel Marius könyve csak Galilei *Sidereus Nuncius*a (l. Meteor Csillagászati Évkönyv 2009, pp. 237–274, Csaba György Gábor fordítása) után jelent meg, Galilei plágiumnak tekintette, és az *Il saggiatore* (Róma, 1623) c. könyvében ezt szövé is tette, Marius reputációját évszázadokra rönkretéve. Azonban sokkal valószínűbb, hogy egymástól függetlenül fedezték fel a holdakat, és Marius ártatlan (Jay Pasachoff: „Simon Marius's *Mundus Iovialis* and the Discovery of the Moons of Jupiter”, in *Simon Marius and His Research*, szerk. Hans Gaab és Pierre Leich, Springer, 2018).

A *Mundus Iovialis* még egy érdekességgel szolgál: a bevezetésben megemlíti, hogy 1612. december 15-én egy érdekes csillagot látott, amelyhez hasonlót az egész égen nem találni. E csillag pedig az Androméda-köd, amelyet Marius újra felfedezett a 10. századi perzsa csillagász, Abd al-Rahman al-Süfi után.

Marius életében nem kapott méltó elismerést. A múlt században több emléktáblát avattak tiszteletére Németországban. Emlékét őrzik egy holdkráter és egy kisbolygó is, a (7984) Marius.

100 éve halt meg Hugo von Seeliger



Hugo von Seeliger 1849. szeptember 23-án született az akkor Ausztriához tartozó Bialában (ma Bielsko-Biala Lengyelországban). Egyetemi tanulmányait Heidelbergben kezdte és Lipcsében fejezte be. Itt szerzett doktori fokozatot Carl Bruhns vezetésével (*Zur Theorie der Doppelsternbewegungen*, Lipcse, 1872). Ugyancsak Lipcsében kezdte el a csillagászati munkát, amit Bonnban folytatott, még Argelander vezetésével. 1878 és 1881 között a lipcsei egyetemen adott elő, majd a gothai csillagda vezetője lett. 1882-től Münchenben dolgozott, a helyi csillagda igazgatója volt, és az egyetemen is tanított. Leghíresebb tanítványa Karl Schwarzschild (1873–1916) volt. Münchenben maradt egészen 1924. december 2-án bekövetkezett haláláig.

Seeliger legjelentősebb eredményeit a sztelárstatistika területén érte el. A Bonner Durchmusterung alapján végzett statisztikai számításai (pl. „Betrachtungen über die räumliche Vertheilung der Fixsterne”, *Abhandlungen der Bayerischen Akademie der Wissenschaften, Mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse* **19**, 565–629, 1899) szerint egy-egy térfogatban a csillagok száma a Naptól távolodva csökken, így egy lencse alakú rendszert képzelt el, amelyben a Nap a központhoz közel helyezkedik el. Ez lett a Tejútrendszer standard modellje mindaddig, amíg Harlow Shapley kutatásai alaposan meg nem változtatták a galaxisról alkotott képet.

Változócsillagokkal is foglalkozott. Különösen az „új” csillagok érdekelték, foglalkozott az S Andromedaevel („Ueber den neuen Stern im Andromedanebel”, *Astronomische Nachrichten* **113**, cols. 353–358, 1886), a Perseusban és az Aurigában megfigyelt novákkal. Az Aurigában feltűnt új csillag esetében („Ueber den neuen Stern im Sternbilde Auriga”, *Astrono-*

mische Nachrichten **130**, cols. 393–406, 1892) felélesztette és továbbfejlesztette Klinkerfues elméletét („Ueber den Lichtwechsel der Veränderlichen”, *Nachrichten der Königl. Gesellschaft der Wissenschaften und der G. A. Universität zu Göttingen* No. 1, pp. 1–9, 1865), amely szerint a jelenséget az okozza, hogy a sötét, elnyelő atmoszférával burkolt csillagot megközelíti elnyúlt ellipszispályán keringő kísérője, és az árapályhatás miatt láthatóvá válik a csillag addig láthatatlan felszíne. Az elhalványodást pedig a kísérő távolodása okozza, amivel visszaáll az eredeti helyzet, az atmoszféra ismét elnyeli a csillag felszínének fényét.

Seeliger elutasította a relativitáselméletet, és a megfigyeléseket alternatív módon magyarázta, miközben Newton gravitációs törvényét is módosította.

A Royal Astronomical Society 1892-ben külső tagnak, a Magyar Tudományos Akadémia pedig 1899-ben tiszteleti tagjának választotta. Az Astronomische Gesellschaft elnöke volt 1897-től 1921-ig. Nevét egy holdkráter és a (892) Seeligeria kisbolygó őrzi.

300 éve született John Michell

John Michell a 18. századi csillagászat egyik legeredetibb gondolkodású szereplője volt. 1724. december 25-én született a nottinghamshire-i Eakring faluban. Egykorú kép nem maradt fent róla, viszont egy, a British Library-ben őrzött kézirat szerint „alacsony, kövér, sötét bőrű ember” volt.

A cambridge-i egyetemen tanult, 1752-ben, majd 1761-ben szerzett fokozatot, ez utóbbit teológiából. Az egyetemen tanított 1767-ig, amikor kinevezték a Leeds közelében található Thornhill lelképásztórává, ezt az állást 1793. április 21-én bekövetkezett haláláig töltötte be.

Michell kétségtelenül legnevezetesebb eredménye, hogy megmutatta, léteznek olyan égitestek, amelyek felszínén a gravitáció akkora, hogy a fény sem tudja elhagyni – azaz, mai elnevezéssel fekete lyukak („On the Means of discovering the Distance, Magnitude, &c. of the Fixed Stars, in consequence of the Diminution of the Velocity of their Light, in case such a Diminution should be found to take place in any of them, and such other Data should be procured from Observations, as would be farther necessary for that Purpose”, *Philosophical Transactions* **74**, 35–57, 1784). Úgy találta, hogy ez bekövetkezhet egy olyan csillag esetében, amelynek a sűrűsége megegyezik a Napéval, de a sugara 497-szerese a Napénak.

Michell másik fontos eredménye a kettőscsillagokhoz és csillaghalmazokhoz kapcsolódik. Úgy vélte, hogy sokkal több csillagcsoportosulás (kettős vagy többes rendszerek, halmazok) látható az égen, mint az egy véletlenszerű csillageloszlásból következne („An Inquiry into the Probable Parallax, and Magnitude of the Fixed Stars, from the Quantity of Light Which They Afford us, and the Particular Circumstances of Their Situation”, *Philosophical Transactions* **57**, 234–264, 1767). Ő volt az első, aki statisztikai megfontolásokat alkalmazott a csillagászatban.

A csillagászaton kívül a szeizmológiának is egyik úttörője. Az 1755. évi liszaboni földrengés hatására kidolgozott egy elméletet a földrengések keletkezésére („Conjectures concerning the Cause, and Observations upon the Phaenomena of Earthquakes; Particularly of That Great Earthquake of the First of November, 1755, Which Proved So Fatal to the City of Lisbon, and Whose Effects Were Felt As Far As Africa, and More or Less throughout Almost All Europe”, *Philosophical Transactions* **51**, 566–634, 1760). E munkájáért 1761-ben a Royal Society tagjának választották.

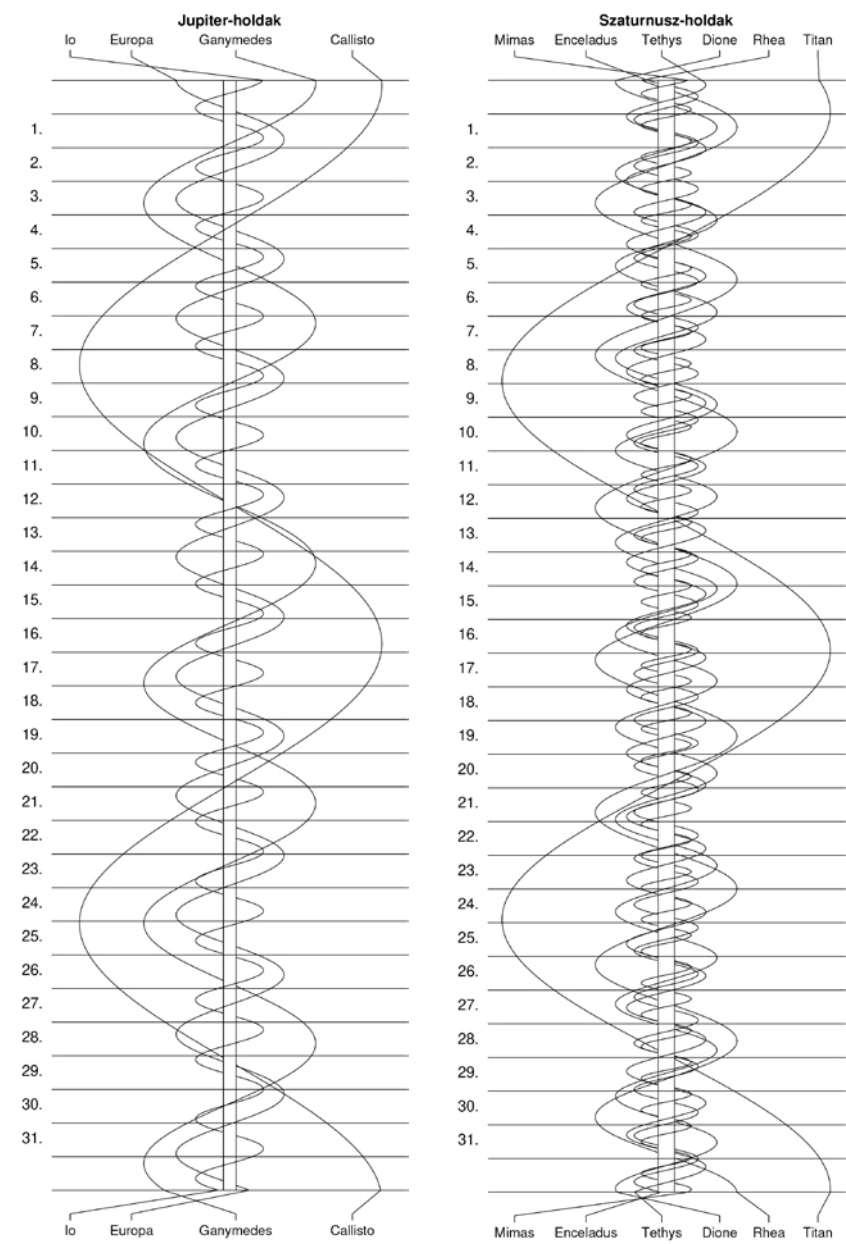
Jupiter-holdak

nap	UT h:m	hold	jelenség
1	4:54,7	Io	fk
	18:35,0	Ganymedes	ák
	19:19,6	Ganymedes	ek
	20:47,4	Ganymedes	áv
	21:20,4	Ganymedes	ev
2	2:2,5	Io	ák
	2:12,0	Io	ek
	4:14,9	Io	áv
	4:23,7	Io	ev
	16:27,0	Europa	áv
	16:42,6	Europa	ev
	23:23,4	Io	fk
3	1:43,2	Io	mv
	20:31,1	Io	ák
	20:37,8	Io	ek
	22:43,6	Io	áv
	22:49,5	Io	ev
4	17:51,9	Io	fk
	20:9,0	Io	mv
5	17:12,3	Io	áv
	17:15,5	Io	ev
6	3:11,5	Europa	ák
	3:18,1	Europa	ek
7	21:20,0	Europa	fk
	23:54,6	Europa	fv
8	22:33,9	Ganymedes	ek
	22:34,9	Ganymedes	ák
9	0:35,6	Ganymedes	ev
	0:48,6	Ganymedes	áv
	3:55,4	Io	ek
	3:57,1	Io	ák
	16:24,7	Europa	ek
	16:29,3	Europa	ák
	18:56,1	Europa	ev
	19:3,2	Europa	áv
10	1:14,8	Io	mk
	3:30,4	Io	fv
	22:21,3	Io	ek
	22:25,8	Io	ák
11	0:33,1	Io	ev
	0:38,4	Io	áv
	19:40,6	Io	mk
	21:59,0	Io	fv
12	16:47,2	Io	ek
	16:54,5	Io	ák
	18:59,0	Io	ev

nap	UT h:m	hold	jelenség
12	19:7,1	Io	áv
13	5:31,7	Europa	ek
	16:27,7	Io	fv
14	23:35,2	Europa	mk
15	2:31,7	Europa	fv
16	1:49,2	Ganymedes	ek
	2:35,9	Ganymedes	ák
	3:52,2	Ganymedes	ev
	4:50,7	Ganymedes	áv
	18:38,5	Europa	ek
	19:5,2	Europa	ák
	21:9,9	Europa	ev
	21:39,3	Europa	áv
17	2:58,3	Io	mk
	5:25,1	Io	fv
18	0:5,0	Io	ek
	0:20,6	Io	ák
	2:16,9	Io	ev
	2:33,3	Io	áv
	15:50,7	Europa	fv
	21:24,3	Io	mk
	23:53,7	Io	fv
19	18:31,1	Io	ek
	18:41,7	Ganymedes	fv
	18:49,4	Io	ák
	20:43,0	Io	ev
	21:2,1	Io	áv
20	15:50,3	Io	mk
	18:22,4	Io	fv
21	15:30,8	Io	áv
22	1:50,1	Europa	mk
	5:9,2	Europa	fv
23	5:5,1	Ganymedes	ek
	20:53,0	Europa	ek
	21:41,1	Europa	ák
	23:24,5	Europa	ev
24	0:15,3	Europa	áv
	4:42,3	Io	mk
25	1:49,4	Io	ek
	2:15,6	Io	ák
	4:1,2	Io	ev
	4:28,3	Io	áv
	18:28,2	Europa	fv
	23:8,4	Io	mk
26	1:48,5	Io	fv
	18:32,6	Ganymedes	mk

nap	UT h:m	hold	jelenség
26	20:15,6	Io	ek
	20:44,4	Io	ák
	22:27,5	Io	ev
	22:43,2	Ganymedes	fv
	22:57,1	Io	áv
27	17:34,6	Io	mk
	20:17,2	Io	fv
28	16:53,7	Io	ev
	17:25,8	Io	áv
29	4:6,2	Europa	mk
30	23:8,8	Europa	ek
31	0:16,9	Europa	ák
	1:40,2	Europa	ev
	2:51,3	Europa	áv

f = fogyatkozás: a hold a Jupiter árnyékában
á = átvonulás: a hold árnyéka a Jupiteren
e = előtte: a hold a Jupiter korongja előtt
m = mögötte: a hold a Jupiter korongja mögött
k = a jelenség kezdete
v = a jelenség vége



CIKKEK

NICOLAUS COPERNICUS

Rövid feljegyzése az égi mozgások által megállapított elméleteiről¹

(Általános bevezető rész)

Elődeink az égi köröknek ama sokaságát, úgy látom, abból az okból tételezték föl, hogy a csillagok² közt megjelenő mozgások szabályszerűségét „megmentsék”. Igen valószínűtlennek látszott ugyanis, hogy a teljesen gömbölyű égitestek nem mozognának mindig egyenletesen. Lehetségesnek látták viszont, hogy szabályos mozgások összetétele avagy kombinációja bizonyos helyről valamilyen egyenetlennek lássék.

A koncentrikus körökkel dolgozó Kallipposz és Eudoxosz nem tudta ezt levezetni, sem a csillagok mozgásában visszakapni minden szabályosságot; nemcsak azokat, amelyek a csillagok keringésében látszanak, de még azt sem, hogy csillagok majd felemelkednek a magasba, majd meg számunkra úgy látszik, hogy lejjebb ereszkednek, amit a koncentricitás a legkevésbé sem tartalmaz. Így hát célszerűbbnek tűnt az a vélemény, hogy excentrikusokat és epiciklusokat alkalmazzanak, amiben végül a bölcsek legtöbbje egyetértett. Ám ami-

1 Kopernikusz 1503-ban itáliai tanulmányait befejezve tért haza. Agyában nem csak az egyházjogot (amelyből doktorált) és az orvostudományt hozta magával, hanem új – az elfogadott ptolemaioszi világképnek ellentmondó – elképzelését is a világ szerkezetéről. Ekkor öt nagybátyja és addigi gyámja, Lucas Watzelrode, Ermland püspöke, vette magához udvari orvosként. Kopernikusz itt fogalmazta meg csillagászati nézeteit a kb. 1507-ben elkészült *Commentariolus* lapjain. Nem kiadásra szánta, hanem kéziratban, másolatban terjesztették. Nem tudjuk, hány példányban és kinek küldték meg; sőt azt sem, hogy a példányok szövege, illetve címe pontosan követi-e az eredetit. A fennmaradt másolatok alapján „*Nicolai Copernici de hypothesisibus motuum caelestium a se constitutis commentariolus*”, azaz „Nicolaus Copernicus kis feljegyzése az égi mozgások általa megállapított elméleteiről” címen ismerjük – a *Commentariolus*-t legszívesebben „*Feljegyzésecské*”-nek vagy „*Kommentárká*”-nak fordítanám.

2 csillagok (*sidus*): Kopernikusz a bolygókat következetesen ezzel a szóval jelöli; szóhasználatát a stiláris hűség kedvéért megtartottam.

ket Ptolemaiosz és a többiek itt-ott rántak ezekről, a számokat illetően megfeleltek, de mégsem látszottak kevésbé kétségesnek. Nem voltak ugyanis elégségesek, hacsak még bizonyos ekváns köröket is el nem képzeltek, amiből kitűnt, hogy a csillag sem a saját deferens körén, sem a maga [epiciklusának] középpontján nem mozog állandó sebességgel. Így hát az ilyen elképzelés nem látszott sem eléggé tökéletesnek, sem a józan ész számára elég megfelelőnek.

Tehát, midőn ezeket fölismertem, gyakran elgondolkodtam azon, hátha a körök elhelyezésének észszerűbb módját is meg lehetne találni, amiből mind-ez a megjelenő szabálytalanság következne, miközben minden kör magában egyenletesen mozog, ahogy az abszolút mozgás szabálya megkívánja. E valóban nehéz, sőt csaknem megoldhatatlan dologba belefogva végül is kiderült számomra, hogyan lehetséges ez kevesebb, de sokkal alkalmasabban elhelyezett körrel, mint amit valaha javasoltak, ha nekünk bizonyos követelményeket megengednek, amelyeket axiómáknak neveznek; ezek rendre így következnek:

Első feltevés

Az égi szféráknak vagy gömböknek nincs egy közös középpontja.

Második feltevés

A Föld középpontja nem a világ középpontja, csak a nehézkedésnek és a holdpályának.

Harmadik feltevés

Minden szféra a Napot kerüli meg, mintegy minden létező középpontjában lévőt, s így a világ középpontja a Nap táján van.

Negyedik feltevés

A Nap–Föld-távolságnak és az égbolt magasságának aránya kisebb, mint a Föld félátmérőjéé a Nap távolságához, annyira, hogy ez az égbolt magasságához képest elhanyagolható.

Ötödik feltevés

Bármely mozgás látható az égen, az részben³ nem a saját, hanem a Föld mozgásából ered. Az egész Föld tehát a hozzá tartozó elemekkel együtt a

3 részben – Kopernikusz fogalmazása itt kétértelmű. Úgy is lehet érteni, ahogy általában fordítani szokták – szó szerint kb. „nem a saját, hanem a Föld mozgása részéről...”, vagy „részben nem sajátja, hanem a Földé...”. Én az utóbbit választottam, hiszen Kopernikusz elméletéből világos, hogy szerinte mind a Föld, mind az égitestek mozognak, s amit látunk, e mozgások „eredője”. Emellett szól a hatodik feltevés megfogalmazása is.

napi mozgás során megfordul a maga mozdulatlan sarkai körül, miközben a változatlan csillagos ég, illetve a legkülső égbolt mozdulatlan marad.

Hatodik feltevés

Ami számunkra látszik a Nap körüli mozgásokból, annak oka nem a Napban, hanem a Földben és a saját szféránkban van, amivel keringünk, mint bármely más csillag; így tehát a Föld is többféleképpen mozog.

Hetedik feltevés

Ami a bolygók⁴ hátráló és előretartó mozgásából látszik, részint nem sajátjuk, hanem a Földé. Ugyanis ez a mozgás elegendő az égen megjelenő szabálytalan mozgások magyarázatára.

E premisszákkal tehát megkísérlem röviden bemutatni, amit a mozgások egyenletes volta rendezetten szolgáltatni tud. Úgy határoztam azonban, hogy a rövidség kedvéért elhagyom a matematikai bizonyításokat, s fenntartom ezeket egy nagyobb mű számára. Azonban a pályák félátmérőjének mértékeit elhelyezem itt azon körök bemutatásában, amikből a matematika művészetében nem járatan könnyen megérti, mennyire jó egyezésben vannak a számok és a megfigyelések a körök ilyenén összeállításával.

Sőt, nehogy valaki véletlenül azt higgye, hogy a Föld mozgását a püthagoreusokhoz ragaszkodva határoztam meg, itt komoly érveket is fog kapni a körök leírásában.

Mindenesetre mindaz, amivel a természetfilozófusok annak⁵ stabilitását igen erősen igazolni akarják, teljesen a látszatra támaszkodik: itt ez mind rögtön összeomlik, amint ama látszaton túllépünk.

A szférák rendjéről

Az égi szférák a következő rendben állnak össze. A legfelső az állócsillagoké⁶, mely mindent magában foglal és tartalmaz, alatta a Szaturnuszé, melyet a Jupiteré, ezt a Marsé követi. E szféra alatt van az, amelyen mi keringünk, aztán a

4 Ez az egyetlen hely a Commentariolus-ban, ahol Kopernikusz a bolygókat a szokásos szóval „erratici”-nak, azaz bolyongóknak nevezi.

5 annak – ti. a Földnek

6 állócsillagok – Kopernikusz ezeket a bolygóktól megkülönböztetésül mindig „stella fixa” névvel jelöli.

Vénuszé, az utolsó a Merkúré. A Hold szférája pedig a Föld központja körül forog, és az mintegy epicikluson viszi magával. Ugyanebben a sorrendben pedig egyik felülmúlja a másikat a keringés sebességében, aszerint, ahogy rövidebb vagy hosszabb köröket járnak be. Így aztán a Szaturnusz harminc év alatt jár körbe, a Jupiter tizenkét, a Mars két év alatt, a Föld egy év alatt tesz meg egy kört, a Vénusz kilenc hónap, a Merkúr három alatt járja be körét.

A Nap körüli mozgásokról

A Föld háromféle mozgást végez. Az elsőt a nagy körön⁷, ami a Napot kerüli meg, az állatövi jegyek rendje szerint egy év alatt, azonos idők alatt azonos ívet megtéve: ennek középpontja a Nap középpontjától pályája félátmérőjének huszonötöd részével tér el. Mivel pedig félátmérője a firmamentum⁸ magasságához képest elhanyagolható, következik, hogy e mozgás miatt a Nap körbejárni látszik, éppúgy, mintha a Föld a világ középbe esnék, így hát ez a mozgás nem a Napot, hanem inkább a Földet illeti; ha például ez⁹ a Capricornus alatt van, a Nap az átló irányában a Cancerben található, és így tovább. A Nap saját mozgása persze egyenetlen mozgásnak fog látszani a pálya középpontjától való távolsága miatt, mint már említettük: a legnagyobb eltérés két és egyhatod fok. Éspedig a Nap magától a középponttól a firmamentum azon pontja felé tér el, amely állandóan nagyjából 10 fokkal nyugatra van attól a fényes csillagtól, amely a Gemini fejében a legragyogóbb. Így hát a Nap akkor található a legmagasabban, amikor a Föld e hellyel szemben áll, közrefogva a világ közepét, és ezáltal e kör nem csak a Földet viszi körbe, hanem mindent, amit a Hold szféráján belül található.

A Föld másik mozgása a napi forgás – ez a legsajátabban az övé –, a pólusai körül a jegyek rendje szerint, azaz kelet felé siklik, miáltal az egész világ sebes örvényben körülfutni látszik körülöttünk. Természetesen a Föld a körben folyó vízzel és a szomszédos levegővel együtt forog.

7 nagy kör – e kifejezés Kopernikusnál az egész Commentariolus-ban mindenütt a Föld deferensét jelöli.

8 firmamentum – az állócsillagokat tartalmazó szféra

9 ez – ti. a Föld

A harmadik a deklinációs mozgás. A napi forgás tengelye ugyanis nem párhuzamos a nagy kör tengelyével, hanem a kerület helye szerint elhajlik tőle, a mi századunkban körülbelül 23 és fél fokkal. Tehát a Föld középpontja mindig az ekliptika síkján maradván, eszerint a nagy körön való körbehaladáskor pólusai mindkét oldalon kis köröket írnak le a nagy kör tengelyétől egyenlő távolságban lévő középpontok körül. És ez a mozgás csaknem kiegyenlíti az évi keringést, és a nagy körnek csaknem pontosan megfelel. De valójában a nagy kör tengelyének a mozdulatlan égbolttal [való metszése] szolgáltatja azok[nak a pontoknak a] szerkesztését, amiket az ekliptika pólusainak neveznek. A deklinációnak ez a mozgása a földgolyó napi forgása pólusainak mozgásával összetéve az ég ugyanazon pontjához képest mindig megmaradna, ha teljesen egyenlő lenne a periódusuk¹⁰. Már hosszú ideje felfedezték, hogy a Földnek ez a helyzete az égbolt arculatához képest változik, és ezért látszik sokak számára úgy, hogy magát az égboltot hordozzák valamilyen mozgások, amelyek törvényei nincsenek még eléggé feltárva. Ámde aligha csoda, hogy mindez a Föld mozgékonyaságából származhatik. Hogy azonban a pólusok min függenek, azt megmondani nem rám tartozik. Bár látom mindennapos dolgokon, hogy mágneshez dörzsölt vaspálcika mindig a világ ugyanazon irányához törekszik. Lehetségesnek látszik tehát a vélemény, hogy a földgolyó közelében van valami, ami felé maguk a pólusok vonzódnak, és ami kétségkívül a Hold alatt kell, hogy legyen.

Hogy a mozgások nem a nap-éj egyenlőséghez, hanem az állócsillagokhoz viszonyítva egyenletesek

Midőn tehát a nap-éj egyenlőségi pontok és a világ többi sarkpontjai jelentősen változnak, ennek tévedéshez kell vezetnie. Mindazok, akik megpróbálták az évi mozgásnak ezt az egyenletességét levezetni, a különböző korokban sok megfigyelési kísérlettel különféle eredményeket kaptak. Így Hipparkhosz 365 és egy negyed napot talált, a káldeus Albategnius szerint az év 365 nap, 5 óra, 46 perc, vagyis 13 és háromötöd perccel rövidebb, mint Ptolemaiosz szerint. Másfelől viszont Hispalensis¹¹ egyhuszad órával hosszabbnak, azaz 365 nap 5 óra és 49 perccel találta az évi forgást.

10 A periódusok különbségéből adódik a precesszió jelensége.

11 Edward Rosen a Commentariolus egyik angol fordítója szerint itt nem Sevilai Izidorról, hanem egy Alfonso Hispalensis nevű tudósról van szó a 15. sz. végéről (lásd *Three Copernican Treatises*, (1959) Dover, p. 66., 21. lj.), de nem biztos, hogy igaza van. (Zs.E.)

De nehogy ez az eltérés a megfigyelések pontatlanságából lássék következni, ha valaki mindegyiket alaposabban megvizsgálja, azt fogja találni, hogy az mindig egybevág a nap-éj egyenlőségi pontok változásával. Hogy ugyanis a világ sarkpontjai évszázadonként egy fokkal elmozdulnak, azt valamiképpen már Ptolemaiosz korában ismerték, és ez az évi mérték volt az, amit maga Ptolemaiosz is megadott. Amikor aztán az elkövetkező századokban kisebb ellenállással találkozva nagyobb változékonysággal mozogtak a sarkpontok, annál rövidebb lett az év, minél gyorsabb lett a sarokpontok mozgása. Hiszen a gyorsabb mozgás miatt rövidebb időnként találkoztak az évi mozgással. Helyesebben tenné tehát, aki az év egyenletességét az állócsillagokhoz viszonyítaná. Ha ezt tesszük a Virgo Spicája alapján az évet mindig 365 nap 6 és körülbelül egyhatod órának találjuk, ahogy ezt az ókori Egyiptomban is meghatározták. Ugyanerre kell tekintettel lenni a csillagok egyéb mozgásánál is, hogy helyezzük és az égbolt alatti mozgásaik törvényeit megmutassák magának az égboltnak megbízható tanúsága által.

A Hold

A Hold az évi keringésen kívül, amit már mondtunk, négyféleképpen látszik mozogni. Ugyanis deferens körén a Föld középpontja körül a jegyek rendje szerint havonta¹² végez egy forgást. Magával viszi pedig azt, amit az első eltérés [egyenlőtlenség] vagy növekedés [argumentum] epiciklusának neveznek, mi pedig elsőnek vagy nagyobb, és amelyhez egy másik epiciklus van rögzítve, amely az első körének felső részén egy [sziderikus] hónapnál hosszabb idő¹³ alatt kering az ellenkező irányba. Végül a Hold ehhez rögzítve [ti. a második epiciklushoz] egy [szinódikus] hónap alatt két fordulatot végez az első epiciklus mozgásával ellentétes irányban, oly módon, hogy akárhányszor a nagyobb epiciklus áthalad a nagy szféra középpontját a Föld középpontjával összekötő egyenesen, melyet a nagy kör átmérőjének nevezünk, akkor van a Hold a legközelebb a nagyobb epiciklus centrumához, ez az új- és telehold [ideje] környékén következik be, míg másrésről ezek között félúton, a kvadraturák alatt a legtávolabb. A nagyobb epiciklus félátmérőjének aránya saját pályája de-

¹² Ez a sziderikus hónap. (Zs. E.)

¹³ ti. az anomalisztikus hónap (Zs. E.)

ferenséhez tíz az egy és egy tizennyolcadhoz, a kisebb epiciklus félátmérőjéhez pedig ugyanannak négy és háromnegyede.

Ezáltal a Hold tehát néha gyorsabban, máskor lassabban látszik felkelni és lenyugodni is, és az első egyenlőtlenségbe a kisebb epiciklus mozgása két komponensű változást visz bele: mivel a Holdat elvonja az egyenletes mozgástól a nagyobb epicikluson, ebben az esetben a kiegyenlítés 12 és egynegyed fok a [nagyobb epiciklus] kerületének vagy sugarának megfelelően, és hol eltávolítja, hol közelíti hozzá [ti. a nagyobb epiciklus centrumához] a [kisebb epiciklus] félátmérőjével. Amidőn tehát emiatt a nagyobb epiciklus középpontja körül a Hold egyenlőtlen körpályákat ír le, előfordul, hogy az első egyenlőtlenség sokféleképp változik. Innen van, hogy a Nappal való együttállások és szembenállások környékén az efféle eltérés nem haladja meg a 4 fok 56 ípercet, kvadraturákban viszont 7 fok 36 ípercet is elérhet. Akik ezt egy excentrikus körrel igyekeznek magyarázni, azok, eltekintve magának a körmozgásnak oda nem illő egyenetlen voltától, két nyilvánvaló hibába esnek.

A matematikai számítással következik ugyanis, hogy a Hold a kvadraturákban, amikor az epiciklus legalsó pontján található, mintegy négyszer nagyobb, mint látszana (ha persze az egész fénylene), mint új- és teleholdkor, hacsak valaki, igen hebehurgyán, magának a testnek növekedést és kisebbedést nem tulajdonít. Így pedig a Hold parallaxisát, mivel a Föld nagysága összemérhető a [Hold] távolságával, a kvadraturák körül nagyon megnöveli. De ha valaki ezt szorgalmasan megvizsgálná, nagyon csekély különbséget találna a kvadraturákban és új- vagy telihold idején, és ezért nemigen kételkednék abban, hogy elméletem helyesebb.

E három hosszúságbeli mozgással a Hold körbejárja a szélességbeli mozgás pontjait, mivel az epiciklusok tengelyei párhuzamosak a pálya tengelyével, tehát attól nem távolodnak el. De ennek a pályának a tengelye a nagy kör vagy ekliptika tengelyétől elhajlik, miáltal a Hold eltávolodik az ekliptika síkjától. Eltér pedig a szög nagysága szerint, ami a kör kerületétől 5 fokot is meghalad, melynek pólusai elfordulnak állandó távolságban az ekliptika tengelye körül, körülbelül úgy, ahogy a deklinációról mondtuk: de a jegyek sorrendjével szemben és sokkal lassabban, úgyhogy egy körülfordulás tizenkilenc évet vesz igénybe. Sokan úgy látják, hogy ez valamely magasabb körön történik, amelyhez csatolva a pólusok ezen a módon forognak. Ilyennek látszik tehát a Hold mozgásainak felépítése.

A három felsőbb bolygó: Szaturnusz, Jupiter, Mars

A Szaturnusz, Jupiter és a Mars mozgásainak rendszere hasonló, mivelhogy szféráik a nagyot [ti. kört] körbezárják, és annak a nagy körnek a közös középpontja körül keringenek a jegyek sorrendje szerint. De a Szaturnusz szférája harminc év alatt jár körbe, a Jupiteré tizenkét év, a Marsé huszonkilenc hónap alatt, úgy, mintha ezeket a keringéseket a szféra nagysága lassítaná. Mert a nagy kör félátmérőjét 25 egységnek véve a Mars szférájának sugara 38, a Jupiteré 130 és öt tizenketted, a Szaturnuszé 230 és egyhatod egység¹⁴. Félátmérőnek a szféra közepe és az első epiciklus középpontja közti távolságot nevezem. Mindegyiküknek két epiciklusa van, ezek egyike hordozza a másikat, olyanféleképp, ahogy a Holdnál is mondtuk, de más szabály szerint.

Az első epiciklus ugyanis a szféra mozgásával szemben mozog ugyanolyan keringési idővel, a másik, amelyen a csillag található, ezzel ellentétesen az első mozgás sebességének kétszeresével jár körbe; úgyhogy valahányszor a második epiciklus a deferens centrumától a legnagyobb vagy ellenkezőleg, a legkisebb távolságban van, akkor van a csillag az [első] epiciklus középpontjához legközelebb, míg a [második epiciklushoz tartozó] kvadraturákban, vagyis köztük félúton pedig a legtávolabb. Tehát a szféra és az epiciklusok mozgásainak összetételével és a keringések hasonlóságával [ti. összemérhetőségével] elérjük, hogy az ilyenféle legnagyobb eltávolodások és közeledések megőrizték teljesen stabil helyüket, továbbá mindenol bizonyos állandó mozgásmintákat követnek az állócsillagok szférájához képest. Így változatlan apszisvonaluk van: mégpedig azt mondják, hogy a Szaturnuszé a Sagittarius könyöke fölötti csillag táján van, a Jupiteré 8 fokkal a Leo farka végének csillaga mögött, a Marsé 6 és fél fokkal a Cor Leonis előtt.

Az epiciklusok nagysága pedig a következő: A Szaturnusznál az elsőnek a sugara 19 rész és 41 perc¹⁵, ha a nagy kör sugarát 25-nek vesszük; a második

¹⁴ Az adatok mai szemmel nézve is elég pontosak, talán csak a Szaturnusz esetén nagyobb kisé a hiba: helyesebben ez nem 230, hanem kb. 239 „egység” lenne. Ma nem a földpálya sugarának 25-öd részét használjuk egységnek, hanem magát a sugarat, és csillagászati egységnek nevezzük.

¹⁵ 19 rész és 41 perc – Furcsa egységek. A Föld deferense sugarának 25-öd része 1 egység, ennek 60-adát nevezi Kopernikus 1 percnak – ha jól értem a szövegben következő fejtegetés alapján.

epiciklus 6 rész és 34 perce a félátmérőnek. Így a Jupiternél az első 10 rész és 6 perc, a második 3 rész és 22 perce a sugárnak. A Mars esetében az első 5 rész 34 perc, a második 1 rész 51 perc. Tehát mindenütt az első sugár háromszor akkora, mint a második.

Úgy tetszett, hogy ezt az egyenlőtleniséget, amelyet az epiciklusok mozgása okoz a szféra mozgásában, elsőnek nevezzék, amely, mint mondtam, mindenütt állandó az állócsillagokhoz viszonyítva. Van pedig egy másik egyenlőtlenesség is, amelynek során a csillag néha visszafordulni, gyakran pedig megállni látszik; de ez nem a csillag mozgásából következik, hanem a Földnek a nagy körön [való mozgása miatt] változó helyzetéből. Ez a mozgás pedig a csillag mozgásának sebességét felülmúlva az állócsillagokhoz viszonyított látóirány [mozgását mintegy] akadályozva a csillag mozgását legyőzi. Ez akkor a leggyakoribb, amikor a Föld a legközelebb van a csillaghoz, azaz amikor a Nap és a csillag között van ez utóbbi esti kelésénél. Fordítva pedig, esti nyugvása vagy hajnali kelte esetén [a Földet] megelőzvé, előreviszi a látóvonalat [azaz gyorsabbnak látszik]. Amikor pedig a látóirány az egyenes mozgással ellentétesen, de vele azonos sebességgel halad, a két ellentétes mozgás egymást kioltja, és a csillag megállni látszik, ami általában akkor történik, amikor a Nappal harmadfény körül¹⁶ van. Mindezeknél ez az egyenlőtlenesség annál nagyobb, minél alacsonyabban van a csillag szférája; következésképpen ez kisebb a Szaturnusznál, mint a Jupiternél, és viszont a Marsnál a legnagyobb, a nagy kör és azok sugara közti arány szerint. Ez pedig mindegyik esetében akkor a legnagyobb, amikor a csillag látóiránya érinti a nagy kör kerületét; mindenesetre ez a három csillag ily módon mozog.

Szélességben pedig kettős eltérést mutatnak, míg epiciklusaik kerülete egy síkban marad a deferenssel, az ekliptikával szöget zárnak be tengelyeik elhajlása miatt, de ezek nem forognak, mint a Holdé, hanem mindig az égbolt ugyanazon része felé mutatnak. Tehát a szférák körei és az ekliptika metszéspontjai, amit csomónak neveznek, állandó helyet foglalnak el az égen. Így a Szaturnusz csomópontja, ahol észak felé lép át¹⁷, 8 és fél fokkal van amögött a csillag mögött, amelyet az Ikrek közül a keleti fejében lévőnek neveznek;¹⁸ a Jupiteré ugyanezen csillag előtt 4 fokkal, a Marsé a Fiastyúk előtt 6 és fél fokkal. Ezekben a pontokban, vagy a diametrálisan szemben lévő pontokban

¹⁶ harmadfény körül – azaz tőle kb. 120 fokra

¹⁷ ahol észak felé lép át – vagyis mai kifejezéssel a felszálló csomó

¹⁸ Rosen szerint a Pollux (Zs. E.)

elhelyezkedő csillagnak tehát nulla a szélessége, legnagyobb pedig [szélessége] a kvadrátúrában, meglehetősen különböző [értékekkel]. A tengelyek és a körök inklinációja mintegy azon csomókon függni látszik: akkor lesz a legnagyobb, amikor a Föld a legközelebb van a csillaghoz, vagyis a csillag esti felkelésekor. Ekkor a Szaturnusz esetén a tengely hajlása két és kétharmad fok, a Jupiter-nél 1 egész és kétharmad, a Marsnál 1 és ötharod. Ellenkezőleg pedig esti lenyugváskor vagy hajnali keltekor: ilyenkor legmesszebb lévén a Földtől, a Szaturnusz és a Jupiter inklinációja öt tizenkettő fokkal kisebb, a Marsé 1 és kétharmad fokkal. Így tehát ez az eltérés a legnagyobb szélességeken észlelhető legkönnyebben, és bárhol annál kisebb, minél kisebb távolságban van a csillag a csomópontjától, [azaz] a szélességgel együtt nő vagy fogy.

A Földnek a nagy körön való mozgása során az történik, hogy a látszó szélességek számunkra változni látszanak, így a közelséggel és távolsággal a szélesség látszó szöge nő és fogy, amint a matematikai számítás megköveteli, ha ez a librációs mozgás egyenes vonal mentén történik. De lehetséges, hogy egy ilyen mozgás két körből összeadódjék, amelyek mivel koncentrikusak, az egyik [ti. a magasabban levő] körbeviszi a másik inklinált pólusait és az alsó a felsővel szemben kétszeres sebességgel forgatja ellentétes irányban a deferens epiciklusának pólusait; és ezek a pólusok is akkora hajlást mutatnak a közbülső magasabb kör pólusaihoz, mint amekkorát ez a legfelső szférához. És ennyit a Szaturnuszról, a Jupiterről és a Marsról, valamint a Földnél távolabbi körökről.

Amelyeket a nagy kör kerülete magába zár

A Vénusz

Hátra van még azoknak a vizsgálata, amelyeket a nagy kör kerülete körülzár, azaz a Vénusz és a Merkúr mozgásai. A Vénusz köreinek rendszere nagyon hasonló a felsőbb bolygókéhoz, de a megfigyelt mozgások mások.

Szférája a nagyobb epiciklusával együtt kilenc hónap alatt jár körbe, amint előzőleg is mondtuk, és e mozgással a kisebb epiciklust mindenütt meghatározott helyzetbe igazítja vissza az égbolthoz képest, legfelső apszisvonalát ahhoz a ponthoz állítva be, amelyről azt mondtuk, hogy a Nap afelé tart. De a kisebb epiciklus, amelynek keringése amazokéval nem egyenlő, a nagy kör mozgásainak egyenlőtlenségét megtartotta. Ennek [ti. a nagy körnek] a forgása

alatt kétszer jár körbe oly módon, hogy amikor a Föld az az apszison keresztül húzott átmérőn volt, akkor a csillag a nagyobb epiciklus középpontjához a legközelebb került, és az oldalsó kvadránsban a legtávolabb, nagyjából hasonlóan, mint ahogy a Holdnál a kis epiciklus összefügg a Nappal. A nagy kör sugara és a Vénuszé úgy aránylik egymáshoz, mint 25 a 18-hoz, és a nagyobb epiciklusé egy rész háromnegyede, a kicsié pedig egynegyede.

Itt is észlelhető időnként hátráló mozgás, leginkább amikor a csillag legközelebb van a Földhöz, valamelyest hasonló, de ellentétes okból, mint a felsőbbekbenél. Azoknál ugyanis azért következik be, mert a Föld mozgása gyorsabb, itt pedig lassabb, és azok tartalmazzák a Föld pályáját, ezét pedig a földpálya tartalmazza. Így tehát sosem kerül szembenállásba a Nappal, mivel a Föld nem kerülhet közéjük, hanem csak bizonyos távolságra [juthat el] a Naptól, amit megadnak a kerületéhez a Föld középpontjából húzott érintő egyenesek, a mi szemszögünkben sosem haladva meg a 48 fokot. És ez minden a Vénusz hosszúságbeli mozgásáról.

Szélességben is két okból lép fel [változás]. Szférájának tengelye ennek is ferde, elhajlása két és fél fok. És csomópontja, ahol északra lép át, az apszisban van. Az eltérés pedig, ami ebből az elhajlásból következik, önmagában egy és ugyanaz, de kettősnek látszik. Mert ha a Föld a Vénusz bármelyik csomópontjába jut, a merőleges irányok feljebb és lejjebb látszanak: ezt reflexióknak nevezzük; a pálya természetes ferdeségei is, amelyeket deklinációknak nevezünk, ugyanígy a kvadránsokban jelennek meg. A többi helyeken ez a két keveredő szélesség összezavarodik, és egyik a másikat felülmúlva legyőzi, és hasonló vagy eltérő voltak felváltva növeli vagy megszünteti egymást. Ez pedig a tengely inklinációja: mozgó librációja van, de nem mint a felsőbbekbenél a csomópontoktól függő, hanem bizonyos más forgó pontoktól, amelyeknek a csillaghoz képest saját évi keringésük van, miért is amikor a Föld a Vénusz apsziséval szemben áll, akkor a legnagyobb a libráció hajlása, és ez magában a csillagban van, szférájának bármelyik pontján legyen is. Ezért ha a csillag akkor az apszisban vagy azzal diametrálisan átellenben van, akkor sem tűnik el a szélessége, bár épp a csomópontokban van. Innen pedig, ennek az elhajlásnak a csökkenésével, amíg a Föld a mondott helyről egy negyedkörrel elmozdul, és a mozgások hasonlósága miatt a legnagyobb eltérésének pontja a csillagtól ugyanannyira távolodik el, [akkor] az eltérésnek nyoma sem fedezhető fel. És tovább folytatódván az eltérés csökkenése, amikor ugyanazon kezdettől észak felől délre tér el, és a csillagtól ugyanannyira távolodik el, mint a Föld az apszistól, a csillag arra a részre kerül, amely előbb déli volt, most viszont a szembenállás törvényszerűsége szerint északi lett,

amíg [a bolygó] újra a legnagyobb librációhoz ér egy keringés után, ahol az eltérés maximális lesz és az előzőhöz hasonló és vele egyenlő. Így [az eltérés] hasonlóképpen halad végig a hátralévő félkörön is. Ezért ez a szélesség, amelyet általában deviációnak neveznek, sosem lesz déli. És hogy ezt két koncentrikus, de ferde tengelyű pálya okozza, mint a felsőbb pályáknál is említettünk, az is [ebből] következőnek látszik.

A Merkúr

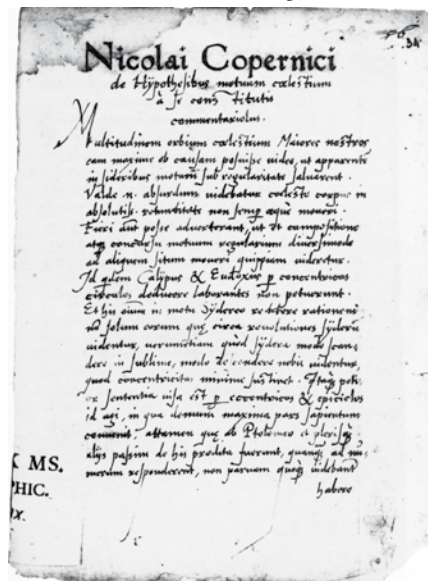
De az égen mindenek közül a legcsodálatosabb a Merkúr pályája; ez szinte kifürkészhetetlen utakon jár, amelyeket nem könnyű kikutatni. Hozzájárul ehhez az a nehézség, hogy többnyire a Nap sugara miatt láthatatlan utakat foglal el¹⁹ és csak rendkívül kevés napon mutatkozik meg láthatóan: de azért ez is megérthető, ha valaki nagyobb leleményességgel foglalkozik vele. Ehhez is, mint a Vénuszhoz, két epiciklus tartozik, amelyek a deferensen keringenek. A nagyobb epiciklus a szférával egyenlően kering, mint amannál²⁰, és apszisának helyét 14 és fél fokkal a Virgo Spicája [α Virg] után tűzi ki. A kisebbik epiciklus, a Vénusszal ellentétben, kétszeres sebességgel hátrálva kering, úgyhogy a Föld minden helyzetében, amikor annak [ti. a Merkúrnak] apszisát eléri vagy visszanez rá az ellentétes pontból, a csillag a nagyobb epiciklus centrumától a legtávolabb van, és a kvadránsokban a legközelebb. És szféráját három hónap alatt kerüli meg, azaz 88 nap alatt, és amelynek sugara 9 és két ötöd rész, ha a nagy körét 25 résznek vettük. Ebből az első epiciklus 1 és 41 percet kap, a második ennek harmad részét, ami nagyjából 34 perc. De a köröknek ez az összetétele itt nem megfelelő úgy, mint a többeknél. Amikor a Föld a fent említett apszisokon áthalad, úgy látszik, hogy a csillag sokkal kisebb kerületen jár, mint azt a körök már említett rendszere megadja, és fordítva, a kvadrátúrákban sokkal nagyobb. Mivel pedig a hosszúságban ebből semmi egyéb eltérés nem származik, észszerűnek látszik a szféra középpontjához való közeledést és távolodást egyenes vonal mentinek venni. De ez lehetséges két hozzáadott köröcske révén, amelyeknek a tengelye párhuzamos a szféra tengelyével, amikor is a nagyobb epiciklus centru-

19 Állítólag – pl. Tycho Brahe megjegyzése szerint – maga Kopernikusz a Visztula páráira hivatkozva sosem észlelte a Merkúrt.

20 amannál – ti. a Vénusznál

ma [mely az első köröcske kerületén található], vagy az egész [rendszeré], akkora távolságban van a középen felvett köröcske centrumától, mint ennek a centruma a szélsőének a centrumától. Ezt a távolságot 14 és fél percnak találtuk a 25-ből, amihez mindent mértünk: a külső köröcske minden mozgása évente két fordulatot tesz, a belső pedig ellentétes irányban kétszeres sebességgel mozogva négyszer megy körbe. A mozgásoknak ez az összetétele ugyanis a nagy epiciklus középpontját egyenes vonal mentén viszi, amint ezt a szélességi librációnál mondtuk. Így tehát a Földnek az apszishoz képest már említett helyzetében a nagyobb epiciklus centruma a szféra centrumához a legközelebb van, a kvadrátúrákban a legtávolabb. A középső helyzetekben pedig, vagyis ezektől 45 fokra, a nagyobb epiciklus centruma a legkülső köröcske centrumához csatlakozik, és mindkettő helye egybeesik. Ennek az előre-hátra mozgásnak a nagysága az előbb említett résznek 29 percet teszi ki. És eddig tartott [annak kifejtése], mi a helyzet a Merkúr hosszúságbeli mozgásával.

Szélességben pedig nemkülönben tesz, mint a Vénusz, de mindig ellenkező irányban. Ahol ugyanis az északi, ez déli lesz. Szférájának hajlásszöge az ekliptikához 7 rész. Az eltérés itt is mindig déli irányú, és sohasem haladja meg egy fok háromnegyedét. A többire, amit a Vénusz szélessége felől mondtunk, itt visszaemlékezhetünk, hogy ne ismétlegessük sokszor ugyanazt.



Így pedig a Merkúr összesen hét körön fut, a Vénusz ötön, a Föld három és körülötte a Hold négyen. Végül a Mars, a Jupiter és a Szaturnusz mind ötön. Így tehát az egész mindenségben 34 kör elegendő, amelyekkel a világ teljes szerkezete és a csillagok egész tánca kifejezhető.

Fordította: Csaba György Gábor
A fordítást szakmailag ellenőrizte: Zsoldos Endre

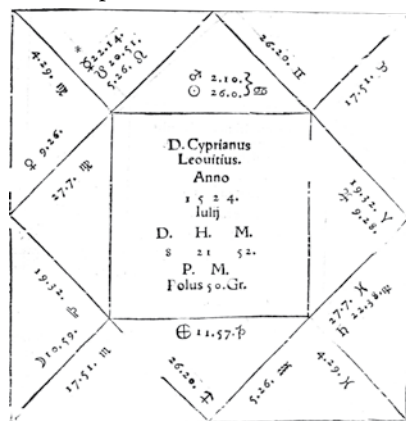
A Commentariolus első oldala (Christian Sørensen Longberg példánya, az Österreichische Nationalbibliothek, Bécs, tulajdona)

Cyprianus Leovitus (1524–1574)¹

Az 1572-ben a Cassiopeiában feltűnt új csillag (azaz szupernóva) számos problémát vetett fel a korabeli megfigyelők számára. Először is, mi volt ez a jelenség? Egy üstökös? Vagy mégis inkább egy (álló)csillag? Másrészt, mit jelent a megjelenése? Az emberiség újabb katasztrófákra számíthat-e, vagy pedig semmi jelentősége nincs? Ezek megválaszolására sokan megfigyeléseket végeztek: meghatározták az új csillag helyzetét az égen, több-kevesebb, de inkább kevesebb pontossággal. A nyomtatásnak hála, a fenti kérdésekre adott válaszok nem merültek feledésbe, a korabeli nyomtatványok megőrizték számunkra a kortársak vélekedését a különleges eseményről. Az egyik legérdekesebb – és meglepő módon hosszú ideig ható – írás szerzője a manapság kevésbé ismert cseh csillagász és asztrológus, Cyprianus Leovitus volt.

Leovitus élete

Cyprián Karásek Lvovický ze Lvovic horoszkópja szerint 1524. július 8-án, este 9 óra 52 perckor született (Garcaeus 1576).



1 ábra: Leovitus horoszkópja

¹ Köszönöm Ekler Péter és Veszprémy Márton segítőkész megjegyzéseit.

Mivel a napot déltől számították, így ez július 9. délelőtt 9 óra 52 perckor felel meg. Az 1524-es évszám azonban nem teljesen bizonyos. A cseh és morva matematikusok életrajzeit publikáló Stanislav Wydra szerint tíz évvel korábban, 1514-ben született (Wydra 1778). Ezt az időpontot fogadta el Joseph Mayer is Leovitusról szóló cikkében (Mayer 1903), ahol különféle spekulatív érveket hozott fel az 1514-es dátum mellett – a horoszkóp adatáról viszont nem tudott. A kortárs horoszkóp azonban feltehetően megbízhatóbb, mint a kétszáz évvel később alkotó biográfus adata. Noha előfordult hamisítás, szándékosan rossz születési időpont megadása – talán a legnevezetesebb eset Luther születési évszámának megváltoztatása (Warburg 1986) –, Leovitus azonban nem volt olyan fontos személy, hogy ezt bármilyen okból is feltételezhettünk.

A születési hely viszont bizonyos, Cyprianus Leovitus Hradec Královében (Königgrätz néven talán jobban ismert a város) látta meg a napvilágot. Édesapja, Jan Karásek a városi tanács tagja, majd később polgármester volt. Ő kapta a nemességet I. Ferdinándtól, így lett a családnevük Karásek Lvovický ze Lvovic. Cyprián pedig feltehetően a széles kárász latin nevéből (cyprinus carassius) alakította ki írói nevét (Cyprianus), tekintve hogy ez a hal csehül „karasek”.

A leendő csillagász szülővárosa után Wrocławban és Lipcsében tanult, majd Wittenbergbe költözött, ahol megismerkedett Melanchthonnal, és matematikát, csillagászatot és természetesen latint is tanult. Tanulmányai befejeztével is német területen maradt és dolgozott. A Fugger és Rosenberg (Rožmberk) családok támogatták, és feltehetően az ő ajánlásukra lett Otto Henrik (Ottheinrich; 1502–1559) pfalzi választófejedelem udvari matematikusa (azaz csillagásza és asztrológusa). A fejedelem halála után a bajorországi Lauingen gimnáziumában tanított, majd ő lett az igazgató is. Időnként II. Miksa (1527–1576) asztrológusaként is tevékenykedett. Az 1560-as évek végén többször is visszatért szülővárosába, Hradec Královéba, ahol sörfőzési jogot kért a városi tanácstól. Segített a városi gimnázium fejlesztésében, és a sörfőzési jog megszerzése érdekében előadásokat is ígért. A város vezetése a kérést megtárgyalta, és úgy határoztak, hogy „az egész közösség nevében – elismerve, hogy Cyprianus igen érdemes ember, akit Isten különleges adottságokkal ruházott fel, és akit mindenki nagyra becsült, és amit mindenekelőtt hangsúlyozni kell, szülővárosa és hazája jólétének legbuzgóbb előremozdítója volt – szabad akaratukból, kényszer nélkül, jogaik, szabadságuk és kiváltságaik sérelme nélkül, hogy teljes joggal megadják neki a sörfőzés jogát, ha kitart ígérete mellett. Így döntött a tanács Szent Fábián és Sebestyén napján 1568-ban Jakob Selius polgármester

alatt” (idézi Mayer 1903). Mindebből azonban nem lett semmi, mert mielőtt hazaköltözött volna, 1574. május 25-én meghalt Lauingenben.

Munkái

Leovitius publikált munkái két nagy csoportba oszthatók. Egyrésztől készített táblázatokat, efemeriszeket, mely tevékenységet ma is csillagászatnak nevezünk. Másrészt voltak olyan írásai, amelyek ma egyértelműen asztrológiának minősülnek. Ezeken kívül még igen fontos volt az 1572. évi új csillagról írott rövid beszámolója.

A horoszkóp elkészítéséhez az asztrológusnak szüksége volt a bolygók helyzetének ismeretére egy bizonyos időpontban. Ezt sok esetben lehetetlen volt észleléssel meghatározni, így szükségesek voltak táblázatok, amelyekből a kívánt pozíciókat ki lehetett számolni. Ilyenek voltak a 13. században (1272 körül) készült Alfonsz-táblázatok, amelyek Ptolemaiosz geocentrikus modelljén alapultak. E táblázatokat a 14. század elején párizsi csillagászok frissítették, és a számításokhoz kényelmesebb alakra hozták (Pouille 1984).

Noha ezeket aránylag egyszerűen lehetett használni, hátrányuk, hogy nem voltak igazán pontosak. Így amint Kopernikusz műve – *Az égi szférák körforgásáról hat könyvben* (*De revolutionibus orbium celestium, libri VI*) – megjelent 1543-ban, néhány évvel később már az ennek alapján számolt táblázatok is elkészültek (Reinhold 1551). Azonban ezek sem bizonyultak lényegesen pontosabbnak, erre várni kellett Kepler Rudolf-táblázatainak megjelenéséig (Kepler 1627), amelyek már ellipszispályákat használtak.

Függetlenül azonban a táblázatok pontosságától, további számítási egyszerűsítésekre is volt lehetőség. Ezek voltak az efemeriszek, amelyek a bolygók már kiszámolt pozícióját rendezték táblázatba naponként vagy néhány naponként. Ilyen efemeriszeket készített Leovitius is.

1556-ban jelentette meg ötvenegy évre (1556 és 1606 között) szóló efemeriszt Augsburgban. Ennek felépítése teljes mértékben követi Regiomontanus hasonló művéét. Először egy adott évre megadta a megfelelő naptári mennyiségeket (aranyszám, napciklus, húsvét stb.), az adott évben látható fogyatkozások adatait (a napot déltől számította Regiomontanushoz hasonlóan), majd röviden leírta a bolygók mozgását. Utána havi bontásban következtek a bolygók pozíciói: a Nap hosszúsága, a többinek a hosszúsága és szélessége a szóban

forgó hónap minden egyes napjára. A Hold és a Nap aspektusait is megadta, egymással és a többi bolygóval, majd a napkelte és a napnyugta időpontjával, illetve a nappal meg az éjszaka hosszával fejezte be a táblázatot. Mindezeket az augsburgi meridiánra számolta ki (Leovitius 1557a). Még ugyanebben az évben újra kiadta, ezúttal hosszas használati utasításokkal (Leovitius 1557b).

Nemcsak maga számolt táblázatokat, hanem sajtó alá rendezte és kiadta Regiomontanus Zrednai Vitéz Jánosnak ajánlott fontos művét, a *Tabulae directionum*ot is (Regiomontanus 1551). Ez a mű számos táblázatot tartalmaz, amelyek megkönnyítették a csillagászok munkáját. Mivel az ég gömbnek látszik, így felszínén a gömbháromszögtani összefüggések érvényesek, ezek alkalmazását segítették Regiomontanus táblázatai. A Melanchthon előszavával megjelent műnek egy évvel később újabb kiadása látott napvilágot.

Legsikeresebb művei, minden gyakorlati hasznuk ellenére, nem a táblázatok voltak. Leovitius elsősorban asztrológus volt: ebben az időben az, amit ma csillagászatnak tekintünk, és az asztrológia ugyanúgy a csillagok tudományához tartozott, és különválasztásuk nemcsak nehéz, de fölösleges is. Az asztrológiához közvetlenül kapcsolódó írásai alkotják publikációinak másik nagy csoportját. Ezek között találjuk legsikeresebb könyvét, amely a külső bolygók (Jupiter és Szaturnusz) együttállásainak a földi életre gyakorolt (feltételezett) hatását sorolta fel. Ez asztrológiai történelem: a megfelelő évszámokhoz megadta a szerinte azokhoz kapcsolódó eseményeket. Az együttállásokon kívül természetesen a fogyatkozások és az üstökösök (vélt) hatásáról sem feledkezett meg. Érdemes egy példát idézni (Leovitius 1564a):

A felső bolygók harmadik nagy együttállása 809-ben esett, amikor Nagy Károly még élt, a Nyilas elején, amit még szörnyűbb fogyatkozások követtek, különösen a következő évben, ami az Úr 810. esztendeje volt. A Nap és a Hold is fogyatkozást szenvedett. Utána, az Úr 812. évében a Nap újabb nagy fogyatkozása volt megfigyelhető, hasonlóan 813-ban. Továbbá, az Úr 814. évében egy borzalmas üstökös fénylett fel. Ez nem sokkal Pipin, Nagy Károly fia és Károly, Pannónia királyának halála előtt történt, és végül, mielőtt a legnagyobb hős, Nagy Károly maga eltávozott az életből.

A 814-ben, nem sokkal Nagy Károly halála előtt megjelent üstökös feltehetően a Kronk által 812-re tett égitest lehetett (Kronk 1999). Einhard, a király életrajzírója több őment is felsorolt, amelyek Károly közelgő halálát voltak hivatva jelezni, de ezek között üstökös nem volt (Holder-Egger 1911).

Érdekes azt is megnézni, voltak-e magyarországi események, amelyeket égi jelenségek okoztak volna Leovitius szerint. A 9. század elejéhez megemlíttette, hogy a magyarok feldúlták Itáliát, de ez valószínűleg száz évvel későbbi esemény. A Magyar Királyság első említése 1409-hez kapcsolódik, Zsigmond valamelyik törökök elleni hadjáratának kudarcát jelezte volna előre számos üstökös (valószínűleg az 1396. évi nikápolyi csatára gondolt, bár az évszám rossz):

Később Zsigmond, Magyarország királya, IV. Károly császár fia és az egész kereszténység vereséget szenvedett a törököktől 1409-ben. Ezeket a szerencsétlenségeket több figyelemre méltó üstökös előzte meg, amelyek 1400-ban, 1401-ben, 1402-ben és 1403-ban voltak láthatók. Ugyanígy előre jelezte e katasztrófákat a felső bolygók együttállása 1405-ben.

Az 1402-ben látott üstökös bizonyos (C/1402 D1), a többi bizonytalan. A későbbiek során megemlíttette, hogy Zsigmondot német-római császárrá választották, bár talán ezt nem tekintette katasztrófának.

Hunyadi János nevét ismerte Leovitius, de nándorfehérvári győzelméről és haláláról nem tett említést, bár a Halley-üstökös 1456. évi megjelenése erre jó lehetőséget kínált volna. Mátyás királlyá választását már leírta, Podjebrád Györgyével együtt. A koronázásokhoz az 1458-ban megjelent üstököst (talán C/1458 Y1) kapcsolta – bár mindkét esemény megelőzte azt időben.

1469-ben említ egy napfogyatkozást, majd a Mars és a Szaturnusz konjunkcióját a Bikában, amelyek következményeként a törökök megtámadták Magyarországot, és sok foglyot ejtettek, míg Mátyás elfoglalta Cseh- és Morvaországot (ne felejtjük, Leovitius cseh volt). 1479-ben egy napfogyatkozás következtében nagy szárazság volt, a Duna vízszintje jelentősen apadt. Leovitius évszáma ezúttal helyes, 1479-ben valóban aszály volt Magyarországon (Réthly 1962). Mátyás halálát is említette, de nem adott meg egy közvetlen okot sem. A mohácsi vész egy 1524-ben bekövetkezett napfogyatkozás hatásának tudta be. De ennyi is elég, hogy lássuk, minden eseményhez lehetett találni megfelelő égi jelenséget.

Ahogy fentebb említettem, ez a műve volt a legsikeresebb írása. Jól bizonyítják ezt az új kiadások: 1573-ban Londonban, 1586-ban Wittenbergben, 1618-ban Marburgban. Volt egy német nyelvű változata is, ez az első latin nyelvűvel egy időben jelent meg (Leowitz 1564b).

Nem ez volt Leovitius egyetlen magyarországi vonatkozású írása. Kéziratban fennmaradt Szapolyai János Zsigmond (II. János néven király) erdélyi fejedelem horoszkópja, amelyet a cseh asztrológus maga készített ([Iudicium

seu explicatio totius nativitatis] *Vuaŷuoda Transyluanus natus est Anno Domini. 1540. Die 7 Iulii, Hora a meridie 0 Minutis 25 Budae Vngariae*, Bécs, Österreichische Nationalbibliothek, Cod. 10598).

Meg kell említeni, hogy Leovitius több prognosztikont is kiadott. Ezek különböző városokban (például Lauingen, Bazel, Bern, Lyon) és több nyelven (németül és franciául) jelentek meg. Ugyancsak fontos szerepet játszott az ún. Regiomontanus-jóslat elterjesztésében, amelynek érdekes 18. századi magyarországi felbukkanása volt (Zsoldos 2021a).

Az 1572. évi új csillag

Ahogy a bevezetésben említettem, az 1572. évi új csillag komoly fejtörést okozott a kor csillagászaiknak, és mindenkinek, aki bármily okból kicsit is érdeklődött az ég jelenségei iránt (Farkas 2011). Nem volt ezzel másképpen Leovitius sem. 1573. február 20-án írt egy rövid beszámolót a csillagról (Leovitius 1573a, ugyanez németül Leowitz 1573b), megemlítve saját megfigyeléseit, korábbi hasonló jelenségeket és asztrológiai jelentőségét (magyarul l. Zsoldos 2020). Két részt érdemes idézni ebből a pamfletből. Az első:

A csillag semmi [olyan] mozgását, mely saját természetéből adódik, nem figyelhettem meg. Tehát egyazon helyen maradt közel két teljes hónapig. Most pedig úgy tűnt nekem, hogy egy hónap alatt a csillag jelentősen elmozdult, három fokot északra a Cepheus csillagkép felé, nagyságában és fényességében napról napra egyre inkább csökkenve, úgyhogy azt vélem, rövidesen el fog tűnni.

Ennek az első olvasásra teljes képtelenségnek tűnő három fokos elmozdulásnak a lehetséges okára a későbbiekben még visszatérek. A másik:

A törtétiák elmondják, hogy I. Ottó császár idejében, Kr. u. 945-ben hasonló csillag lángolt fel az ég majdnem ugyanazon helyén. Ekkor Európa különböző tartományait nagy változások érték, többnyire rosszak, leginkább a Germániába beözönlő idegen népek miatt. Sokkal gazdagabb híradást olvashatunk pedig a törtétiákban 1264-ből. Nagy és fényes csillag jelent meg az ég északi részén a Cassiopeia csillagkép körül, melynek hasonlóképpen nem volt üstöke és saját mozgás nélkül való volt: nem sokkal később Germánia két legkiválóbb és legvirágzóbb családját meggyilkolták, és Germánia választófejedelméi és

hercegei között ellentétek támadtak, interregnum volt hosszú évekig, amelyet mérsárlás követett.

E két feltételezett csillag hatalmas karriert futott be a csillagászat történetében. Létezésük azonban távolról sem bizonyos, noha nem is lehetetlen. Az ég ezen területén található két sárga hiperóriás csillag, a ρ Cassiopeiae és a HR 8752 (=V509 Cassiopeiae). Bármelyikük produkálhatott erős kifényesedést az adott években (Nieuwenhuijzen et al. 2012). De nem is az a lényeg, hogy léteztek-e, hanem hogy a kortársak és utánuk még évszázadokig majdnem mindenki elfogadta a létüket.

A szakirodalomban szokás azt állítani, hogy Leovitius azonosította ezt a három objektumot. Ez azonban – és ez a fenti idézetből elég egyértelmű – tévedés. Leovitius csak megemlítette a két korábbi csillagot, de semmilyen módon nem hozta kapcsolatba az az évi objektummal. Bartholomaeus Reisacher bécsi professzor volt az első egyike, aki az 1264. évi jelenséget azonosította az 1572. évvel (Reisacher 1573):

Ezt az állítást megerősíti egy 1264-ben az égbolt északi részén, közel a Cassiopeiához megjelent nagy és fényes csillag, melyről történeti források alapján Cyprianus Leovitius számolt be, mely feltehetően azonos a korunkban megjelent csillaggal. És így azok véleménye, akik szerint ez a csillag nem új, hanem csak időnként feltűnő, nem tűnik teljesen hiábavalónak.

Reisacher azokra hivatkozik, akik úgy magyarázták az új csillagot, hogy az egy állandóan ott levő, de ritkán látható csillag feltűnése – de nem hivatkoztak Leovitius mindkét csillagára mint korábbi megjelenésekre (Zsoldos 2021b).

Az állítólagos két csillag megjelenésének évében üstökös is megfigyelhető volt, így általában feltételezik, hogy Leovitius e két égitestről tett említést. Ennek a magyarázatnak azonban az a baja, hogy az 1264. évi üstökösről részletes leírások maradtak fent, és azok kifejezetten említették a mozgását és a csóvját, ellentétben a cseh csillagász állításával, amely szerint „nem volt üstöke és saját mozgás nélkül való volt”. Sokat segítene a helyzeten, ha megtalálnánk azt a krónikát, amelyre Leovitius hivatkozott, de egyelőre ennek nincs nyoma. Ilyen leírást lehet találni például a 14. századi Neplacha-krónikában (Emler 1882):

1264-ben Ottokár király [II. Ottokár] uralkodása alatt egy fáklyához hasonló üstökös jelent meg, csodálatos sugarakat kibocsátva, mely egy fél évig tartott, utána árvizek következtek, sok ember megfulladt és sok város és falu került víz alá.

Az 1264. évi üstökös útvonala is ismert, és az igen távol esett a Cassiopeia és a Cepheus vidékéről (Kronk 1999). A 945-ben megjelent égitestről viszont szinte semmi adatunk sincs, azonkívül, hogy látható volt. Noha természetesen nem kizárt, hogy ezeket vélte új csillagoknak Leovitius, erre mégis kevés esélyt látok.

Az 1572. évi csillag periodicitását hosszú ideig lehetségesnek tartották. Még a 19. század második felében is készültek az újabb megjelenésére, és a környékét folyamatosan megfigyelték (Zsoldos 2002, Zsoldos 2018).

Tycho Brahe és Cyprianus Leovitius

Leovitius manapság nem tartozik a 16. század ismertebb csillagásza közé, még Csehországban sem (bár 2015-ben emlékérmét adtak ki születésének feltételezett ötszázadik évfordulója alkalmából, 2. ábra). A *Biographical Encyclopedia of Astronomers* második kiadása (Hockey, 2014) a születési és halálzási dátumon kívül csak ennyit írt róla: „Tycho Brahe használta e cseh asztrológus efemeriszeit”.



2. ábra: Emlékerme Leovitius születésének feltételezett ötszázadik évfordulójára

Kortársai ennél sokkal többre értékelték a „cseh asztrológust”, és rendszeresen használták műveit. Tycho Brahe 1559-ben meglátogatta Lauingenben, ahol barátságosan elbeszélgettek a csillagászatról, és a dán csillagász – minden kritikája ellenére – a későbbiekben is tisztelettel beszélt róla. Ugyanakkor bírálta Leovitius asztrológiai hajlandóságát – gondosan elfelejtve, hogy 1572 táján még ő is komolyan vette a csillagokból való jóslást. Más kritikája viszont jogos volt (Brahe, 1602):

A csillagászat dolgairól beszélgettünk barátságosan, többek között megkérdeztem tőle vajon megfigyeli-e időnként a csillagokat, mert akkor tudná, hogy az Alfonz-táblázatok számaiból fáradtságosan

kiszámolt ephemerisei semmiképpen sem egyeznek meg magával az Éggel. Azt válaszolta, hogy híjával van megfelelő műszereknek, de néha órákkal megfigyelt nap- és holdfogyatkozásokat, és időnként a Hold és a Vénusz együttállásait. És azt is elmondta, hogy különösen a Fuggerek óráival úgy találta, hogy a Nap fogyatkozásai a kopernikuszi számításokkal, a Holdé pedig az Alfonz-táblázatokkal egyeznek meg jobban. Hozzátette továbbá, hogy három felső bolygó mozgása a kopernikuszi számokkal egyezik jobban, míg az alsóké az alfonziakkal. [...] Ha a Nap mozgását az egyikből vagy a másikkól helyesen kapja meg, az visszahat a Holdéra is, következésképpen tet-szőleges fogyatkozásnál, akár a Napé, akár a Holdé, mindkét égitest mozgását helyesen kell meghatározni...

Az 1572. évi új csillaggal kapcsolatban Brahe úgy gondolta, hogy a Leovitius által megfigyeltnek vélt északi elmozdulás csupán figyelmetlenség volt a részéről: műszerét, amely amúgy sem volt különösebben jó minőségű, még rosszul is használta, ez okozta a pár fokos eltérést, nem pedig a csillag valóságos mozgása. Az ezen a tájon feltűnt két új csillaggal kapcsolatban is szkeptikus volt Brahe. Nem utasította el a létüket, de Leovitius nagyvonalú leírását óvatosan kezelte:

Valóban, amit mond, hogy a Cassiopeia csillagképében korábban megfigyelt két hasonló csillag, különösen a csóva nélküli 1264-ben látott objektum megérdemelné a bizalmat, ha bizonyította volna a tényleges megtörténtét az eseménynek.

Brahe már a korábban említett Bartholomaeus Reisacher munkájának ismertetésekor is kitért e két csillag problémájára:

Az sem bizonyos, hogy a Cyprianus által említett csillag ugyanilyen módon viselkedett. Más Históriaikban ugyanis nincs említve, és Cyprianus nem is idéz egy szerzőt se, de azt mondja, hogy egy kéziratok kódexből vette. Feltéve hogy így volt, valóban szükséges-e az, hogy ez azonos legyen azzal [az 1264. évi csillag az 1572. évivel], mintha többet nem lehetne ugyanilyen módon teremteni. És ha egy üstökös hasonló ahhoz, amelyet több évvel korábban lehetett látni, és körülbelül ugyanazon a helyen is jelent meg, ezért mondjuk azonosnak a korábbival, és nem tudom, hogy azalatt [míg újra elő nem bukkant] hol rejtőzött? Mintha az az Ok, amelyből az ilyen elfogadott jelenségek erednek, olyan meddő lenne, hogy csak egy vagy néhány hasonlót képes létrehozni.

Így tehát Brahe elutasítja a három csillag azonosságát, mivel – ha léteznek – Isten képes lett volna háromszor is új csillagot teremteni.

Leovitius jóslatai

Az irodalomban elterjedt az a nézet, hogy Leovitius 1584-re megjósolta a világ végét. Ez az adott évben nagy felbolydulást okozott, sokan végrendelkeztek – elfelejtve azt, hogy ha a világnak tényleg vége lenne, akkor egy végrendeletnek semmi értelme. Valóban, a *De coniunctionibus* című művének a végén kitér ilyen eseményre, de az 1584-es dátumot semmiképpen sem állította bizonyosnak. Sőt mivel a Regiomontanus-jóslatot is idézi (l. Zsoldos 2021a), amely 1588-ra vonatkozik, az 1584-ben kitört hisztéria a figyelmetlen olvasás következménye volt inkább. Mindenesetre érdemes idézni, hogy Leovitius miért is gondolta – mert biztosra nem állította –, hogy a világ véget érhet 1584 körül:

Az Úr 1583. évének május hónapjában a felső bolygók nagy együttállása következik be a Halak végén, melyet rögtön követ 1584-ben március vége felé és április elején majdnem az összes bolygó együttállása a Kosban. Mi több, nem sokkal utána a Bikában lesz egy napfogyatkozás – közel az Algolhoz, amely egy különösen erőszakos és romboló hatású, a Vénusz által irányított csillag –, mely a Kosban tartózkodó öt bolygóval kapcsolatos. A bolygók ilyen állásából, mely a tüzes trigonban történik meg, egy hatalmas üstökös megjelenésére következtek és egyéb jelekre. Így a sok és különböző hatások többféle okból erednek.

Ezek a hatások valóban a világ pusztulását okozhatják Leovitius szerint, mivel Jézus második eljövetelére utalnak (az 1572. évi csillaggal kapcsolatban is voltak, akik erre gondoltak, l. Farkas 2011). Azt viszont, hogy nem konkrétan 1584-re gondolt, és főleg nem teljes bizonyossággal állította, az alábbiak jól mutatják:

Elő akartam terjeszteni ezeket a találgatásaimat, bármilyenek legyenek is, melyek világosan megegyeznek a legrégebbi asztrológusok jóslataival, akiknek német verseit beillesztettem az Ephemeriseimbe hét évvel ezelőtt.

Ezek a német versek valójában maga a Regiomontanus-jóslat. Kétszáz évvel később ezt újra elővették, de 1588 helyett 1788-ra vonatkoztatták. Ennek van magyar fordítása (OSZK Oct. Hung. 517, 221v):

*Ha a szűz szülése ezerhétszázat ér
 Azután idővel nyolczvan nyolczra tér
 Jaj! talám a Biró mindentől számot kér
 A cselekedetek szerént lészen a bér.
 Ha pedig még akkor szinte el nem vész is
 Az egész rossz világ semmire nem lesz is
 Minden birodalom fenekkel fel fordul
 Minden szemből sürü könyhullatás csordul.*

A különbség az eredeti és az aktualizált változat között mindössze az évszám, így, mivel Leovitius erre hivatkozott, kicsit túlzás azt állítani, hogy megjósolta a világ végét 1584-re.

Más, be nem következett jóslat is van a rovásán: eszerint II. Miksa német-római császár hamarosan összeurópai uralkodó lesz. Ez nem következett be, sőt Szigetvár elestével (1566) még csökkent is az általa uralt terület.

Utóélete

Mivel Leovitius nem tartozott kora nagy csillagászai közé, nem fedezett fel semmit, és inkább asztrológus volt, munkássága hamarosan feledésbe merült, legfeljebb be nem vált jövődöléseit emlegették. Kortársai azonban értékelték tevékenységét, efemeriszeit sokan használták, nem csak Tycho Brahe.

1577 és 1588 között a spanyolok az amerikai hódításaik földrajzi hosszúságát igyekeztek megmérni a holdfogyatkozások segítségével (Portuondo, 2009). E projekthez Leovitius művét használták, amelyben az 1554 és 1606 közötti évekre számolta ki a fogyatkozások időpontját (Leovitius, 1556).

Művei – főleg a csillagjóslásokkal kapcsolatok – sikeresek voltak, amit jól mutat, hogy azokat nemcsak a német nyelvterületen, hanem Angliában is újra kiadták: 1558-ban egy rövid asztrológiai bevezetés, majd 1573-ban a *De coniunctionibus* jelent meg Londonban. Még száz évvel később is volt kereslet írásaira: 1657-ben jelent meg angol fordításban egy asztrológiai katekizmus. Sőt valójában a 20–21. században sem merült teljesen feledésbe asztrológiai munkássága. Többször is megjelent Németországban egy asztrológiai aforizmagyűjtemény, amelynek szerzői ő és Aegidius Strauch, wittenbergi professzor (1632–1682) voltak.

Leovitius 1574-ben halt meg, és halálára az alábbi – több cseh életrajzi lexikonban is megjelent – verset írta egy névtelen tisztelője:

*Instruxere viros plures fecereque magnum
 Tychonem Astrologum scripta Leovicii.
 Urbani splendente die, sic parca ferebat,
 Carpit iter Lethi triste Leovicium.*

Ez magyarul prózában: „Több férfiút oktattak és az asztrológus Tycho Brahe nagyra tették Leovitius írásai, Urbán ragyogó napján, így hozta a Párka, Léthé szomorú útját járja Leovitius.” (Urbán napján, május 25-én halt meg.)

Irodalom

- Brahe, Tycho 1602, *Tychonis Brahe Astronomiae Instauratae Progymnasmata*, Uraniborg-Prága.
- Emler, Josef, szerk. 1882, „Neplacha, opata Opatovského, krátká kronika římská a česká”, *Fontes Rerum Bohemicarum*, Tom. III, Prága, pp. 445–484.
- Farkas Gábor Farkas 2011, *Régi könyvek, új csillagok*, Budapest.
- Garcaeus, Iohannes 1576, *Astrologiae Methodus*, Bazel.
- Hockey, Thomas, főszerk. 2014, *Biographical Encyclopedia of Astronomers*, 2nd Edition, New York–Heidelberg–Dordrecht–London.
- Holder-Egger, Oswald, szerk. 1911, *Einhardi Vita Karoli Magni*, Hannover–Lipcse.
- Kepler, Johannes 1627, *Tabulae Rudolphinae*, Ulm.
- Kronk, Gary W. 1999, *Cometography. A Catalogue of Comets Volume 1: Ancient–1799*, Cambridge.
- Leovitius, Cyprianus 1556, *Eclipsium omnium ab anno 1554. vsque in annum 1606. accurata descriptio et pictura, ad meridianum Augustanum ita supputata*, Augsburg.
- Leovitius, Cyprianus 1557a, *Calculus Ephemeridum LI annorum, numeratus ad meridianum inclitae urbis Imperialis Augustae Vindelicorum*, Augsburg.
- Leovitius, Cyprianus 1557b, *Ephemeridum novum atque insigne opus ab anno Domini 1556. vsque in 1606. accuratissime supputatum*, Augsburg.
- Leovitius, Cyprianus 1564a, *De coniunctionibus magnis insignioribus superiorum planetarum, Solis defectionibus, et Cometis, in quarta Monarchia, cum eorum effectum historica expositione*, Lauingen.
- Leovitius, Cyprianus 1573a, *De nova stella*. Iudicium, Lauingen.
- Leowitz, Cyprian von 1564b, *Grundliche / Klärliche beschreibung / und Historischer bericht / der fürnemsten grossen zusammenkunfft der obern Planeten / der Sonnen Finsternissen / der*

- Cometen / und derselben wirkung / so sich in der vierten Monarchien erzaigt unnd begeben / sampt einem Prognostico von dem 1564. Jar / biß auff nachvolgend zweinzig Jar werende / gesteldt und beschrieben, Lauingen.
- Leowitz, Cyprian von 1573b, *Von dem neuen Stern. Bericht*, Lauingen.
- Mayer, Joseph 1903, „Der Astronom Cyprianus Leovitius (1514–1574) und seine Schriften”, *Bibliotheca Mathematica* (Dritte Folge) 4, 134–159.
- Nieuwenhuijzen, H., De Jager, C., Kolka, I., Israelian, G., Lobel, A., Zsoldos, E., Maeder, A. & Meynet, G. 2012, „The Hypergiant HR 8752 Evolving through the Yellow Evolutionary Void”, *Astronomy and Astrophysics* 546, A105.
- Portuondo, María M. 2009, „Lunar Eclipses, Longitude and the New World”, *Journal for the History of Astronomy* 40, 249–276.
- Pouille, Emmanuel 1984, *Les tables Alphonsines avec les canons de Jean de Saxe*, Paris.
- Regiomontanus, Johannes 1551. *Tabulae directionum et profectionum clarissimi viri ac praestantissimi mathematici, Ioannis Regiomontani [...] Per Cyprianum Leovitium a Leonicia*, Augsburg.
- Reinhold, Erasmus 1551, *Prutenicae Tabulae Coelestium Motuum*, Tübingen.
- Reisacher, Bartholomaeus 1573, *De mirabili Nouae ac splendidiss[imae] Stellae, Mense Nouembri anni 1572. primum conspectae, ac etiam nunc apparentis, Phoenomeno*, Bécs.
- Réthly Antal 1962, *Időjárási események és elemi csapások Magyarországon 1700-ig*, Országos Meteorológiai Szolgálat, Budapest.
- Warburg, Aby 1986, *Pogány-antik jóslás Luther korából*, Helikon, Budapest.
- Wydra, Stanislaw 1778, *Historia matheseos in Bohemia et Moravia cultae*, Lipcse–Frankfurt.
- Zsoldos Endre 2002, „Kövesligethy Radó, Jókai Mór és az Androméda-köd”, *Aetas* 17, 206–211.
- Zsoldos Endre 2018, „Cyprianus Leovitius, Juan Caramuel y Lobkowitz and the Return of Tycho’s Star”, in *In Memoriam Hilmar Duerbeck*, szerk. Wolfgang R. Dick és Christiaan Sterken, Leipzig, pp. 325–339.
- Zsoldos Endre 2020, „Leovitius az 1572–1573. évi üstökösről (fordítás bevezetővel)”, *Orpheus Noster* 12, 110–113.
- Zsoldos Endre 2021a, „A Regiomontanus-jóslat és utóélete”, *Irodalomtörténeti Közlemények* 125, 37–53.
- Zsoldos Endre 2021b, „Az 1572. évi szupernóva (B Cassiopeiae) 450 éves történetéből”, *Meteor Csillagászati Évkönyv 2022*, szerk. Benkő József és Mizser Attila, Budapest, pp. 206–214.

GYARMATHY ISTVÁN

Pásztorok és a csillagos ég

Bevezetés

Az elkövetkező oldalakon szeretném, ha megismerkednénk egy olyan ősi, és egyre inkább eltűnő tudással, ami az ókori magaskultúrákban elinduló, a középkorban tovább fejlődő és elsősorban a reneszánsz és felvilágosodás óta túlsúlyra jutó tudományos csillagászat mellett, azzal párhuzamosan egészen napjainkig, az iskolai oktatás és a tömegmédia elterjedéséig fennállt: a nép apáról fiúra szálló csillagismeretével, az általam kutató területet alapul véve a hortobágyi pásztorok példáján keresztül.

„Csillaghullajtó östve künn a tallón furuglyával ballag a bojtár...
Nézöget az égi tüzekbe, szüvét átá járja a kötötte dal s úgy érzi,
hogy beszélő szörszáma nekü élni se tudna. Így születik nép ajakán a dal, az érzés testet ölt, mesévé lesz. Ez dajkája csillagvilágunk regeköltészetének is. Nomád népünk szabad ég alatt élén, éjjel ébren tartva sajjgósözü jószágoktól, járárok kifejtette tájékozó ösméretét, mi apáról fiúra szállt. Később az idő felosztását utánuk igazította. Így az égi testek a legrégebb korban minden szellemi élet liúktető erejévé váltak. Ez az emberiség történetével egykoros. A csillagtisztelő hajlamot fokozta ösnépünk sabaizmusa – csillagimádása – felsőbb lényekben való hívése s e hit alapján vallásos tiszteletük. Számos csillagot ösmértek névszerint, mondáztak, regöltek, javasoltak belőlök. Félkézzel, úgy suttyomba áldozgattak isteneiknek, a csillagoknak. Nemkülönben róttak égboltukra személyeket, szerszámokat, használati tárgyakat, életet oltva a csillagszemekbe, miáltal beszédessé váltak s egyet-mást mondanak nekünk régidőkről manapságig.”

A fenti szép, veretes mondatokkal indítja Toroczka-Wigand Ede Öreg csillagok című művét. A hortobágyi pusztai csillagos ége alatt, a pásztorokkal beszélgetve ismerkedtem meg ezzel az ősi tudással én is.

Hogyan is kezdődött ez az ismerkedés? A Hortobágyi Csillagoségbolt-park 2011-es létrehozása után számos előadásban ismertettem a csillagoség-

bolt-park jelentőségét, értékeit. Egy ilyen előadáson, Berekfürdön találkoztam az egyik – alább idézett – idős pásztor, a karcagi Csontos György unokájával, aki mesélt nagyapja csillagokhoz fűződő tudásáról. Ekkor fordult a figyelmem a pásztorok csillagismerete felé. Hamarosan rátaláltam az erre vonatkozó legutóbbi néprajzi gyűjtésre – ami már több évtizedes –, Barna Gábor Népi csillagnevek és hagyományaik a Hortobágy vidékén című munkájára.

Ennek hatására, és Molnár Zsolt etnobotanikus barátom biztatására, – aki a pásztorok természetismeretének lelkes gyűjtője és feltárója –, a tőle kapott címeken elindulva kezdtem el 2017-ben összegyűjteni az idős pásztorok tudását, az ún. „pásztortudomány” egyes elemeit, elsősorban a leginkább eltűnőfélben lévő, a csillagos éggel kapcsolatos ismereteket.

Engem is megleptek a 22 pásztorral folytatott beszélgetések eredményei: ezek szerint még többé-kevésbé fellelhető az a jártasság, amivel több évtizede Barna Gábor, sőt több mint száz esztendeje első néprajzkutatóink is (pl. Herman Ottó) találkoztak a Hortobágy vidékén (vagy más területeken, pl. Kálmány Lajos Szeged környékén). Ugyanakkor az is világossá vált számomra, hogy a huszonnegyedik órában járunk, tehát sürgető az idős pásztorok tudományának mielőbbi összegyűjtése és dokumentálása.

Mindez a hortobágyi Világörökség szempontjából is rendkívül fontos, hiszen a Világörökségi Diploma egyik fő megalapozó érve az, hogy Hortobágy a rézkor óta nyílt legelőtáj, amelyhez töretlenül fennálló pásztorkultúra kötődik. Úgy éreztem, hogy szükséges a szakmai érdeklődők mellett a szélesebb közönségnek is felismernie, hogy ennek a kultúrának része a csillagos éghoz fűződő ismeretek csokra is.

Munkák és napok

A történelem kezdetétől fogva a régi kultúrákban élő emberek, csakúgy mint őseink nagyon szorosan kötődtek a természet ritmusaihoz, a változó hosszúságú nappalokhoz és éjszakákhoz, az évszakok változásaihoz, a nappali és a csillagos égbolt jelenségeihez, a Nap és a csillagok járásához. Mondhatjuk: egyfajta „szakrális térben és időben” éltek, ahol a fenti és lenti világot nem választotta el éles határ. Figyelték a természet minden apró mozzanatát, rezdülését, megtanultak együtt élni a mindenütt egyedi, egy-egy tájra jellemző

természeti körülményekkel, és ezt az egyre gazdagodó tudományt apáról fiúra örökítették. Szűcs Sándor néprajzkutatónk írja a Pusztai krónikában, nem csak a magyar pusztára de az egyetemes „szerves műveltségre” vonatkozóan is ezen tudás lényegét: „csak pásztormódra tájékozódtak, csillagok állásából a föld, a fű milyenségéből.” Mind a földművelő, mind az állattartó, nomád népek megélhetése függött a tapasztalati úton szerzett természetismeretéről.

Az ősi kultúrák még a naptár és az óra használatának elterjedése előtt a Nap, a Hold és a csillagok mozgása, kelése és nyugvása alapján tájékozódtak térben és időben, ez határozta meg életük, gazdálkodásuk ritmusát is. Jól ismerjük például, hogy az ókori egyiptomiak a Szíriusz heliákus kelése alapján határozták meg a Nílus termékenyítő áradásának időpontját. Jól kifejezi ezt a hagyományos gondolkodást a Krisztus előtt a VIII. században élt görög parasztköltő Hésziódosz Munkák és napok című tankölteménye. Ennek egyik verssora a régen élt emberek és a mindenség kapcsolatát így írja le: „Nappalok és éjek hosszához tudj igazodni mindig, amíg Földanya, minden élő anyja, megadja megint sokféle gyümölcsét.” (Trencsényi-Waldapfel Imre fordítása) A későbbi kalendáriumok, csíziók is, a középkor végéig hasonlóképp a csillagok járásához kötötték például a mezőgazdasági munkák idejét is, megint Hésziódoszt idézve:

„Ha erős Órion s Pléjaszok Hüaszokkal eltűnnek, ne feledd el felszántani jókor a földet.”

„Szíriusz, Órion ha felérnek az ég közepére, a rózsásujjú hajnal az Arkturoszra tekinthet, akkor kell Perszész tőkééről szedni a fűrtöt”

A túléléshez elengedhetetlen tér- és időbeli tájékozódás mellett a mindenség képe és üzenetei, a természet jelenségei és elsősorban a mennybolt örökké változó mégis örök és állandó „lényei”: sok kultúrában istenként tisztelt, és a régi magyarság által vélhetően az Öregistennel azonosított fénylő Nap, a változó arcú rejtelmes Hold, az égbolt sötét kárpitján ragyogó csillagok és belőlük formált csillagképek, a csillagok között kimért úton (Fazekas Mihály debreceni költő által Napútnak nevezett Állatövön) bolyongó planéták, a halványan derengő Tejút, a hirtelen feltűnő és kihunyó hullócsillagok, az égbolt kimért rendjét megzavaró, ezért baljóslatúnak tartott váratlanul előtűnő különös formájú üstökösök az emberek szellemi tájékozódását is segítették. Meghatározták a vallásokat – a mi ősvallásunkat is –, ihlették a meséket, mítoszokat és segítették az időjárás – vagy legalábbis így hitték – a közelgő események és az emberek sorsának megjósolását is.

Pásztormódra tájékoztak

Visszatérve pásztorainkhoz: az előzőekben röviden ismertetett ősi kultúrákhoz hasonlóan a hortobágyi pásztorok számára is fontos volt a Nap, a Hold és a csillagok járásának ismerete, hiszen ők is ennek alapján tudták óra nélkül is az időt, sőt a Nap éves járása, felkeltének és lenyugtának változó helyei vagy a Hold fázisai alapján a hónapok, évszakok változását meghatározni. A Hortobágy vidékén élők külön kiemelték, hogy a „pásztoremberek a csillagokról meg tudták mondani, hogy hány óra lehet körülbelül”. A pásztorok, akik a rideg pásztorkodás idején az esztendő java részét kint töltötték a szabadban (később már csak kihajtástól behajtásig) ezt s az időjárás várható alakulását (a csillagok, az égbolt jelenségei, a jószág viselkedése, s a környező természet alapján) jobban ismerték a falvak és főleg városok lakóinál (1. ábra). Az órát „a csillagok menetiről tudták”. „A Göncölszekér, a Fiastyúk, a Kaszáscsillag és a Tejút az mind fordul és jelezte, hogy hol tartunk az éjszakában” – mondták. Külön is odafigyeltek a jeles napokra, amikor a jószág viselkedése hitük szerint megjósolta egy hosszabb időszak időjárását is. Molnár V. József Egészség című könyvében erről így ír: „A természetben élő ember a teremtetett világ részeseként, annak minden rezdülését teljes lényével érzékelte. (...) A pásztor és a jószág szót értett egymással. Csillag-mutatta mágikus éjszakák (Szentgyörgyre, Pünkösdre, Szentivánra virradók) adták igazi alkalmát az ismerkedésnek”.



1. ábra: Képeslap a XX. sz. elejéről

Eltűnő és megtalált tudás

Mindez a tudás már a XIX. század végén eltűnni látszott. Kandra Kabos nevezetes Magyar Mythologia című munkájában 1896-ban arról panaszkodik, hogy:

„Háttha még adtunk volna rá valamit, és nem hagytuk volna örökségük és hagyományaik letéteményezése nélkül kihalni azon utolsó nemze-

déket is, melyet még a csillagok altattak és költöttek, melynek még a csillagos ég volt esztendőre szóló naptára, vagy az éjszaka minden pillanatában megtekinthető égi órája.”

Azt hihetnénk, hogy ez a tudás mára valóban a feledés homályába veszett. Herman Ottó a „Magyar pásztorok nyelvkincse” című 1914-ben publikált művében még a Nádudvar melletti Angyalházán Tóth Samu számadótól a Kaszáscsillagról, a kaszásoknak ételt vivő Sánta Katáról és arról is hall, hogy a Göncöl rúdja éjfélkor lefelé konyul. Herman Ottó és más néprajzkutatók feljegyezték a leggyakrabban emlegetett csillag- és csillagképneveket, amelyek az alábbiak: Keresztescsillag (Hattyú), Göncölszekér, Fűrű csillag (Sarkcsillag), Fényes csillag (Capella), Fiastyúk, Kaszáscsillag (Orion), hozzá a Szíriusz mint ételhordó Sánta Kata, Esthajnalcsillag (Vénusz). A későbbiekben meglátjuk, hogy szinte mindegyik ismeretes még a pásztorok között.

A Balassa Iván – Ortutay Gyula szerkesztésében 1979-ben megjelent vaskos összefoglaló munka a Magyar néprajz szintén a korábbi korok gyűjtésére alapozva sok érdekes, és szintén mára kihaltak hitt tudásról, hiedelemről ír:

„Sok hiedelem kapcsolódik a Holdhoz: Általánosan elterjedt hiedelem, hogy a holdban Szent Dávid ül, és hegedül vagy hárfázik: »Szent Dávid a holdban ül, Ha kedve tartja hegedül!« (Báránd, Bihar m.)

A Holdnak jelentős szerepe van az időjóslásban is. Így például, Azt tartják, ha újholdkor feláll a hegye, akkor abban a hónapban sok eső esik, de ha lefelé áll, akkor kevésre lehet számítani.

Az Orion csillagkép három egymás mellett elhelyezkedő tagját Kaszásnak vagy Három kaszásnak mondják, amellyel összefüggésben emlegetik a Szíriuszt Sánta leány vagy Sánta Kata néven. Erről úgy gondolják, hogy az ebédet viszi a mezőn kint dolgozó három kaszásnak.

A legáltalánosabban ismert csillagkép a Göncölszekér, amelyet ökörszekérnek tartanak, négy kerékkel és rúddal; ennek középső csillaga mellett a kisbérest is látni lehet szép nyári estéken, amikor a Tejút is megjelenik.”

Mindezek ismeretében – amint már a fentiekben is hivatkoztam rá – meglepetés volt Barna Gábor Népi csillagnevek és hagyományaik a Hortobágy vidékén című 1982-ben megjelent munkája, hiszen ebből kiderült számomra, hogy akkor – a közelmúltban – még mindig élt az ősi tudás.

Az írásom elején már említett Csontos György karcagi juhász például így írta le az égbolt jelenségeit: „az Esthajnalcsillag úgy nyolc, kilenc óra tájban jön

fel. Akkor kezdődik a Göncölszekér is már. Akkor már fent van egészen, majd fordul, oszt reggel legyen a rúdja egészen a földig, már úgy három, négy óra tájban. A Göncöl után a Fiastyúk, majd ezután jön fel a Kaszás. Az is hat emberből áll. Merthogy érdekes, mintha kaszálnának, Sánta Kati pedig viszi ki az ételt. Az megyen utánuk, oszt azért úgy hírelett. No, amikor a Göncölszekér jött, a Fiastyúk már odafent kaparász akkorra... már éjfélkor fent van a Fiastyúk. (...) Körülbelül egy óra, fél kettő tájban jön fel a Hajnali csillag. Mikor az már feljött, megszólalt a kispacsirta. Két órákor már a csillag is lefelé hajt.”

Beszéljenek a pásztorok

Amint a bevezetőben már jeleztem, 2017 óta folytatott kutatómunkám azzal a meglepő eredménnyel járt, hogy a csillagos égre vonatkozó ősi, és már többször „eltemetett”, kihaltak hitt tudás még mindig él! Valóra váltak számomra Móricz Pál debreceni író szavai: „Ez az aranysárga tűzokoktól járt pusztá ezerévelöltti sok szokást, hagyományt megőrizett”.

Álljon itt öt példa, mai pásztoroktól gyűjtött, és szó szerint lejegyzett szöveg formájában:

Barta Sándor gulyás (Kunmadaras) (2. ábra):

„Pásztorcsaládból vagyok, édesapámmal együtt pásztorkodtunk.

Az időt tudom, azt a Göncölszekérről: amikor felfelé jön, felfele van a rúdja, hajnalban amikor már pitymallik, csüng a rúdja.



2. ábra: Barta Sándor gulyás
(fotó: Karácsony Sándor)

A csillagállásokról nagyapámtól sokat hallottam, mikor vittek haza, mindig mondta, ez a Fiastyúk, a Kisgöncölszekér, Nagy-göncölszekér, Kaszás, az Esthajnalcsillag az a legfényesebb csillag az mindig különálló. Esthajnali csillag: mindig az jön fel a legkorábban és az megy le a legkésőbb. Meg tudnám mutatni a Kaszást, meg nagyapám a Tejutakat mutatta mindig. Olyat hallottam: Országút csillag, hogy az a Tejút.

Augusztusban mindig mondta, hogy kívánjak a legtöbbet, mert akkor van a legtöbb csillaghullás.

A Holdról a heteket: tele a Hold, elfogy a Hold, vége a hétnek.

Annyit tudtam még: nem mindig ugyanazon a helyen jön fel és megy le a Nap, hanem ősszel már arrébb van. Ősszel már mindig mondta apám: ilyenkor az utca végén kel fel a Nap. Úgy laktunk, kelet–nyugati irányban van az utca, mikor kelet felől jön fel a Nap, ember hónap következik, szeptember, onnan már mindig hűvösek az idők. Szent Mihály után akármerre fúj, mindig hideg lesz. A ló farkát is Szent Mihály és Szent György nap között fel kell kötni. Ha sár van, összeveri a ló magát.

Apámtól hallottam, hogy ha a Hold csurgóra áll, akkor eső lesz. Éjszaka is kijött: reggelre jön az eső, esteli vendégem megmarad. Ha udvara van a Holdnak: reggel hideg lesz.

Szent Mihály estéjén ha összefekszik a marha egy kupacba, hideg tél lesz, ha jól széjjel fekszik, akkor enyhe tél lesz.

A békára mondta apám tavasszal, hogy Szent György nap előtt amennyivel előtte megszólal azután ugyanannyival elhallgat – utána hideg esős lesz a kiverés, ha korán tavasszal megszólal a béka Szent György nap előtt.”

Molnár József juhász (Nádudvar) (3. ábra):

„Kinnháló ember vótam. Szíp nyári este vót, ugyi idesapám pikulázni tudott, hallgatuk ugyi na, jó menjünk már, feküggünk már, mer lemegy a Hajnalcsillag, pedig nem is aludtunk.

Az Esthajnal csillag is felgyütt ugye na. Este felgyün korán, hajnalban meg lemegyen.

Hét csillagból van a Göncöl szekere, nóta is van róla. Este mikor feljön a Göncölszekérnek hogy van a négy kereke: úgy ki van az festve a négy gömbből, három a rúdja, mer görbe, a rúdja felfelé van, mert felfele jön. Amikor éjfél elmúlik, lefele van a rúdja, mert megy a szekér hazafele.

11 éves kölyök voltam, hajnalba keltünk fel – hó pattog a Fiastyúk, nízdz csak Jóska –, mondta idesapám. A Sánta Kati meg mindig ugrált. Mindig mondtuk kölyökkorunkba: »Sánta Kati Fiastyúk, kinn a szekér benn a rúd, rúdja bele rúdja.«



3. ábra: Molnár József juhász
(fotó: Gyarmathy István)

Fiastyúk az is olyan formában volt: van sok kis csillag, oszt vót köztük egy nagy mint egy kotló, oszt azér hívták Fiastyúknak. 11 órától úgy 2 óra feléig van fenn.

Kaszáscsillag: az meg pattog mint a kasza, úgy csinálja, meg mindig ottan körül vonul a Fiastyúk. A Kata is azért sántít, mert a kasza így levágta a lábát. Azt nem tudom, igaz vagy nem.

Időjárás: Itten már nem a csillagru jobban, itt már jobban a Holdru. Amikor a Holdnak felfele áll a farka, azt mondják, az nem esős hónap. Mikor csurgóra van, akkor esik. Na csak egy példát mondok: ahogy van a Hold aszongyák: elkopott a Hold. Nem igaz, nem kopott el, csak úgy fordul a gömb. Na aszongya hónap hátulja van, újhoid lesz. Olyan kis picibe van. Ha már így mondom hónap hátulja, hogy van az, hogy mindig hónap hátuljára fogyik meg?

Ha udvara van a Holdnak, aszongyák eső lesz. Meg ha van Szent Dávid, – ismeri Szent Dávidot, hegedül benne. Aszongya jó szeles idő lesz, mert Szent Dávid szípen hegedül. Ezt nem is hallottam, csak látni lehet. Ez tulajdonképpen nem egy hazugság, mert látni látta az ember is. Ketten ott vannak, ott muzsikálnak. A szent Dávid nem mindig van a Holdban. Ahogy a Hold nő, amikor már egész, akkor van a Holdban.

Hullócsillagot láttam. Mék hun esett le, azt én nem tudom. Aszongyák, abban a korban hullik jobban, amikor a madár vedlik. Az is ősszel vedlik jobban. Aszongyák, hogy abban az esztendőben sok halál lesz. Az ez előtti emberek mongyák.

Nekem sose nem vót óram. Ahogy a Nap ugyi jön fölfele ment lefele meg dél vót, (feláll) ugyi mindig innen van dél (mutatja). Akkor ugyi megálltam így, amikor az árnyékom úgy volt, hogy át tudtam lépni, akkor dél vót. Mindig az árnyík úgy kopott, ahogy a Nap jött felfelé délre, de délután meg ugyanúgy ment lefelé is.”



Szalai Imre juhász (Kunmadaras) (4. ábra):
„Nekünk mint fiatal gyerekembernek kint volt a fekhely mindig a gyepen a bundába. Nekünk kint a jószág mellett kellett lenni éjjel-nappal. Hogyan tájékoztunk mi gyerekkorunkba? Korán kellett kelni. A Haj-

4. ábra: Szalai Imre juhász (fotó: Gyarmathy István)

nalcsillag feljött, a pacsirta megszólalt, szóltak a szülők, gyerünk, menni kell fejni a birkát. Már akkor a kakas is megtudta. De hogy tudja hogy virrad? Meghasadt a hajnal.

A Hajnalcsillag az hajnalba felgyött, két órakor feljött. Nyárba is már 2 órakor felgyött a Hajnalcsillag, abból következtek a pásztorok, hogy kezd már majd virradni, akkor már a kakas is kukorékolt. Az Esthajnalcsillag mikor már bealkonyodik, már akkor megy lefelé úgy egy óra múlva.

Meg a Göncölszekeret is már megláttuk, mikor lefele volt a rúdja, már akkor éjfél elmúlt. Ahhoz tájékoztunk. A Kisgöncöl: hallottam rúla, de a Nagy-göncölt meg lehet ismerni messziről. A Göncölszeker északra esett mindig tölünk. Akkor ha mentünk a birka után is, mert volt úgy, hogy el kellett menni kilométerekre a hodálytul, mert vagy szűnyog volt a szabadálláson, akkor meg a birkák elmentek oszt menni kellett utánuk, de olyan sötét volt, hogy nem látott az ember semmit, csak a csillagot, hogy na erre ment.

A Fiastyúk, azt meg olyan 10-11 óra körül lehetett már látni itt az északkeleti részen az égen. Ott volt a nagy csomó csillag egy bokorba. Felgyütt már a Fiastyúk.

A Tejút északkelet–délnyugati irányba ment, tiszta időben lehet látni. Tejútnak hallottam mindig, és most is az a neve itten.

Az időre legjobban az állat tud következtetni, hamarabb, mint az ember. Ha a birka szépen legel, két napra eső lesz, az biztos vagy még akkornap. Sokszor úgy le van, mintha meg vóna pányvázva, nem megy arrébb egész órák hosszáig, pedig nincs legelő fű, de képes ott lenni, ott nyálja a földet. Akkor biztos, hogy eső lesz. Vagy pedig hozzáfognak öklelőzni, tukkolni, akkor meg szeles lesz az idő. Ha a kutya hozzáfog legelni, akkor is eső lesz.

Hogyha vörös az ég alja, akkor az szelet jelent. Ha gyönyörű szép tiszta az ég, ahol a Nap feljött, főleg ott arra a pusztában nézünk kifelé keletnek, majdnem látszanak a váradi hegyek, azt mondták az öregek is, hogy eső lesz rövid időn belül.

Az újhoid, hogyha felfelé van a vége, akkor kevés eső lesz. Ha csurgóra van a vége – úgy mondták, csurgóra van a vége a félholdnak, kifolyik belőle a víz, akkor sok eső lesz.”

Tóth Gyula juhász (Hajdúszoboszló) (5. ábra):

„Sose aludtunk a kunyhóba. Mindig kinn aludgattunk. Kin aludtunk a gyepen, belerug az öreg a talpamba. Azt mondja, nem fáj még az oldalad? Honnét tudja hogy fel kell kelni: a Göncölszeker rúdja lefelé állt, éjfél elmúlt. Aztán meg:

Megyen már a Hajnalcsillag lefele, közeleg a reggel. Ehhez tájékozódunk. Most az őszi fertályba elég sok hullócsillag volt. Öreganyám mondta: Meghalt valaki fiam, leesett a csillaga.

Az időt is a csillagokról tudtuk: Ki vannak vikszolva a csillagok, hideg lesz. Curgóra van a Hold, eső lesz. Volt mikor bevált, volt mikor nem. Ha nagy udvara volt a Holdnak, az csapadékot jelent. A teleholdban Szent Dávid meg ott muzsikál, ott van a hegedű a kezében. Ott van Cicília meg Szent Dávid. Muzsikál Szent Dávid Cecíliának.

Az öreg megállt, vele egy irányban van az árnyék: 12 óra van öcsém, azt mondja.

Aratáskor nagyon meleg volt: foltot uram a Napra mert nagyon meleg van, mondták.

Mondták az öregek: Mihály nap éjszakáján ébren legyél: éjfél után, ha észak felől fúj a szél, hideg tél lesz, meg hogy: nagyok a gözödúrasok, hideg tél lesz. Ha a bíbic zsombikra fészkelt, akkor sok esőt vártunk. A birka elárulta is ha készül egy szeles idő: rossz idő lesz ezért ugrálnak.”

Jó járt Ferenc juhász (Nádudvar) (6. ábra):



„Nappal öregapámék – 70-ig nem volt órájuk – a Nap állásáról tudták, hogy hány óra van. Fejünk fölött van a Nap, akkor dél van. Ha fahegybe volt a Nap: 4 óra van.

Aztán gyerünk hazafelé – mondta, mert a kampószárral már elérem a Napot, este lesz mindjárt. Éjszaka kiment az öreg a dolgát végezni: fél 2 van, mondta, honnan tudod, kérdezte öreganyám: mert a Göncöl rúdja lefelé áll.

6. ábra: Jójárt Ferenc juhász (fotó: Gyarmathy István)



5. ábra: Tóth Gyula juhász
(Fotó: Karácsony Sándor)

Azt is mondta, hogy az Esthajnalcsillagnak ugyanúgy párja van, mint az embernek.

A Fiastyúkot is mindig emlegette az öregem. Akkor figyelték, amikor öreganyám rakta a tojást a kotló alá tavasszal. Páros tojást nem raktak alá, csak páratlan számút.

Azt is mondták, aki hullócsillagot lát, az hosszú életű lesz.

Ha nagyon vörösen megy le a Nap másnap nagyon szeles, komor idő várható.

Ha seggin ül a Hold, ha hanyatt van, eső nem lesz. Ha előrebukik, kidől belőle a víz, eső lesz.

Ha tiszta a térség a Hold körül, akkor nyugodt az időjárás, ha párás, ködös, akkor eső jön, változik az időjárás.

Teliholdnál űződik legjobban a birka, meg ha esőre fordul az idő, ilyenkor az űző birka keresi a kost.”

Pásztorcsillagok

A fenti idézetek után érdemes együtt is felsorolni a pásztorok által ismert csillagokat, csillagképeket és azt is, hogy miként „használták” a Napot és a Holdat saját jegyzeteim és az írásomban idézett néprajzkutatók gyűjtései alapján.

Vénusz: Esthajnali csillag, Zsidócsillag, Sábeccsillag – A hajnalcsillag megyen lefelé, hajnalba az az utolsó.

Nap: Öreg – Minden reggel kalapot emelve köszöntik a napot: „Na, Öreg, te is felkeltél?”

„Az árnyékról néztük az óra állást. Háttal álltunk a Napra, és az árnyék állásáról megtudtuk, az árnyékunkat figyelve.”

„Akkor a leghosszabb a nap – mán a nappali világosság –, amikor Szelencésről nézve a Döngerdő sarkánál jön fel a Nap, és a Hortobágy folyónál egy nagy akácfánál megy le.” Utóbbi a pásztorművészetben is megjelenik (csakúgy mint a Nap, Hold és csillagok feltűnése pásztorbortok, karikás ostorok díszítéseiben). Kiváló példa erre Pap Gábor: Jó pásztorok hagyatéka című könyvében idézett, a 7. ábrán bemutatott rühzsírtartó vésetén „a felső



7. ábra: Rühzsírtartó Okányból
(Közli Pap Gábor)

képmezőt szinte teljesen kitölti a szóban forgó Nap-járás képletünknek egy ritka szép megfogalmazású variánsa.”

Hold: „Szent Dávid hegedül a teleholdban – szeles idő lesz. Ha csurgóra van a vége, kifolyik belőle a víz, akkor sok eső lesz. Ha a Holdnak udvara volt, azt tudtuk, hogy pár napon belül eső lesz.”

Alcor: Béres

Arcturus: Esthajnali csillag – Este ez jön fel először, hajnalba ez megy le utoljára.

Deneb: Vezércsillag

Mirphak (?): Esőcsillag

Polaris: Fúrúcsillag – A Göncöl hátsó kerekeitől egyenesbe, mindig áll.

Szíriusz: Sánta Kata – „Három kaszás után pislogva igyekszik Sánta Kati, de akárhogy is billeg, sohasem tudja az ételt átadni nekik. A Kata is azért sántít, mert a kasza így levágta a lábát.”

Regulus: Ökörkereső csillag (vagy a hajnali Vénusz) – A pásztorok tapasztalata szerint ez ősszel kb. éjjel három óra tájban tűnik fel a keleti égbolton. Ekkor indultak a béresek és gulyások megkeresni a tilosban legelő ökröt.

Bika: V csillag

Északi Korona: Félkenyér (Barna Gábor szerint a Draco néhány csillaga.)

Fiastyúk: „Már nagyon fent kaparász a Fiastyúk, hagyjunk holnapra is!”

„A Kaszácsillag körül vonul a Fiastyúk.”

Göncölszekér: „A rúdnak a vége ha már lefelé hajlott, akkor kezdett virradni, akkor mink is kezdtünk a fejéshez.”

Hattyú: Keresztcsillag – „Mindég feljár és mindég az Országút mentén halad.”

Orion: Kaszás – „A négy szélső csillag a kaszáló határát jelzi, a tábla közepén pedig a három kaszás kaszál. Amikor a Kaszácsillag nyáron feltűnik, akkor be kell fejezni az aratást.”

Tejút: Országút – „A Tejút északkelet–délnyugati irányba ment, tiszta időben lehet látni. Ha az végig látszott, akkor tudtuk, hogy mostanába na nem lesz eső. Mán mikor éjszaka aztat nem láttuk, akkor tudtuk, hogy pár napon lesz eső.”

Meteorit: „Az egy kű, tüzet ad.” „Mondták azt is: Mindenkinek van egy csillaga, oszt meghalt, és azért leesett. Akkor van több, amikor a madár vedlik, meg amikor forróság van.”

Üstökös: Egy üstökös feltűnése – s más égi jelek megjelenése – vezette be a visszaemlékezések szerint a „tizennégyes háborút”.

Összefoglalás, csillagászat és Világörökség

A fentiek természetesen nemcsak Hortobágyon, hanem a magyar Alföld pásztorkodásra használt egyéb vidékein is megőrződtek. A pásztorság a Tiszántúl nagy kiterjedésű legelőterületein, a Hortobágy környékén és a Nagykunság vidékén volt különösen nagy létszámú réteg, tehát egységes magyar pásztorkultúráról is beszélhetünk, amely nyilván tájegységeként eltérő színezetet kapott. Ugyanakkor mindenképpen megjegyzendő, amint Zsigmond Győző írja: „...a mai Magyarországot illetően az Alföld, a Hortobágy népének a csillagismerete, a csillagokkal kapcsolatos néphagyománya mutatkozik gazdagabbnak, színe-sebbnek...”.

Álljon az előzőkre példaként az Alföld más tájegységein gyűjtött hasonló csillagismeret Harangozó Imre gyűjtéséből (az 1923-ban született Deák Antaltól):

„Csillagjárásról mindent megtudtunk. Kaszás csillagot mindig figyeltük, az Esthajnal figyeltük, este, mikor feljön a csillag, a legelső csillag, már akkor megfigyeltük hogy halad. Akkor meg tudtuk mondani, már annak a sütésiből, világításából, sugarából, hogy hónap körülbelül milyen idő lesz. Vagy naplement felé, mikor beveresedett az ég:

„A fene megette, hónap bolond szél lesz.”

Így mondtuk annak idején. És meg is vált mindig. Tudta az ember, hogy mikor mi vár rá. Meg maga a jószágnak a viselkedése is megmutatta.

Kaszácsillagnak van egy bizonyos útja. Van, ami kíséri három csillag, a három csillag között ott van a Fiastyúk, így neveztük annak idején. Középen egy világosabb, meg körülötte olyan bozotszerű apró kis csillag, a három csillag, a Kaszás csillaggal együtt a Fiastyúkot nyomta mindig le, úgy a Napjárásával, csak lejjebbi oldalon nyomta lejjebb. De mán akkor is, ha feljebb ment, akkor is tudta az ember, hogy: Na, ez az esztendő ilyen lesz vagy az az esztendő olyan lesz.”

Összefoglalva tehát: A hortobágyi és a más alföldi területeken is élő hagyományos módon legeltető pásztorok – főként az öregek – a több évszázados (sőt nyugodtan állíthatjuk: évezredek) tudást továbbörökítve még ma is ismerik, a régi néven – és nem az iskolában tanult módon – nevezik a csillagokat, csillagképeket, égitesteket, égi jelenségeket. Tudják még a csillagos ég hagyományos „használatát” tájékozódásra, időmérésre, időjóslásra, sőt még néhány ősi hiedelmet is ismernek.



8. ábra: Hazánk leghosszabb közúti köhídja, a Kilenclyükü hídj felett a Tejút keresztülszeli az eget még Hortobágy település határán belül is (fotó: Ladányi Tamás)

Mindez a tudás olyan egyedi és különleges érték, hogy az UNESCO és a Nemzetközi Csillagászati Unió (IAU) 2018 novemberében a Hortobágyi Pustát felvette a Csillagászat és Világörökség tematikus programjába is (Where the Sky touches the Earth – Hortobágy pusta and the shepherd astronomy – Category inside the theme of Indigenous uses of Astronomy) (8. ábra).

A fenti tudást nemcsak megőrizni szeretnénk, hanem tovább is adni. Egyrészt tervünk, hogy a pásztorképzésben kapjanak helyet a hagyományos pásztortudomány, így a csillagismeret elemei is, másrészt a Hortobágyi Nemzeti Park rendezvényein, erdei iskolájában az előadásainkban és a csillagos ég alatt is bemutatjuk a pásztorok ősi tudását a csillagokról, a csillagos égről (9. ábra). Remélem, hogy így ezek az ismeretek nem tűnnek el végleg, hanem tovább élhetnek.



9. ábra: Csillagászati bemutatás a Hortobágy-Mátai Erdei Iskola mellett. A pásztorok csillagait is bemutatjuk. (fotó: Derencsényi István)

Irodalomjegyzék

- Balassa István – Ortutay Gyula: Magyar néprajz. Corvina Könyvkiadó, Budapest, 1979.
- Barna Gábor: Népi csillagnevek és hagyományaik a Hortobágy vidékén. in: Balassa Iván – Ujváry Zoltán szerk.: Néprajzi tanulmányok. A Hajdú-Bihar Megyei Múzeumok Közleményei 39. Debrecen, 1982.
- Harangozó Imre: A pásztorok olyan titkos emberek vótak. In.: Tanácskozás pásztorművészetről, szerkesztette: Juhász Zoltán. Konferencia 2015. augusztus 28–29. Magyar Művészeti Akadémia, Budapest, 2016.
- Herman Ottó: A magyar pásztorok nyelvkinccse. Természettudományi Társulat, Budapest 1914.
- Hésziodosz: Istenek születése. Munkák és napok. Európa Könyvkiadó. Budapest, 2005.
- Hortobágy a Csillagászat és Világörökség oldalon: <https://www3.astronomicalheritage.net/index.php/show-entity?identity=95&idsubentity=1>
- Kandra Kabos: Magyar Mythologia. Dr. Pásztor Bertalan kiadása, Eger, 1897.
- Kálmány Lajos: A csillagok nyelvahagyományainkban: néprajzi tanulmány. Bába Sándor könyvnyomdája, Szeged, 1893.
- Molnár V. József: Egész-ség. Melius Alapítvány, Pécs, 1995.
- Móricz Pál: Hortobágyi legendák. Városi Nyomda, Debrecen, 1928.
- Pap Gábor: Jó pásztorok hagyatéka. Pódium Műhely Egyesület – Magányos Kiadó, Debrecen, 1993.
- Szűcs Sándor: Pusztai krónika. Misztótfalusi Könyvkiadó, Budapest, 1946.
- Toroczka-Wigand Ede: Öreg csillagok. Táltos Kiadóvállalat Rt. Budapest, 1916.
- Zsigmond Győző: Csillagok, csillagképek magyar népi nevei. ELTE Magyar Nyelvtudományi Intézet, Budapest, 2005.

Kettős és többes csillagrendszerek

Bevezetés

Közvetlen környezetünket jól ismerjük, és ez általában mintaként szolgál, amit könnyen általánosítunk, majd ehhez próbáljuk hasonlítani az analóg, de kevésbé ismert eltérő körülményeket. Mintának tekintettük például azt, amilyen a mi Naprendszerünk, középen a Nappal és a körülötte keringő bolygókkal, törmelékekkel. Ilyennek képzeltük el a többi csillagot és azok közvetlen környezetét is. Azonban kiderült: számtalan véletlenszerű folyamat együttes hatása alakítja ki a rendszereket, aminek végeredménye nagyon változatos lehet.

A korábbiakban kialakult képünk jelentősen megváltozott mára, és egyre inkább úgy tűnik, hogy a Naprendszer csak egy speciális változat a sok lehetőség közül. A keletkezési történetek felében inkább két vagy több csillag jön létre térben és időben közel egymáshoz, amelyek gravitációsan kötöttek lesznek. A különböző csillagok körül keringő bolygórendszerek, maradék törmelékkoronagok kutatása szintén eltérő világokat tárt fel, bár ezek együttes képe még bizonyára torzult a jelenlegi észlelési technikáink korlátai miatt. Elképzelésünkől a valóság sokszínűségéig hosszú volt az út, aminek nem értünk még a végére. A kettős és többes csillagrendszerek vizsgálata ma az asztrofizika aktív kutatási területe, és ehhez kapcsolódik az exobolygók kutatása is.

Talán a legfontosabb az a megállapítás, hogy a csillagok körülbelül fele valójában nem magános, hanem két vagy több csillag szorosan kötött rendszere. Másként fogalmazva: 100 „csillagszerű fénypont” közül az égen nagyjából 50 a magános csillag, a másik 50 valójában 100 vagy még több csillagot tartalmaz.

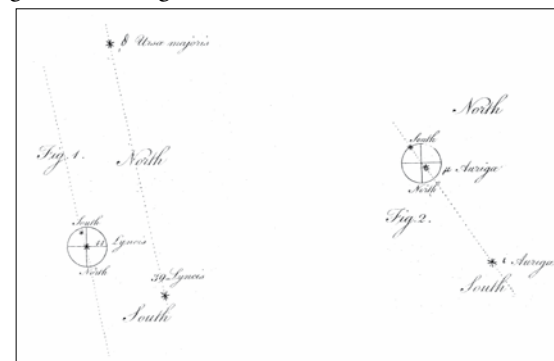
Az évkönyvek sorában ez a cikk egy új formát igyekszik bevezetni. A digitális korban a nyomtatott anyagok mellett a naprakész, folyamatosan frissülő és könnyen elérhető digitális formák egyre nagyobb hangsúlyt kapnak. Ez a cikk ezért inkább figyelemfelkeltő szándékú, és néhány kiragadott témát próbál csak vázlatosan felvillantani. Ezek és minden további izgalmas terület részletes kifejtése terjedelmi okok miatt itt nem lehetséges. Az érdeklődő olvasó azonban megtalálja ezeket az évkönyv digitális mellékleteként, amit a weben is olvashat, de letöltheti ePub vagy pdf formában is.

Rövid visszatekintés

Lakott területektől távol, holdmentes derült éjszakákon még ma is élvezhetjük az égné azt a látványát, amit a régebbi korok emberei láthattak a fényszennyezés drasztikus megnövekedése előtt. Szabad szemmel akár 2500 csillagot is láthatunk ilyen helyeken az égbolt belátható részén. Minthogy a félgömb 20 626 négyzetfok, ezért első közelítésben, ha a csillagok egyenletesen helyezkednének el, akkor 8,25 négyzetfokonként látnánk 1-1 csillagot, ami durván 3 fokos átlagos szeparációt jelentene a csillagok között. Valódi eloszlásuk természetesen ettől eltérő lehetne: előfordulhatnának közöttük egészen közeliek is, míg másutt nagy területek maradhatnának üresen.

A jó szeműek már a távcső felfedezése előtt is láttak egyik-másik csillag közvetlen közelében egy másik csillagot. Az égbolt északi pólusa közelében látható Alcor–Mizar pár is ilyen volt. Az ókorban az emberi látás tesztelésére használták, például egyes népeknél nem lehetett katona, aki nem látta kettősnek. A későbbiekben másfél évezredig ennél többet nem foglalkoztak ezzel a különlegesnek számító csillagpárral.

A dolog akkor vált érdekessé, amikor feltalálták a távcsövet, és Galilei a Tejút derengő foltjaira irányítva saját készítésű eszközét meglátta, hogy azok valójában sűrű csillagmezők. Az Alcor–Mizar párost is megnézte, és felfedezte, hogy a Mizar maga is két csillagra bomlik (1617). 1664-ben Robert Hooke véletlenül,



1. ábra: William Herschel eredeti cikkében található ábra – a 44 Lyn és μ Aur csillagok környezete. Ezzel az ábrával szemléltette cikke olvasóival a katalógusába foglalt vizuális kettősök megtalálásának és azonosításának módját. Az ábra a második kettős csillag-katalógusában található, amelyben 434 kettős csillagra vonatkozó méréseit tette közzé.

(forrás: <https://www.jstor.org/stable/106749>)

üstökösészlelés közben felfedezte a γ Arietis kettősségét, majd a déli éggömbön is találtak ilyen kettőscsillagot (1685-ben Fontenay, a Dél Keresztjének Acrux nevű csillagát). Idővel egyre többen, egyre tökéletesebb optikákkal vizsgálták a csillagvilágot, és újabb csillagokról derült ki: bár szabad szemmel egynek látszanak, a távcső kettőre, néha háromra, esetenként négyre bontja szét azokat. Az ϵ Lyr esetében, amit „dupla kettősként” is szoktak emlegetni, mostanra 5 komponenset azonosítottak. A távcsövek átmérője a 18. századig nem haladta meg a 10 cm körüli értéket, és azokkal durván a 9 magnitúdós határig láthatók a csillagok. Mégis, az egyre több észlelésből már némi statisztika is megalkotható volt; ekkoriban az ismert csillagok 5-6%-át találták kettősnek vagy többesnek, és ezek első katalógusát Christian Mayer állította össze (1780).

William Herschel (1738–1822), akit a modern csillagászat megteremtőjének tekintenek, hatalmas előrelépést tett az észleléstechnika terén. Több nagy tükrös távcsövet készített, köztük a kor legnagyobb átmérőjű (1,26 m-es) távcsövet, amivel minden korábbinál mélyebbre hatolhatott a csillagvilágban. Hűgával, Caroline-nal együtt a csillagászat szinte valamennyi területén lényegi hozzájárulást tettek. A nagy alapossággal, szisztematikusan átvizsgált égbolton talált kettős és többes csillagokat ő is katalogizálta, de azon is elgondolkodott, hogy matematikailag is elemezze a csillagok eloszlását. Vajon véletlen-e hogy a csillagok egy része kettős, illetve többes? Akkoriban az volt a vélekedés, hogy a csillagok magánosak (hisz a Napunk példája is ezt sugallta), és a kettős vagy többes csillagok pusztán véletlenül látszanak közel azonos irányban, miközben a látóirány mentén egymástól távol lehetnek.

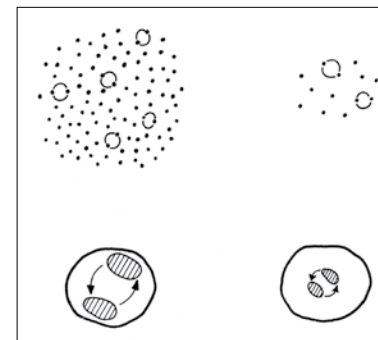
Herschel eltérő fényességű szoros kettősök tagjai közötti szögtávolság és pozíció pontos mérésével az eltérő parallaxisukat, így távolságukat akarta megállapítani, azt feltételezve, hogy a pár fényesebbik csillaga egyúttal közelebb is van hozzánk. Az egyik első ilyen mérésénél csodálkozva tapasztalta, hogy a félevenkénti parallaktikus „billegetés” helyett a halványabb csillag egy ív mentén elmozdult a fényesebbhez képest, amit csak úgy tudott magyarázni, hogy a halványabb a fényesebbhez kötötten mozog, körülötte kering, és a két csillag lényegében egyenlő távolságra van tőlünk.

Ma talán nem is tudjuk kellőképpen átérzeni, mekkora megdöbbenést okozott ennek felismerése, ami egy teljesen új irányt nyitott a csillagászatban. Az ilyen rendszerek szerencsésen elég közeliek a Földhöz, és a csillagpárok elég tág pályán keringenek ahhoz, hogy az elérhető távcsövekkel komponensekre lehessen bontani azokat. Később emiatt kapták a *vizuális kettősök* megjelölést,

és kiderült, hogy jóval kevesebben vannak, mint azok, amelyek olyan szoros pályán keringenek, hogy még a távcsövek sem tudják feloldani, és csak együttes fényüket tudjuk tanulmányozni.¹

Manapság a rohamosan bővülő csillagászati adathalmazban és a természet-szerűleg egyre hosszabb időtartamot felölölő pontos csillagászati megfigyelések nyomán egyre több kettős és többes rendszert találunk, mivel az egyre finomodó méréstechnika a korábban rejtett eseteket is feltárja. Ehhez mind a földfelszíni megfigyelési technika (interferometria, adaptív optika stb.), mind az űrtávcsövek (Kepler, Gaia, TESS stb.) jelentősen hozzájárultak.

Napiainkra 6-7 tagból álló rendszereket is találtak, és elképzelhető, hogy idővel találnak még ennél népesebbet is. Ezek már olyan számosságok, ame-



2. ábra: A kettős rendszerek létrejöttének két alapvetően eltérő keletkezési elmélete is tovább bontható 2-2 változatra. A felső két ábra a befogási elméletek két szélsőséges koreográfiáját mutatja: A sűrűbb (ill. nagyobb számosságú) halmazokban (balra) a gyakori csillagmegközelítések miatt több kettős jöhet létre, de az idő elteltével épp a túl gyakori szoros megközelítések több kettőst szórhatnak szét a térben, mint amennyi újat létrehozhatnak. A ritkább, kisebb számú csillagból álló halmazokban (jobbra) kevesebb kritikus csillagmegközelítés történhet, és így kevesebb kettős rendszer jöhet létre – ám a ritka megközelítések miatt ezek stabilan meg is maradnak sok idő múlva is. Az alsó két ábra az együttkeletkezési elméleteket mutatja. Itt is két lehetőség van: vagy eleve kötött rendszert alkotó két sűrű felhőmag összeomlása indul meg, és ebből lesz a kettős (balra), vagy egy valamilyen kezdeti belső aszimmetriájú, nagyobb tömegű felhőmag az összeomlása során esik szét két presztelláris csomóra (fisszió, jobbra). (Forrás: Duquenois és Mayor 1992)

1 Azokat a csillagpárokat, amelyek csak optikailag látszanak közel egymáshoz, de gravitációsan nem alkotnak egy rendszert, az angol szakirodalom *optical double stars* névvel különbözteti meg a gravitációsan kötött valódi kettősöktől, amelyekre a *binary star* nevet használják. Ha távcsővel a pályájuk követhető, akkor a *visual binary star* megkülönböztetéssel ezt kiemelik.

lyek az *asszociációknak* nevezett csillaghalmazokat jellemzik. Hol húzható meg az a határ, amelyik elválasztja a csillaghalmazokat a több tagú csillagrendszerektől? Vajon azonos vagy eltérő folyamat során keletkeznek az asszociációk és a kettős és többes rendszerek? Mi dönti el, hogy egy népesebb csillagrendszer jön-e létre vagy egy asszociáció, netán nyílthalmaz?

Csoportos csillagkeletkezés

Ha a kettős és többes csillagok 50% körüli részarányának okát keressük, akkor ennek megértése minden bizonnyal a csillagkeletkezés folyamatában gyökerezik. Egy magános csillag születésének modellezése a csillagközi por- és gázfelhőkben már eléggé jól kidolgozott, és a legutóbbi évek szuperszámítógépein futó kódok már figyelembe veszik a mágnesség szerepét is; a többes rendszerek kialakulásának folyamata azonban még sok kérdést vet fel.

A Tejútrendszer sűrű molekulafelhőinek az elmúlt évtizedek során készült infravörös és mikrohullámú felmérései jól mutatják, hogy csillagképződésre alkalmas anyagfelhőben általában soha nem egyetlen csillag keletkezik, hanem valamilyen térbeli és időbeli eloszlásban számos. Megfigyeléseink ennek a folyamatnak természetesen csak egy pillanatfelvételét mutatják időben, de a fejlődés különböző fázisaiban lévő területek összehasonlításával képet kaphatunk a hosszabb időskálán zajló folyamatokról.²

A mi szempontunkból az a kérdés, hogy vajon milyen jellemző távolságskálán folyik valóságos körülmények között a csoportos csillagkeletkezés, illetve milyen tömegű csillagból mennyi keletkezik egy adott folyamat során, azaz milyen a kezdeti tömegek eloszlásfüggvénye. A másik szorosan kapcsolódó kérdés, hogy milyen kinematikai viszonyok fogják jellemezni a létrejött csoportot: szétszóródnak-e gyorsan, vagy hosszú ideig kötött rendszert alkotnak?

Számunkra most az egész folyamat végeredménye az érdekes: hány tagból álló és milyen tömegű rendszerek jönnek létre a fiatal csillagokból, és átlagosan milyen távolságra vannak egymástól ezek?

2 A kettősök keletkezésének két útja lehetséges: az egyik, amikor egy magános csillag helyett az összehúzódó anyag a forgás miatt kettészakad, és két csillag alakul ki, vagy befogással, amikor egy csillag egy közeli másikat közös keringési pályára kényszerít.

Halmazok, asszociációk, szoros rendszerek

A megfigyelésekből úgy tűnik, hogy kellően nagy elemszámú, nagy csillagtömeget tartalmazó tömeges csillagkeletkezés nyomában – a jellemző átlagos köztes távolságokból eredően – erősen kötött, hosszú időtartamon keresztül stabilan megmaradó csillaghalmazok keletkeznek (ezeket nevezzük *gömbhalmazoknak*). Ezek akár százezer vagy azt meghaladó számú csillagot is tartalmazhatnak, és a halmaz életkora – a szétpárolgási idő – akár a Galaxis korának nagyságrendjébe is eshet. Hasonló dinamikai történetet mutatnak a galaxisokban befogódott törpegalaxisok maradványai is. Napjainkban kb. 200 gömbhalmazt ismerünk a Tejútrendszerben. Átmérőjük 30–150 fényév közötti, átlagos csillagsűrűségük két csillag köbfényévenként. Az idő előrehaladtával a nagyobb tömegű csillagok egyre közelebb kerülnek a gömbhalmaz tömegközéppontjához, ennek a dinamikai folyamatnak kiváló nyomjelzői a nagy tömegű szoros kettősök, a röntgenkettősök. *3. ábra* (lásd a IV színes mellékletben).

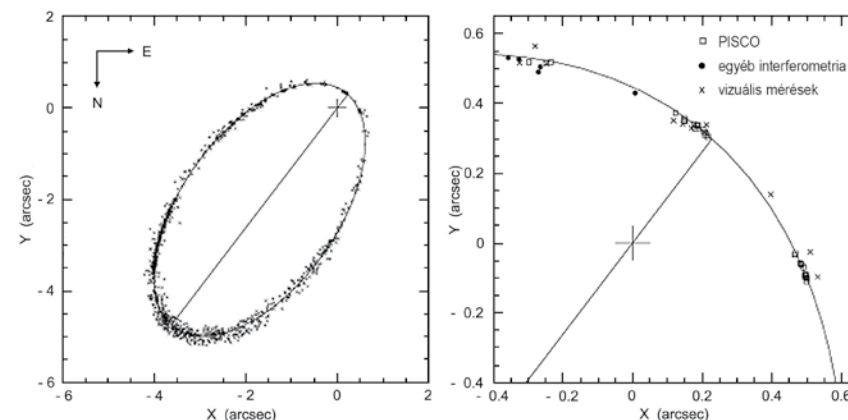
A nagyságrendekkel kevesebb tagból álló nyílthalmazok között viszont rekednek számítanak az egymilliárd évesek, mivel jellemző koruk 10–100 millió év. Többségükben a halmazt alkotó csillagok kevesebb mint 1 milliárd év alatt nagy valószínűséggel szétszóródnak a csillagközi térben. Jelenleg kb. 3000 nyílthalmazt ismerünk a Tejútrendszerünkben, de valós számuk ennek többszöröse lehet (ld. pl. Bica és tsai, 2019). Méretük jellemzően 30 fényévnél kisebb (magnak nevezhető legsűrűbb régiójuké néhány fényév), az átlagos csillagsűrűségük 1,5 csillag köbfényévenként. Zömük a Tejútrendszer spirálkarjaiban található, és erősen koncentrálnak a fősík mentén (az eloszlásukat jellemző ún. skálamagasság kb. 180 fényév). Habár jóval fiatalabb koruk, és ritkább csillagsűrűségük miatt belső dinamikai fejlődésük kevésbé látványos, a gömbhalmazoknál megfigyelt szegregáció ezeknél is észlelhető. Az 1000 fényévnél nem távolabbi nyílthalmazokban akár vizuális kettősök is kimutathatók, de spektroszkópiai kettősöket is nagy számban meg lehet figyelni bennük. Fedési kettősök előfordulása természetesen ritkább, hiszen nagyon szűk, „szerecsés” tartományba kell esnie ehhez a csillagok pályasíkjának. A legérdekesebb megközelítés viszont a távolabbi halmazoknál is működhet: ha el tudjuk készíteni egy nyílthalmaz égi környezetének Hertzsprung–Russell-diagramját (HRD), a felbontatlan kettősök a fősorozattal párhuzamosan futó ívet rajzolnak *4. ábra* (lásd a IV színes mellékletben). A határgörbe a két egyforma tömegű komponens alkotta kettősöké. Ha az ilyen kettősök pontosabb fizikai jel-

lemzőit nem is tudjuk tanulmányozni, azért fontos statisztikai információkat kaphatunk, épp a fejlődési folyamatok megértéséhez.

A kettős és többes rendszerek (és ezek magános csillagok számához viszonyított előfordulási aránya) szempontjából a legizgalmasabb kérdés az asszociációk léte. Azt látjuk, hogy igen sok, kevés csillagból álló halmaz keletkezik napjainkban is. Az ilyen laza asszociációk a környező csillagoktól sokszor csak tagjaik közel egyforma térbeli sebességéről ismerhetők fel. Nagy részük még az őket szülő csillagközi felhőbe van beágyazódva. A szokásosan három altípusba sorolt asszociációk jelenlegi ismert száma kb. 470. Térbeli kiterjedésük akár 1000 fényévnyi is lehet. Tagjaik között jellemzően olyan távolságok vannak és olyanok a mozgásviszonyaik, hogy rendkívül rövid idő alatt felbomlanak. Statisztikai vizsgálatok (pl. Duchêne és tsai. 2018) azt mutatják, hogy az ilyen asszociációkban túlnyomórészt kettős és többes rendszerek formájában jönnek létre a csillagok. Minthogy ezek gravitációsan nagyon gyengén kötött társulások, még a nagyobb tömegű csillagok fősorozati élettartamához képest is hamar kikerülnek a mezőcsillagok tömegébe. Vajon akkor miért van jóval kevesebb kettős- és többes csillag, vagy másfelől megközelítve: hogyan keletkezik a sok magános csillag? Az asszociációk vizuális kettőseinek vizsgálatából, és dinamikai szimulációkból az gyanítható, hogy a tágabb komponensek az asszociációkban fellépő gravitációs kölcsönhatások révén már 1 millió év alatt is leszakadhatnak a szorosabban összetartozó kettősökről, és így a tág kettősök két magános csillaggá esnek szét.



5. ábra: A γ Vir (A-B) i szűrővel készült „lucky imaging” kompozitképe (10000 rövid expozíciók idejű kép legjobb felbontású 20%-ának összesítése). A halvány komponens szögtávolsága a főcsillagtól mindössze 0,5 ívmásodperc. A képmező $14,6 \times 5,7$ ívmásodperc méretű, a kép határmagnitúdóját meghaladó fényességű harmadik komponensnek nincs nyoma. A kép az ESO 3,6 m-es NTT távcsövével készült. (forrás: Scardia és tsai. 2007)



6. ábra: A kb. 169 éves periódusidejű γ Vir (A-B) 2006-ig elérhetővé vált 1553 méréséből számított látszó – azaz vetületi – pályae ellipszise (balra), és a 2005 nyarán történt periasztron-átmenet környékének felnagyítása (jobbra). Az üres négyzetekkel jelzett interferométeres mérések a Brera Observatórium százéves, 1 m-es Zeiss-távcsövének PISCO műszerével készültek 2004–2006-ban. A két csillag relatív pályájának fél nagytengelye 43 CSE, a rendszer össztömege $2,8 M_{\odot}$ (forrás: Scardia és tsai, 2007).

Mi különböztet meg egy 4-6 tagú stabil többes csillagrendszert egy 4-6 tagú laza asszociációtól? Első közelítésben az, hogy nyilván a többes csillagrendszer tagjai jóval közelebb vannak egymáshoz, mint az ugyanannyi tagból álló asszociációkban, de ez nem feltétlenül igaz. Önmagában az, hogy közelebb vannak egymáshoz csillagok, még nem elég ahhoz, hogy hosszú idő távlatában kötötteen keringjenek a közös tömegközéppont körül. A kulcs a keletkezéskori kezdeti feltételekben rejlik, amit azután a rendszer tagjai között ható gravitációs vonzás, valamint az őket körülvevő és időben változó környezetük gravitációs erői alakítanak a dinamika törvényei szerint. Ezek együttesen határozzák meg, hogy a rendszer szétszóródik-e hamar, vagy stabil és szorosabban kötött hierarchikus rendszer jön létre.³ Az viszont biztos, hogy egy találmányra kiválasztott 4-6 tagú többes csillagrendszer idősebb, mint egy 4-6 tagú asszociáció.

3 Hosszú idő alatt bizonyos hatásokra a hierarchikus többes rendszerek egyes tagjai is elhagyhatják a rendszert, de ez belső dinamikájuk következménye.

Többes rendszerek távcsővégen

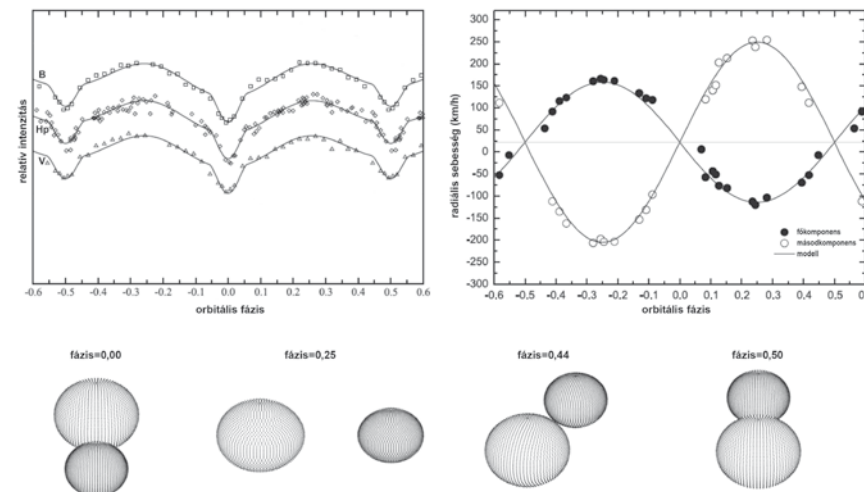
Az előzőekben a nagyobb csillagsűrűségű rendszerektől haladtunk az egyre ritkábbak felé a Tejútrendszerben tapasztalható formációkat áttekintve. Az asszociációk olyan ritkaságok, hogy látványban gyakran el sem különíthetők a csillagkörnyezetüktől, de ez elsősorban csak a látóirányukba eső vetületi képre értendő. Térbeli csillagsűrűségük általában szignifikánsan meghaladja a Tejútrendszer adott környezetében jellemző átlagos csillagsűrűséget.

A kettős és többes rendszerek túlnyomó többségére viszont általánosan igaz az, hogy még napjaink legnagyobb távcsöveivel sem tudjuk felbontani a rendszerek együttes, összeolvadó képét tagjaik egyedi képeire. Sok esetben csak egyetlen tagot, a legfényesebbet látjuk. Korszerű digitális képrögzítéssel, valamint optikai interferométerekkel, sőt koronográfokkal kiegészített adaptív optikákkal persze a csillagok körüli egyre szűkebb tartományokban lehet kimutatni csillagokat, ill. csillagszerű objektumokat. Az ilyen mérések viszont egyedi objektumok tüzetesebb, gondos vizsgálatát igénylik. Az ilyen vizsgálatokra csak ritkán kapható műszeridő, így ezek lényeges növekedést a többes rendszerek számában nem hoznak. A 5. és 6. ábrák egy szoros, de feloldható példát mutatnak.

Amikor a távcsöveinkkel nem tudjuk a szoros kettősöket felbontani, közvetett módszerekkel tudunk információt szerezni róluk. Például a fel nem bontott csillagtársak fénye hozzáadódik a főcsillagéhoz, így a többlet elárulhatja a forrás kettős, ill. többes mivoltát. Már szabad szemmel is képesek vagyunk észrevenni csillagok nagyobb fényességváltozásait, különösen úgy, hogy közeli, hasonló csillagokhoz viszonyítjuk azokat. Ha műszerrel mérjük a fényességet, a légkör hatásait pedig relatív mérésekkel kiküszöböljük, akkor pontosan követni tudjuk a fényességváltozásokat. A kettősség többféle okból is okozhat megfigyelhető változásokat a rendszer összfényességében.

Hasonlóan, ha a csillagok színekében a komponensek létezése miatti periodikus vonaleltolódások, azaz a radiális sebességeik időbeli változásai kimutathatóvá válnak, részletes közvetett információt szolgáltatnak a rendszerről. Egy ilyen észlelési sort mutat a 7. ábra.

Bármilyen technikával észleljük is a kettős rendszereket, a legfontosabb paraméter, a keringési periódus a tőlünk mért távolság ismerete nélkül is könnyen mérhető és többnyire igen nagy pontossággal. A periódusidőt általában P -vel jelölik, és a tágabb rendszereknél éveket, míg a szorosaknál napokat vagy órákat jelent.



7. ábra: Az Orion OB1 asszociációban található IM Mon katalógusjelű fedési kettőscsillag többszín-fotometriájából kapott fénygörbéje (balra fent), radiálissebesség-görbéje (mindkét komponens vonalai kimérhetők a felvett közös színeképekből, jobbra fent), és a modellezés útján előállított térbeli konfiguráció, különböző fázisoknál (lent). Jól láthatóan a főkomponens alakja torzult. (forrás: Bakis és tsai, 2011)

A XVII. század óta tudjuk, hogy a periódus szoros kapcsolatban van a pálya méretével és a komponensek tömegével. A csillagok tömege ($0,2\text{--}100 M_{\odot}$) közé esik, ami 3 nagyságrendet jelent. Túl bonyolult lenne minden lehetséges kombináció áttekintése, ezért válasszunk az egyszerűség kedvéért egy Nap-típusú csillagokból álló kettőst, és nézzük meg, hogy milyen méretű pályákon keringhetnek egymás körül különböző megfigyelt periódusidő esetén.

Kepler 3. törvénye alapján, ahol a a fél nagytengely, M_1 és M_2 a csillagok tömege, G a gravitációs állandó:

$$\frac{a^3}{P^2} = \frac{G(M_1 + M_2)}{4\pi^2},$$

amiből

$$a = \sqrt[3]{\frac{G(M_1 + M_2)P^2}{4\pi^2}},$$

azaz

P (nap)	a (CSE)	a ($R_{\odot}$)	v (km/s)
0,1	0,005	1,14	578
1	0,025	5,3	268
10	0,115	24,6	125
100	0,53	114	58
1000	2,47	530	27

Máris észrevehetjük, hogy a legrövidebb periódusú kettősök közelebb vannak egymáshoz, mint a komponensek mérete! Valóban, az ilyen kettősök közös gázburokban, egymással érintkezve járják szédítő körtáncukat. Döbbenetes felismerés, hogy a megfigyelt kettősök zöménél ($P \sim 10$ -100 nap) két Naphoz hasonló csillag a Merkúr és Vénusz naptávolságának megfelelő átlagos távolságban kering egymás körül. A leghosszabb periódusú ismert kettősök társcsillagai is alig távolabb keringenek egymástól, mint a Mars a Nap körül.

If it were not perhaps too early to hazard even a conjecture on the cause of this variation, I should imagine it could hardly be accounted for otherwise than either by the interposition of a large body revolving round Algol, or some kind of motion of its own, whereby part of its body, covered with spots or such like matter, is periodically turned towards the earth. But the intention of this paper is to communicate facts, not conjectures; and I flatter myself that the former are remarkable enough to deserve the attention and farther investigation of astronomers.

8. ábra: Részlet Goodricke cikkéből az Algol fényváltozásairól a *Philosophical Transactions of the Royal Society* 1783-as kötetéből. „Ha nem lenne talán túl korai még csak találgatni is ennek az ingadozásnak az okát, úgy gondolom, hogy aligha lehetne másképp magyarázni, mint egy Algol körül keringő nagy test közbeiktatásával, vagy valamilyen saját mozgásával, amely során testének egy része, amelyet foltok vagy hasonló anyagok borítanak, periodikusan a Föld felé fordul. E tanulmány célja azonban az, hogy tényeket közöljön, nem pedig feltételezéseket; és bízelgek magamnak, hogy az előbbiek elég figyelemre méltóak ahhoz, hogy megérdemeljék a csillagászok figyelmét és alaposabb vizsgálatát.”

Az egymáshoz ilyen közel keringő csillagokat nem oldják fel a távcsöveink, mégis tudjuk, hogy nagy részük ilyen szoros rendszert alkot. Ahhoz, hogy az elméleten túl honnan tudjuk mindezeket, ismét vissza kell mennünk a kezdetekhez.

Az Algol fényváltozásait szabad szemmel már valószínűleg az ókorban is észrevették, bár konkrét bizonyítékunk nincs erre. A közel 3 naponkénti 1 magnitúdós elhalványulásairól John Goodricke 1783-ban számolt be a Royal Society-nek, aminek végén felvetette a megfigyelt periodikus elhalványodás két lehetséges okát (8. ábra). Egyik lehetőségként a Napon megfigyelt foltokhoz hasonló, nagy kiterjedésű foltot vagy foltokat javasolt, ami a csillag forgását követve időnként elhalványítja annak felszínét. Másik elképzelhető magyarázatként a csillag körül keringő, kiterjedt test általi periodikus fedéseket vetette föl. Ez utóbbira Edward Charles Pickering 1881-ben szolgáltatott bizonyítékot, miszerint a két csillagot tartalmazó rendszerben bekövetkező fedések okozzák a fényváltozást. Ma már ismert, hogy a fényesebb csillag közel háromszor nagyobb tömegű, mint a Nap, míg a halványabb tömege $0,7M_{\odot}$, sugaruk azonban közel egyforma. A későbbiekben felfedezték, hogy a szoros pályán keringő két csillag körül egy harmadik csillag is kering távolabb pályán, durván 2 éves periódussal.

Amikor egy kettős rendszer pályasíkjának látóirányunkhoz viszonyított helyzete olyan, hogy periodikusan (részlegesen vagy teljesen) elfedi az egyik a másik komponenst, a teljes fényességük csökken. Ezek a *fedési változók*, amelyeket a fénygörbéik alakja szerint tovább osztályoztak. Ma már tudjuk, hogy az osztályozás alapjául szolgáló különbségek zömükben a két csillag fejlődési állapotának eltéréseiből adódnak.

A csillagokról hozzánk érkező fényt spektroszkópiailag is vizsgálhatjuk, és a spektrumvonalak kék vagy vörös felé való eltolódásából a hozzánk viszonyított pillanatnyi sebességét is meg tudjuk határozni. Jó esetben mindkét csillagra mérni tudjuk ezeket a sebességeket, de sok esetben csak az egyikét. Az olyan rendszereket, ahol legalább az egyik komponens radiális sebessége mérhető, *spektroszkópiai kettősöknek* nevezzük. A fedési rendszerek ezért lehetnek spektroszkópiai kettősök is, de fordítva általában nem.

A fotometriai és spektroszkópiai mérésekből formálódott ki az a képünk, hogy a kettős és többes rendszerek sokkal gyakoribbak, mint azt a vizuális kettősök alapján gondolni lehetett. Az űrből végzett nagy pontosságú égfelmérésekből pedig egyre nagyobb számú többes rendszer vált ismertté. Az egymáshoz közeli csillagok a gravitációs kölcsönhatásukon túl közvetlenül is befolyásolhatják egymás fejlődését anyagátadással.

Magános csillagok esetében a látszó fényességet tudjuk mérni, és ha a távolságot valamilyen módszerrel meghatározzuk, akkor a tényleges fényességét is, azaz

a teljes kisugárzott energiát. A csillag tömegét, méretét azonban csak modelleken keresztül tudjuk becsülni. A legutóbbi időig ezért az olyan fedési kettősök esetében lehetett meghatározni az abszolút paramétereket, amelyeknél spektroszkópiai mérésekkel a radiális sebességet is mérni lehetett. Jelenleg háromszáznál több ilyen rendszer adatait határozták meg pontosan és ezek adják a csillagmodelleink legfontosabb és legpontosabb közvetlen ellenőrzési lehetőségét.⁴

Csillagfejlődés kettős és többes rendszerekben

A csillagok fejlődését számítógépek segítségével modellezzük, és az így kapott eredményeket a megfigyelésekkel összevetve finomítani tudjuk modelljeinket. Az alapvető paraméter a csillag kezdeti tömege, amit csak kissé módosít az, hogy a csillag kialakulásakor mennyi nehéz elem van benne a hidrogén és hélium mellett. Ez utóbbiak tömegaránya 75 és 24% körüli, míg a maradék 1% különböző nehezebb elemek keveréke.⁵

A magános csillagok a tömegüktől függően három fő fejlődési utat járnak be. A kis tömegűek lassan fejlődnek, és milliárd évek alatt érik el végállapotukat, amely egy lassan kihűlő fehér törpe lesz. A közepes tömegűek gyorsabban fejlődnek, és végállapotuk fehér törpe vagy neutroncsillag lehet. A nagy tömegűek a magjukban kialakuló magas hőmérséklet következtében gyorsan fejlődnek, és a maradványuk a folyamatától függően neutroncsillag vagy fekete lyuk lesz. Fejlődésük különböző fázisaiban általában mindegyik típus anyagot veszít, ami az intersztelláris anyagot gyarapítja, és nehezebb elemekkel dúsítja azt, ahogyan a szupernóva-robbanások és a kevésbé energikus más nukleáris folyamatok is.

A csillagokat elválasztó hatalmas távolságok miatt a magános csillagok mások direkt fizikai befolyásától mentesen járják be fejlődési útjukat. A felületüket elhagyó csillagszél, plazmakiáramlások a csillagtól távolodva gyorsan ritkulnak, ugyanígy a tér minden irányába kisugárzott fotonáram sűrűsége is. Mire

a legközelebbi társakhoz érnek ezek a hatások, kimutathatatlan mértékűekké válnak, így szinte semmilyen lényeges befolyást nem gyakorolnak egymásra.

Amint azonban egy gondolat kísérlet során közelíteni kezdünk egymáshoz két magános csillagot, egy bizonyos távolságnál közelebb egyre egyértelműbb hatást képesek gyakorolni egymásra. Kezdve attól, hogy az árapályerők egymás alakját is képesek torzítani⁶ – ezzel nyilvánvalóan befolyásolva egymás forgását, belső szerkezetét, áramlási rendszereit, sőt mágneses terét is, ráadásul egy bizonyos közelség esetén már elektromágneses sugárzással is képesek felfűteni az egymás felé forduló oldalaikat, gravitációs terük révén pedig befoghatják a másiktól kiáramló plazma egy részét.

Így tehát biztosak lehetünk abban, hogy kellően szoros kettős rendszerben már rövid időskálán is, viszont a fejlődési folyamatok tekintetében kellően hosszú idő után, egészen mást fogunk tapasztalni, mint két, különálló, távoli csillag esetén. A legelső ilyen eset, amely zavarba ejtette a csillagok életét megérteni akaró csillagászokat, Algol-paradoxonként híresült el. Az Algol fedési kettősnek ugyanis épp a kisebb tömegű tagja mutatkozik a fősorozattól elfejlődöttnek, miközben a nagyobb tömegű még fősorozati életét éli⁷ – a magános csillagok esetén ennek éppen a fordítottját kellene tapasztalnunk. Az ilyen jelenségek tisztázása során derült fény a kettősök fizikai természetére és speciális fejlődési effektusaira. Kulcsfontosságú munkát végzett e téren Zdenek Kopal, cseh származású angol csillagász, aki generációk csillagászeit nevelte kettőscsillagok kutatóivá.

A megértés kulcsát az égi mechanika korlátozott háromtest-problémájának megoldása során bevezetett Roche-lebeny jelenti (9. ábra)⁸. Ennek határoló felülete a közös tömegközéppont körül keringő két tömegpont közös gravitációs terének ekvipotenciális felületei közül az, amelyik mindkét csillagot körülveszi, de zárt, véges felületű, és a két csillag között egy ponton érintkezik.

4 A Nap esetében megfigyelt 5 perc körüli oszcillációkhoz hasonló módon, nemradialisan pulzáló csillagok elméleti modellezése egy újabb eszköz, amivel a csillagok belső szerkezete és bizonyos paraméterei meghatározhatók.

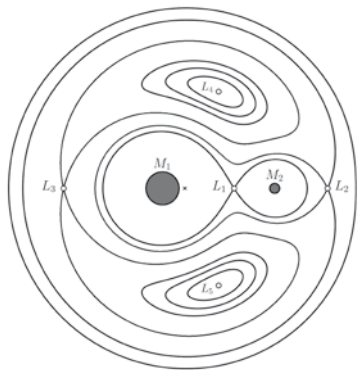
5 A tömegek aránya mellett az atomok számának arányait is érdemes megjegyezni: 1000 atomból 925 hidrogén, 74 hélium és 1 valamilyen más, nehezebb elem atomja; a harmadik leggyakoribb elem az oxigén.

6 Az égi mechanikából jól ismert az árapályerők hatékonysága a relatív méretek ötödik hatványától függ – így nagy távolságok esetén még nagy méretű csillagok sem képesek kimutatható árapálytorzítást okozni egymáson, de egymás közelségében gyorsan nő az effektus hatékonysága.

7 A kettős tagjai abszolút időskálán viszont pontosan azonos korúaknak tekinthetők.

8 Az angolszász szakirodalomban *Roche-lobe* néven említik. Magyar fordítása nem egységes, sokan a kissé bizzar hangzású Roche-lebenyként, egyes publikációkban Roche-térfogat vagy Roche-üreg néven használják.

Ez a Roche-lebeny két jól elkülönülő térrészt határol, ezeken belül az adott csillag gravitációs ereje uralkodik. A további ekvipotenciális felületek ettől a határoló felülettől az egyes csillagok tömegközéppontja felé közeledve egyre



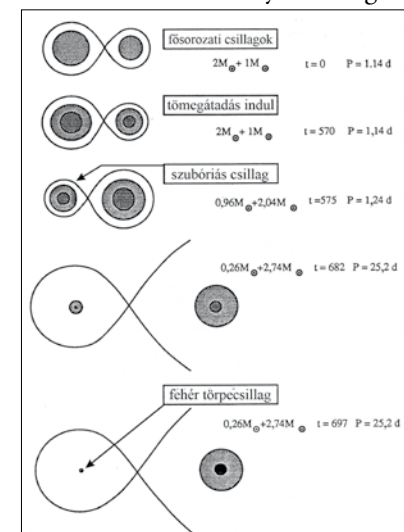
9. ábra: Két tömegpontból álló rendszer ekvipotenciális felületeinek síkmetszete. Az egyik tömegpont tömege háromszorosa a másikénak ($M_1 = 3M_2$). A rendszer tömegközéppontját x jelöli. A zárt görbék némelyike egy-egy pontban metszi egymást, ezek a nevezetes Lagrange-féle stabilitási pontok (L_1 , L_2 és L_3), amelyekbe helyezett próbatest nyugalomban maradhat, de a legkisebb erőhatásra eltávolodik valamerre ezekről a pontokról, tehát ezek csak metastabilak. Az L_4 és L_5 pontok viszont olyanok, hogy az oda helyezett próbatest még nagyobb kitérítő erők hatására is a ponthoz közeli térségben képes huzamos ideig maradni. Ilyen konfigurációt valósítanak meg pl. a Nap–Jupiter kettős tekintetében a trójai kisbolygok. (forrás: <https://people.bsu.edu/rberring/people/alec-neal/>)

kevésbé térnek el a gömb alaktól, míg a határfelület közelében egészen magas fokszámú polinommal közelíthetők, ill. egy bizonyos távolságig szokásosan háromtengelyű ellipszoidokkal közelíthetők. Az egyensúlyban lévő csillagok rétegei igyekeznek minél jobban igazodni az ekvipotenciális felületeikhez.⁹

A Roche-lebenyek nem áthatolhatatlan falak, az adott pontjainál érvényes szökési sebességet megközelítő vagy akár meghaladó sebességgel kifelé mozgó próbatest áthalad rajta, és matematikailag könnyen modellezhető pályát leírva kerülhet vissza az eredeti csillagra vagy át a másik csillag Roche-lebenyén belülre, ill. megfelelő feltételek teljesülése esetén az egész kettős rendszert is elhagyhatja. Minden a kezdőfeltételeken múlik. Az azonban bizonyos, hogyha magának a csillagnak a külső rétegei eléri ezt a határfelületet, a legkisebb véletlenszerű kitérítő hatásra is elhagyja az anyag a gazdacsillagot. Márpedig a magános csillagok életpályáit ismerve tudjuk, hogy a magbéli H-égetési fázist követően, a legkisebb tömegű törpecsillagok kivételével, egy csillag valamilyen mértékben felfúvódik. Ha a két csillag közötti távolság elég nagy, akkor még ilyenkor sem feltétlenül tölti ki a saját Roche-térfogatát a csillag – de egymáshoz

9 Roche közelítő modelljének alapja, hogy a potenciáltér kiszámításához a csillagokat tömegpontoknak tekinti, és a kiterjedt csillag anyagának eloszlását ebben a térben vizsgálja.

egy adott szeparációnál közelebb keringő kettősöknél ez megtörténik. Időben nyilvánvalóan az eredetileg nagyobb tömegű csillag éri el előbb ezt az állapotot. Ilyenkor akár nagy mennyiségű anyag is elhagyhatja a csillagot, és – a numerikus szimulációk szerint is – így távozó anyag zöme a másik csillagban landol. Tehát a nagyobb tömegű komponens tömege csökken, a kisebbé nő. Ezzel együtt, a dinamika törvényszerűségei miatt, változik a csillagok távolsága a közös tömegközépponttól és egymástól is, és ezzel együtt a keringési periódus is. Az anyagátáramlás dinamikus folyamat, az ennek során bekövetkező periódusváltozások pedig egészen egyszerű eszközökkel tetten érhetők, amit néhány esetre egyszerűsítve mutat a 10. ábra. A folyamat végét az jelentheti, amikor a



10. ábra: Egy kezdetben 2 és 1 naptömegű, 1,14 nap periódusidejű szoros kettős rendszer fejlődésének kritikus mozzanatai, a két csillag méretével és Roche-lebenyűk határológörbéinek szemléltetésével. A 2 naptömegű csillag 570 millió év múlva kezd elfajlódni a fősorozati állapotából, mérete növekedésnek indul, és ezzel egyidejűleg mérhető mennyiségű anyag kezd róla átáramlani az 1 naptömegű társára. 5 millió év múlva eléri a szubóriás állapotot, addigra számottevő mennyiségű anyagot veszít (több mint a felét átadta társának). A tovább folyó anyagátáramlás során a kritikus lebeny méretéhez képest egyre kisebb lesz a csillag, így egyre lassul a tömegcsere. Eközben (a több mint 100 millió éven át tartó anyagátáramlás során) olyan távolra kerülnek egymástól, hogy a periódusidő 25 napot meghaladóvá válik, és a nagy távolság miatt a rendszerben meghatározó tömegűvé (2,74 naptömegűvé) vált komponens Roche-lebenye is hatalmasra duzzad. Amit a 700 millió éves rendszernél látunk végül: egy erősen előrehaladott állapotban lévő, kis tömegű (0,26 $M_\odot$) fehér törpe körül egy 2,74 naptömegű, de még ekkor is fősorozati állapotú csillag kering – ez utóbbi lehetetlen lenne egy magános csillagnál (de Loore és Doom 1992 nyomán).

megnövekedett szeparáció hatására végül annyira megnövekszik az anyagot vesztő csillag kritikus Roche-térfogata, ill. közben a csillag térfogata csökkenni kezd, hogy végül a csillag külső rétegei eltávolodnak a határfelületről. Ekkorra már nagyon könnyen előfordulhat, hogy akár teljesen ellentettjére fordul a két csillag tömegének aránya: a korábban kisebb tömegű válik immáron nagyobb tömegűvé. Ilyenkor tapasztalja a külső észlelő az Algol-paradoxont.

Kettős rendszerekben tehát a kezdeti tömegaránynak lényeges szerepe van abban, hogy a fejlődés milyen úton fog zajlani. Ha az egyik komponens kitágul, és a közösen kialakított gravitációs terükben anyag tud átkerülni róla a másikra, az mindkettő további fejlődését megváltoztatja, evolúciójuk eltér a magános csillagokétól. Ennek nem minden részlete ismert még teljesen, és rendkívül sokféle lehet. Habár alig néhány alapelv vezérli ezeket a fejlődési folyamatokat, sok kisebb-nagyobb fontosságú paraméter különféle értéket vehet fel (ráadásul ezek időben is változhatnak), és így végül a megfigyelhetőség szempontjából nagyon sokféle képet mutathatnak ezek a rendszerek. A kettőscsillagok fejlődésének elméleti modellezésével egy sor korábban teljesen külön osztályba sorolt változócsillag mibenléte, fizikai magyarázata egységessé vált, és a mai asztrofizika jól rendet tud tenni a különböző fejlődési állapotú szoros kettősök jellemzői között.

Végállapotú rendszerek kettősökben

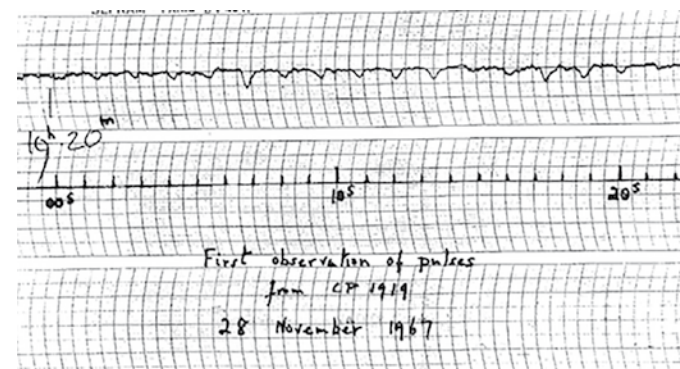
A magános csillagok végállapota három típusú lehet: fehér törpe, neutroncsillag és fekete lyuk. A közeli fehér törpéket megfigyeléseinken keresztül alaposan tanulmányoztuk, és elméleti modelljeink elég jó közelítéssel leírják a mérések eredményeit.

A neutroncsillagokat vagy a kis tömegű fekete lyukakat azonban hagyományos távcsöveinkkel nem látjuk. Egy neutroncsillag sugara durván 10 kilométer, egy néhány naptömegű fekete lyuk ennél is kisebb. Gravitációs hatásukon keresztül azonban kölcsönhatásban állnak környezetükkel, és ezt felhasználva, indirekt úton tanulmányozni tudjuk őket. Különösen igaz ez, ha kettősök tagjai, és így több csatorna nyílik meg az információszerezésre. A sok közül egy példát emelünk csak ki itt ízelítőül – a neutroncsillagokat, és ebben két csillagász doktorandusz történetét.

A neutroncsillagok létezését az elméleti vizsgálatok felvetették és leírták jellemzőiket, de ugyanezek az eredmények reménytelennek mutatták, hogy valaha is megpillanthatjuk őket. Tömegük várható értéke 1,4 naptömegnek adódott, felső határa pedig 2 naptömeg körülinek. Energiatermelés nem zajlik bennük, ezért optikai észlelésüket sem tartották lehetségesnek.

A rádiócsillagászat a 2. világháború után rohamos fejlődésnek indult: egyre nagyobb méretű és egyre kisebb zajú antennákkal kezdték tanulmányozni az égboltot ebben a tartományban. Egy fiatal csillagászhallgató hölgy, Jocelyn Bell az 1960-as években a kvazárokat akarta tanulmányozni Cambridge-ben, egy nagy felbontású rádiótávcsővel.¹⁰

Feltűnt neki egy időnként detektált, ismétlődőnek tűnő jel, amelyet ismeretlen eredete, és minden addig ismert természetes jelforrástól eltérő tulajdonságai miatt a regisztráló papírtekercsen LGM betűkkel jelzett (Little Green Men – Kis Zöld Emberek). Témavezetőjével, Antony Hewish-sel megbeszélve, egy gyorsabb rögzítőt kezdett használni, és a véletlennek is köszönhetően, sikerült meggyőző minőségű adatokat gyűjtenie (11. ábra). A jel ~1,3 másodpercenként ismétlődött, az „adás” jelének hossza kb. 0,03 másodperc volt. Egyértelműen



11. ábra: A rádiójelkelet egy hengerre csavarodó milliméterszalagra rögzítették. Jocelyn Bell ezen figyelt föl a rövid időközönként ismétlődő kis jelre, amelyről kiderült, hogy egy gyorsan forgó neutroncsillagról érkezik. (forrás: Konkoly szeminárium)

10 Rádiótávcsövekről általában a nagy, tányér alakú antennák jutnak eszünkbe. Az általuk épített, és a felfedezésben használt rádiótávcső inkább hasonlított egy szőlőlugasra, oszlopokra kifeszített huzalokkal.

sikerült azonosítani az égi koordinátáit is, és a távolságára felső becslést adni, amely 210 fényév volt, majd ugyancsak 1967-ben 3 másik hasonló forrást is találtak.

Egy évvel később másoknak sikerült optikailag azonosítaniuk a Rák-ködben egy 33 ezredmásodperces pulzáló forrást. Ez megerősítette, hogy a forrás egy szupernóva-robbanás után visszamaradt neutroncsillag. Az összeomlott csillagnak gyors forgása miatt erős mágneses tere van, és a környezet anyagával kölcsönhatva ez az észlelt szapora jelek forrása. Az ilyen típusú objektumokat *pulzár*nak nevezték el. Ezzel elindult a szisztematikus keresés az égbolton további hasonló források után.

Russell Hulse PhD-hallgatóként, amikor témavezetője, Joseph Taylor megkereste azzal az ötlettel, hogy lenne-e kedve egy olyan munkához, ahol rádiótávcsövet és számítógépeket kell használni alapvető fizikai problémák kutatására, nem sokat gondolkodott a válaszon, és belekezdett a munkába. Az arecibói rádiótávcsőnvel pulzárokat keresett, és 1973. december 8-án jegyezte be észlelőnaplójába az első általa felfedezett pulzárt. A következő hónapokban egyik felfedezése sok fejtorést okozott számára, mert a jelek nem úgy viselkedtek, mint a korábban talált hasonlóak. Amit talált, az izgalmasabb lett még annál is, mint amire számítottak.

Míg néhány évvel korábban Cambridge-ben mechanikus berendezéssel rögzítették a jeleket, és a kapott görbéket vizuálisan átvizsgálva keresték a jeleket, addig Hulse számítógép segítségével egy 3 paraméteres térben (diszperzió, periódus, jelszélesség) kereste az elektronikusan rögzített adatokban a jeleket. Ez nem hasonlított az addig megszokott, távcső melletti észleléshez, inkább egy számítógépes adatfeldolgozási feladat volt, ami mára szinte meghatározóvá vált a csillagászatban, de akkoriban újszerű volt.

Hulse a feltérképezett 140 négyzetfokos területen végül 40 új pulzárt fedezett fel így, és 10 korábbit erősített meg. A PSR 1913+16 volt mind közül a legkülönlegesebb. Periódusa a második leggyorsabb volt a maga 56 ezredmásodpercével, csak a Rák-ködben megfigyelt volt gyorsabb ennél. A periódus pontos meghatározásához és a jelek beérkezési idejének abszolút időpontjainak meghatározásához két időpontban történt mérést kellett összehasonlítani és korrigálni a Föld pálya menti mozgására, ami rutinjellegű kalibráció.¹¹ Azonban ebben az esetben a két mérési sor a korrekció után nem egyezett, és

11 Arecibo fix antennája egy 2 órás időablakban adott erre lehetőséget.

27 ezredmásodperc különbség volt köztük. Ez volt a legrövidebb periódusú pulzár, amit mért, és a mérőrendszer 10 ezredmásodperces felbontást tudott csak, ezért a jelek nem voltak teljesen feloldva. A feladat megoldásához egy gyorsabb számítógép kellett, egy CDC 3300 volt elérhető az obszervatóriumban, amelyre egy új programot kellett írnia, amivel sikerült kiküszöbölnie a felmerült problémát. A nagyobb felbontás és az egymást követő mérések egy periodikusan változó jelet rajzoltak ki Hulse milliméterpapírra felvázolt feljegyzéseiben. A megfigyelt változás egyetlen magyarázata az volt, hogy a pulzár térben periodikusan mozog, vagyis egy kettős rendszerben kering. A következő mérések ezt igazolták is: 8 órás keringési időt kapott a rendszerre, amiről értesítette témavezetőjét, és végül együtt publikálták a felfedezést, amiért 1993-ban megosztott Nobel-díjat kaptak.

A felfedezésnek óriási jelentősége volt, mert az erős gravitációs terekben előre jelzett elméleti következtetések ellenőrzéséhez egy virtuális laboratóriumot biztosított. A relativisztikus égi mechanika számításait egy olyan rendszerben lehetett követni, amelynek egyik tagja egy percíz óra is volt egyben. Ennek időjeleit a Földön pontosan mérni lehetett, és ez igazolta mindazt, amit a számítások adtak. A PSR1913+16 periódusának változása és a beérkező jelek időbeli eltolódása indirekt módon igazolta, hogy a rendszer energiát veszít, és a pálya szűkül, az ennek alapján kiszámított energiaveszteség pedig megfelelt az általános relativitáselmélet szerinti értéknek, amit a kisugárzott gravitációs hullámok visznek el. Ez még nem a hullámok direkt detektálása volt, de lezárta egy sok évtizedes problémát a gravitációs mező energiájáról.

A Hulse–Taylor-féle pulzár óta több olyan egzotikus kettős rendszert találtak, amelyekben fehér törpék keringenek egymás körül, vagy fehér törpe és egy neutroncsillag, vagy két neutroncsillag.

Gravitációs hullámok összeolvadó kettősökből

A kettős rendszerben talált pulzár megfigyelése közvetetten igazolta a gravitációs hullámok által elvitt energiát, de közvetlen mérésekre sok évtizeden át óriási erőfeszítést tettek a kutatók. Az alapvető probléma az, hogy erős gravitációs hullámokat elsősorban olyan asztrofizikai folyamatokból várunk, amelyeket nem látunk előre, ezért véletlenszerűen felbukkanó, rövid ideig mérhető jeleket kell keresnünk a mérőberendezéseinkkel.

Az olyan kísérletek, mint amilyen a gravitációs hullám detektálása, óriási mérnöki kihívást jelentenek. Az ehhez szükséges berendezések megépítése, az aprócska gyártási és mérési hibák további csökkentése, a zajok kiszűrése, mind olyan technikai problémát jelentenek, amelyek a mindennapi élet követelményein messze túlmutatnak, azonban évekkel később esetleg ott is hasznosulnak. Az első kereskedelmi tranzisztorok borsószem nagyságúak voltak, ma egy körömnnyi szilíciumlapkán, egy mikroprocesszorban milliónyi tranzisztor van. A CCD-detektort, ami a fényképezés kémiai eljárásait kiküszöbölve számítógéppel kezelhető digitális képet ad, eredetileg optikai úton felülírható memóriaegységnek fejlesztették ki, ma pedig mindenki zsebében ott van egy sőt akár több ilyen, a mobiltelefonjába beépítve.¹²

A kísérletek lényegét – mit kellene mérni – ma is képes egyetlen ember átgondolni. A nagy kutatócsoportok nélkül azonban nem épülnének föl a berendezések, nem lehetne üzemeltetni azokat, és a végén a rengeteg begyűjtött adatból nem tudnánk kinyerni azt a keresett jelet, amire szükségünk van. A gravitációs hullámok detektálásának elve nagyon egyszerű. Lényegében azonos azzal a kísérlettel, amivel a fénysebesség változását akarták kimérni a Föld mozgásától függően az éterben. A téridő szövetének torzulásai – amit a gravitációs hullámok hoznak létre – megváltoztatják az interferométer két ágának hosszát, és ezzel együtt megváltozik az interferenciamintázat is. Fizikailag a kísérlet abból áll, hogy két egymásra merőleges irányban a fény egy-egy tükrörről visszaverődve mennyi idő alatt ér vissza. Ha ezek az idők változnak, akkor találkozásuk mintázata, az interferenciakép is változik, és ez az, amit mérünk. A kísérlet alapja tehát egyszerű, de a várható jel nagyon gyenge, és közel 150 zajforrást kell kiszűrni, mielőtt a keresett adat, a tényleges jel értelmezhető lesz.

Detektálható gravitációs hullámokat az elméleti számítások szerint olyan összeolvadó kettősökből várhatunk, amelyeknek komponensei fekete lyukak, neutroncsillagok, fehér törpék vagy ezek kombinációi. Az egyesülés jellegzetes, egyre nagyobb frekvenciájú és amplitúdójú, füttyszerű jelet ad a detektorokban.

12 A Hubble-űrtávcső fejlesztésénél a NASA dolgozta ki a CCD-detektor technológiáját a csillagászati célú digitális fényképezés megvalósítására. Ezen az alapon azután gyors fejlődés zajlott le: földi célokra alakították át a detektorokat, majd ezek kereskedelmi verziói is megjelentek, végül ezek kerültek a digitális fényképezőgépekbe.

2014. szeptember 14-én a LIGO interferométer detektorai két fekete lyuk összeolvadásakor keletkezett gravitációs hullámot jeleztek, és ezzel egy új csatortát nyitottak az Univerzumban zajló folyamatok megfigyelése felé. Az első megfigyelést azóta több hasonló követte, az USA-ban épült két LIGO mellett elkezdtek mérni az európai VIRGO és a Japán KAGRA interferométerek is. A következő koordinált mérési kampány 2023 márciusában kezdődött, és egyéves időtartamúra tervezik. A mérési ciklusok között a detektorokat fejlesztik a tapasztalatok alapján. Az űrbe telepítendő LISA rendszer más hullámhosszokon fog mérni, és várhatóan a 2030-as években kezd működni.

A kutatóknak jelenleg az okoz fejtörést, hogy milyen folyamatokban tudnak néhányszor 10 naptömegű fekete lyukak létrejönni és olyan szoros pályákra kerülni, amelyik az összeolvadáshoz vezet. A többes rendszerek tűnnek a legvalószínűbb magyarázatnak jelenleg, ahol egy harmadik tag gravitációs terének hatására a kettős pályájának excentrikussága megnő.¹³ Ennek következtében egy kritikus határnál jobban megközelítik egymást, majd összeolvadnak, miközben energiát és impulzusnyomatéket vesztenek a kisugárzott gravitációs hullámokkal.

Az egyik legizgalmasabb a detektált események között a 2017. augusztus 17-én rögzített jel volt, amely két neutroncsillag összeolvadásából eredt. A megfigyelt gravitációs hullám mellett egy gamma-kitörést (GRB) is észleltek ugyanekkor, ami a rövid kitörések közé tartozott és amit a kutatók régóta az ilyen események kísérőinek feltételeztek, megkülönböztetve azokat a szupernóva-robbanásokhoz köthető hosszabb kitörésektől. Megindult azonnal a keresés más hullámhosszokon is a gammatartománytól az infravörösig, és a mai napig ezer körüli cikk jelent meg ehhez a rendszerhez kapcsolódóan. A felfedezést közlő cikk közel hatezer hivatkozásával és ezres szerzői listájával jól mutatja a mai tudomány működési módját.

A gravitációs hullámok kutatásában magyar részről az ELTE Atomfizikai Tanszéke vesz részt intenzíven Frei Zsolt és Raffai Péter vezetésével, több PhD-hallgatóval együtt, valamint a Wigner Fizikai Kutatóközpontból Rácz István és Vasúth Mátyás, szintén több hallgatóval, valamint a Szegedi Tudományegyetemen Gergely Árpád és munkatársai.

13 Ez az ún. Kozai–Lidov-mechanizmus.

Kettős és többes rendszerek kutatása Magyarországon

A tudomány mindig is nemzetközi volt, még akkor is, amikor az adatokat sokszor hosszú évekig egyénileg gyűjtötték a kutatók. Előbb leveleztek, majd folyóiratokban osztották meg egymással eredményeiket.

A XX. század elején már magyar csillagászokat is találunk, akik kettős rendszereket tanulmányoztak. Lassovszky Károly (1897–1961) az 1908-ban Algol típusú fedési kettősként azonosított SV Tau változócsillagot 1925-ben a Harvard obszervatóriumban kezdte tanulmányozni fotografikusan és vizuálisan, majd a svábhegyi kutatóintézetben a 20 cm-es Heyde-refraktorra szerelt Graff-féle ékfotométerrel folytatta a megfigyeléseket vizuálisan. 1930 és 1936 között 100 éjszakát átfogó megfigyeléseiből, 30 ezer egyedi vizuális fényességbecslés alapján, 1260 kiátlagolt mérési pontot határozott meg, amelyekkel követni tudta a teljes fényváltozást, és matematikailag is analizálta a rendszert (Lassovszky, 1938).

Az 1930-as 40-es években a fotometriai észlelés fotografikusan, illetve sok helyen vizuálisan, ékfotométerekkel folyt, és az elérhető pontosság összetéveszthetővé tette a pulzáció okozta fényváltozásokat a szintén hasonló periódusidejű és hasonló fénymenetű W UMa típusú (kontakt) fedési kettősökével. Ezek közül néhányat a Svábhegyen is vizsgáltak, majd meghatározták a kettősök pályasíkját és a komponensek méreteit is. Néhány példa a teljesség igénye nélkül: WZ Cep (Detre, 1940), WY Tau (Balázs és Detre, 1940), CD Vul (Guman, 1951). Az extrém hosszú periódusidejű fedési kettős, a ζ Aur a nemzetközi szakmát is sokáig izgalomban tartotta. Ennek 1950-ben volt főminimuma, amelyet az akkoriban az intézetben asszisztenskedő Herczeg Tibor már fotoelektromos műszerrel mért ki. A karrierjét 1956-tól a hamburgi obszervatóriumban folytató Herczeg a kettős és többes rendszerek kutatásának nemzetközileg is elismert alakjává vált, 1983 és 1988 között főszerkesztője volt a tématerületet teljesen átfogó évenkénti bibliográfiai gyűjteményes kiadványnak (Bibliography of Close Binary Stars).

A piszkéstetői obszervatórium kiépülése (60/90/180 Schmidt-távcső: 1962, 50 cm-es Cassegrain-távcső: 1966, 1 m-es RCC-távcső: 1975) további lökést adott a hazai észlelőcsillagászatnak. Habár ebben az időszakban is túlnyomóan a pulzáló változócsillagok tanulmányozása volt a Svábhegyen dolgozó kutatók fókuszában, de volt, aki más területtel is foglalkozott, így a kettőscsillagok tanulmányozásával is. Kevésbé köztudott, hogy a később egészen más

kutatási területen ismertséget szerző Illés Erzsébet is fedési kettőscsillagok fotometriájával kezdte kutatói pályafutását. A BP Vul excentrikus, apszismozgást mutató, Algol-típusú fedési kettőscsillagot 1959 és 1963 között rendszeresen fotometrált.¹⁴

A kettőscsillagok körének egy speciális fajtáját képezik az ún. RS CVn csillagok, amelyek egyik vagy mindkét komponense a mágneses aktivitás jegyeit mutatja. Fényváltozásukat alapvetően csillagfoltok okozzák, de időnként flarek is megfigyelhetők rajtuk, a kettősség pedig segít fenntartani a gyors rotációt, amely a mágneses aktivitás egyik motorja. Különösen szerencsés, ha az aktív kettőscsillag fedést is mutat, mert az lehetővé teszi az ilyen érdekes csillagok abszolút paramétereinek pontos(abb) meghatározását. Oláh Katalin az 1970-es évek közepén az aktív csillagok akkor kibontakozó nemzetközi kutatásaiba kapcsolódott be, amelynek része volt az RS CVn-típusú fényváltozások vizsgálata. Témavezetésével felnőtt újabb generációs csillagászok (Kővári Zsolt, Vida Krisztián) és az ő témavezettjeik (Kriskovics Levente, Seli Bálint) korszerű matematikai módszerek alkalmazásával is hozzájárulnak a Csillagaktivitás Kutatócsoport (Stellar Activity Research at Konkoly – STARK) munkájához.

Eredményeikből a fedési kettőscsillagok közül példaképpen érdemes megemlíteni az ER Vul szoros kettőscsillagot, amelynek mindkét komponense rendkívül hasonló a Naphoz, de a forgásuk nagyjából 40-szer gyorsabb. A gyors rotációhoz erős és változó aktivitás társul, amelyet földi, többszínfotometriai mérésekből mutattak ki, meghatározva egyúttal a kettőscsillag paramétereit is (Oláh és tsai. 1994). A V405 And M-törpe kettős (kis) fedései lehetővé tették a komponensek paramétereinek meghatározását, amelyek a teljes konvekciós határ (kb. 0.32 napsugár) két oldalán helyezkednek el. A foltos fényváltozáshoz flarek is társulnak, amelyeket fotometria és spektroszkópiai úton is kimutattak (Vida és tsai. 2009). Az utóbbi évtized szuperpontos úrfotometriai mérései tették lehetővé egy aktív, fedési óriáscsillag vizsgálatát; óriások esetében a főkomponens fényessége miatt a fedések igen sekélyek és csak nagy pontosságú fotometriából mutathatók ki (Oláh és tsai. 2018).

¹⁴ E mérési adatsorokat mintegy negyven évvel később, az új kutatói generáció két tagja, Csizmadia Szilárd és Borkovits Tamás dolgozta fel. A régi adatok segítségével kimutatták, hogy az irodalomban akkoriban közkeletű vélekedéssel szemben, a BP Vul apszismozgásának iránya és sebessége összhangban van az elméleti modellekből jósolttal (Csizmadia, Illés-Almár és Borkovits. 2009).

Az elmúlt évtizedek során Magyarországon vizsgált aktív csillagok jó része szoros kettőscsillag, néhány esetben többes rendszer tagja, de sokuk nem mutat fedést. Egy érdekes példa a V471 Tau fehér törpe-vörös törpe kettős, amelynél kimutatható a fehér törpe komponens komoly hatása a vörös törpe komponens aktivitására (Kővári és tsai. 2021). Hosszú évtizedeken át végzett mérésekből, a fénygörbék alakváltozásából és a hosszú távú fényváltozásból rekonstruálni lehet a folttal borított területek méretváltozásait. Kimutathatóvá váltak a napfoltciklussal analógnak tekintett csillagfoltciklusok, amelyek hossza néhány évtől több évtizedig terjed, a még hosszabb ciklusok felderítésének pedig a megfigyelési idő hossza szab határt. Kimutatható, hogy a foltciklusok a csillagok többségénél többszörös és időben változik, akár csak a Napon (Oláh és tsai. 2009).

Szabados László a cefeida változók 1971-től elindított folyamatos, szisztematikus vizsgálata során számos olyan esetet talált, amely kettős rendszer tagjaként mutatta a cefeidát. A kettősséget eleinte az O–C diagram vizsgálatával tudta valószínűsíteni (Szabados, 1982), a későbbiekben pedig több tucat cefeidához spektroszkópiai adatokat is begyűjtve a gamma-sebesség¹⁵ változásai alapján mutatta ki az adott cefeida kettős rendszerhez tartozását (Szabados, 1991, Szabados és tsai., 2013a,b). Ezekről a rendszerekről online adatbázist is összeállított (<https://konkoly.hu/CEP/intro.html>).

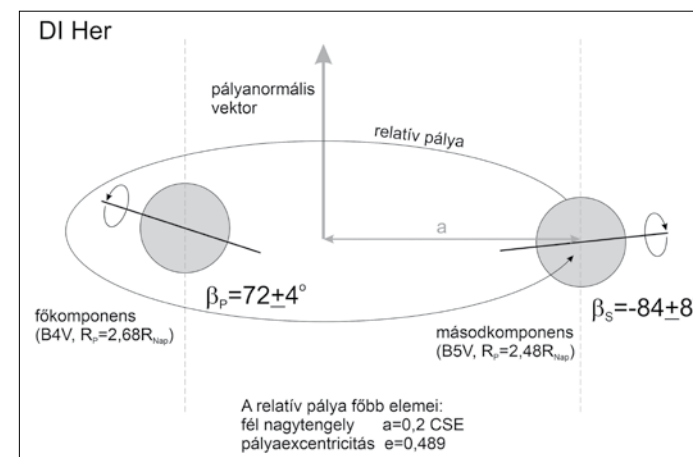
Patkós László 1973-tól kezdve tanulmányozta az SV Cam kettőscsillag fénygörbéjének hosszú távú változását, több más ilyen típusú rendszerrel együtt, és kimutatta a fedési fénygörbére rakódó hullám fázisának eltolódását (migrálását), továbbá néhány epizodikus kitörést (flert) is megfigyelt (Patkós, 1982). A több évtizedet átfogó észlelési anyag különleges lehetőséget ad az ilyen rendszerek dinamikájának megértéséhez.

A következő generáció csillagászai közül Oláh Katalin és Szatmáry Károly témavezetésével egyetemi hallgatóként Hegedűs Tibor indult tovább ugyanazon az úton, mint Lassovszky és Detre. A Konkoly Observatóriumban W UMa rendszerekről készült fotolemezek kiértékelésével kezdte, majd a fe-

¹⁵ A gamma-sebesség egy magános csillag, vagy egy kettős rendszer tömegközéppontjának a látóirányunkba eső mozgási sebessége. Ha egy cefeida kettős rendszerhez tartozik, akkor gamma-sebessége időben változó lesz a nem látható társcsillaggal közös tömegközéppont körüli pálya menti mozgás miatt. Így árulja el kettős mivoltát.

dési fénygörbék fotoelektromos mérésére és számítógépes modellezésére tért át. A Bajai Observatóriumba kerülése utáni évben (1985-ben) a szegedi egyetem 40 cm-es odesszai távcsövét Bajára telepítették. A szegedi egyetem akkor egyedüli csillagásza, Szatmáry Károly és a bajai igazgató, Ill Márton egyetértésével Baján a fedési kettősök vizsgálata vált az egyik fő kutatási programmá, a mesterséges holdak és a felsőlégkör kutatása mellett.

A gravitáció relativisztikus elméletének fontos mérési igazolása volt a Merkúr perihéliumvándorlásában addig megmagyarázatlan, közel 43 ívmásodperces változás.¹⁶ Hasonló elfordulásnak kell lenni az általános relativitáselmélet szerint a nagy tömegű, elnyúlt pályán keringő kettőscsillagok pályáiban is. Az ilyen fedési kettős rendszerek fedési minimumidőpontjaiban a mellékminimum időben változó eltolódásaként figyelhető meg az apszisvonal elfordulása. Több B szinképtípusú, nagy tömegű csillagot tartalmazó fedési rendszer hosszú évtizedeket átfogó méréseit áttekintve meglepő módon az apszisvonal elfordulásának mért értéke kisebbnek adódott, mint akár a klasszikus, akár a



12. ábra: A spektrumvonalak fedések során mérhető torzulásai (Rossiter–McLaughlin-effektus) alapján meghatározható a komponensek forgástengelyének hajlásszöge a pálya síkjához viszonyítva. A mérések igazolták, hogy a tengelyek nem merőlegesek a pályasíkra, hanem erősen dőlnek. A rendszer csillagai szinte „gurulnak” a pályájukon. (Albrecht, S. és tsai., 2009 nyomán)

¹⁶ A Naprendszerben mozgó bolygók megfigyelt pályáinak a newtoni gravitációs törvény szerinti pontos megértése és számításokkal reprodukált leírása közel 200 évet vett igénybe.

relativisztikus járulék önmagában. Ez alapján többen felvetették, hogy ez az eltérés megmagyarázható az einsteini elmélettől eltérő relativisztikus gravitációelméletekkel.

A relativisztikus gravitációs elméletek (Nuspl 1985) lehetséges empirikus ellenőrzései között számos más mérés ellentmondott ennek a következtetésnek. Nuspl János az intézethez kerülése előtt ezekkel foglalkozott, így inkább klasszikus effektusokban kereste a megoldást. Ezen az úton Hegedüssal közösen nem csupán megtalálták a legvalószínűbb magyarázatot, de megfigyelési bizonyítási lehetőséget is kidolgoztak, és egy szűkebb, de reprezentatívnek tekinthető mintán meg is kísérelték igazolni (Hegedüs és Nuspl, 1986). Az elméleti becslésük alapján a csillagok forgástengelyének közel 80 fokban kell dőlni a pályasíkhoz képest. 2009-ben ezt a becslést igazolták a mérések, amik ehhez közeli értéket adtak; a rendszer sematikus modelljét mutatja a 12. ábra. A következő években Hegedüs átvizsgálta az akkoriban ismert fedési és spektroszkópiai kettősök teljes mintáját, és kiválogatta valamennyi, a relativitáselmélet további bizonyítására alkalmas rendszert, és ezt katalógusba is foglalta (Hegedüs, 1988).¹⁷

A mérés technika fejlődésével azóta több rendszernél is sikerült kimutatni, hogy magyarázatuk helyes volt – az ilyen rendszerek komponenseinek forgástengelye nem merőleges a pályasíkra, mint azt korábban mindig feltételezték, hanem erősen dőlt (esetenként majdnem a pályasíkba esik). Ennek kétséget kizáró igazolása a Rossiter–McLaughlin-effektus pontos kimérésével lehetséges, ami egyáltalán nem könnyű és nem minden esetben alkalmazható. A Kepler- és TESS-űrtávcsövek folyamatos fotometriai felmérései olyan tömegben ontották ismert és újonnan felfedezett fedési kettősök fénygörbéit, hogy ebben a mintában újabb relativisztikus és belső tömegeloszlásból adódó „klasszikus” apszismozgásos rendszerek sorát tudták azonosítani, és vizsgálták meg részletesebben a legfiatalabb hazai csillagászok (Sztakovics, 2021, téma-vezetője: Borkovits).

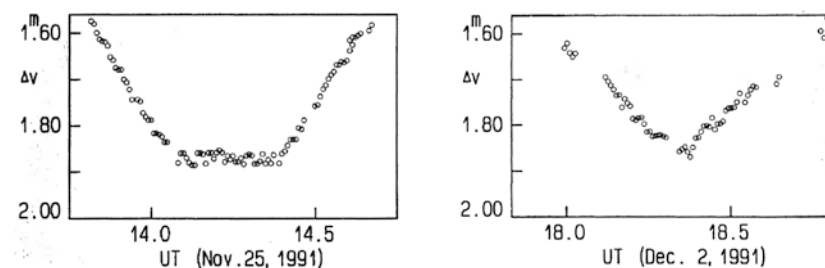
Szabados László több olyan cefeidát talált, amelyek kettősök tagjai és O–C diagramjaikon egy fáziscúszás vagy ugrás figyelhető meg, előtte és utána a pulzációs periódus közel azonosnak adódik. Erre a fejlődési modellek

17 Katalógusa alapján japán, török és cseh csillagászok később tucatnyi rendszer tüzetesebb vizsgálatát végezték el, megállapítva az addig ismeretlen apszisperiódust vagy pontosítva azt.

nem adnak választ, de például excentrikus kettősökben az árapályhatás egy lehetséges magyarázat lehet. Kolláth és Nuspl (1992) elméleti vizsgálatukban azt az eredményt kapták, hogy a gravitációs árapályhatás csatolást hozhat létre a cefeida belsőleg gerjesztett és megfigyelt pulzációs módusa és egy egyébként csillapított, nem gerjesztődő módusa között, aminek következtében energia adódhat át a csillapított pulzációs módusnak, ami a megfigyelt fázisugrást okozhatja.

Ennek kapcsán Hegedüs és Nuspl felfigyeltek a fedési kettősök észleléstechnikájának egy problémájára, miszerint a mérések általánosan csak a fedések környékére korlátozódtak a fedés időpontjának meghatározása érdekében – így viszont a tanulmányozott rendszerek esetleges más effektusai nem voltak kimutathatók. Ez a módszertani probléma a cefeidák és részben az RR Lyrae radiálisan pulzáló csillagok esetében is igaz volt, ahol nagyon sok esetben szintén csak a maximumok vagy minimumok környékére korlátozódtak a megfigyelések.¹⁸

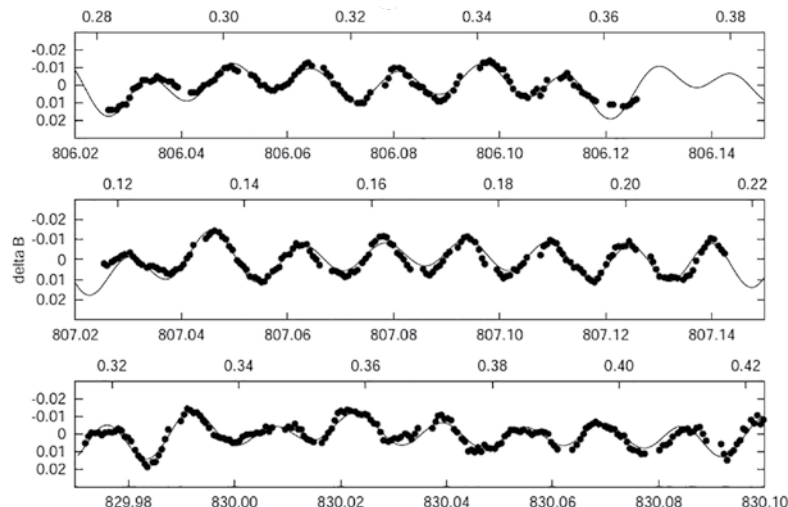
Egy Baján tartott nemzetközi konferencián ezért Hegedüs felvázolta a problémát és a követendő észlelési stratégiát az RZ Cas folyamatos monitorozása céljából, ugyanis ennél a csillagnál a fedések során mért fénygörbék alakja eltérő a különböző időpontokban mérve (13. ábra), amire nem volt magyarázat.



13. ábra: Az RZ Cas egymást követő fedései eltérőek és ennek köszönhetően a fedési időpontok O–C diagramjai véletlenszerű változásokat mutattak. Ez a furcsa viselkedés nem volt értelmezhető a szokásos keretek között és ez arra utalt, hogy a komponenscsillagok valamelyike pulzációs változásokat mutathat.

18 Az időközben gyorsan bővülő megfigyelési anyag a változócsillag-kutatásban nem-radiális, kis amplitúdójú változásokat tárt fel, ami a megfigyelési módszerek újragondolását sürgette. A fénygörbe minél teljesebb és pontosabb mérése szükséges ahhoz, hogy kimutathatók legyenek a kis amplitúdójú változások.

Számos japán kolléga is részt vett ezen az összejövetelen, és hazatérve, a Baján hallottak alapján szerveztek egy kampányt az RZ Cas mérésére, amely sikeres lett, és ennek során elsőként mutatták ki (bajai méréseket is felhasználva), hogy az egyik komponens δ Scuti típusú pulzációt végez (14. ábra). Azóta több ilyen rendszert találtak, és egy egész csoport jellemző példája lett az RZ Cas.¹⁹



14. ábra: Japán kutatók kampányt szerveztek az RZ Cas folyamatos és nagy pontosságú megfigyelésére. Méréseik első ízben mutatták ki egy kettős rendszer egyik tagjának δ Scuti típusú pulzációját, ami egyben magyarázatot adott a fedések időben változó alakjára is. (forrás: Oshima, O. és tsai, 2001).

A gravitációs árapályhatás kimutatására (a korábban ismert alig néhány egyedi eset után) végül a Kepler-űrtávcső mérései adták az első kiterjedt megfigyelési anyagot, lehetővé téve a kettős rendszerek dinamikai vizsgálatát is. Ezekben a heartbeat- vagy szívdobbanás-kettősökben az időben változó árapályerő periodikus külső gerjesztő erőként hat, ami a szívveréshez hasonló fényességváltozásokat eredményez a komponensekben.

Szatmáry Károly a szegedi csillagászképzés elindításával új hazai kutatási műhelyt teremtett, és a hallgatók a csillagászat szinte teljes területén készítettek

diplomamunkákat és TDK-dolgozatokat. Így a kettőscsillagokkal kapcsolatos kutatómunka is beindult. Néhány egykori szegedi egyetemi hallgató a mai napig e témában folytatja kutatásait. Ezek egy része Szatmáry hathatós közreműködésével bajai kutatókkal, illetve végzős hallgatóival közös cikkek formájában minősített csillagászati folyóiratokban is megjelentek. A szakma figyelmét leginkább felkeltő tématerületek az alábbiak voltak az évek során: Hegedüssel és Vinkóval közösen az RZ Cas periódusváltozásának vizsgálata, Vinkóval és másokkal több W UMA típusú fedési kettős tanulmányozása, valamint Kiss Lászlóval és másokkal közösen δ Scuti és más pulzáló változók kettősségének kimutatása.

Alig több mint egy évtized alatt a Szeged–Baja műhelyből kikerült több kutató is témájául választotta a kettőscsillagok fotometriai tanulmányozását és analizését. Vinkó József (témavezetője Szatmáry volt) az aktív fedési kettősök vizsgálatával (pl. Vinkó és tsai, 1996), Borkovits Tamás (témavezetője Hegedüs volt) előbb a harmadik és további komponensek fényidő-effektussal történő kimutatásával foglalkozott (Borkovits és Hegedüs, 1996), később pedig a többes rendszerek dinamikai fejlődésének analitikus és numerikus tanulmányozásával. Ez a téma akkor még előre nem látott felívelést hozott bő egy évtizeddel később. Borkovits érdeklődése az O–C görbék analízise során hamar a hármas rendszerek dinamikai modellezése felé fordult. A számítógépes korszakban ritkaságszámba menő módon analitikusan is leírta a problémát a numerikus modellezés mellett. E munka során vette észre, hogy a harmadik test által perturbált, fotometriailag jól megfigyelhető fedési kettős minimumidőpontjainak időbeli ingadozásai kimutathatóak lehetnek. A fotometriai űrtávcsövek kora előtt megpróbálkozott a bajai kollégákkal egy nemzetközi kampány meghirdetésével, az IM Aur hármas rendszer fedési tagjának szisztematikus, minél sűrűbb időbeli lefedettségű minimumidőpont-meghatározására. A modellből megjósolt rövid periódusú perturbációkat próbálták volna kimutatni. A kampány sajnos jól mutatta a földfelszíni klasszikus fotometriai módszer minden hiányosságát – sem az időbeli lefedettség, sem a minimumidőpontok pontossága nem érte el a kívánt szintet, viszont ellent sem mondott a várakozásoknak. (Borkovits és tsai, 2002 és 2003). De elérkezett a „Kepler-éra”, és már az első negyedéves ciklusok is sorra ontották a kellő pontosságú és időbeli felbontású adatokat. Az ezek alapján készített különleges O–C görbéket Borkovits meggyőzően tudta magyarázni, és akadémiai doktori dolgozatig vezető cikkek sorában mutatta be többes rendszerek tucatjaira a mechanikai perturbációk működését. Mindezzel együtt további érdekes felismerésekre vezettek módszerének alkalmazásai – pl.

19 A Kepler-űrtávcső 3000 fedési kettőse között 300-nál több olyan rendszert találtak, amely kis amplitudójú nemradiális pulzációt mutat. Az RZ Cas pedig egy egész osztály – az oEA típusú kettősök – első tagja lett.

a rendszer számos fontos fizikai paramétere is meghatározható a komplex viselkedésű perturbált O–C analízisével.

Bíró Imre Barna (témavezetője Petrovay Kristóf volt) 1994-95-ben az akkréciós korongoknak a fedések okozta fotometriai változásait analizálva azok hőmérsékleti eloszlásának rekonstrukciójával foglalkozott. A cél kölcsönható kettősökben az anyagátadáskor kialakuló akkréciós korongok megfigyelhető fénygörbéinek elméleti értelmezése volt, és Johnson V és R színekben végzett saját méréseire alapozva sikeresen alkalmazta módszerét a DW UMa fedési kettős rendszerre (Bíró 2000).

A módszert a fedési kettős rendszerekben található pulzáló változók módusainak azonosítására is sikerült kiterjeszteni, ami akkoriban újszerű megközelítés, és nemzetközi szinten alig néhány kutató által vizsgált probléma volt. A módszer alapjait és alkalmazhatóságának lehetőségeit részletesen kidolgozva publikálta (Bíró és Nuspl, 2011). A numerikus módszer továbbfejlesztésébe magyar és külföldi PhD-hallgatók is bekapcsolódtak Bíró vezetésével. Később ennek konkrét rendszerekre történő alkalmazását is az űrtávcsöves mérések tették lehetővé, további izgalmas területtel bővítve a kettőscsillagok kutatását, összekapcsolva azt a nemradiálisan pulzáló csillagok vizsgálatával.

A svábhegyi kutatóintézetben az ezredforduló táján Patkós Lászlótól Csizmadia Szilárd vette át a stafétát, aki Berlinbe távozása, és a CoRoT űrtávcső kutatási programjába való bekapcsolódása előtt elsősorban a W UMa típusú érintkező kettőscsillagok területén ért el nemzetközileg is jegyzett eredményeket. Egyebek között Klagyivik Péterrel közösen elkészítették az érintkező kettőscsillagok az idő tájt legátfogóbb, homogén katalógusát, és ennek statisztikai vizsgálatával e kettőscsillagok egy új alosztályát is azonosították (Csizmadia és Klagyivik, 2004).

Az ezredforduló után a fedési kettősök vizsgálata kissé lendületét veszítette, noha a rendelkezésre álló megfigyelési anyag egyre bővült. A témát és annak matematikai eszközrendszerét a fedési exobolygók felfedezése tette újra időszzerűvé.²⁰

20 A fedési kettősökkel foglalkozó kutatók jogos bosszankodását váltotta ki, hogy az exobolygókatás számba szökkenése során „újra kidolgozták” a fedési jelenség leírását, és új terminológiát is kialakítottak, merőben más elnevezéseket adva ugyanannak, a már korábban is ismert fogalomnak. A módszertant is sok cikkben újra leírták, újdonságtartalmat tulajdonítva a dolognak.

A kettősök és többes rendszerek igazi reneszánszát a Kepler-űrtávcső²¹ hozta el (2009–2018). Az űrtávcső által több százezer csillagról kapott nagy pontosságú, és négy éven át csaknem folyamatos adatsort elemezve csaknem 3000 új fedési kettőscsillagot is felfedeztek, köztük nagy számban olyan egzotikus kettős és többes rendszereket, amilyeneket korábban elképzelni se tudtunk. A legelső, ún. triplán fedő hierarchikus hármas csillagrendszert Derekas Aliz fedezte fel (Derekas és mtsai, 2011). Az ilyen triplán fedő szoros hármas, illetve négyes csillagok részletes analízise új matematikai és fizikai modellek és szoftvercsomagok kifejlesztését igényelte. Ezen a téren is Borkovits Tamás végzett úttörő munkát, aminek során korábbi programjait több lépésben olyan szintre fejlesztette, hogy azok alkalmassá váltak igen komplex rendszerek analízisére is. Eredményei alapján már a terület nemzetközileg legkiemelkedőbb kutatói között tartják számon.

Derekas Aliz (ELTE Gothard Asztrofizikai Observatórium, Szombathely) az új generáció tagjaként szintén nemzetközi rangot szerzett a kettőscsillagok kutatásban. A Kepler-űrtávcső által gyűjtött nagy pontosságú adatsorokban pulzáló komponenseket tartalmazó fedési rendszereket keresett és analízált. Az űrfotometriát a világ több távcsövével készített, nagy mennyiségű, saját spektroszkópiai észleléssel kombinálva új felismerésekre jutott a pulzáció és a kettősség kapcsolatáról (pl. Derekas és tsai, 2019).

A Borkovits vezette csoport – amelynek fiatal tagjai, többek között Hajdu Tamás, Mitnyan Tibor – nemzetközi ismertségre és vezető szerepre tett szert az elmúlt évek során. Ez a csoport Csizmadia Szilárddal, Derekas Alizzal és Forgácsné Dajka Emesével, illetve jellemzően egyesült államokbeli társszerzőkkel közösen az elmúlt tíz év során több száz, a Kepler, CoRoT és TESS űrtávcsövek által felfedezett szoros többes csillagrendszer teljes körű analízisét végezte el. Ezek közé tartozik mindkét jelenleg ismert hármas fedésű kettőscsillag alkotta hierarchikus hatos csillagrendszer is. A legfiatalabb generáció doktorandusz tagjai közül többen is kettőscsillagokhoz kapcsolódó kutatási témát választottak, így Sztakovics János (apszizmozgás vizsgálata), Czavalinga Donát (kettőscsillagok előfordulásának vizsgálata nyílthalmazokban) és Bókon András

21 A Kepler-űrtávcső elsődleges feladata Föld-típusú bolygók keresése volt más csillagok körül, azoknak a jellegzetes, kis amplitúdójú elhalványodásoknak a megfigyelésével, amelyeket éléről látszó pályasíkok esetén a bolygók központi csillagaik előtti átvonulása (transzitja) okoz.

(pulzáló komponensek fedési kettősökben). Az ELKH által támogatott kutatócsoporti pályázat nyomán Borkovits vezetésével tovább folyik az űrtávcsöves és a földi távcsöves adatok elemzése.

Végül azt is érdemes megemlítenünk, hogy nagyjából az említett űrfotometriai forradalommal lett vége az egyszemélyi kutatások korszakának. A hatalmas adattömegek kezelése, kalibrálása, előválogatása, tisztítása több szakértő résztevőt igényel. A vizsgált objektumok természete sokszor igen komplex, nem tisztán egy vagy két jelenség jelentkezik egyidejűleg, hanem egymásra rakódva több. Ez is több specialista bekapcsolódását, a feladatok megosztását igényli. Mostanra ezért világszerte jellemző, hogy általában 10-20, de nemritkán akár 50-60 fő nevét tartalmazza a cikkek szerzőlistái minden jelentősebb eredmény közlésekor. Ennek ellenére menet közben kialakult az egyéni szakmai karriert támogató kutatási attitűd is: annak, akinek jó ötletei, felismerései vannak, és egyéni ambíciói is vannak, egyáltalán nem kell feloldódnia a népes csapatban történő munka folyamán. Egyre újabb űreszközök és földi műszerek biztosítják az újra pezsgő, izgalmas kettős és többes csillagrendszeres témák jövőbeli folytatását – kíváncsian várjuk a további magyar eredmények megszületését!

Az, hogy öten – Borkovits, Kővári, Oláh, Szabados, Szatmáry – is az MTA doktora cím birtokosai lettek a kettős és többes rendszerek vizsgálata terén elért eredményeik alapján, talán ösztönzést adhat a jövő generáció csillagásza-
inak ahhoz, hogy érdemesnek lássák e területet tovább kutatni és tehetségüket ebben kibontakoztatni.

Hivatkozások

- Albrecht, S. et al., 2009, *Nature*, 461, 373
 Bakis, H., et al., 2011, *PASJ*, 63, 1079-1091
 Balázs, J., Detre, L., 1940, *Mitteilungen Sternw. Budapest-Svábhégy*, No. 11.
 Bica, E., et al., 2019, *AJ* 157, id.12
 Bíró, I. B., 2000, *A&A*, 364, 573
 Bíró, I. B., Nuspl, J., 2011, *MNRAS*, 416, 1601
 Borkovits, T., Hegedüs, T., 1996, *A&A Suppl. Ser.*, 120, 63
 Borkovits, T. et al., 2002, *A&A*, 392, 895
 Borkovits, T. et al., 2003, *A&A*, 398, 1091
 Csizmadia, Sz., Illés-Almár, E., Borkovits, T., 2009, *New Astron.*, 14, 413
 Csizmadia, Sz., Klagyivik, P., 2004, *A&A*, 426, 1001

- Deacon, N. R., Kraus, A. L., 2020, *MNRAS*, 496, 5176
 Derekas, A. et al., 2011, *Science*, 332, 216
 Derekas, A. et al., 2019, *MNRAS*, 486, 2129
 Detre, L., 1940, *Mitteilungen Sternw. Budapest-Svábhégy*, No. 10.
 Duchêne G., et al., 2018, *MNRAS* 478, 1825-1836.
 Duquennoy A., M. Mayor, M. (editors), 1992, *Binaries as Tracers of Stellar Formation*, Cambridge Univ. Press
 Geller, A. M., et al., 2014, *AAS Meeting #223*, id.442.26
 Goodricke, J., 1783, *Phil. Trans. Royal Soc. London*, 73, 474
 Guman, I., 1951, *Mitteilungen Sternw. Budapest-Szabadsághegy*, No. 24.
 Hegedüs, T., Nuspl, J., 1986, *Acta Astron.*, 36, 381
 Hegedüs, T., 1988, *Bull. Inform. CDS*, 35, 15
 Herschel, W., 1785, *Phil. Trans. Royal Soc. London*, Vol. LXXV. Tab.V. p. 40-126
 Kolláth, Z., Nuspl, J., 1992, in *Evolutionary Processes in Interacting Binary Stars*. IAU Symp. Ser. 151, p. 289
 Kővári, Zs. et al., 2021, *A&A*, 650, A158
 Lassovszky, K., 1938, *Abhandlungen Astroph. Obs. Budapest-Svábhégy* No. 6.
 Li, C., de Grijs, R., Deng, L., 2013, *MNRAS*, 436, 1497-1512.
 de Loore, C. W. H., Doom, C., 1992, *Structure and Evolution of Single and Binary Stars*, Kluwer Acad. Publ.
 Nuspl, J., 1985, in *Csillagászati évkönyv 1986*, Bp., Gondolat, 223. o.
 Oláh, K. et al., 1994, *A&A*, 291, 110
 Oláh, K. et al., 2009, *A&A*, 501, 703
 Oláh, K. et al., 2018, *A&A*, 620, A189
 Oshima, O. et al., 2001, *AJ*, 122, 418
 Parkós, L., 1982, *Mitteilungen Sternw. Budapest-Szabadsághegy*, No. 80.
 Scardia, M., et al., 2007, *Astron. Nachr.*, 328, 146-153
 Szabados, L., 1982, *Mitteilungen Sternw. Budapest-Szabadsághegy*, No. 83. 209
 Szabados, L., 1991, *Mitteilungen Sternw. Budapest-Szabadsághegy*, No. 96.
 Szabados, L., et al., 2013a, *MNRAS*, 430, 2018
 Szabados, L., et al., 2013b, *MNRAS* 434, 870
 Vida, K. et al., 2009, *A&A*, 504, 1021
 Vinkó, J., Hegedüs, T., Hendry, P., 1996, *MNRAS*, 280, 489

Látogatóban az Andromeda-galaxisnál

Az Andromeda-köd – a csillagászatban jártasak által ismert rövid nevén M31 – a galaxisok Lokális Csoportjának legnagyobb tömegű és méretű tagja, a spirálgalaxisok tankönyvi példája. Nemcsak önmagában érdekes, hanem ezt a csillagrendszert tanulmányozva jobban megérthetjük a saját galaxisunkban, a Tejútrendszerben zajló folyamatokat is, hiszen ezt a csillagvárost olyan nézőpontból szemlélhetjük, amilyenből a Tejútrendszert lehetetlen.

Az M31 a csillagászok által leggyakrabban vizsgált galaxis: eddig több mint 17 000 szakcikk jelent meg róla, és az utóbbi évtizedekben már hetente 3–4 újabb cikk foglalkozik az Andromeda-köddel. Ennek az évkönyvcikknek a legfontosabb célja az M31-re és a környezetére vonatkozó legfontosabb ismeretek összefoglalása a közelmúltban elért kutatási eredmények alapján. Az Andromeda-köd környezetébe beleértendő a galaxis kiterjedt halóján kívül a hozzá közeli törpegalaxisok sokasága is, sőt szó lesz még az M33-ról is mint az Andromeda-köd lehetséges kísérőjéről.

Történelmi visszapillantás

Míg az Egyenlítőről délre élők a két Magellán-felhő látványában gyönyörködhetnek éjszakánként, az északi féltéke lakóinak az extragalaxisok közül csak a kissé halványabb, kb. 3,5 magnitúdó integrált fényességű Andromeda-köd jutott. A 0,13 magnitúdós Nagy-Magellán-felhőt és párját, a 2,7 magnitúdós Kis-Magellán-felhőt Ausztrália és Dél-Amerika őslakói nemcsak ismerték, de még a mitológiájukba is beépítették (lásd Szabados László: A Magellán-felhők, in Meteor csillagászati évkönyv 2022, 183–205. o.). Az Andromeda-ködot viszont úgy kellett „felfedezni”. Írásban elsőként Abd al-Rahman al-Süfi perzsa csillagász említette i. sz. 964-ben megjelent Állócsillagok könyve c. művében mint kis ködöt. Bár ezt a művet később latinra fordítva is kiadták, az Andromeda-köd léte Európában elsőként csak 1612-ben tűnt fel a már távcsövet használó Simon Mariusnak. Charles Messier híres katalógusában a 31-es sorszám jutott ennek a nagy kiterjedésű mélyég-objektumnak, és a megjegyzések között Marius szerepel felfedezőként.

Már kis távcsővel is feltűnik az M31 mellett két, viszonylag fényes kísérő: a spirálgalaxis magjához közelebb látszó M32 – ezt a törpegalaxist Guillaume Le Gentil fedezte fel 1749-ben –, az áttellenes oldalon pedig az NGC 205. Ez utóbbi ugyancsak törpegalaxis, és maga Messier fedezte fel 1773-ban, de ismeretlen okból nem vette bele katalógusába. A hálás utókor viszont ezt megtette helyette: 1967-ben M110 jelöléssel, utolsó bővítményként, bekerült a Messier-objektumok közé.

A vizuális észlelések korában nagyon is számított, hogy ki mekkora távcsővel szemléli a mélyég-objektumokat, és a nagy átmérőjű teleszkópok birtokosai igazán előnyben voltak. Az Andromeda-köd megfigyelői közül így William Herschel, korának legnagyobb távcsövébe tekintve, 1785-ben úgy látta, hogy a köd centrumának környéke vöröses árnyalatú. William Parsons 1850-ben pedig a köd spirális szerkezetét is meg tudta figyelni távcsőmonstrumával. Az ekkoriban kialakuló csillagászati spektroszkópia egyik legfontosabb kezdeti eredményeként William Huggins 1864-ben megállapította, hogy az M31 azon ködök közé tartozik, amelyek színképe leginkább a csillagok spektrumára emlékeztet – a folytonos színképre rakódó elnyelési vonalakkal –, míg más ködöket vizsgálva csak emissziós vonalakat látott.



PHOTOGRAPH OF THE NEBULA, SI M ANDROMEDA.
EXPOSURE 4 HOURS, ENLARGED 3 TIMES
TAKEN BY MR. ISAAC ROBERTS, 29 DECEMBER, 1888.

A XIX. század második fele nemcsak a csillagászati spektroszkópia hőskora volt, hanem az asztrofotográfiaé is. Az Andromeda-ködről az első felvételt Isaac Roberts walesi amatőr csillagász készítette 1888-ban (1. ábra). A népszerűvé vált képre tekintve bárki azonnal meggyőződhetett a köd spirális szerkezetéről.

1. ábra: Az Andromeda-ködről az első fényképet Isaac Roberts készítette 1888-ban.

A következő lényeges fejlemény dátuma 1912, amikor is Vesto Slipher az M31-ről készített színeképben látható vonalak hullámhosszából meghatározta a köd radiális sebességét. A laboratóriumi értékhez viszonyított hullámhossz-eltolódást a Doppler-hatás következményének betudva 300 km/s értéket kapott a látóirányú sebességre, ami az addigi legnagyobb sebesség volt a csillagok világában.

Nem kellett sokáig várni a következő jelentős előrelépésre: 1917-ben Heber Curtis a Lick Observatóriumban készített felvételeken növőkat azonosított az Andromeda-ködben. Vele szinte egyidejűleg George Ritchey a Mount Wilson Observatórium 60 hüvelykes távcsövével – akkor még az volt a legnagyobb működő teleszkóp – szintén növőkat fedezett fel az M31-ben. Curtis azt is megállapította, hogy az M31-beli növők kb. 10 magnitúdóval halványabbak az égen más irányokban észlelt növőknál, ebből pedig azt a következtetést vonta le, hogy az M31 nem a mi galaxisunk része, hanem annál jóval távolabbi, tőlünk félmillió fényévre levő másik galaxis. Ez már konkrét bizonyítékkal alátámasztott állítás volt, ellentétben Pierre Louis Maupertuis majdnem két évszázaddal korábbi kijelentésével, a francia tudós ugyanis már 1745-ben úgy vélte, hogy az Andromeda-köd szigetuniverzum.

A spirálködök természetéről szóló vita a növők felfedezése után éleződött ki igazán, majd 1920. április 26-án csúcsosodott ki, amikor Heber Curtis és Harlow Shapley a Smithsonian National Museum előadótermében tartott ülésen egymás után fejtette ki nézeteit (lásd Horváth István: A Shapley–Curtis-vita. In Meteor csillagászati évkönyv 2020, MCSE, Budapest, 239–254. o.). Ezt az ülést a tudománytörténet „nagy vita” néven tartja számon, noha valódi vita ott egyáltalán nem volt.

A spirálködök természetének eldöntéséhez végül az Andromeda-köd (és az M33) szolgáltatta a döntő érvet: Edwin Hubble a Mount Wilson Observatóriumban 1917 óta működő 2,5 méteres Hooker-teleszkóppal készített felvételeken 1924-ben cefeida típusú változócsillagokat talált mindkét spirálködben. A cefeidák pulzációs periódusa és abszolút fényessége között fennálló kapcsolat figyelembevételével meghatározta e csillagok távolságát. Egyértelművé vált, hogy az M31 és az M33 jóval túl van a Tejútrendszer határain: az M31 távolságára 900 000 fényévet, az M33-éra pedig 850 000 fényévet kapott. Tovább folytatva az Andromeda-köd alapos vizsgálatát, Hubble az évek során rengeteg gömbhalmazt is azonosított az immár galaxissá előlépett csillagrendszerben.

Az Andromeda-köd vizsgálatán alapuló következő csillagásztörténeti felfedezés Walter Baade nevéhez fűződik. Ugyancsak a Hooker-teleszkóppal készített fotografikus felvételeket elemezve megállapította, hogy az M31 centruma környékén levő csillagok vörös óriások (ezért láthatta vörös színűnek William Herschel a köd centrumát), míg a magtól távolabbi korongban O és B színképtípusú csillagokat azonosított. Kisebb abszolút fényességű csillagok viszont akkor még nem jelentek meg pontforrásokként a fotólemezekeken, noha a cefeidáknál valamivel halványabb RR Lyrae típusú csillagokat látni kellett volna a periódus-fényesség reláció alapján számított távolság szerint. Baade ezen eredményeivel egyrészt kimutatta az eltérő korú csillagpopulációk létét, másrészt tisztázta, hogy kétféle típusú cefeida létezik: a nagyobb luminozitású klasszikus cefeidák, illetve az adott periódus esetén másfél magnitúdóval halványabb, II. típusú cefeidák. Ez utóbbiak az idős gömbhalmazokban fordulnak elő, amelyekben RR Lyrae típusú változócsillagok is nagy számban várhatók. A kétféle cefeidatípusra eltérő periódus-luminozitás összefüggés érvényes, emiatt az M31 – és minden más extragalaktikus rendszer – cefeidákra alapozott távolságát az addig elfogadott érték nagyjából kétszeresére kellett növelni.

A történelmi visszapiillantás végére még egy, ma már klasszikusnak számító eredmény kívánczik. Vera Rubin és Kent Ford az M31 galaxisban látható forró csillagok által ionizált hidrogénbuborékok sebességének méréseit elemezte. Az, hogy a csillagok keringési sebessége kifelé, a galaxis centrumától távolodva milyen ütemben csökken – ez a galaxis ún. rotációs görbéje –, arról szolgáltat információt, hogy mekkora tömeg van a szóban forgó helytől befelé, a centrumig. Az 1970-ben közölt tanulmányban megállapították, hogy az Andromeda-köd rotációs görbéje kifelé nem cseng le, noha a beljebb levő csillagok és a csillagközi anyag észlelt mennyisége alapján ezt várták. Ehelyett kifelé haladva a gáz és az azt ionizáló csillagok közel azonos sebességgel keringenek a galaxis centruma körül, ami jelentős mennyiségű sötét anyag jelenlétére utal. Később, a semleges hidrogénfelhők sebességének mérése alapján mások a centrumtól még nagyobb távolságig kiterjesztették a vizsgálatot, így kiderült, hogy az M31 össztömegében a sötét anyag járuléka dominál. Ezzel az Andromeda-galaxis nincs egyedül, egy átlagos galaxisban a csillagok és a csillagközi anyag az össztömegnek csupán 15%-át képezik. A világegyetem időbeli sorsa pedig a benne levő alkotóelemek össztömegétől függ, a sötét anyag létének felfedezése tehát a kozmológia szempontjából is lényeges fejlemény volt.

Az M31 szerkezete

Az M31 viszonylagos közelsége olyan térbeli felbontást tesz lehetővé, hogy a galaxis bármely része egyedi csillagokra bontható, illetve az egyes csillagpopulációk külön-külön is tanulmányozhatók. A szerkezeti elemek kiterjedése, a bennük levő anyag tömege erősen függ a kialakulási körülményektől és az azóta eltelt időben bekövetkezett – főként gravitációs – hatásoktól. Az Andromeda-galaxis néhány fontos globális jellemzőjét az 1. táblázatban foglaljuk össze.

galaxistípus: SA(s)b

a centrum koordinátái: RA (J2000) = 00^h 43^m ; D (J2000) = +41° 16'

integrált fényesség: $V = 3,44$ magnitúdó

abszolút fényesség: $M_V = -21,5$ magnitúdó

átmérő: kb. 200 ezer fényév

látszó szög méret: 3,2°·1°

távolság: 765 kiloparszek = 2,5 millió fényév

tömeg: $(1,5 \pm 0,5) \cdot 10^{12}$ naptömeg

látóirányú sebesség: $v = -301$ km/s

vöröseltolódás: $z = -0,001$

1. táblázat: Az M31 néhány globális jellemző adata

Bár az M31 spirálgalaxisként hasonló a Tejútrendszerhez, de lényeges különbség, hogy a mérete és tömege egyaránt nagyobb a mi galaxisunkénál. Térbeli helyzete olyan, hogy a korongja kb. 13°-os szöget zár be a látóiránnyal, ami nem igazán kedvező a galaxist alkotó alrendszerek részletes vizsgálatához – a haló kivételével. Ez a lapos szögben való rálátás azt is eredményezi, hogy jelentős a távolságkülönbség az M31 hozzánk közelebbi részén és a galaxis túlsó oldalán levő objektumok között.

Az Andromeda-galaxis ugyanazokból a szerkezeti elemekből áll, mint a tipikus spirálgalaxisok. A környezetével való kölcsönhatása miatt viszont számos egyedi jellegzetesség is megfigyelhető az esetben. Az optikai tartományban kirajzolódó fő szerkezeti elemek: a *galaxismag*, a centrumában levő szupernagy tömegű fekete lyukkal, a magot körülvevő *dudor*, amelynek alakja háromtengelyű ellipszoiddal közelíthető, továbbá a *korong* – amely a Tejútrendszer korongjához hasonlóan két részre, a vastag és a vékony korongra osztható –, valamint a galaxis látható szerkezeti elemeit körülvevő kiterjedt *haló*. Már ebben a

halóban is előfordulnak kísérőgalaxisok, de az M31-hez tartozó törpegalaxisok többsége a halón kívül van, ám így is befolyásolhatják az Andromeda-köd fejlődéstörténetét.

Optikai képe alapján az M31 az SA(s)b típusú galaxisok közé tartozik a spirálgalaxisok de Vaucouleurs–Sandage-féle osztályozási rendszerében. Az M31 fősíkjá – a Tejútrendszeréhez hasonlóan – valójában nem sík, hanem egy fekvő S betűhöz hasonlít. A kétoldali torzulást ez esetben is a kísérőgalaxisokkal történő gravitációs kölcsönhatás okozza. A spirálkarok – amelyeket főként a fiatal csillagok és a csillagközi hidrogénfelhők rajzolnak ki – ugyancsak eltorzultak a közeli törpegalaxisok gravitációs hatására. Az ezredforduló táján a közeli infravörösben végrehajtott 2MASS égfelmérés egyik fontos eredménye volt annak kimutatása, hogy az M31 is küllős spirálgalaxis, így e tekintetben is hasonló a Tejútrendszerhez. A küllő léte ugyanakkor az M31 képeit szemlélve egyáltalán nem nyilvánvaló, mivel majdnem a hossz tengelye felől látunk rá magára a küllőre.

A galaxis magja érdekes módon kettősnek látszik a Hubble-űrtávcső felvételén (Lauer et al., 1998) (2. ábra) (lásd a V színes mellékletben). Ez nem jelenti azt, hogy az M31 centrumában két szupernagy tömegű fekete lyuk van, csupán a csillagközi anyag egyenetlen eloszlása és nagymértékű fénygyengítése okozza a mag látszólagos kettősségét. A mag környezetében infravörös hullámhosszakon észlelt csillagok keringési sebességének eloszlásából a galaxis centrumában egy kb. 100 millió naptömegnyi anyagot magába tömörítő fekete lyuk léteére következtetnek.

A M31 magja körüli térségben zömmel idős csillagok vannak – a vörös óriás csillagfejlődési fázisban –, ugyanakkor meglepő módon egészen kék, azaz fiatal, nagy tömegű csillagokból álló kis tartomány is előtűnt a Hubble-űrtávcső felvételén (Lauer et al., 2012) (2. ábra). Ebben a korongszerű alakzatban legalább 400 fiatal csillag van, amelyek szinte egy időben alakultak ki kb. 200 millió éve.

Az M31 centrumát körülvevő dudor viszonylag nagy tömegű, a korong tömegének 25%-a koncentrálódik benne, míg a mi galaxisunkban a megfelelő érték kb. 15%. A Tejútrendszer dudorja laposabb is, ráadásul a felületi fényessége is másképpen változik a centrumtól kifelé haladva. Ezek a különbségek arra utalnak, hogy a két galaxis eltérő körülmények között alakult ki. Az M31-et heves összeolvadási folyamatok jellemezhetnék fejlődése elején, ami gyors csillagkeletkezéssel és kémiai evolúcióval járt együtt. A Tejútrendszer belső ré-

gióiban a csillagok kialakulása nyugodtabb körülmények között történt, maga a dudor is a korongból képződött.

Az M31 legfeltűnőbb része a spirálkarokat is tartalmazó korong, amelynek mérete legalább kétszerese a Tejútrendszer korongjének, azaz eléri a 200 000 fényévet is. A spirálkarok – amelyek jól követhetők az ionizált hidrogénfelhők (HII-zónák) alapján – szorosan feltekeredettnek tűnnek, de ez csak a lapos rálátási szög következtében van így, valójában lazábban tekerednek egymás mellett, mint a mi galaxisunk spirálkarjai.

Az M31-ről infravörös és szubmilliméteres hullámhosszakon készült felvételeken a spirális szerkezet mellett gyűrű alakú struktúrák is megjelennek. Ezek főként a csillagközi por hőmérsékleti sugárzásának felületi eloszlását mutatják (Fritz et al., 2012). A legfeltűnőbb gyűrű a galaxis centrumától 32 000 fényévre van, ám ez a képződmény az optikai képeken egyáltalán nem látszik a hideg por fényelnyelése következtében. Számítógépes szimulációk szerint a gyűrűk a közelmúltban alakultak ki az M32-vel való gravitációs kölcsönhatás során. Nagyjából 200 millió éve ugyanis az M32 áthatolt az M31 korongján, és ez a találkozás lecsupaszította a kísérőgalaxist: anyagának több mint a fele átkerült az M31-be. A 3. ábrán (lásd a V színes mellékletben) jól látszik, hogy mennyire eltérő az M31 megjelenése az elektromágneses színekpartomány különféle hullámhosszain.

Az Andromeda-galaxis korongjának integrált fényessége – a spirálgalaxisoknál megszokott módon – a középponttól kifelé exponenciálisan csökken, miközben a korong színe is változik, a centrum körül tapasztalható vöröséből kifelé haladva egyre kékebbé válik a fiatal csillagoknak a centrumtól távolodva növekvő gyakorisága következtében.

Mint minden más spirálgalaxist, az M31-et is idős csillagokat tartalmazó szférikus haló veszi körül. A legrégebbi csillagpopuláció jellegzetes képviselői a gömbhalmazok. Az M31-ben legalább félezer gömbhalmaz ismert, vagyis háromszor több mint a Tejútrendszerben. Viszont a legidősebb csillagpopulációt tartalmazó galaktikus gömbhalmazoktól eltérően az Andromeda-galaxishoz tartozó gömbhalmazok nem mindegyike öreg. A fiatal gömbhalmazok léte ugyancsak a kísérőgalaxisokkal való gravitációs kölcsönhatás következménye. Amikor egy törpegalaxis egészen közel kerül az M31-hez, vagy akár be is hatol a spirálgalaxisba, a fokozott gravitációs hatásra hirtelen megnő a csillagkeletkezés üteme a molekulafelhőkben, és több százezer vagy millió csillagot tartalmazó gömbhalmazok is kialakulhatnak. Az M31 centrumától viszonylag távol

(2,6 fokra) levő G1 jelű (Mayall II néven is ismeretes) gömbhalmaz nemcsak az Andromeda-galaxis, hanem az egész Lokális Csoport legnagyobb luminozitású csillaghalmaza. Elképzelhető, hogy nem is gömbhalmazként alakult ki, hanem egy egykori törpegalaxis magja. Egészen nagy kiterjedésű gömbhalmazokat is találtak az M31-ben, amelyekben a csillagok a megszokottnál sokkal ritkábban töltik ki a teret.

Az olyan nagy galaxisok, mint amilyen az M31 is, törpegalaxisok anyagának felhalmozásával nőnek ekkorára. Ez a növekedési folyamat a galaxis halójának tulajdonságait vizsgálva nyomon is követhető. A galaxis haló ugyanis szubstruktúrákat is tartalmaz a hozzávetőleg egyenletesen eloszló csillagok között. Amikor az M31 nagyjából egymilliárd évvel ezelőtt bekebelezte a Lokális Csoport negyedik vagy ötödik legnagyobb galaxisát, eközben egy óriás csillagáramlatot hozott létre, amelynek maradványa még most is jelen van.

A galaxisok kialakulására vonatkozó modellek alapján a haló tulajdonságai szabják meg a galaxisbeli csillagkeletkezés ütemét. A Hubble-úrtávcső ötvennyi archív spektroszkópiai adatait elemezve Lehner és munkatársai (2015) szerint az Androméda-köd körüli szinte láthatatlan haló mérete hatszor, tömege pedig mintegy ezerszer akkora, mint azt a korábbi megfigyelések alapján gondolták. A haló kiterjedése így a telihold látszó felületének százszorosa.

Mivel a galaxis halóját alkotó gáz közvetlenül nem érzékelhető, a háttérben levő objektumok fényének változását kellett megfigyelni, hogy következtetni lehessen a ritka gáz tulajdonságaira. E célra ideális objektumok a kvazárok mint nagyon távoli aktív galaxismagok. A kvazár felénk tartó fényének egy része a halón áthaladva elnyelődik, ezért a kvazár ultraibolya hullámhosszakon egy szűk tartományban kissé halványabbnak tűnik. A halványodás mértékét megmérve meg lehetett határozni, hogy az M31 halójában mennyi gáz van a kvazár és közöttünk, ezt különböző irányokban elvégezve pedig az eloszlást is feltérképezték Lehnerék. Az új eredmény szerint az Androméda-köd óriási méretű, forró gázból álló diffúz halója a galaxis össztömegének kb. felét tartalmazza.

Az M31 és a Tejútrendszer halójának összehasonlítása is tartogat érdekességet. A gömbhalmazok csillagpopulációinak vizsgálata alapján megalkotott szín-fényesség diagramok és a halmazok integrált spektruma alapján következtetni lehet a csillagok kémiai elemgyakoriságára és életkorára. A két galaxis idősebb gömbhalmazai hasonlóak, de az M31 halójának külső részében található halmazok nehezebb kémiai elemekben valamivel gazdagabbak, mint galaktikus társaik.

Az M31 kísérőgalaxisai

Az Andromeda-galaxis vizsgálatában elért újabb eredmények ismertetése előtt röviden tekintsük át a hatalmas spirálgalaxis udvartartását, hiszen már eddig is többször szóba került, hogy a hozzá közeli törpegalaxisok árapályereje milyen jelentős hatást gyakorolt az M31-re.

Jelenleg már majdnem 40 galaxis ismert az M31 kísérői közül, de nem zárható ki újabb, egészen halvány törpegalaxisok felfedezése sem. Az ismert kísérők többsége szferoidális törpegalaxis. A legnagyobb luminozitású kísérőgalaxisok néhány fontos jellemzőjét a 2. táblázatban foglaljuk össze.

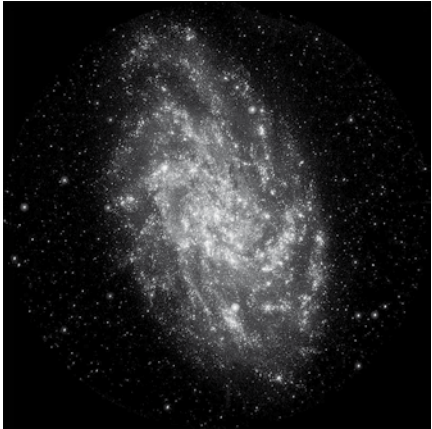
kísérőgalaxis	másik neve	felfedezés éve	típus	távolság (10 ⁶ fényév)	luminozitás (10 ⁶ L _☉)	tömeg (10 ⁶ M _☉)
M33	NGC 598	1654 előtt	ScII-III	2,7	3000	30000
M32	NGC 221	1749	E2	2,6	380	2120
NGC 205	M110	1864	E5p	2,6	370	740
IC 10	UGC 192	1895	dlrr	2,7	160	1580
NGC 185	UGC 396	1864	dSph	2,0	130	130
NGC 147	DDO 3	1864	dSph	2,3	130	110
IC 1613	DDO 8	1906	lrrV	2,3	64	795
EGB 0427+63	UGCA 92	1984	dlrr	4,2	9,1	
And VII	Cassiopeia	1998	dSph	2,5	5,7	
And I		1972	dSph	2,6	4,7	
And II		1972	dSph	1,7	2,4	
And VI	Peg dSph	1998	dSph	2,7	1,4	
LGS 3	Pisces	1978	dlrr/dSph	2,6	1,3	13
And III		1972	dSph	2,5	1,1	
And V		1998	dSph	2,6	1,0	

2. táblázat: Az M31 legnagyobb luminozitású kísérőgalaxisai

A legjelentősebb az M33, de vannak, akik ezt a spirálgalaxist nem tartják az M31 kísérőjének. Cikkünk végén viszont egyértelműen kiderül, hogy mennyire szoros a gravitációs kapcsolata az Andromeda-galaxissal – és a Tejútrendszerral. Gyakran előfordul az is, hogy az M31-gyel foglalkozó szakcikkben az M33-ra vonatkozó vizsgálati eredményeket is közölnek. Ilyen például Lauer és munkatársai (1998) cikke, amely azért is különleges, mert a címe – M32±1 – a legrövidebb és legrapánssabb a csillagászat terén sok évszázad alatt megjelent szakcikk címei között. Ez a tanulmány ugyanis az M31 és közeli kísérőgalaxisa, az M32, illetve az M33 galaxis centrális vidékét vizsgálja alaposan a Hubble-űrtávcső felvételeit elemezve.

Az M33-at, másik közismert nevén a Triangulum-galaxist Giovanni Battista Hodierna látta meg először 1654 előtt, de tőle függetlenül 1764-ben Messier is

felfedezte. A 60 000 fényév átmérőjű spirálgalaxis (4. ábra) kiterjedése az égen 42'×71', integrált fényessége pedig 5,7 magnitúdó, így sötét égen akár szabad szemmel is sejteni lehet. A tőlünk kb. 2,7 millió fényévre levő, 30 milliárd naptömegnyi anyagot tartalmazó M33-ban a tipikus spirálgalaxisokra jellemzőnél erősebb a csillagkeletkezés üteme, mivel ebben a galaxisban az átlagosnál nagyobb a csillagközi gáz és por aránya. A leglátványosabb csillagkeletkezési tartomány benne az NGC 604 (5. ábra).



4. ábra: Az M33 spirálgalaxis ibolyántúli hullámhosszokon a GALEX felvételén (forrás: NASA/JPL/Caltech)



5. ábra: Az NGC 604 csillagkeletkezési tartomány az M33 galaxisban a Hubble-űrtávcső felvételén (forrás: NASA/ESA, Hui Yang)

Az Andromeda-galaxis két feltűnően szoros kísérője, az M32 és az NGC 205 egyaránt elliptikus galaxis. A további kísérők közül a viszonylag fényes IC 10 (szabálytalan alakú), az NGC 147 és NGC 185 (mindkettő szferoidális) és az IC 1613 (szabálytalan) törpegalaxisok érdemelnek említést. A kísérőgalaxisok többségének neve is utal arra, hogy az Andromeda-galaxis gravitációs vonzaskörzetéhez tartozik, az elnevezésük ugyanis Andromeda (rövidítve And), és ezt egy római szám követi a felfedezés időrendjében (lásd a 2. táblázatot). Ezt a hagyományt akkor is megtartják, ha maga a kísérőgalaxis nem is az Andromeda csillagképben található. Az And VI például a Pegazusban van, az And VII, And XXX és And XXXII a Cassiopeiában, de akad a Lacerta, a Perseus és a Pisces csillagképekben is kísérőgalaxisa az M31-nek. A kísérőgalaxisok listája jelenleg az And XXXIII-nál ér véget. A korábban kísérőgalaxisnak tartott And

IV vizsont kikerült a listából, amikor kiderült, hogy kb. tízszer távolabb van, mint az M31, így nem lehetnek gravitációsan kötve egymáshoz. Az M31 kísérői között nemcsak törpegalaxisokat tartanak nyilván, hanem korábbi galaxisok csonka maradványait és árapálynyúlványokat is (6. ábra). (lásd az V színes mellékletben)

Összességében az M31-hez több kísérő tartozik, mint ahányat a Tejútrendszer körül ismerünk, de ez egyáltalán nem meglepő, hiszen az Andromeda-galaxis tömege jócskán meghaladja a mi galaxisunkét. Meghökkenítő viszont az M31 kísérőinek térbeli elhelyezkedése. A kis galaxisok zöme ugyanis egyetlen sík mentén rendeződve veszi körül a gazdagalaxist, ráadásul ez a sík tartalmazza magát a Tejútrendszert is. A távolságviszonyok ismeretében ez utóbbi nem igazán lehet a véletlen műve.

Az M31-et kísérő törpegalaxisok alapos vizsgálata megerősítette azt a korábbi megállapítást, amely szerint a kis galaxisok látható anyagának tömege és átlagos fémtartalma összefügg egymással: minél nagyobb egy törpegalaxis csillagainak összömege, anyaga annál gazdagabb a héliumnál nehezebb elemekben (Kirby et al., 2020). Az M31 körüli törpegalaxisok kinematikáját és kémiai összetételét vizsgálva Kirby és munkatársai (2020) azt is megállapították, hogy a nagy spirálgalaxis belső halóját főként a legkorábban befogott galaxisok alkotják.

Fontos felmérések az M31-ről

A bőség zavarával küzdve egy táblázattal érzékeltetjük, hogy az elmúlt negyed században milyen nagyszabású felméréseket hajtottak végre az M31 minél alaposabb megismerése érdekében. A 3. táblázat csakis az optikai és az ahhoz csatlakozó közeli infravörös hullámhosszakon végzett jelentős észlelési programokat tartalmazza.

a projekt neve	kutatási cél	távcsőátmérő (m)	időtartam
DIRECT	távolságindikátorok keresése	1,2 + 1,3	1996–2000
WeCAPP	mikrolencse-keresés	0,8 + 1,2	1999–2008
POINT-AGAPE	mikrolencse-keresés	2,5	1999–2001
POMME	mikrolencse-keresés	3,6	2004–2005
PAndAS	galaxisarcheológia	3,6	2005–2012
SPLASH	a haló és a kísérőgalaxisok részletes vizsgálata	10	~2008–2010
PHAT	a galaxis korongjának tanulmányozása	2,4	2010–2013
GAPS	fotometriai idősor	0,68	2014–2017

3. táblázat Fontos optikai és közeli infravörös felmérések az M31-ről

Mivel a 3. táblázatban időrendi sorrendben szereplő projektek neve vajmi keveset árul el a felmérés lényegéről, ezért mindegyikre egészen röviden kitérünk.

DIRECT: így nagybetűkkel írva, mégsem betűszó, egyszerűen arra utal, hogy ez a projekt az M31 távolságának meghatározására irányult különféle távolságindikátorok segítségével (Kaluzny et al., 1998).

WeCAPP: Wendelstein – Calar Alto Pixellensing Project. Ez az elnevezés a német csillagászoknak a spanyolországi Calar Alto Observatóriumban levő és egy kisebb németországi távcsövével éveken át végzett fotometriai programjára utal. A projekt célja gravitációs lencsék kimutatása volt a csillagokkal sűrűn benépesített területen, ám a fő eredmények magával az M31-gyel kapcsolatosak (Riffeser et al., 2001).

POINT-AGAPE: Pixel-lensing Observations with the Isaac Newton Telescope – Andromeda Galaxy Amplified Pixels Experiment. Ugyancsak gravitációs mikrolencsék keresésére irányuló észlelési projekt volt, de a kapott fotometriai idősorok az M31-beli változócsillagokkal kapcsolatban szolgáltatnak rendkívül értékes megfigyelési anyagot. A POINT-AGAPE jelentőségét jól jelzi, hogy a projekt során készített CCD-felvételeken 35 414 változócsillagot azonosítottak az M31-ben (és annak előterében) (An et al., 2004). Ez nagyságrendileg akkora szám, mint a Tejútrendszerben abban az időben katalogizált összes változócsillagé.

POMME: Pixel Observations of M31 with MEGacam. Míg az 1990-es években főleg a Magellán-felhők irányában kerestek gravitációs mikrolencséket, az ezredforduló után az M31 irányába eső égboltrészletet is vizsgálni kezdték, méghozzá nagyobb távcsöveket bevetve. A POMME keretében a 3,6 m átmérőjű Kanadai–Francia–Hawaii-távcsőre szerelt MEGacam kamerával készített felvételeken kerestek gravitációs lencséket (Fliri és Valls-Gabaud, 2012).

PAndAS: Pan-Andromeda Archaeological Survey. A nevében régészetinek tartott projekt célja az volt, hogy több hullámhosszon is panorámaképek készüljenek az M31 halójáról kb. 150 kpc vetületi sugárig. Az Andromeda-galaxis mellett az M33-at is magában foglaló több mint 400 négyzetfoknyi területről készített képek alapján feltérképezték a haló szerkezetét (l. a 6. ábrát), és következtettek a korábbi akkréciós eseményekre (McConnachie et al., 2018). Amellett, hogy a kísérőgalaxisokból árapályhatásra kikerült anyag alkotta kiterjedt szubstruktúrákat tártak fel a PAndAS keretében, jelentős számú gömbhalmazt is felfedeztek nagy galaktocentrikus távolságokban.

SPLASH: Spectroscopic and Photometric Landscape of Andromeda's Stellar Halo. Az M31 kiterjedt halójában található csillagok, gömbhalmazok és törpegalaxisok spektroszkópiai és fotometriai vizsgálata az alstruktúrák kinematikájának és kémiai összetételének meghatározása céljából (Gilbert et al., 2018).

PHAT: Panchromatic Hubble Andromeda Treasury. A Hubble-űrtávcsővel az M31 korongjának egyharmadára kiterjedő részletes vizsgálat az ibolyántúltól a közeli infravörösre terjedő hullámhossztartományokban (Dalcanton et al., 2012) (7. ábra).



7. ábra: A Panchromatic Hubble Andromeda Treasury (PHAT) felmérésben hat színszűrőn át vizsgálták az M31 korongjának a képen bejelölt területét (Forrás: HST/NASA/ESA, PHAT)

GAPS: Gaia Andromeda Photometric Survey. Az Európai Űrügynökség Gaia űrszondája a teljes égbolt asztrometriai feltérképezését végzi 2014 óta. Az első három évben kapott fotometriai mérések eredményeit az M31 körüli 5 fokban sugárú körben levő pontforrásokról külön is elérhetővé tették. A GAPS adatbázisa 1,5 millió csillag fotometriai idősorát tartalmazza (Evans et al., 2023). A Gaia következő adatközlése során – várhatóan 2025 végén – a teljes égboltra vonatkozóan elérhetővé válnak a fotometriai adatok, amelynek alapján 1,8 milliárd csillag fénygörbéje lesz vizsgálható, ami már messze túlmutat az M31 és környezetének vizsgálatán.

A 3. táblázathoz hasonló összefoglalást elsősorban a röntgentartományban végzett felmérésekről lehetne még összeállítani, de ehelyett itt csak az XMM-Newton röntgenszondával végzett kiterjedt felmérésre utalunk, amelynek eredményeit ismertető szakcikkekben Stiele és munkatársai (2011) egy 17 tételből álló listát közölnek az Andromeda-galaxis korábbi fontosabb röntgenvizsgálatairól. És e cikk megjelenése óta már a NuSTAR röntgenszonda is működik, amivel szintén vizsgálták az M31-et (8. ábra). (lásd a VI színes mellékletben)

Az M31 távolsága

Minden galaxis és a bennük levő akármelyik objektum megbízható jellemzéséhez elengedhetetlen a galaxis távolságának ismerete. Az Andromeda-galaxis távolságának meghatározása Hubble után egy évszázaddal is igen gyakran visszatérő téma a szakirodalomban, mivel az M31 a kozmikus távolságskála egyik alappillére. A NASA extragalaktikus adatbázisa 407 olyan szakcikket tart nyilván, amelyek az M31 távolságának meghatározásával foglalkoznak (<http://ned.ipac.caltech.edu/cgi-bin/nDistance?name=M31>), és ezek túlnyomó többsége az utóbbi 30 évben jelent meg. Távolságindikátorként szolgáló objektumból vagy jelenségből rengetegféle van, így a távolságmeghatározás során alkalmazott módszerek igen változatosak, a kapott távolságértékek pedig olykor jócskán eltérnek egymástól. A részletek helyett itt csak néhány újabb cikkben közölt eredményt említünk, ezek ugyanis pontosabbak és megbízhatóbbak a korábbiaknál. Mindenesetre ha csak annyit jegyzünk meg, hogy az Andromeda-galaxis 2,5 millió fényévre van tőlünk, akkor máris jól kezeljük a helyzetet.

Vilardell és munkatársai (2010) olyan fedési kettőscsillagokat vetettek alapos vizsgálat alá, amelyeknek színképéből mindkét komponens tulajdonságaira lehet következtetni. A fedési fénygörbéből és a színkép alapján a látóirányú sebességnek a keringés során bekövetkező változásából meghatározható mindkét komponens mérete, magából a spektrumból, illetve a színindexekből pedig a hőmérsékletük. A csillagok sugarának és hőmérsékletének ismeretében – a Stefan–Boltzmann-törvény alapján – kiszámítható mindkét komponens luminozitása, amelyet a látszó fényességgel összevetve adódik a csillagpár távolsága. A 2010-ben 4%-os bizonytalansággal megállapított távolság akkor igazán pontosnak számított.

Sok tanulmányban az M31-ben észlelt cefeida típusú változócsillagok segítségével határozzák meg a galaxis távolságát. „Alapanyag” van bőven, hiszen az Andromeda-galaxisban 2600-nál is több cefeidát ismerünk. A DIRECT projekt fő célja éppen az volt, hogy a cefeidák alapján megállapítsák az M31 távolságát (Kaluzny et al., 1998). Az újabb hasonló munkák közül pontossága okán kiemelendő Kodric és munkatársai (2018) közleménye, illetve Li és munkatársai – közöttük a fizikai Nobel-díjas Adam Riess – 2021-ben publikált cikke, amelyben 55 cefeidának a Hubble-űrtávcsővel közeli infravörösben végzett fotometriája alapján immár 1,5%-os hibahatárral határozták

meg az M31 távolságát, ami 2,48 millió fényévnek adódott (36 ezer fényéves bizonytalansággal).

A viszonylag újabban kidolgozott távolságmeghatározási módszerek közé tartozik a vörös kupac (red clump) csillagain alapuló eljárás. A Hertzsprung–Russell-diagramon a vörös óriások egy bizonyos luminozitásnál népes csoportot alkotnak, mivel abban a csillagfejlődési fázisban meglehetősen hosszan tartó magfúziós folyamat a hélium szénre alakulása, ami nagyjából állandó luminozitás mellett történik, így a vörös kupac fényessége megfelelő távolság-indikátor. Stanek és Garnavich (1998) erre alapozva határozta meg az M31 távolságát.

A kozmikus távolságskála pontosítása érdekében az M33 távolságának megállapítása is fontos feladat. Az ezzel kapcsolatos legújabb, 2023-ban közölt cikkben Breuval és munkatársai – köztük a Nobel-díjas Riess – másfélszáz ceifeida alapján a már rekord pontosságúnak számító 1,3%-os bizonytalansággal állapították meg a Triangulum-galaxis távolságát (2,74 millió fényév). Ennél pontosabb távolságértékek mindkét spirálgalaxisra és a körülöttük levő törpegalaxisokra egyaránt 2-3 éven belül várhatók, a Gaia negyedik adatközlését (Gaia DR4) követően.

Tallózás az új tudományos eredmények között

Az utóbbi évtizedekben nemcsak a földi óriástávcsövekkel végzett észlelések hatására bővültek jelentősen az Andromeda-galaxisra és kísérőire vonatkozó ismereteink, a csillagászati célú űrszondák a látható fény tartományán kívül is bőséges megfigyelési anyaggal szolgáltak. Infravörösben a Spitzer, a szubmilliméteres tartományban a Herschel, ultraibolyában a GALEX, röntgenben a Chandra, az XMM-Newton és a NuSTAR – hogy csak a legfontosabbakat említsük – űrszondákkal kapott adatokat elemezve ismerhettük meg egyre jobban az M31-et. Ráadásul az optikai tartományban észlelő űrtávcsövek is vannak, ilyen a Gaia és a Hubble-űrtéleszkóp, ezeknek is sok új érdekes eredményt köszönhetünk.

Az alábbiakban főként az elmúlt egy évtizedben közölt eredmények között válogatunk, meglehetősen önkényesen, és az ismertetés is szükséztől lesz, mindezt annak érzékeltetésére, hogy mennyire gazdag és szerteágazó az asztrofizika.

A szubmilliméteres hullámhosszakon a legalaposabb felmérést a Herschel-űrtávcsővel végezték. A HELGA (The Herschel Exploitation of Local Galaxy Andromeda) projekt egyik legérdekesebb eredménye 236 óriás molekulafelhő felfedezése az M31-ben, illetve eloszlásuk és tulajdonságaik vizsgálata (Kirk et al., 2015). Egy-egy ilyen molekulafelhő tízezer és tízmillió naptömeg közötti tömegű anyagot tartalmaz, és bennük keletkeznek a következő csillaggeneráció tagjai. Ezek az óriás molekulafelhők jól kirajzolják az infravörös hullámhosszakon is látható gyűrűs szerkezetet.

Az ibolyántúli tartományban a GALEX szondával végzett megfigyeléseket is számos cikkben elemezték. Leahy és munkatársai (2023a) az M31 magja körüli dudor (bulge) vizsgálatának eredményeit közli, Thilker és munkatársai (2005) cikkében pedig az M31 mellett az M33 galaxis GALEX-adatok alapján kapott eredményei szerepelnek, benne mindkét galaxis közeli és távoli ultraibolyában kapott panorámaképével. Rey és munkatársai (2007) e panorámafelvetelek alapján az M31-hez tartozó gömbhalmazok tulajdonságait vizsgálta – de a gömbhalmazokra még visszatérünk az egyedi objektumtípusok tanulmányozása kapcsán.

Az M31 röntgentartományban végzett feltérképezéséről (Stiele et al., 2011) már volt szó, ám más jelentős tanulmányokat is közöltek az Andromeda-galaxisban levő objektumok nagy energiájú sugárzásával kapcsolatban. Williams és munkatársai (2018) például a galaxis korongjában észlelt röntgenforrások azonosítását végezte el a Hubble-űrtávcső PHAT felmérése során kapott képek segítségével. A 373 röntgenforrás közül 58 valóban az M31-ből sugároz, de a források több mint fele háttérgalaxis, és tucatnyi csillag tejútrendszerbeli, az M31 előterében. Az Andromeda-galaxisban levő röntgenforrások többsége kis tömegű röntgenkettős, de hat szupernóva-maradvány is akad köztük. Szupernóva-maradványok röntgentartománybeli viselkedését az XMM-Newton űrszondával is tanulmányozták: Sasaki és munkatársai (2012) 21 röntgenforrást azonosítottak szupernóva-maradvánnyal, és további néhány forrás azonosítása megerősítésre vár. Kihasnálva, hogy a szupernóva-maradványok minden hullámhossztartományban erősen sugároznak, Leahy és munkatársai (2023b) az indiai AstroSat műhold fedélzetén levő UVIT (Ultraviolet Imaging Telescope) műszer mérései alapján az ibolyántúli színek tartományban sugárzó szupernóva-maradványokat azonosítottak, Lee és Lee (2014) pedig a kén [SII] tiltott átmenetének vonalában és a hidrogén H α -vonalában készített felvételeket elemezve azonosított szupernóva-maradványokat.

A PHAT felmérés számos eredménye közül itt csak egyet említünk: Peters és munkatársai (2020) az emissziós csillagok előfordulását vizsgálta a B színkép-típusú csillagok között az M31 korongjában. A Tejútrendszerre és a két Magelán-felhőre vonatkozó hasonló elemzés alapján megállapították, hogy hogyan függ a galaxis átlagos fémgyakoriságától a Be-csillagok előfordulási aránya a B-csillagok között.

A planetáris ködök és a gömbhalmazok azért is fontosak, mert mindkét objektumtípus jól alkalmazható galaxisok távolságának meghatározásra a megfelelően kalibrált luminozitási függvényük alapján. Az M31 e tekintetben kulcsfontosságú, mert az ebben a galaxisban található igen nagyszámú planetáris köd, illetve gömbhalmaz lehetővé teszi mindkétféle objektum luminozitási függvényének pontos kalibrálását.

Az Andromeda-ködbeli planetáris ködökre vonatkozó legalaposabb vizsgálatot Bhattacharya és munkatársai (2019, 2021) végezték el. Ennek során 4289 planetáris ködöt azonosítottak a galaxis korongjában és a belső halóban (ezek közül csak 1099 volt ismert korábban), és ez a hatalmas elemszámú minta a planetáris ködök luminozitási függvényének igen pontos meghatározását is lehetővé tette.

Az Andromeda-ködben rekord számú gömbhalmazt ismerünk: Peacock és munkatársai (2010) katalógusában 416 idős és 156 viszonylag fiatal gömbhalmaz szerepel, további 373 gömbhalmazjelölt mellett. A halmazok felfedezése azonban még korántsem ért véget, például Wang és munkatársai (2023) a PAndAS felmérés képein és a Gaia harmadik adatkibocsátásában elérhető adatok alapján 50 új gömbhalmazjelöltet talált. Ha a jelöltek többsége valóban gömbhalmaznak bizonyul, az M31-hez tartozó gömbhalmazok száma 1000-hez közelíthet.

A gömbhalmazok kinematikai vizsgálatainak eredményei szerint az M31 magjától 25 kpc-nél távolabbi gömbhalmazok populációja a galaxis csillagos korongjával párhuzamos sík mentén kering. A 25 kpc-en kívüli gömbhalmazok közül jó néhány a legmarkánsabb szubstrukturákhoz kapcsolódik. Mackey és munkatársai (2019) megállapították, hogy a gömbhalmazok két különböző populációja egymásra merőleges síkban kering a galaxis centruma körül. A halóhoz tartozó másik populáció keringési síkja az M31-et körülvevő törpegalaxisok síkjával párhuzamos. A két gömbhalmaz-populáció két nagy akkréciós korszakból származhat, és a két akkréciós esemény között évmilliárdok teltek el. Az első korszakból származó csillag-szubstrukturák eltűntek, de az újabb, második korszakból származók még most is megfigyelhetők.

Bár a legnagyobb távcsövekkel készített képeken már egészen halvány csillagok is láthatók az M31-ben, jó minőségű színeképek viszont csak a galaxis viszonylag nagy abszolút fényességű csillagairól készíthetők. Ezek közé tartoznak a Wolf–Rayet-csillagok (röviden WR-csillagok) is. A nagy kezdeti tömegű csillagok fejlődésének késői és igen rövid szakaszában levő WR-csillagok jellemzője az igen erős csillagszéllel történő gyors tömegvesztés. Mivel ez a csillagfejlődési fázis rövid ideig tart, egyidejűleg kevés WR-csillag van egy galaxisban. Neugent és Massey (2023) viszont három kis mezőben 19 új WR-csillagot is talált. További mezők bevonása a vizsgálatba nyilván újabb tagokkal bővítheti az ilyen csillagok csoportját.

A nógák ugyancsak a nagy luminozitású csillagok közé tartoznak, legalábbis a kitörésük idején. Kezdetben csak sporadikusan fedeztek fel nógákat az M31-ben, az utóbbi évtizedekben viszont gyakorlatilag folyamatos megfigyelés alatt van az Andromeda-galaxis, így rendszeressé váltak a nógafelfedezések. Mivel évente 25–30 nógát is találnak ebben a galaxisban, amelyek látszó fényessége a felfedezéskor eléri a 20 magnitúdót, a Nemzetközi Csillagászati Unió (IAU) távirati központja (Central Bureau of Astronomical Telegrams) nem is közli mindegyik felfedezést, csak azokról ad ki azonnali körlevelet, amelyek 15 magnitúdónál is fényesebbé válnak vagy spektrum is készül róluk. Amatőr csillagászok – közte magyarok – is kiveszik a részüket e felfedezésekből, éppen a közelmúltban Fidrich Róbert (Fidusz) is talált egy egészen lassú nógát, amely 20 magnitúdónál is fényesebbé vált. Az M31-beli nógák legalaposabb statisztikai vizsgálatát Rector és munkatársai (2022) végezték el az 1995–2016 közötti két évtizedet átfogó minta alapján. A szükséges korrekciókat figyelembe véve azt az eredményt kapták, hogy évente kb. 40 nógakitörés zajlik le abban a galaxisban.

A nógák egyik speciális alcsoportját képezik az ismétlődő (rekurrens) nógák. Az M31-ben tíz ilyen csillagot, helyesebben csillagpárt ismerünk, mivel a nógajelenség mindig kettőscsillagok sajátossága. Közülük az egyik – az M31N 2008-12a jelű – szinte évente produkál újabb nógakitörést (Darnley et al., 2015).

A különféle típusú változócsillagok vizsgálatának is kiterjedt szakirodalma van. A távolságindikátor szerepet betöltő változócsillagokról részben már volt szó. Cefeidákat nemcsak az M31-ben és az M33-ban találtak, hanem némelyik kísérgalaxisban is, például az NGC 147-ben (eddig 49-et) és az NGC 185-ben (176-ot). A cefeidáknál sokkal nagyobb számú (4700-at meghaladó)

RR Lyrae típusú változócsillag ismert mindkét spirálgalaxisban és harmincnál több kísérőgalaxisban is. A Hubble-űrtávcső archív észlelései alapján, kihasználva e csillagok ismert luminozitását, Savino és munkatársai (2022) pontosan feltérképezték az M31 udvartartásának térbeli szerkezetét és magát az Andromeda-galaxist is.

Rendkívül sok vörös szuperóriás és aszimptotikus óriásági csillag is van mindkét spirálgalaxisban, amelyek legtöbbször ugyancsak változik a fényessége. Különösen beszédes Ferguson és Mackey (2016) térképe, amelyet a PAndAS felmérés alapján készítettek az M31 és M33 környezetében levő fémszegény vörös szuperóriások eloszlásáról (9. ábra) (lásd a VI színes mellékletben). Ezeket a késői fejlődési fázisban levő csillagokat Massey és munkatársai (2021) ugyancsak feltérképezték.

A hosszú idő óta részletesen is vizsgált változócsillagok közül említést érdemelnek a nagy luminozitású kék változók (LBV, luminous blue variables). Az M31-ben közülük az AE And és az AF And a legismertebb, mindkettő egyúttal tipikus példa az afféle kivételre, miszerint extragalaktikus változócsillag is bekerülhet az amúgy csupán tejútrendszerbeli csillagokat tartalmazó változócsillag-katalógusba. Az AE Andromedae fényváltozásának felfedezésekor (1928) az egész galaxis legfényesebb csillaga volt (látszó fényessége akkor 15^m), mostanában viszont többnyire 17-18 magnitúdós. Az LBV csillagok a legnagyobb tömegű csillagok közé tartoznak, amelyek igen rövid életűek. A felfényesedés oka 1928-ban a hirtelen megerősödött csillagszél volt, ami évente 0,0003 naptömegnyi anyag kidobódásával járt. A tömegvesztés üteme jelenleg egy nagyságrenddel kisebb.

Az egyedi objektumok tanulmányozása mellett jó néhány cikk látott napvilágot az M31 mint galaxis és környezetének általános vizsgálatának eredményeiről is. Leahy (2023) az M31-beli csillagkeletkezés történetét foglalja össze. A csillagképződés folyamatát a törpegalaxisok múltbeli befogása befolyásolta. Yin és munkatársai (2009) pedig az M31 korongjának kémiai fejlődését elemezték, és össze is hasonlították a Tejútrendszer korongja kémiai összetételének időbeli változásával.

Az ismeretek bővülése azonban új kérdéseket is felvet. Nemrég találtak az M31 centrumától $1,2^\circ$ -ra délkelet felé egy viszonylag nagy kiterjedésű (másfél fok hosszú) emissziós ködöt, amelyik a kétszeresen ionizált oxigén ([OIII]) tiltott vonalában sugároz. Ennek a képződménynek a léte és kialakulásának körülményei egyaránt magyarázatra szorulnak (Fesen et al., 2023).

A Tejútrendszer és az Andromeda-galaxis közös jövője

Ebben a cikkben az Andromeda-galaxisra tettünk rövid látogatást. A távoli jövőben viszont ez a galaxis igazából is meglátogat bennünket. Az már a galaxisok látóirányú sebességének kezdeti mérései során kiderült, hogy az M31 közeledik felénk (az Univerzum tágulása csak egészen nagy térbeli skálán érvényesül, egy galaxis halmazán vagy -csoporton belül nem). Nagyjából 4,5 milliárd év múlva az M31 és a Tejútrendszer találkozik egymással. Az új képződménynek már neve is van: Milkomeda. A Hubble-űrtávcsővel készült képek és a Gaia mérései alapján van den Marel és munkatársai (2019) meghatározták az M31 és M33 tömegközéppontjának sajátmozgását, a két galaxis radiális sebessége pedig korábbról pontosan ismert. Ezek alapján modellezték az M31 és M33 jövőbeli pályáját, amely a találkozáshoz vezet. Kiderült, hogy szó sincs „ütközésről”, hanem inkább oldalirányban „koccan” majd egymáshoz a Tejútrendszer és az M31, azután pedig az M33 is csatlakozik hozzánk (10. ábra) (lásd a VI színes mellékletben).

A Tejútrendszer belsejéből észelve mi nem tudjuk meghatározni, hogy az Andromeda-galaxiséhoz hasonlóan nagy tömegű és kiterjedt haló veszi-e körül saját galaxisunkat. Ha igen, akkor a két haló akár már érintkezhet is, így már el is kezdődött a két nagy tömegű galaxis összeolvadása.

Irodalom:

- An J. H., Evans N. W., Hewett P., et al. 2004, MNRAS, 351, 1071
 Bhattacharya S., Arnaboldi M., Gerhard O., et al. 2021, A&A, 647, A130
 Bhattacharya S., Arnaboldi M., Hartke J., et al. 2019, A&A, 624, A132
 Breuval L., Riess A. G., Macri L. M. 2023, ApJ, 951:118
 Dalcanton J., Williams B. F., Lang D., et al. 2012, ApJS, 200:18
 Darnley M. J., Henze M., Steele I. A., et al. 2015, A&A, 580, A45
 Evans D. W., Eyer L., Busso G., et al. 2023, A&A, 674, A4
 Ferguson A. M. N., Mackey A. D. 2016, in Tidal Streams in the Local Group and Beyond, Astrophysics and Space Science Library, Vol. 420, arXiv:1603.01993
 Fesen R. A., Kimeswenger S., Shull J. M., et al. 2023, arXiv:2307.06308
 Fliri J., Valls-Gabaud D. 2012, Astrophys. Space Sci., 341, 57
 Fritz J., Gentile G., Smith M. W. L., et al. 2012, Astronomy & Astrophysics, 546, A34
 Gilbert K. M., Tollerud E., Beaton R. L., et al. 2018, ApJ, 852:128
 Kaluzny J., Stanek K. Z., Krockenberger M., et al. 1998, AJ, 145, 1016

- Kirby E. N., Gilbert K. M., Escala I., et al. 2020, AJ, 159:46
- Kirk J. M., Gear W. K., Fritz J. et al. 2015, ApJ, 798:58
- Kodric M., Riffeser A., Seitz S., et al. 2018, AJ, 864:59
- Lauer T. R., Faber S. M., Ajhar E. A., et al. 1998, AJ, 116, 2263
- Lauer T. R., Bender R., Kormendy J., et al. 2012, ApJ, 745:121
- Leahy D. 2023, Universe, 9:349
- Leahy D., Craiciu T., Postma J. 2023a, ApJS, 265:6
- Leahy D., Monaghan C., Ranasinghe S. 2023b, AJ, 165:116
- Lee J. H., Lee M. G. 2014, ApJ, 786:130
- Lehner N., Howk J. C., Wakker B. P. 2015, ApJ, 804:79
- Li S., Riess A. G., Busch M. P., et al. 2021, ApJ, 920:84
- Mackey D., Lewis G. F., Breuer B. J., et al. 2019, Nature, 574, 69
- Massey P., Neugent K. F., Levesgue E. M., et al. 2021, AJ, 161:79
- McConnachie A. W., Ibata R., Martin N., et al. 2018, ApJ, 868:55
- Neugent K. F., Massey P. 2023, AJ, 166:68
- Peacock M. B., Maccarone T. J., Knigge C. E., et al. 2010, MNRAS, 402, 803
- Peters M., Wisniewski J. P., Williams B. F., et al. 2020, AJ, 159:119
- Rector T. A., Shafter A. W., Burris W. A., et al. 2022, ApJ, 936:117
- Rey S.-C., Rich R. M., Sohn S. T., et al. 2007, ApJS, 173, 643
- Riffeser A., Fliri J., Gössl C. A., et al. 2001, A&A, 379, 362
- Sasaki M., Pietsch W., Haberl F., et al. 2012, A&A, 544, A144
- Savino A., Weisz D. R., Skillmann E. D., et al. 2022, ApJ, 938:101
- Stanek K. Z., Garnavich P. M. 1998, ApJ, 503, L131
- Stiele H., Pietsch W., Haberl F., et al. 2011, A&A, 534, A55
- Thilker D. A., Hopes C. G., Bianchi L., et al. 2005, ApJ, 619, L67
- van den Marel R. P., Fardal M. A., Sohn S. T., et al. 2019, ApJ, 872:24
- Vilardell F., Ribas I., Jordi C., et al. 2010, A&A, 509, A70
- Wang Y., Yuan H., Chen B., et al. 2023, ApJ, 954:206
- Williams A. F., Lazzarini M., Plucinsky P. P., et al. 2018, ApJS, 239:13
- Yin J., Hou J. L., Prantzos N., et al. 2009, A&A, 505, 497

BESZÁMOLÓK

MIZSER ATTILA

A Magyar Csillagászati Egyesület 2022. évi tevékenysége

Amint azt az utóbbi évek beszámolóiból is kiderült, a Covid19 járvánnyal kapcsolatos korlátozások alapvetően befolyásolták egyesületünk életét. 2022 során fokozatosan visszatértünk a normális kerékvágásba, habár a járvány még mindig jelentősen „beleszólt” programjainkba. Az évet téli észlelőtáborral kezdtük, a Meteor 2022 Téli Távcsoves Találkozóznak a vértesszőlári erdei iskola adott otthont a január 28–30-i hétvégén. A találkozó egybeesett a Covid19 ötödik maximumával, ezért az érdeklődés meglehetősen csekély volt, mindössze 24-en vettünk részt a rendezvényen. A megfigyeléseket ugyanakkor teljesen lehetlenné tette a sokszor orkán erejű szél, így aztán az előadásokon kívül leginkább a gánti bauxitmezőn tett kirándulásunkra emlékeznek legszívesebben a tagtársak. A Covid még ősszel is beleszólt rendezvényeinkbe, ugyanis az október 8-i debreceni változócsillag-találkozónk előadóinak mintegy harmada lebetegedett, így aztán jóval kisebb létszámmal tudtuk csak megtartani a rendezvényt. A találkozóznak az Atomki adott otthont, a színvonalas előadások mellett a rendezvény legemlékezetesebb pillanata mégis az volt, amikor átadhattuk Zajácz Györgynek a 2022. évi Kulin György-díjat. Debreceni amatőrtársunk öt évtizedes ismeretterjesztő és amatőrcsillagászati tevékenységét ismerte el ezzel a Magyar Csillagászati Egyesület.



zel a Magyar Csillagászati Egyesület.

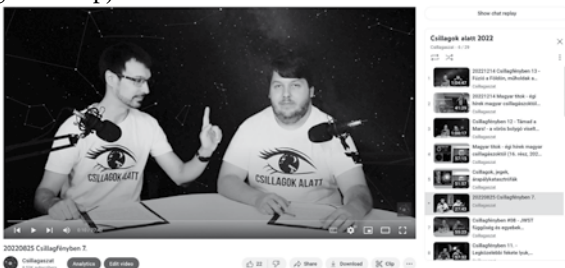
Amint azt a megelőző két évben már megszokhattuk, tevékenységünk egy része áttevődött a virtuális térbe – az internetes jelenlét még fontosabb lett egyesületi életünkben, mint annak előtte. Ennek ellenére mégis különösen sok rendezvény, találkozó lebonyolításában vehettünk részt – a 2022-es év sok tekintetben kiemelkedő az MCSE életében.

A Kulin György-díjjal kitüntetett Zajácz György, amint az ajándékba kapott régi Meteor lapszámokkal ismerkedik (Fotó: Károlyi Gábor)

Az év legtöbb érdeklődőt vonzó csillagászati eseménye a Csillagok alatt 2022. augusztus 5–14. között, 75 helyszínen, 15 ezer érdeklődővel. Az alapvetően járdacsillagászati jellegű rendezvénysorozat ötletgazdája két szegedi csillagász, Barna Barnabás és Ordasi András volt, az ő kezdeményezésükre jött létre ez az országos bemutatósorozat 2020 nyarán. A 2022-es akciót már a CSFK is felkarolta, az NKFIH Mecenatúra-programjának köszönhetően (MEC_N_140862) a bő egyhetes távcsöves bemutatósorozat mellett számos virtuális program is szolgált az ismeretterjesztést. Barna Barnabás és Ordasi András Csillagfényben című sorozata, illetve Kiss László Magyar titok c. sorozata elérhető az MCSE Youtube-csatornáján. Ugyanitt megtalálható Mizser Attila interjúsorozata a magyar csillagászat legendás alakjaival (Állócsillagok címmel).

Közgyűlésünknek ezúttal a CSFK Csillagászati Intézete adott otthont, az előadások a Detre László-teremben zajlottak, ahová nem fért be mindenki, ezért az eseményeket a Szeidl Béla-teremben is nyomon követhették tagtársaink. A találkozó hivatalos részét követően az érdeklődők megismerkedhettek a svábhegyi kupolákkal és a meridiánházzal. Az intézmény egyre nagyobb hangsúlyt fektet az ismeretterjesztésre, ebbe a munkába pillanthattunk bele 2022. május 7-én, a csillagászat napján.

Barna Barnabás és Ordasi András, a Csillagok alatt országos akció ötletgazdái, Csillagfényben c. műsoruk vezetése közben



A közgyűlésen szép eredményekről hallhattunk. A korábbinál nagyobb a belépési kedv az MCSE-be, amiben nagy szerepe van Kiss László elnökünk tagtoborzó akcióinak. 2022 során több mint 400 új belépőnk volt, és nem kevesebb mint 9 fő választotta az örökös pártoló tagsági formát – Szánthó Lajosnak és a Lacerta Gmbh-nak is köszönhetően. 2022. de-

Postázási előkészületek a Polarisan: pólók szortírozása a Csillagok alatt szervezői számára



Az 1-es számú tagsági igazolvány 1947-ből. Ezt az értékes relikviát 2022 végén kaptuk Fritz Zsolt tagtársunktól

cember 12-én állítottuk ki a 8000. sorszámú tagsági igazolványt Járosi Péter pécsi tagtársunk számára.

2022. évi költségvetésünk is kiemelkedően jól alakult. Összes bevételünk 42,399 Mft volt, 34,429 Mft kiadás mellett. A jó eredmény a nagyobb taglétszámnak, az 1 százalékos felajánlások és adományok mellett eredményes pályázatainknak is köszönhető. Egyesületünket az MTA mellett a Bethlen Gábor Alapkezelő Zrt. is támogatta.

Országsszerte több helyszínen ünnepelték helyi csoportjaink és társszervezeteink a csillagászat napját május 7-én, és több mint 20 helyszínen voltak bemutatók a november 25-i részleges napfogyatkozás kapcsán is. Sajnos az év legérdekesebb jelenségét, a december 8-i Mars-fedést az országos borult idő miatt nem sikerült megfigyelni, habár a hajnali időpont amúgy sem lett volna túlságosan kedvező. Egy másik, nyári „jelenségsorozatra” a júniusi hajnalokon megfigyelhető bolygóvonatra, bolygófelvonulásra vagy bolygósorakozóra azonban meglepően sokan voltak kíváncsiak – soha nem lehet tudni, mit kap fel a média. A hajnali égen megfigyelhető bolygóparádé iránt mindenestre elképesztően nagy volt a nagyközönség körében az érdeklődés. Ezeken a hajnalokon az összes szabadszemes bolygót meg lehetett figyelni (habár a Merkúrt csak rendkívül nehezen, nem ez volt a legkedvezőbb hajnali láthatóságának időszaka).

Ami az észlelési akciókat illeti, az immár hagyományosnak számító hortobágyi Messier-maraton (március 25–27.) a kissé zavaró holdfázis ellenére is sikeres volt, ha nem is születtek rekordok, de szép számú Messier-objektumot látogattak végig a kitartóbb észlelők. Egy héttel később a Csillagtanyán szerveztünk Messier-hétvégét, amelynek időjárása rendkívül kedvezőtlenül alakult, a második éjszakán közel 10 cm-nyi hó hullott. (2013-ban az emlékezetes március 15-i havazás és a márciusi tél hiúsította meg az akkori Messier-maraton munkáját – ebből is látszik, milyen mértékben ki vagyunk téve az időjárás szeszélyeinek.)

A meteorészlelők nagy várakozással tekintettek a Tau Herculidák május 31-i kitörése elé, azonban hazánkból csak a jelenség felszálló ágából lehetett látni valamit a hajnali égen, a kitörés időpontja a nyugati félteke észlelőinek kedvezett – a magyar expedíciónak is, amely sikeresen megfigyelte az eseményt az USA-ból.

Észlelésfeltöltőnkre (eszlesek.mcse.hu) továbbra is folyamatosan érkeznek a friss észlelések, emellett az archív anyagokat is fokozatosan bővítjük. 2022 őszén felkerült a 75 ezredik észlelés, ami újabb mérföldkő a feltöltő történetében. A változócsillag-észleléseket külön felületen kell feltölteni (vcssz.mcse.hu), ott több mint egymillió fényességadat található. Mára szinte teljesen megszűnt az észlelések hagyományos beküldése, minden digitálisan történik. Hagyományainknak megfelelően honlapunkon (www.mcse.hu) a karácsonyi, illetve az év végi időszakról is közöltünk összeállítást a frissen beküldött fotók, rajzok, leírások felhasználásával.

Ugyancsak az észlelmunka jobb koordinálása volt a célja a Hold-észlelők Balatonfűzfőn május 14-én megtartott találkozójának. Szeptember 23–25-én került sor a hagyományos szentléleki észlelőhétvégére, amelyen a miskolci és környékbeli amatőrök gyűlnek össze immár több mint egy évtizede.



Dán András (1969–2022) tagtársunkra és munkásságára is emlékezünk a Meteor 2022 Észlelőtáborban (MTT 2022). Képünkön a Hegyháti Csillagvizsgálóban láthatjuk, az általa készített 50 cm-es távcsővel

Az év nagy távcsöves találkozója volt a tiszai MTT 2022, amely gazdag programmal várta az érdeklődőket. Különösen a gyermekprogramok voltak emlékeztetők (a felnőttek számára is), de volt külön foglalkozás a kezdő távcsövesek számára éppúgy, mint a haladóknak a különféle észlelési szakcsoportok műhelyfoglalkozásai. Az MTT 2022-n összesen 240-en vettek részt, ami különlegesség: ott, a helyszínen 8 új belépőnk volt. A rendezvényt a Svábhegyi Csillagvizsgáló közreműködésével bonyolítottuk le.

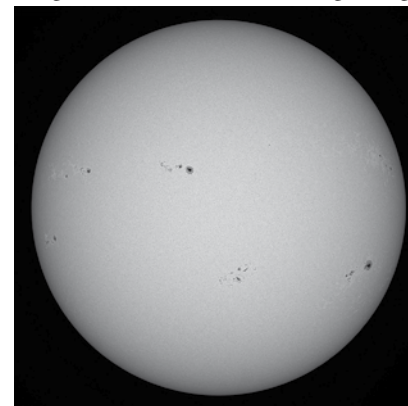
Ugyancsak a Svábhegyi Csillagvizsgáló volt a partnerünk a vértesszőlári ifjúsági táborunk megszervezésében. Ilyen táborokat 1991 óta hirdetünk a fiatalok számára, azóta amatőr csillagászok sora járt már nálunk. A táborokat 2013 óta vezeti Kiss Áron Keve, aki először 1999-ben járt MCSE ifjúsági táborban, még Ágasváron. A mai ifjúsági táborokban pedig már a 2013 óta „kiképzett” ifjú táborozók is közreműködnek mint csoportvezetők.

Ugyancsak nagy múltja van napórás találkozóinknak. A XVI. Napórás Találkozóhoz ezúttal Baja városa adott otthont. A rendezvényről a Magyar Rádió is beszámolt több tudósításban.

Helyi csoportjaink

Egyesületünk tagságának nagy része természetesen magyarországi lakhelyű, bár a szomszédos országokban is vannak szép számmal tagjaink. A tagság 40–45 százaléka budapesti és Pest megyei, a lakhely szerinti megoszlás jól tükrözi a hazai kereseti lehetőségeket. Ki kell jelteni, hogy a csillagászkodás költséges, akinek lehetősége van rá, sok-sok milliót is elkölthet műszerezettségre. Természetesen jóval kisebb befektetéssel is hozzá lehet jutni olyan távcsövekhez, amelyekkel már értékes észlelő vagy ismeretterjesztő munkát lehet folytatni.

Fontos, hogy a csillagászkodók helyi közösségeit támogassuk, ezért helyi csoportjaink számára ismét lehetőséget nyújtottunk, hogy technikai feltételeiket egyszerű lebonyolítású pályázati rendszerben javíthassák. Helyi csoportjaink természetesen rendkívül eltérő viszonyok között folytatják munkájukat, vannak, amelyek teljesen önállóan tevékenykednek, és vannak, amelyek valamilyen hasonló profilú helyi szervezethez is kapcsolódnak. Sok minden múlik a helyi tagok és a helyicsoport-vezetők lehetőségein, szabadidején, lelkesedésén. 2022-ben a következő csoportjaink voltak aktívak: Bácska (bajai központtal), Balatonfűzfő, Bóly, Dunaújváros, Eger, Esztergom, Kiskun, Miskolc, Pécs, Szeged, Szolnok, Tata, Zalaegerszeg.



A foltokkal borított napkorong 2022. július 17-én, Rosenberg Róbert felvételén (Dunaújvárosi csoport). 80/800 ED refraktor, Hp, IV/IR, ASI 485MC kamera

Polaris Csillagvizsgáló

Egyesületünk központja az óbudai Polaris Csillagvizsgáló. Itt tartjuk rendszeres távcsöves bemutatóinkat, szakköreinket, előadás-sorozatainkat. Időről időre vállalunk bemutatókat külső helyszíneken is, azonban az évi 110-120 esti programunk is bőven ad munkát önkénteseinknek. 2022-ben egyebek mellett az Aquincumi Múzeumban, az MTA-székház előtt, a Klebelsberg Kultúrkúriában és a Gobuda bevásárlóközpontban vállaltunk távcsöves bemutatókat.

2022-ben is működött ifjúsági és gyermekszakkörünk. Ifjúsági szakkörünk 2022-ben duplázott, ismét megnyerte a MANT Irány az űr! pályázatát (Polaris-Kempelen csapat: Kovács Marcell, Száraz Ákos, Zulauf Henrik).

Észlelőszakkörünk részben élő, online módon üzemelt (ami a lehető legroszabb megoldás egy főként gyakorlati kérdésekkel foglalkozó szakkörre nézve), ráadásul az év végétől a drasztikus gáz- és villanyáremelés miatt a Polarisban csökkentett nyitvatartásra kellett áttérnünk.

Számos találkozónak is otthont adott a Polaris:

Február 26. I. Magyarországi Rakétaépítő Workshop

Május. 28. IV. Országos Meteoritikai Konferencia

Június 25. Nap-észlelők találkozója

Előadás-sorozatok a Polaris Csillagvizsgálóban (az előadások megtekinthetőek az MCSE Youtube-csatornáján):

Kulin György Csillagászati Szabadegyetem

Március 1. Hol van mindenki? A Fermi-paradoxonról és a Földön kívüli élet lehetőségéről (Kiss László)

Március 8. Vadászat egy nagyon messziről érkező üstökösre (Tóth Imre)

Március 22. Magyar üstökös fut az égen (Sárnecky Krisztián)

Március 29. Top10 csillagászati és űrkutatási sztori az elmúlt egy évből – virtuális előadás (Barna Barnabás)

Április 5. A HUNOR Program Emberes Űrrepülés előkészítése: kiválasztás, képzés, űrrepülés (Magyari Gábor)

Április 12. Újdonságok a klasszikus pulzáló változócsillagok világából (Szabó Róbert)

Április 19. A Sirius és társai – a legközelebbi csillagok (Molnár Péter)

Április 26. Tűzgömbből meteorit, avagy a szórásmezők titkai (Hegedüs Tibor)

Május 3. Messier-objektumok között (Molnár Péter)

Május 10. Száz éve alakult meg a Műcsitár (Mizser Attila)

Május 17. Apollo-13 – Egy „szerencsésen meghiúsult” Hold-expedíció (Kovács József)

Május 24. A Magellán-felhők egykor és most (Szabados László)

Május 31. Irány a Hold déli pólusvidéke! Új távlatok a Hold kutatásában (Tóth Imre)

Óbudai Csillagok

Október 4. Az Artemis-program: vissza a Holdra! (Horváth András)

Október 11. Csillagrobbanások és kozmikus porszemcsék nyomában a Webb-űrtávcsővel (Szalai Tamás)

Október 18. William Herschel és a mélyég-objektumok világa (Sánta Gábor)

Október 25. Napfogyatkozások nyomában (Mizser Attila)

November 8. Hogyan válasszunk távcsövet? (Molnár Péter)

November 15. Exobolygók 2022: jelentés az élvonalból (Kiss László)

November 22. A robottávcsövezés fortélyai (Majzik Lionel)

November 29. Nézzünk a Mars felszíne alá roverrel, radarral és drónokkal (Kereszturi Ákos)

December 6. Közelít a Mars! Mit láthatunk rajta? (Kereszturi Ákos)

MCSE Csillagtanya

Folytattuk vidéki észlelőbázisunk fejlesztését annak érdekében, hogy észlelőink minél kényelmesebben végezhesék tevékenységüket. A már korábban kialakított betonozott észlelőplaccokon masszív oszlopokat helyeztünk el, amelyekre a jelenleg általánosan használatos SW mechanikákat is rögzíteni lehet. A Polaris-terazon jó ideje kihasználatlan eltolható műszerbódénkat a Csillagtanyára költöztettük, és egy 40 cm-es, kiváló képalkotású Dobson-távcső kapott helyet alatta.

A Csillagtanyán rendszeresen tartottunk észlelőhétvégéket, nyílt napokat és bemutatásokat az érdeklődők számára. Az MCSE Csillagtanyáján elsősorban szakköröket, észlelőcsoportokat várunk – az ország minden tájáról.

Kiadványok, internet

Minden hónapban kiadtuk Meteor című lapunkat (július-augusztusban összevont számmal jelentkeztünk), amely 2022-ben már 2100 példányban készült. Az 53. évfolyamába lépett Meteor továbbra is fontos kapocs a magyar amatőrök számára. Igyekszünk tartalmát az igényekhez igazítani, a mozgalmi hírek mellett a csillagászat és az űrkutatás aktuális eredményeiről is tájékoztatni az olvasókat. Minden elismerés megilleti a rovatvezetőket és rendszeres szerzőinket, akik hónapról hónapra értékes anyagokkal jelentkeznek!

Az év végén megjelentettük évkönyvünk 2023. évi kötetét cikkekkel, beszámolókkal, előrejelzésekkel. Az évkönyv kiadása egyike az MCSE fontos vállalásainak. Úgy hisszük, hogy a magyar csillagászati évkönyv megjelentetése igazi kulturális misszió, egy-egy év csillagászati „lenyomata”, nélküle bizonyára nehezebb lenne követni a magyarországi csillagászati intézmények tevékenységét. Olyan kiadvány ez, amelyet a Magyar Tudományos Akadémia is támogatásra méltónak talál.

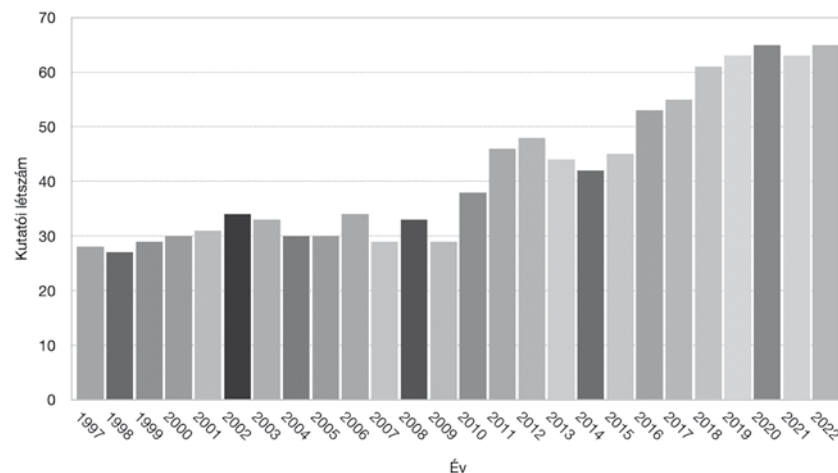
Csillagászati hírportálunkon (www.csillagaszat.hu) 2022-ben 240 cikket jelentettünk meg, összesen 11 szerző munkáit. 14 cikk kimondottan magyar csillagászok által vagy közreműködésével elért eredményekről számolt be. A Google Analytics szerint 566 ezer felhasználó 1 millió 60 ezer látogatás alatt 1,8 millió oldalletöltést generált a 12 hónap során. Tovább bővült a hírportál Facebook-oldalának közönsége: 2022 végén már meghaladta a 30 ezret.

KISS CSABA – SZABÓ RÓBERT

A CSFK Csillagászati Intézetének 2022. évi tevékenysége

A Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont Konkoly Thege Miklós Csillagászati Intézete 2022-ben is az Eötvös Loránd Kutatási Hálózat irányítása alatt működött, és újabb öt évre Kiváló Kutatóhely minősítést kapott a Magyar Tudományos Akadémiától. A Csillagászati Intézet fő kutatási területei továbbra is a csillagok fizikája (különös tekintettel a pulzációra), a csillag- és bolygókeletkezés, a csillagok és a Nap aktivitása, a nukleáris asztrofizika, a Naprendszer égitestjeinek vizsgálata, a galaktikus és extragalaktikus csillagászat, a tranziensek asztrofizikája, a nagy égboltfelmérések, az űrcsillagászat és a csillagászat története voltak. Új elem a kozmológia megjelenése Kovács András új Lendület-pályázatának köszönhetően.

2022-ben 65 kutató dolgozott az intézetben (14 fokozat nélküli, 37 PhD vagy kandidátusi címmel rendelkező, 9 MTA doktora, 1 akadémikus és 7 emeritus). Ez minimális növekedés az előző évihez képest; az elmúlt években a Csillagászati Intézet létszáma a korábbi növekedés után ezen a szinten stabilizálódott.



1. ábra A CSFK CSI kutatói létszámának alakulása az elmúlt 25 évben.

Az intézet munkáját 21 nem kutatói besorolású, könyvtáros, gazdasági, műszaki, informatikai területen dolgozó állandó és számos eseti megbízással foglalkoztatott munkatárs segítette. Az intézet alapfeladata továbbra is az élvonalbeli tudományos kutatás, de munkatársaink részt vettek a tudományos közéletben, a felsőoktatásban egyetemi oktatóként és témavezetőként, valamint a tudományos ismeretterjesztésben is. A korábbi kutatócsoportok változatlanok: a legnagyobb kutatócsoport a Konkoly Űrcsillagászat, Bolygó- és Csillagkeletkezési Csoport (Ábrahám Péter vezetésével, amelynek része Kóspál Ágnes „SACCRED” ERC Starting Grant csoportja is); Asztrofizikai és Geokémiai Laboratórium (Kereszturi Ákos); Naprendszerkutató Csoport (Kiss Csaba); Csillagpulzáció, Űrfotometria, Exobolygók Kutatócsoport (SPEX, amely magában foglalja az MTA Lendület Lokális Kozmológia Kutatócsoportot – mindkettőt Szabó Róbert vezeti, illetve a SeismoLab Élvonal-csoportot Molnár László vezetésével); a RADIOSTAR ERC-csoport Maria Lugaro vezetésével; Nap- és Csillagaktivitás Kutatócsoport (SOLSTART vezetője: Kővári Zsolt, illetve Vida Krisztián vezette újabb, a csillagaktivitással és a bolygók lakhatóságával foglalkozó Élvonal-csoport); valamint az Extragalaktikus Asztrofizika Kutatócsoport (Vinkó József). Kovács András friss lendületesünk új kutatócsoportot alapított Nagyskálás struktúra (LSS) MTA Lendület kutatócsoport néven. Ezekon kívül Intézetünk ad otthont a CSFK-n belül közvetlenül a főigazgató alá tartozó, Steve Mojzsis professzor vezette Origins Research Institute-nak, ami a földi (és más bolygókon létrejövő) élet keletkezésével foglalkozik.

Az ELKH-tól származó alapfinanszírozás és több kisebb, hazai és nemzetközi pályázat mellett 2022-ben is folytatódtak azok a pályázatok, amelyek már korábban is jelentős hozzájárulást adtak az intézet költségvetéséhez; ezek a Maria Lugaro és Kóspál Ágnes által vezetett ERC pályázatok, a Kozmikus hatások és kockázatok és a Tranziens Asztrofizikai Objektumok című GINOP-pályázatok fenntartását biztosító ELKH-pályázatok, valamint Szabó Róbert Lendület-pályázata.

Intézetünk üzemelteti hazánk legnagyobb csillagászati obszervatóriumát, hivatalos nevén a Piszkestetői Megfigyelő Állomást, amely a hazai TOP50 Kutatási Infrastruktúra része, és továbbra is elérhető mind a hazai, mind (kisebb mértékben) a nemzetközi kutatóközösség számára.

Tudományos eredmények

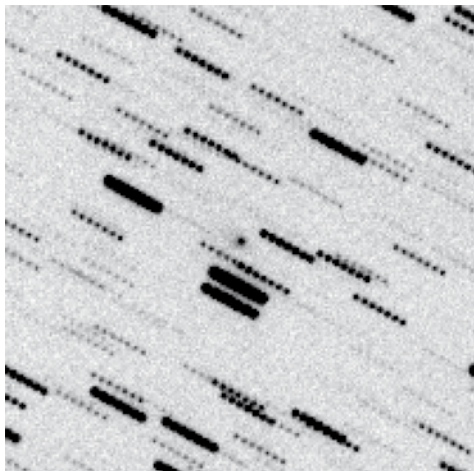
A Csillagászati Intézet kutatói 2022-ben összesen 352 tudományos közleményt publikáltak, ebből 161 jelent meg a csillagászat, fizika és planetológia nemzetközi, referált szakfolyóirataiban, ami enyhe növekedés a 2021-es folyóiratcikkek számához képest, és mindeddig a legmagasabb szám az Intézet történetében. Hasonlóan a korábbi évekhez, a referált cikkek mintegy 90%-a a legnagyobb hatású (Q1), ezen belül 10% kiemelt hatású (D1) folyóiratokban jelent meg. Tudományos közleményeinkre a valaha regisztrált legnagyobb számú, majdnem 9000 hivatkozás érkezett, ami újra jelentős, ~20%-os emelkedés az előző évekhez képest. Az intézeti publikációk teljes listája elérhető a Magyar Tudományos Művek Tárában (mtmt.hu). A számos tudományos eredmény közül az alábbiakban csak egy szűk válogatást tudunk bemutatni.

A Naprendszer kutatása

Becsapódó kisbolygó és egy új üstökös felfedezése Piszkestetőn

A Piszkestetői Obszervatórium erre a célra dedikált 60 cm-es Schmidt-távcsővével folytattuk a földszűrő kisbolygók keresését. Összesen 164 éjszaka készítettünk felvételeket, és azokon 54 földközeli kisbolygót fedeztünk fel, amelyek mérete néhány métertől közel 1 km-ig terjed. A legnagyobb nemzetközi visszhangot a 4-5 méter átmérőjű 2022 EB5 jelű kisbolygó március 11-ei megtalálása váltotta ki, mivel felfedezése után két és fél órával a Norvég-tenger felett elérte bolygónk légkörét. A történelem során ez mindössze az ötödik olyan kisbolygó volt, amelyet becsapódása előtt sikerült megtalálni, de ez volt az első, amelyet nem az Egyesült Államokban azonosítottak. A műholdas vizsgálatok alapján az égitest rendkívül sötét felszínű és porózus szerkezetű volt, vélhetően szinte teljesen megsemmisült a légköri repülés során. További hat általunk felfedezett égitest haladt el a Hold távolságán belül, köztük a 2022 FD1 jelű csak 8500 km-rel a felszín felett. Az év első éjszakáján, január 2-án hajnalban felfedezett 2022 AB jelű kisbolygónkról a fotometriai mérések kimutatták, hogy egy szupergyorsan forgó égitest (3 perces rotációs periódussal), amelynek vizsgálatára nemzetközi megfigyelőkampány szerveződött. Szintén ennek az éjszakának az eredménye volt a C/2022 A1 (Sárneczky)-üstökös megtalálása, amely 35 év után az első hazai üstökösfelfedezés volt. A halvány égitest néhány nappal

később 48 millió km-re közelítette meg bolygónkat, majd gyorsan távolodva február elejére már az észlelhetőség határa alá halványodott.



2. ábra: A C/2022 A1 (Sárneczky)-üstökös 2022. január 7-én a 60 cm-es Schmidt-távcső felvételén. A halvány égitest a kép közepén látható kompakt folt, a csillagok az üstökös mozgására eltolódott képösszeadás miatt pontfűzéseknek látszanak.

A szerpentinizáció hatása a korai Naprendszer jeges égitestjeinek belső szerkezetére

Az intézet kutatói kifejlesztettek egy algoritmust a szerpentinizáció (szilikátos közetek hidratációja) kémiai reakciója és az ebből származó hőtermelés modellezésére, amit a korai Naprendszer bolygókezdeményeire alkalmaztak, figyelembe véve a keletkezés során a becsapódó égitestekből származó akkréciós hőt és a rövid élettartamú radioaktív izotópok hőtermelését. Az új modell a korábbiakhoz képest sok körülményt sokkal pontosabban számol, pl. a hőkapacitások hőmérsékletfüggését, a litoszférikus nyomást, és az ún. határfelületi víz hatásának figyelembevételét. A korábbi modellekhez képest jelentős különbségek vannak például a bolygókezdemények szerpentinizációhoz szükséges idejében vagy a termelt hő mennyiségében. A külső Naprendszer jeges égitestjeiben bizonyos reális körülmények között a vízjég olvadáspontja alatt, a határfelületi víz felhasználásával a szerpentinizációs reakció lejátszódhat, és végül a víz olvadáspontja fölé emelheti a helyi hőmérsékletet, ami jelentős mértékben tudja gyorsítani a reakciót. A számítások szerint a kb. 400 km-nél nagyobb méretű égitestekben a szerpentinizáció gyorsan átalakíthatta ezen testek szinte teljes belsejét a korai Naprendszerben (Takácsné Farkas A. és mtsai, Plan. Sci. J., 2022, 3, 53).

Egy új Mars-analóg terület azonosítása és vizsgálata az Andokban

Kutatóink egy új, potenciális Mars-analóg területet vizsgáltak első alkalommal: az Ojos del Salado inaktív vulkán vidékét az Altiplano–Atacama-sivatag térségében. A ritka havazások és az erős szél által szállított porózus vulkanikus szemcsék centiméter-méter vastag elfedett hótömegeket tudnak alkotni és a szublimáció ellen védeni akár éveken keresztül. A felszín alatti hőmérséklet monitorozása alapján a jég olvadása ritka jelenség a térségben, és a krioszférát főleg a kiszáradás és a szél hatása befolyásolja, akárcsak a Marson. A térségben deciméteres skálájú homokfodrok (megaripples) is mutatkoznak, amelyek egyediek a Földön, és hasonlítanak marsfelszíni társaikra. A közvetlenül a felszín alatti rétegek elemzése Mars-releváns evaporitos üledékeket is azonosított. Az ilyen földi területek vizsgálatával közelebb juthatunk a hasonló marsi területeken megfigyelt jellegzetességek megértéséhez (Kereszturi és mtsai, 2022, Icarus, 378, 114941).

Csillagaktivitás

Az óriáscsillagok flerjeinek jellemzői

Noha a késői típusú törpe- és óriáscsillagok lényegesen különböznek egymástól, flerjeikről (hirtelen kifényesedéseikről) úgy gondolják, hogy hasonló fizikai folyamatokból származnak, és csak az energiaszintek léptékében térnek el egymástól. E megközelítés érvényességét vizsgálták az aktív óriáscsillagokon kialakuló flerek olyan jellemzőinek keresésével, amelyek statisztikailag eltérhetnek a fősorozati csillagok jellemzőitől. Hatvanegy óriáscsillag közel 4000 kitörését és 20 más típusú csillagot vizsgáltak, amelyeket a Kepler-űrtávcső figyelt meg, mivel ez az egyetlen alkalmas adatbázis ehhez az összehasonlító vizsgálathoz. Minden fler esetében meghatározták az időtartamot és az energiát, összegyűjtötték a csillagparamétereket, valamint megvizsgálták a flerek jellemzői és a különböző csillagparaméterek közötti összefüggéseket. Erős korrelációt találtak a fler időtartama és a csillagok felszíni gravitációja, fényessége és mérete között. A flerek skálázott alakjai hasonlóknak tűnnek az óriásokon és a törpéken, az alkalmazott 30 perces mintavétellel. A flerek energiájára és időtartamára vonatkozó logaritmikus összefüggés meredekebb az alacsonyabb felszíni gravitációjú csillagok esetében. A megfigyelt flerek az óriásokon átlagosan hosszabbak és nagyobb energiájúak, mint a törpéken. Ezen eredmények szerint a flerenergia és

-időtartam logaritmikus összefüggésére vonatkozó általánosított lineáris skálázás $-1/3$ -os univerzális elméleti meredekségét némileg módosítani kell a felületi gravitációtól való függés bevezetésével (Oláh és mtsai, 2022, A&A, 668, A101)

Csillagkeletkezés és fiatal csillagok

Visszatérő kitörések a Gaia20eae EXor-típusú fiatal eruptív csillagnál

A Gaia20eae 2020-ban Gaia-riasztást eredményezett, miután mintegy három magnitúdóval kifényesedett, és az objektum fénygörbéje olyan alakú volt, mint egy tipikus fiatal eruptív csillag. Új fotometriai és spektroszkópiai észleléseket végeztek annak megállapítására, hogy a Gaia20eae valóban fiatal eruptív csillag-e, és hogy a fiatal csillagok melyik típusába tartozhat. A kitörés előtti spektrális energiaeloszlás alapján a Gaia20eae egy kismértékben beágyazott II. osztályú objektum, amelynek bolometrikus luminozitása a Napénál 7,22-szer nagyobb. A szín-szín és szín-fényesség diagramok arra utalnak, hogy a fényváltozások nagyjából szürkék, azaz minden hullámhosszon hasonló módon történnek, a $H\alpha$ -vonallal profilljának változásai az akkréciós ráta és a szél változékonyságát mutatják. A közeli infravörös tartományban számos emisziós vonal látható, amely az EX Lupi (EXor) típusú objektumok jellemzője. Becslést adtak az akkréciós rátára a halványodási fázisban ($3-8 \times 10^{-7}$ naptömeg/év), amely magasabb, mint a hasonló tömegű T Tauri csillagoké, és közelebb áll más EXorokéhoz. Ebből arra lehet következtetni, hogy a Gaia20eae valószínűleg a fiatal csillagok EXor típusának újonnan felfedezett képviselője (Cruz-Saenz de Miera és mtsai, 2022, ApJ, 927, 125)

A TYC 4209-1322-1 extrém törmelékkorongjában megfigyelhető porképződés közép-infravörös időfejlődése

A TYC 4209-1322-1 körüli extrém törmelékkorong, a Spitzer űrteleszkóppal végzett, 877 nap hosszú, hézagmentes közép-infravörös fotometriai megfigyeléseit más adatokkal kombinálva megvizsgálták a korong változékonyságát az elmúlt négy évtizedben, különös tekintettel az elmúlt 12 évre. Ez utóbbi időszakban a korong jelentős változásokat mutatott, a legjelentősebb a 2014 és 2018 közötti fényesedés és az azt követő halványodás volt, ami a WISE adataiból rajzolódik ki. A Spitzer-fénygörbék lehetővé teszik a halványodási fázis és a korong 2018 utáni újabb fényesedésének részletesebb vizsgálatát, ami a hosszú

távú tendencián felül egy további, ~ 39 nap periódusú fluxusmodulációt mutat. Megállapították, hogy mindezen változások egy óriási ütközés eredményeként értelmezhetők, amely 2014-ben, $\sim 0,3$ CSE körüli pályasugárnál történt. Az elemzés arra utal, hogy egy hasonló méretű ütközésre 2010 körül is sor kerülhetett (Moór és mtsai, 2022, MNRAS, 516, 5684)

Csillagok fizikája

A TESS űrtávcső első eredményei RR Lyrae csillagokról: a módusok, a színek és a távolságok közötti kapcsolatok

A TESS űrteleszkóp folyamatos, nagy pontosságú optikai fotometriai adatokat gyűjt a teljes égboltról, beleértve több ezer RR Lyrae csillagot is. A TESS 1. és 2. szektorában levő 118 közeli RR Lyrae csillag észlelési adatainak feldolgozásakor differenciális fotometriát használtak a fénygörbék előállításához, majd módustartalmukat és a modulációs jellegzetességeiket analizálták. A TESS pontos fénygörbe-paramétereit kombinálták a Gaia által szolgáltatott parallaxis- és színinformációkkal, ezáltal egy átfogó klasszifikációs módszerhez jutottak, ami tiszta mintát eredményezett. Megtarthatták a különleges fénygörbéjű RR Lyrae csillagokat, és kiszelektálhatták a más típusú változócsillagokat. Azt találták, hogy az RR Lyrae csillagok nagy része mutat különböző kis amplitúdójú változásokat, de e módusok eloszlása gyökeresen különbözik a galaktikus dudorban található csillagokétól. Ez azt mutatja, hogy a fizikai paraméterekben található különbségek befolyásolhatják az extra módusok gerjesztését, potenciális lehetőséget kínálva ahhoz, hogy felfedjük ezen módusok eredetét. A móduszonosítást azonban megnehezíti az extra módusok valódi frekvenciáinak meghatározásában rejlő bizonytalanság. Összehasonlították a klasszikus kétmódusú csillagok és az alacsony frekvenciás extra módusok amplitúdóarányait, és megállapították, hogy jól elkülönülő csoportokat alkotnak. Azt találták, hogy az alpmódusú RR Lyrae csillagok nagy hányada mutat modulációt, de legalább 28%-uk nem, megerősítve ezzel azon korábbi eredményeket, amelyek szerint nem minden RRab csillagnál lép fel a Blazskó-effektus (Molnár és mtsai., 2022, ApJS, 258, 8).

Változócsillag-klasszifikáció gépi tanulási módszerekkel

Egy több-bemenetű neurális hálót (Multiple-Input Neural Network) alkottak meg, amely konvolúciós és többrétegű neurális hálóból áll. Ezzel a konfigu-

rációval a legjobb háló képes volt megkülönböztetni a változócsillagok típusait a fénygörbéik képe alapján, amelyhez egyéb numerikus információkat (pl. periódus, vörösödésmentes fényesség) is felhasználtak a pontosság javításához. A háló tanításához és teszteléséhez az OGLE-III adatait használták, beleértve az összes megfigyelt területet, fázis szerint feltekert fénygörbéket és periódusadatokat is. A neurális háló 89–99%-os pontossággal működött a fő osztályok klasszifikációjánál (cefeidák, δ Scutik, fedési kettősök, RR Lyrae csillagok, II. típusú cefeidák), a felhangban rezgő anomális cefeidákra viszont csak 45% volt a találati arány. Hogy az első felhangú anomális cefeidák és az RRab csillagok fénygörbéi közötti alakdegenerációt feloldják, további numerikus paraméterként használták a vörösödésmentes fényességet is, ezáltal rögzítve a távolságot és megkülönböztethetővé téve a luminozításokat. Ezzel a találati arányt sikerült kb. 80%-ra emelni. Ez az újonnan kifejlesztett módszer reális alternatívája lehet a létező klasszifikációs algoritmusoknak és a Vera Rubin Observatóriumhoz való csatlakozás feltételének számító magyar in-kind hozzájárulás része (Szklénár és mtsai, 2022, ApJ, 938, 14).

Extragalaktikus csillagászat

Rádióhangos, 4-es vöröseltolódás feletti kvazárok VLBI-mérései

A nagy vöröseltolódású rádióforrások számos lehetőséget kínálnak a korai galaxisok és szupernagy tömegű fekete lyukak kialakulásának és fejlődésének tanulmányozására. A $z=4$ vöröseltolódás feletti, ismert rádióhangos aktív galaxisok (AGN) száma azonban meglehetősen korlátozott. Nagy vöröseltolódások esetén úgy tűnik, hogy a blazárok, amelyek relativisztikusan sugárzó nyalábjai a megfigyelő látóirányára felé mutatnak, többségben vannak azokhoz a rádióhangos forrásokhoz képest, amelyek jetjei a látóiránnyal nagyobb szöget zárnak be. Ahhoz, hogy több ilyen AGN-t találjunk, nagyon hosszú bázisvonalú interferometriával (VLBI) végzett milliív másodperces felbontású mérésekre van szükség, mivel ezek teszik lehetővé, hogy különbséget tegyünk a kompakt és kiterjedtebb sugárzású rádióforrások között. Korábbi, nagy felbontású VLBI-vizsgálatok feltárták, hogy a blazárjelöltek közül néhány rádióforrás valójában milliív másodperces skálán relativisztikusan nem felerősített rádiósugárzást bocsát ki. A Gaia asztrometriai űrtávcső mérései alapján meghatározott legpontosabb optikai koordináták szintén hasznosak az osztályozási folyamatban. Ebben a

munkában 13 nagy vöröseltolódású ($4 < z < 4,5$) kvazár kettős frekvenciájú (1,7 és 5 GHz-es), az Európai VLBI Hálózattal elvégzett megfigyeléséről számoltak be. Ez a minta nagyságrendileg egynegyedével növeli azon $z > 4$ rádióforrások számát, amelyekhez VLBI-megfigyelések állnak rendelkezésre. A kutatásban megvizsgálták a források szerkezeti és fizikai tulajdonságait, például a rádiószerkezetet, a spektrálindeket, a változékonyságot és a fényességi hőmérsékletet. Az optikai koordináták ismeretében hat blazárt és hat nagyobb látószögű kilövellést kibocsátó AGN-t, míg a többi fennmaradó forrást feltételeesen blazárként azonosítottak (Kreizinger és mtsai, 2022, ApJS, 260, 49).

Egy WC/WO csillag robbanása táguló szén-oxigén-neon felhőben

A SN 2019hgp szupernóva nagyon korai színképében a szén, oxigén és neon keskeny vonalait azonosították. Ezek a vonalak egy nagy (>1500 km/s) sebességgel táguló, C–O–Ne összetételű csillagkörüli anyagfelhőben jöttek létre, ami arra utal, hogy a szupernóva szülőobjektuma egy nagyon nagy tömegű Wolf–Rayet-csillag volt. Habár korábbi adatok azt mutatták, hogy a Wolf–Rayet-csillagok végállapota általában nem egy hidrogénszegény, Ib/c típusú szupernóva, jelen felfedezés szerint a nagy tömegű Wolf–Rayet-csillagokból gyorsan fejlődő szupernóvaszerű tranziensek mégis létrejöhetnek (Gal-Yam, A, ..., Vinkó, J. és mások, 2022, Nature, 601, 201).

Nukleáris asztrofizika

Báriumcsillagok mint a magfizikai s-folyamat nyomjelzői

A báriumcsillagok olyan G8–K2 színképosztályú óriáscsillagok, amelyek légköre a magfizikai s-folyamat (lassú neutronbefogás) során keletkezett izotópokról árulkodik. A CSI kutatói részletes összehasonlítást végeztek 28 olyan báriumcsillagra, amelyekre önkonzisztens elemgyakoriságok és függetlenül meghatározott tömegek is elérhetőek. Az egyes csillagok [Ce/Fe] értékeire normált hígítási faktort különböző elméleti AGB-modellekre kiszámítva összehasonlították az s-folyamat elemeinek illeszkedését. Megerősítették, hogy a vizsgált báriumcsillagok nagy részét kis tömegű (2–3 naptömeg), nem forgó AGB-csillag szennyezte be, amelynél a ^{13}C a fő neutronforrás. A 28 csillagból 21 esetben a modellek jó egyezést mutatnak az elemgyakoriságokkal és a függetlenül meghatározott tömegekkel is, azonban további négy esetben

néhány elem gyakorisága sokkal nagyobb, mint a modellek előrejelzései. Ez fizikai okra vezethető vissza (pl. keveredés), vagy olyan nukleoszintézis jele lehet, amely a jelenlegi összehasonlításban felhasznált modellekben nincs benne (Cseh és mtsai, 2022, A&A, 660, A128).

Műszerfejlesztés

Kisműhold-fejlesztés

A 2022-es év két fontos mérföldkövének egyike a VZLUSAT-2 nevű, a Cseh Űrkutatási és Légügyi Intézet (Výzkumný a Zkušební Letecký Ústav, VZLÚ) által vezetett kisműholdunk 2022. január 13-i indulása volt. Ezen a műholdon – többek között – az intézetünkben épített, a GRBAlpha-hoz (2021-ben felbocsátott, azóta is működő CubeSat) hasonló, de annál valamivel nagyobb érzékenységgű gammadetektor-rendszer található. A GRBAlpha-val szerzett tapasztalatok alapján a rendszer beüzemelése gyorsan lezajlott, így azóta, még részleges bekapcsolás mellett is majdnem két tucatnyi tranzienszt – gamma-felvillanásokat –, valamint napkitörésekhez kapcsolódó eseményeket figyelt meg. A tárgyév második fontos mérföldköve a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem (BME) által épített, MRC-100 nevű, három egységes, a PocketQube szabványnak megfelelő (azaz kb. 5×5×18 cm méretű) kisműholdra készített helyzetmeghatározó rendszer megtervezése, megépítése és a műholdba való integrálása volt. Ez a projekt a műholdfejlesztési tapasztalatainkra építő első külsős kollaboráció. A műhold integrációja a kibocsátást végző eszközbe (az ún. deployerbe) lezajlott, az MRC-100 indítása pedig 2023 nyarán megtörtént (Pál A. és mtsai).

Párbeszéd a tudomány és a társadalom között

A Csillagászati Intézet a CSFK 100%-os tulajdonában levő Magyar Csillagászat Nonprofit Kft. projektirodai együttműködésével több tudománykommunikációs feladatot töltött be a Csillagászati Intézet területén és telephelyén. Egyrészt üzemeltette Budapest legnagyobb bemutató csillagvizsgálóját, a *Svábhegyi Csillagvizsgáló Interaktív Csillagászati Élményközpontot*. A Svábhegyi Csillagvizsgálóban és külső bemutató helyszíneken, illetve rendezvényeken 2022-ben

közel 30 bemutatócsillagász előadóval, mintegy 15 000 embernek nyújtottak személyesen csillagászati ismereteket. A Piskéstetői Observatóriumban 700 embert fogadtak az ügyeletes csillagászok, akik az ország legnagyobb, kutatásra használt távcsövei mellett közérthetően beszéltek az aktuális kutatásokról.

Kiemelt csillagászati eseményeknél több turnusban, váltott csoportokban tartottak interaktív bemutatókat (egy alkalommal 50–150 főnek az intézet különböző területein), így többek között:

- gyengén látóknak és vakoknak a Bakonyi Csillagászati Egyesület Tapintható Univerzum kiállításával (februárban),
- hajnali észlelést a Vénusz és a Jupiter szoros együttállása kapcsán (április 30.),
- A NASA Public Affairs referenselőadását fogadták holdközvet-bemutatóval együtt (április),
- hét hajnalon volt észlelőkampány a júniusi bolygósorakozó megfigyelésére,
- bemutatták a C/2017 K2 üstökös együttállásait az IC4665 (2. éj) és M10 (7. éj) közelében.
- Külön tematikus eseményeket is tartottak. Hullócsillagok éjszakáját a Perseidák meteorraj kapcsán (3. éj, mintegy 200 főnek augusztusban), illetve
- Óriásbolygók éjszakáját, együttműködve a 100 óra csillagászat nemzetközi IAU-kampánnyal (200 főnek októberben).
- Októberben hajnali Merkúr-észlelést,
- és mintegy 300 főnek napfogyatkozás-bemutatót tartottak.
- Az oppozíció kapcsán november-decemberben Mars-megfigyelő kampányt szerveztek,
- decemberben pedig Geminidák észlelőestét tartottak.

A Csillagvizsgáló keresett helyszíne rendezvényeknek is, így például a Budapest-kupolában forgatta klipjét a Bagossy Brothers Company, a kertben látták vendégül a Telekom Electronic Beats elektronikus koncertjét, de itt tartotta éves találkozóját a Magyar–Francia Kereskedelmi és Iparkamara is. Immár hagyományosnak tekinthető, nyár végi, ősz eleji zenés csillagászati piknikjük a Herschel-koncert: 2022-ben közel 300-an vett részt, és egy ősbemutatót is tartott a Vass Lajos Szimfonikus Zenekar, William Herschel egyik még sehol nem játszott eredeti művével. Nagysikerű eseményként öt alkalommal tartották meg a „Kezdő távcsőtulajdonosok tanfolyamát”.

Tudománykommunikációs tevékenységet az intézeten kívül is rendszeresen végeztek: országszerte 14 városban tartottak csillagászati előadást a Matthi-

as Corvinus Collegium felkérésére, határon túl is, ellátogatva Nagyváradra és Beregszászra. Júniusban a Millenáris Álmodó 2.0 meghívására közel 4000 érdeklődőnek tartottak távcsöves bemutatót és személyes csillagászati ismeretterjesztést.

Heti 2-3 alkalommal jelentettek meg friss tartalmat az Univerzum hírei blogban a Svábhegyi Csillagvizsgáló honlapján. Rendszeresen adtak ki sajtónyilatkozatot a nagyobb csillagászati események, illetve a kutatóintézetben elért eredmények kapcsán. 2022-ben az Observer keresőszavas visszajelzése alapján az írott és digitális médiában a Svábhegyi Csillagvizsgáló 1139 sajtómegjelenést, a CSFK pedig 520 közleményt generált. A tudománykommunikáció fontos helye a közösségi média: a Facebook és Instagram felületén a követők száma elérte a 27 000-et. Az online médiában a Galaxis útikalauz című tudományos ismeretterjesztő sorozatot a negyedik, befejező évaddal zárták.

2022-ben Kiss László vezetésével futott az NKFIH Mecenatúra-program keretében 25 millió forintos támogatást elnyert „Csillagok alatt” című országos természettudományi ismeretterjesztő médiakampány. Ebben a CSFK CSI mellett együttműködő partner volt a Magyar Csillagászati Egyesület és a Szegedi Tudományegyetem. Utóbbinál kiépítettük az Intézet második multimédiás virtuális stúdióját, így már két helyszínen állnak rendelkezésre a megfelelő körülmények változatos videós tartalmak készítésére. Kiss László a Magyar Titok – égi hírek magyar csillagásztól című sorozatához 31 videót készített, az Élő csillagászat Kiss Lászlóval ötödik és hatodik évadában 19 műsort készített. Ezek mind megtalálhatók a Kiss László csillagász YouTube-csatornán, összesített nézőszámuk 200 ezer feletti. A Mecenatúra-projekt keretében Barna Barnabás és Ordasi András a Csillagfényben (15 videó) és a Vándorcsillagok (2 videó) sorozathoz készítettek ismeretterjesztő videós tartalmakat. Mizser Attila a CSFK CSI emeritus kutatói közül négygel készített interjút, ezek megjelenése már 2023-ra csúszott át. A 2022. augusztus 5–14. közötti országos program minden korábbinál több helyszínen és eseménnyel várta a csillagászat iránt érdeklődőket. Az időjárás nem volt igazán megfelelő távcsöves bemutatásra, mégis több mint 15 ezer látogató vett részt eseményeinken. Az esemény rendkívül pozitív sajtóvisszhangot váltott ki, az Observer médiafigyelő mérései szerint több millió emberhez eljuttatva az Egy hét a csillagok alatt program hírért. 2022-ben érzékelhetően megnőtt a média érzékenysége a csillagászati jelenségek és friss hírek iránt, ami Kiss László projektvezető interjúinak és más médiamegjelenéseinek megnövekedett számában is tetten érhető volt.

2022-ben a CSFK Csillagászati Intézete átvette a csillagászati diákolimpia felkészítésének szervezését a kezdetektől nagy erőforrásokat megmozgató Bajai Observatórium Alapítványtól. Dedikált humán-, infrastrukturális és anyagi erőforrásokkal segíti az Athletica Galactica – Kárpát-medencei Csillagászati és Asztrofizikai Verseny szervezését. A 2021-es év nagy sikerére tekintettel 1500 példányban nyomtatták újra Dálya Gergely: Bevezetés a csillagászatba című könyvét. Az első kiadásból 800 példány néhány hét alatt elfogyott a boltokban, a maradék 200-at az Intézet osztotta ki a csillagászati oktatást folytató intézményeknek, oktatóknak és diákoknak. Így most továbbra is elérhető a könyv a Budapesti Távcső Centrumban, a Magyar Csillagászati Egyesületnél és a Svábhegyi Csillagvizsgálóban. A kötet folytatásaként pedig 1000 példányban megjelent Kovács József: Bevezetés a csillagászatba – feladatgyűjteménye, amely az elmúlt 10 év csillagászati versenyeinek feladataiból tartalmaz válogatást a Dálya-könyv tematikája szerint, nehézségi besorolással és a megoldásokkal.

A Csillagászati Intézet szerzőkollektívája által működtetett csillagaszat.hu az ország legjelentősebb csillagászati tudományos híroldala. A 2022-es év során 212 csillagászati hír jelent az oldalon. A Google Analytics látogatottsági statisztikái alapján a csillagaszat.hu oldal 2022-ben 566 ezer felhasználótól 1 millió 60 ezer látogatást váltott ki, összesen 1,8 millió oldalletöltéssel. A csillagaszat.hu Facebook-oldalának 31 000 követője lett, míg az oldal Facebook-elérése meghaladta az 1 milliót. Az urvilag.hu úrkutatási hírportál főszerkesztője Frey Sándor, a Csillagászati Intézet munkatársa, a hírportál napi rendszerességgel jelentetett meg úrkutatással kapcsolatos tudományos híreket. A Csillagászati Intézet munkatársai 2022-ben összesen 102 ismeretterjesztő előadást tartottak.



3. ábra: A magyar diákolimpiai csapat és felkészítőik Kutaisziben (Grúzia) 2022 augusztusában Sikó Anna nagykövet asszonnyal.

Hazai és nemzetközi kapcsolatok, pályázatok

Oktatás, témavezetés

Az Intézet kutatói 8 TDK-, valamint 29 BSc- és 13 MSc-hallgató témavezetését látták el 2022-ben, túlnyomó részben az ELTE-n, de emellett BME-n, valamint az Óbudai és a Nemzetvédelmi Egyetemen is, továbbá a Kijevi Állami Egyetemen (Ukrajna, BSc) és az Indian Institute of Science Education and Research-ben (Pune, India, MSc). Továbbá összesen 40 hallgató PhD-témavezetéséért voltak felelősek a következő egyetemeken és intézetekben: ELTE, SZTE, University of Oslo, Tokyo Institute of Technology, University of Hull, Leibniz-Institute for Astrophysics, Potsdam, Münchener Egyetem. A CSFK CSI kutatói részt vettek MSc-, BSc- és PhD-dolgozatok bírálataiban is. A CSFK Csillagászati Intézet állományába tartozó kutatók közül a beszámolási időszakban ketten szerezték meg a PhD fokozatot.

A CSI kutatói a következő előadásokat, gyakorlatokat és szemináriumokat tartották magyar és külföldi egyetemeken 2022-ben – az Eötvös Loránd Tudományegyetemen: Exobolygólegkörök, A Naprendszer peremén, Exobolygók I., Bevezetés az asztrofizikába, Informatika a csillagászatban I–II–III., Asztrostatistika I., Haladó mag-, részecske- és asztrofizikai mérések, Élet az exobolygón, Csillagászati észlelési gyakorlatok, Mágneses aktivitás hideg csillagokon, Mágneses aktivitás késői típusú csillagokon, A Mars földrajza és geológiája, Planetológia, Obszervációs csillagászat, Optika, Bevezetés a csillagászatba, Rádiócsillagászat I–II.; a Szegedi Tudományegyetemen: Csillagászati műszertechnika, Numerikus modellezés; a Mathias Corvinus Collegiumon: Csillagászat; a University of Dehradunon (UPES, India): Introduction to Astronomy and Astrophysics; az Indian Institute of Science Education and Research-on, (Pune, India): From Planets to Cells; a University of Oslon (Norvégia): Interactions between Star-Planet Couples (from Sun-Earth to Star-Exoplanet).

A CSFK Csillagászati Intézete 2017-ben indította el az ún. demonstrátori (vagy kutatási asszisztensi) programot, amelyre a letehetősebb egyetemi hallgatókat pályázat útján választják ki. A 2023-as Meteor Csillagászati Évkönyben megjelent intézményi beszámolóban részletesebben is bemutatott programban 2022-ben is 14 kutatási asszisztensnek adott lehetőséget az intézet, a program teljes eddigi futamideje alatt pedig összesen 43 demonstrátort foglalkoztattak. A programot és tanulságait a Magyar Tudomány 2023/1. számában is ismertették.

Hazai és nemzetközi együttműködések

A korábbi évekhez hasonlóan a Csillagászati Intézet munkatársai közös tudományos projekteken dolgoztak együtt a Szegedi Tudományegyetem, az ELTE Fizikai Intézet, az ELTE Csillagászati Tanszék, valamint az ELTE Gothard Asztrofizikai Obszervatórium (Szombathely) kutatóival. A CSFK CSI kutatói 2022-ben is széleskörű nemzetközi együttműködésben folytatták kutatásaikat, és részt vettek nagy nemzetközi együttműködésekben, mint a TASC (TESS Asztroszeizmológiai Tudományos Konzorcium), a Gaia, a CHEOPS, a PLATO, az Ariel-űrtávcsövek konzorciumai, LUNA, NuGrid, JUNA, MATISSE, ChETEC, MW-Gaia, Chemistry in Disks (CID) Collaboration, GREAT (Gaia Research for European Astronomy Training); ODYSSEUS & PENNELOPE HST & VLT Large Program konzorcium; LATMOS; Europlanet, WEAVE és a Rubin/LSST projektekben, és szoros kapcsolatot tartottak az Európai Déli Obszervatórium (ESO) tudománykommunikációs hálózatával (ESON). Számos esetben sikerült elnyerni észlelési időt csillagászati nagyműszerekre és űrtávcsövekre, mint például az Atacama Large Millimetre Array (ALMA), a James Webb-űrtávcső és a VLBI rádióinterferometriai hálózat. A következő külföldi egyetemekkel és kutatóintézetekkel tartottak fenn tudományos együttműködési kapcsolatokat 2022-ben: Monash University, Ausztrália; University of Graz, University of Vienna, Ausztria; Royal Observatory of Belgium, Belgium; Brazilian National Observatory, Brazília; Universidad de Concepción, Chile; Masaryk University (Brno), Brno University of Technology, Observatory of the Czech Academy of Sciences (Ondřejov), Charles University (Prága), Csehország; Technical University of Košice, Szlovákia; University of Aarhus, Dánia; University of the Western Cape, Dél-afrikai Köztársaság; University of Cambridge, Institute of Astronomy (Cambridge), University of Hertfordshire, University of St. Andrews, Egyesült Királyság; Univ. Grenoble Alpes, Franciaország; University of Leiden, Joint Institute for VLBI ERIC, Hollandia; Tata Institute of Fundamental Research (Mumbai), India; Hiroshima University, Japán; College of Nuclear Science and Technology, Beijing Normal University, China Institute of Atomic Energy, University of Hong Kong, Institute of Modern Physics, Chinese Academy of Sciences (Lanzhou), Shanghai Astronomical Observatory, Kína; Mount Suhora Observatory, Krakow Pedagogical University, Astronomical Observatory Jagiellonian University, University of Warszawa,

Nicolaus Copernicus University (Toruń); Adam Mickiewicz University (Poznań), Lengyelország; Friedrich Schiller University (Jena), Max-Planck-Institut für Radioastronomie (Bonn), Max Planck Institute for Extraterrestrial Physics (Garching), Max Planck Institute for Astronomy (Heidelberg), Németország; Padova Observatory INAF; INAF-Osservatorio Astronomico di Roma, Olaszország; Centro de Astrofísica de La Palma, Instituto de Astrofísica de Canarias, Tenerife, Observatorio Astronómico Nacional (Madrid), Instituto Astronomía de Andalucía (Granada), Spanyolország; University of Geneva, ETH Zürich, Berni Egyetem, Svájc; University of Texas (Austin), Princeton University, University of Toledo, Space Telescope Science Institute (Baltimore), Western Washington University, National Radio Astronomy Observatory Charlottesville, University of Rochester, California Institute of Technology (Pasadena), MIT Lincoln Laboratory, MIT Kavli Institute for Astrophysics and Space Research, University of Florida (Orlando), Las Cumbres Observatory (Santa Barbara), Amerikai Egyesült Államok.

Rendezvények

A Csillagászati Intézet munkatársai aktívan részt vettek a következő események előkészítésében, szervezésében és lebonyolításában, a helyi vagy a tudományos szervezőbizottságok tagjaiként vagy vezetőjeként: Europlanet Science Congress, szeptember 18–23., Granada; Astrophysics with Radioactive Isotopes, Budapest, június 12–17.; 17th International Russbach School, Russbach, március 13–19.; XIII Torino Workshop on AGB stars, június 19–24.; Neutron-capture on unstable species (i and n process) TRIUMF, Vancouver, október 31. – november 2.; Next Generation Space VLBI workshop, Dwingeloo, október 17–19.; WG2-WG1 workshop of the MW-Gaia Cost Action: „Stellar evolution along the HR diagram with Gaia”, Nápoly, szeptember 19–22.; Abundance Variations and Fundamental Questions in Solar and Stellar Physics, július 16–24., Athén; Nuclear Physics in Astrophysics, CERN, Genf, augusztus 29. – szeptember 3.; Probing the Universe with Multimessenger Astronomy, Sestri Levante, szeptember 26–30.; JINA-CEE Frontiers in Nuclear Astrophysics, University of Notre Dame, USA, május 23–27.; EAS 2022, Valencia, június 27. – július 1.; RR Lyrae and Cepheids conference: Large-scale

surveys as bridges between spectroscopy and photometry, La Palma, szeptember 26–30., TASC/KASC konferencia, Leuven, július 11–15.; Kozmikus körforgás – előadóiülés, Szeged, május 16.

A 2022-ben elnyert jelentősebb pályázatok

Marie-Curie Widening Fellowship, Meridith Joyce, 151 800 EUR; NKFI-H/K-22/142534, Megoldatlan rejtélyek a szupernóvák asztrofizikájában, Vinkó József, 47,7 millió Ft; MTA Lendület, LP2022-11, Sötét energia kutatásának módszerei extrém kozmikus struktúrákkal, Kovács András, 185 millió Ft; Európai Űrügynökség, PRODEX 4000136207, Astrometric preparation for the PRIDE experiment of the JUICE mission, Frey Sándor, 117 400 EUR.

PETROVAY KRISTÓF

Az ELTE Csillagászati Tanszékének működése 2022-ben

Személyi állomány

A tanszék személyi állománya az előző évhez képest kismértékben változott. Szerződésük lejártával távozott Belucz Bernadett, Nagy Melinda, Talafha Mohammed. A tanszék állományához csatlakozott Korsós Marianna tudományos munkatárs (részállásban). A Mészáros Szabolcs vezette MTA–ELTE Lendület Tejútrendszer Kutatócsoport támogatásával Kőmíves Janka nyert demonstrátori alkalmazást a Csillagászati Tanszéken. Új doktoranduszaink 2022 szeptemberétől: Joó András és Nogueira Guilherme.

Korábbi doktoranduszaink közül Talafha Mohammed megvédte PhD-értekezését.

Oktatás és ismeretterjesztés

A pandémia lecsengésével az oktatás visszaállt a rendes kerékvágásba, azaz túlnyomóan jelenléti formában zajlott. A planetáriumi bemutatók is újraindultak.

A 2022. december 8-i kari csillagász TDK-konferenciát ezúttal kihelyezett helyszínen, a svábhegyi Csillagászati Intézetben tartottuk meg. Az eredmények: I. díj: Varga Vázsony (tv. Molnár László), Világos Blanka (tv. Mészáros Sz.). II. díj: Harmati Beáta (tv. Mészáros Sz.), Sági Petra (tv. Kiss Cs., Forgácsné Dajka E.). III. díj: Fröhlich Viktória (tv. Regály Zs.), Kőmíves Janka (tv. Gabányi K.), Takács Árpád (tv. Kovács T.). Dicséret: Bora Zsófia (tv. Vinkó J.), Koncz Bendegúz (tv. Joó A., Tóth L. V.), Magyar Laura (tv. Petrovay K.), Pádár Noémi és Gálikova Barbara (tv. Forgácsné Dajka E.), Takács Nóra (tv. Kiss Cs., Pál A.). Az OTDK-ra jelölt dolgozatot mutatott be még: Horti-Dávid Ágoston (tv. Vinkó J.), Kisvárdai Imre (tv. Kurfis-Pál B., Kereszturi Á.).

Az ERASMUS csereprogram keretében Harmati Beáta mesterszakos hallgatónk 2022 őszén a Tübingeni Egyetemen tanult.

2022-ben az alábbi hallgatók tették le a csillagász mesterszakos záróvizsgát: Ádám Rozália, Bodola Zsófia, Joó András, Kalup Csilla, Krupánszky Gergely, Németh András, Németh Patrik, Novák Roland, Veres Patrik.

Kutatás

A 2022. évben tanszékünk munkatársainak 43 bíralt tudományos folyóirat-cikke, valamint 13 további közleménye jelent meg. A publikációk jegyzéke a tanszék honlapján megtalálható. Az alábbiakban csak ízelítőt adhatunk az eredményekből.

Égi mechanika és bolygórendszerek

A Neptunuszon túli tartomány dinamikai feltérképezését célzó kutatásunkban egy nagyszabású dinamikai felmérést végeztük el, amelyben azonosítottuk az összes ismert, a Neptunusszal valamely középmozgás-rezonanciában lévő égitestet. A középmozgás-rezonanciákban lévő égitestek azonosítását a mozgásegyenletek hosszú időtartamú numerikus integrálásával végeztük el, ennek során felhasználtuk a kutatócsoportunkban korábban e célra kifejlesztett FAIR módszert. Kiderült, hogy az ún. excentricitás típusú középmozgás-rezonanciák mellett számos égitest inklinációs típusú középmozgás-rezonanciába is befogódott a Neptunusszal. Ezen eredményünk megerősíteni látszik azt a feltételezést, miszerint a Neptunuszon túli tartomány dinamikai szerkezete a Neptunusz kifelé történő pályavándorlása eredményeképpen alakult ki. Ugyanakkor ezen égitestek pályahajlása kisebb mint az inklináció típusú rezonanciákba befogódott égitestek esetében. Eredményeinket összevetettük a megfigyelt égitestek pályaeloszlásával, amely megerősítette a középmozgás-rezonanciák stabilizáló szerepét. (Forgács-Dajka E., Kővári E., Sándor Zs. és mtsai.)

Meghatároztuk a kaotikus diffúzió tulajdonságait belső Kuiper-övbeli égitestek esetében. Elegendően hosszú időskálán vizsgálva ez a fázistérbeli jelenség képes jelentősen megváltoztatni egy dinamikai rendszer állapotát. Ezalól a Naprendszer sem kivétel: a diffúziós folyamatok nagymértékben befolyásolják a kis testek pályáinak hosszútávú fejlődését, valamint lehetőségeket biztosít

tanak még a Neptunuszon túli objektumok számára is, hogy elérjék a belső Naprendszeret. Ez irányú kutatásainkban elemeztük tízezer tesztrészecske átlagos négyzetes elmozdulásának időbeli alakulását, számszerűsítettük a diffúzió kitevőjét, az általánosított diffúziós együtthatót és az ezekből számolt jellegzetes diffúziós időskálát is. Ez utóbbi mennyiséget összehasonlítottuk a Shannon-entrópia alapján meghatározott diffúziós időskálával is, és az említett két megközelítést közvetlen numerikus integrálások fényében is megvizsgáltuk. Kimutattuk, hogy az átlagos négyzetes eltérések segítségével meghatározott diffúziós időskálák az esetek többségében egybeesnek a valódi égitesteknek a numerikus integrálások során kapott stabilitási időskálájával, de ugyanez nem érvényes a Shannon-entrópiából számolt esetben. (Kővári E., Forgács-Dajka E., Sándor Zs. és mtsai.)

Vizsgáltuk bolygók és planetezimálok kialakulását időben fejlődő protoplanetáris korongokban. A bolygók keletkezésének magakkreációs hipotézisében kezdetben egy óriásbolygó szilárd, kb. 10-20 földtömegű bolygómagjának kialakulását úgy képzelték el, hogy egy Hold tömegű bolygómag a jellemzően 100 km nagyságú planetezimálokat akkretálva növeli tömegét. Ez a tömegnövekedés azonban olyan lassúnak bizonyult, hogy a bolygómag nem tudott kialakulni a protoplanetáris korong néhány millió éves élettartama alatt. A mostani elképzelések szerint a planetezimálok szerepét a kavicsok, azaz a jellemzően néhány cm nagyságú részecskék vették át. A hipotézis megnyugtató módon megoldja az időskála fent vázolt problémáját. A Naprendszer kis égitestjeinek léte ugyanakkor azt valószínűsíti, hogy a bolygórendszerek kialakulása során annak ellenére is kialakulnak a planetezimálok, hogy az eddigi kutatásoknak nem sikerült megnyugtató módon megmagyarázniuk ezt a folyamatot a protoplanetáris korong teljes sugárirányú terjedelmében. Argentín és amerikai kutatókkal együttműködve sikerült magyarázatot adnunk a planetezimálok kialakulására, mely elképzeléseink szerint a protoplanetáris korong különböző akkreációs rátával jellemezhető tartományainak határán kialakuló tranziens nyomási maximumában indul el. Ezt követően az ott egy gyűrűbe rendeződött kavicsok gyors beáramlása során az áramlási instabilitás elnevezésű folyamat alakítja ki a planetezimálokat a korong jelentős részében. (Sándor Zs. és mtsai.)

Szoláris és asztrofizikai magnetohidrodinamika

A napciklusok változó erősségének kialakításában nagy szerepe lehet két nemlineáris visszacsatolási mechanizmusnak, a hajlásszög-elnyomásnak (tilt quenching, TQ) és a szélességi elnyomásnak (latitude quenching, LQ). Ezek lényege, hogy erősebb napciklusokban a soláris aktív vidékek tengelyének a kelet–nyugati iránnyal bezárt szöge átlagosan kisebb (TQ), ill. az aktív vidékek átlagosan valamivel nagyobb naprajzi szélességeken jelentkeznek (LQ). A két mechanizmus relatív jelentőségét vizsgáltuk korábban kifejlesztett felszíni fluxustranszport-modellünk segítségével, a modellparaméterek függvényében. Azt találtuk, hogy a két effektus relatív szerepe a paraméterek alapvetően egyetlen kombinációjától, a dinamó-effektivitási tartománytól függ. Ha ez a paraméterérték kicsiny, a szélességi elnyomás szerepe csekély, míg nagy értékei esetén a két effektus szerepe összemérhető. (Talafha M., Nagy M., Petrovay K. és mtsai.)

Indiai, ELTE, ESA és kínai kollégákkal közösen kidolgoztunk egy forradalmian új szpikulamodellt, amelyet a Nature Astronomy szakfolyóirat jelentetett meg. (Erdélyi R. és mtsai.)

Vizsgáltuk a naptevékenységben mutatkozó, a 11 éves napciklusnál rövidebb időskálájú ciklikus változásokat, mint például a Rieger-típusú periódusok (150–160 nap) és a 2 éves QBO-k (kvázi-bienniális oszcillációk). E rövid időskálájú kvázi-periodicitások eredetére az egyik lehetőséget a mágneses Rossby-hullámok jelentik, amelyek periódusa 0,8–2,4 év. A kutatás során feltártuk a Rieger-típusú periódusok egyedülálló fejlődését hét napciklus során. Részletes megfigyelési anyagunk kapcsolatot sugall a Rieger-típusú periodicitás, a mágneses Rossby-hullámok és a jelentős napkitörések között. (Korsós M. és mtsai.)

Együttműködést kezdtünk a Magyar Napfizikai Alapítvánnyal (HSPF), amely a korábban bezárt gyulai napmegfigyelő állomás újraindításán dolgozik, Gyulai Bay Zoltán Napfizikai Observatórium (GSO) néven, modern műszerparkkal. Az egyedülálló helyen felállított obszervatórium kiemelkedően jó minőségű felvételek készítését teszi lehetővé. A GSO az ún. SAMNet (Solar Activity Monitor Network) szinoptikus napészlelő hálózat első, pilot állomása lesz, amelynek a csillagászhallgatók képzésében is szerepet szánunk, ezért lehetőségeinkhez mérten tanszékünk is támogatja a fejlesztést. A MOF (magneto-optikai filter) detektorral ellátott prototípus műszer beszerzését tanszékünk finanszírozta, NKFI–OTKA pályázati forrásból.

Galaktikus és extragalaktikus csillagászat

Folytattuk a Planck galaktikus hideg felhők (PGCC) kísérleti vizsgálatát az effelsbergi 100 m-es rádiótávcsővel. Három ammónia-inverziós átmenetet figyeltünk meg a PGCC-k szubmilliméteres emissziót mutató mintájából kiválasztott 97 hideg, sűrű objektum irányában. A felhőszálakban azonosított felhőmagokra lineáris korrelációt találtunk a gáz sűrűsége és kinetikus hőmérséklete között, ami beágyazott protocsillagok jelenlétére utal. Ezt több esetben vízgőzmézerek detektálása is megerősítette.

Az ATOMS (ALMA Three-millimeter Observations of Massive Star-forming regions) nemzetközi együttműködésben kontinuum és spektrális mérésekkel nagy tömegű csillagokat formáló felhőmagok szerkezetét és kinematikáját tártuk fel 1000 CSE felbontással. Hierarchikus fragmentáció, nagy tömegű protocsillagból származó szelek, valamint lökéshullámok jelenlétét jelző SiO-felhő-csomókat mutattunk ki, utóbbiakat protocsillagcsoportokhoz kapcsolhatóan.

A 2030-as években világviszonylatban az egyik legjelentősebb csillagászati infrastruktúra-fejlesztés lesz az ún. új generációs VLA (ngVLA) interferométer-rendszer az USA-ban. A fejlesztést koordináló NRAO-val (National Radio Astronomical Observatory) egyeztetve részt vettünk az ngVLA használatával várhatóan megnyíló új tudományos lehetőségek felmérésében. Az ngVLA tervei között szerepel a csillagkeletkezés legkorábbi fázisainak felderítése, a hideg és sűrű csillagközi anyag több nyomjelzőjének (pl. ammónia, HCO⁺) mérése. Gravoturbulens szimulációval előállított mintafelhők szintetikus észleléseit végeztük el nemzetközi együttműködésben, és kimutattuk, hogy az ngVLA képes lesz pontos adatokat szolgáltatni a csillagképző felhők kis léptékű (500 CSE) szerkezetéről, fizikai és kémiai állapotáról, még a nagy tömegű csillagkeletkezési régiókban is, akár 1 kpc távolságban.

A Rosetta molekulafelhő-komplexum sok hullámhosszú vizsgálatával kimutattuk, hogy a komplexumban a csillagkeletkezést nem indukálta globális hatás, annak időbeli és térbeli lefolyása elsősorban a sűrűségeloszlás és lokális hatások eredménye.

A Subaru távcsővel felfedezett ún. por által takart galaxisok (dust obscured galaxy, DOG) multispektrális adatait elemezve és spektrális energiaeloszlását modellezve meghatároztuk azok fizikai paramétereit és csillagkeletkezési rátáját. Munkánk a DOG-ok egy új, közeli és kevésbé nagy tömegű csoportját azonosította.

Az Illustris kozmológiai szimuláció felhasználásával kapcsolatot mutattunk ki a galaxisütközések, a galaxisok tömegnövekedése és a csillagkeletkezési ráta sűrűségváltozásának időbeli lefolyása között.

Nagyon hosszú bázisvonalú interferometria (VLBI) technikával vizsgáltunk egy optikai tranzienszt. Megerősítettük, hogy az objektum nagy valószínűséggel egy jettel rendelkező galaktikus röntgenkettős lehet.

Kreizinger Máté doktori hallgató vezetésével publikáltuk 13 nagy vöröseltolódású ($z > 4$) rádiósugárzó aktív galaxismag (AGN) ezred ívmásodperces felbontású Európai VLBI Hálózattal (EVN) készült rádióterképét. Ezzel a mérési programmal azon nagy vöröseltolódású AGN-ek számát, amelyekről VLBI-adatok állnak rendelkezésre, mintegy 25%-kal növeltük meg. Különböző megfigyelhető tulajdonságaik kombinációjából a vizsgált 13 AGN-ből 7-ről bebizonyítottuk, hogy blazár, míg a többi 6-nál a plazmanyaláb a látóiránnyal nagyobb szöget zár be.

A J1048+7143 jelű rádiókvazár gamma- és rádiótartományban végzett méréseit felhasználva tanulmányoztuk a kvazár gammasugárzásában megfigyelhető fényességváltozások eredetét. Archiv rádióinterferométeres adatok precesszáló jet jelenlétét mutatják. Sikert a gamma-tartományú fényességváltozásokat és a rádiójetszerkezetek változásait egy egységes modellben leírni.

Archív rádió- és infravörös adatok felhasználásával megmutattuk, hogy a kompakt szimmetrikus objektumként (compact symmetric object, CSO) klaszszifikált CTD135 jelű forrás egy blazár. Az objektum természetének pontos meghatározása azért fontos, mert gamma-sugárzás forrása is. Míg a blazárok esetében a gamma-sugárzás eredete tisztázott, CSO-k esetében nem.

(Tóth L.V., Balázs L., Gabányi K., Bögnér R., Joó András, Suleiman N.; hallgató: Koncz B.)

Tudományos közélet

A pandémiás helyzet elmúltával ismét lehetőség nyílt a jelenléti konferenciák megrendezésére. Az év júniusában így végre sor kerülhetett Bernben, a Nemzetközi Űrtudományi Intézetben (ISSI) a Petrovay Kristóf vezette nemzetközi kutatócsoport második műhelytalálkozójára.

2022. június 6-10. között Budapesten került sor a „PIPA2022 – Partially Ionised Plasmas in Astrophysics” konferenciára. Forgács-Dajka Emese a tudományos szervezőbizottság tagja volt.

2022 áprilisában Petrovay Kristóf felkérésre az International Space Science School (L'Aquila, Olaszország) „The different spatio-temporal scales of the solar magnetism” című kurzusán oktatott. Ugyanő tudományos szervezőbizottsági tagja volt az év szeptemberében Krakkóban megrendezett *Space Climate 8* konferenciának is.

A sötét és rádiócsendes égbolt megőrzéséért folytatott nemzetközi figyelemfelkeltő munkához hozzájárulva Tóth L. Viktor „Endangered frequency bands” címmel tartott előadást a 2022-es IAU General Assembly egyik konferenciáján. Konkrét méréseket mutatott be több, a földfelszínről végzett csillagászati kutatásokban alapvető rádiócsillagászati méréstípus minőségromlására, esetenként ellehetetlenülésére.

Gabányi Krisztina októberben a hollandiai JIVE-ban megrendezett Next Generation Space VLBI műhelybeszélgetésen vett részt, ahol az egyik szekció levezető elnöke is volt.

Az ESA Voyage 2050 felhívására benyújtandó HiRISE (High-Resolution Imaging and Spectroscopy Explorer) űrmisszió-javaslat kidolgozását végző nemzetközi csapat Erdélyi Róbert vezeti.

Ismeretterjesztő és „toborzó” tevékenységünk részeként a planetárium bemutatók mellett Forgácsné Dajka Emese és Gabányi Krisztina ismeretterjesztő előadást tartott a Pannonhalmi Bencés Gimnáziumban; emellett Gabányi Krisztina előadást tartott az Az atomoktól a csillagokig előadás-sorozatban „Amikor egy szupernagy tömegű fekete lyuk nem elég” címmel. Az ELTE TTK kutatók éjszakája rendezvényen Kőmíves Janka mesterszakos csillagászhallgató (tv. Gabányi K.) a rádióinterferometriát bemutató poszterrel vett részt.

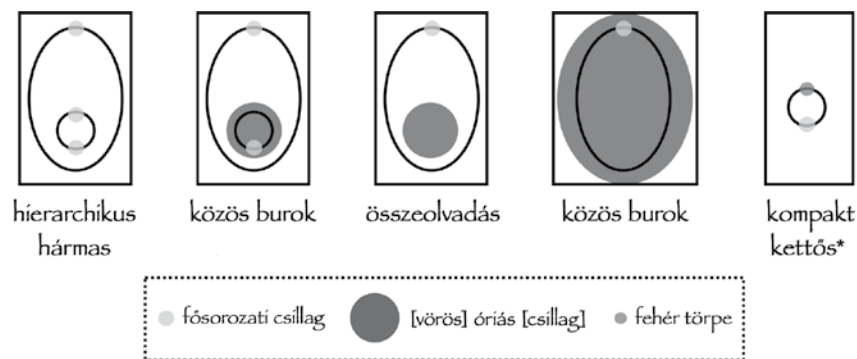
HEGEDŰS TIBOR – SZÉKELY PÉTER

Az SZTE szegedi és bajai csillagászati tevékenysége 2022-ben

Hármas és többes csillagrendszerek

Tovább folytattuk a Kepler és a TESS űrtávcsövek által felfedezett különleges hármas és többes csillagrendszerek teljes körű fotodinamikai vizsgálatát. Mivel a TESS űrtávcső 2019-et követően 2022 nyarán is felkereste és újraészlelte a Kepler űrtávcső által korábban négy éven át folyamatosan mért égitesteket, lehetőségünk nyílt a korábban általunk már tanulmányozott KIC 6964043, KIC 5653126, KIC 5731312 és KIC 8023317 hierarchikus hármas csillagok hosszabb távú pályafejlődésének, illetve dinamikai evolúciójának vizsgálatára. A Kepler és TESS űrtávcsövekkel, illetve a köztes időben a bajai távcsövekkel folytatott mérések felhasználásával nagy pontossággal meghatároztuk a hármas rendszerek teljes térbeli elrendeződését is.

Első alkalommal találtunk észlelési bizonyítékokat az elméleti úton megjósolt (és jelenleg rendkívül kutatott) von Zeipel–Lidov–Kozai-ciklusok tényleges működésére. A rendszerek asztrofizikai és dinamikai paramétereinek pontos meghatározása lehetővé tette azt is, hogy a hármas rendszerek, illetve az



* egy olyan kettőscsillag, amelynek egyik tagja egy elfajult állapotú anyagból álló csillag

1. ábra: A KIC 5653126 szoros, hierarchikus hármas csillagrendszer várható jövőbeli fejlődése

azokat alkotó csillagok jövőbeli sorsára és végállapotára is releváns megállapításokat tehessünk. Az egyik vizsgált rendszer várhatóan néhány százmillió éven belül dinamikailag instabillá válik és felbomlik, míg egy másikban a két belső csillag belátható időn belül össze fog olvadni (Borkovits és mtsai, 2022, MNRAS 515, 3773 – bajai résztvevők: Borkovits, Mitnyan, Csányi).

Két nemzetközi kutatócsoporttal együttműködve további nyolc hármas és négyes csillagrendszer teljes körű spektro-fotodinamikai vizsgálatát is elvégeztük, amelyről három rangos publikáció született (Gaulme és mtsai, 2022, A&A, 668, A173 – Borkovits és mtsai, 2022, ApJ, 938, 133 – Borkovits mtsai, 2022, MNRAS, 513, 4341 – Borkovits, Mitnyan, Bíró, Csányi).

Exobolygók, exoholdak

Részt vettünk egy elméleti jellegű kutatásban (Bíró), amely azt vizsgálta, hogy milyen módon befolyásolhatják egy csillag körül keringő exobolygó *tranzit-analízisének* eredményeit a központi csillag pulzációi (Bókon és mtsai, 2023, A&A, közlésre elfogadva). A kutatás motivációja egy észrevétel volt, miszerint a szakirodalomban közölt tranzitelemzések között a dőlt forgástengely-konfigurációk jelentős többségben A-F színképtípusú központi csillagoknál fordulnak elő, amelyek δ Scuti típusú pulzáló változók is lehetnek. Egyes esetekben a pulzációt ki is mutatták.

Az ilyen jellegű, exobolygókra koncentrált mérések korlátozott időtartama általában nem elegendő a pulzációk megfelelő elemzéséhez és szeparációjához, ezért azt nem is végzik el. Kiderült, hogy a pulzációk ugyan többnyire nem okoznak lényegi változást az exobolygók meghatározott paramétereiben, de találtunk olyan eseteket, amelyek hamis dőlt forgástengelyt eredményeztek: amikor valamelyik pulzációs periódus közel esett a bolygó keringési periódusához. Ilyen esetekben a tévesztések minimalizálása érdekében erősen ajánlott a pulzációs jel szabatos különválasztása a tranzit okozta változásoktól még a tranzitelemzés előtt, akár többletmérések árán is.

Az MTA–ELTE exobolygó-kutató-csoporttal együttműködve az exoholdak közvetlen kimutatási lehetőségeit vizsgáltuk árapályfűtésükön alapuló módszerekkel (ifj. Jäger). Az árapályfűtött holdakra új foltmodellt dolgoztunk ki. A Naprendszerünkben megfigyelhető, hogy az árapályfűtésből származó többletenergia nem homogén módon, hanem jellemzően foltokban tör ki a

holdak felszínére. Ez az inhomogenitás a hold fényességét 1-1,5 magnitúdóval is megnövelheti az infravörös tartományokban, ami jelentősen javítja az exoholdak észlelhetőségét. Eredményeink alapján a James Webb és a jövőbeli Ariel űrmissziókkal egy Jupiter méretű exobolygó körül keringő, szuperföld méretű hold jó eséllyel detektálható lesz. Az eredményekről cikkben (ifj. Jäger & Szabó, 2021, MNRAS, 508, 5524), valamint a Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrtban (Német Űrkutatási Központ) meghívott előadásban számoltunk be (Berlin, 2021).

ELKH–SZTE Sztelláris Asztrofizika Kutatócsoport

2022. július 1-jén az SZTE Bajai Observatóriumában megkezdte működését az Eötvös Loránd Kutatási Hálózat Támogatott Kutatócsoportok Irodája (ELKH TKI) által támogatott ELKH–SZTE Sztelláris Asztrofizika Kutatócsoport, évenkénti 28,5 M Ft-os költségvetéssel. A szerződés szerinti futamidő 2027. december 31-ig tart. A kutatócsoport vezetője Borkovits Tamás (SZTE Bajai Observatóriuma). Senior kutatók félállásban: Bíró Imre Barna (SZTE Bajai Observatóriuma), Derekas Aliz (ELTE–Gothard Asztrofizikai Observatórium, Szombathely), Forgácsné Dajka Emese (ELTE Csillagászati Tan-szék, Budapest), Szalai Tamás és Székely Péter (SZTE). A kutatócsoport két főállású fiatal kutatója Czavalinga Donát és Mitnyan Tibor. A kutatócsoport működésével kapcsolatos adminisztratív teendőket Braun Krisztina (SZTE Bajai Observatóriuma) látja el mellékállásban.

A pályázat keretében egy újszerű módszert mutattunk be eddig nem ismert, kompakt, hierarchikus hármascillagok azonosítására, kihasználva a Gaia harmadik adatkibocsátásának (DR3) kettőscillagokra vonatkozó megoldásait. Több különböző égboltfelmérő programból, összesen több mint egymillió fedési kettőscillagot választottunk ki és ezekhez olyan pályamegoldásokat kerestünk, amelyek periódusa lényegesen (legalább ötször) hosszabb, mint a kettősök fedési periódusa. Ezeknek a legtöbb esetben egy, a rendszerben távolabbi pályán keringő csillag külső pályájához kell tartozniuk. Néhány megfelelő jelöltünket a TESS fedési minimumidőpont-változásaival is megpróbáltuk igazolni.

403 objektumot találtunk a fenti módszerrel, amelyek közül 27 már ismert hármas rendszer volt, míg 376 objektumot új, hierarchikus hármasjelölt-

ként azonosítottunk. Elemeztük a külső pálya excentricitásainak kumulatív valószínűségi eloszlását, és azt találtuk, hogy az nagyon hasonló a Kepler- és OGLE-missziók megfigyelései alapján mások által korábban találtakhoz. A TESS adataiban 192 objektum esetében találtunk a fedési minimumidőpontokban nemlineáris változásokat vagy harmadik test általi fedéseket, amelyek megerősítik a harmadik csillag jelenlétét a rendszerben. Ezek közül 22 csillagrendszer minimumidőpont-változásait analitikus fény-idő effektussal modelleztük. A megoldásainkból származó külső pályaparamétereket összehasonlítottuk a Gaia megoldásaiból származó paraméterekkel, és azt találtuk, hogy a legmegbízhatóbb pályaparaméter a keringési periódus, míg a többi paraméter értékeit nagyobb körülményekkel kell használni. Eredményeinket az *Astrophysics & Astrophysics* szaklapban publikáltuk. (Czavalinga és mtsai, 2023, A&A, 670, A75 – bajai résztvevők: Czavalinga, Mitnyan, Borkovits)

Szupernóvák és egyéb asztrofizikai tranziensek

A szupernóva-robbanásokkal és egyéb tranziens asztrofizikai objektumokkal foglalkozó kutatócsoportunk 2022-ben is sikerrel folytatta földfelszíni és űrtávcsöves mérési adatokra, valamint ezek magas szintű – többek között hidrodinamikai, illetve sugárzási transzfer módszereken alapuló – modellezésére épülő vizsgálatait. Számos hazai és nemzetközi együttműködésben veszünk részt távcsőidő-pályázatokkal, adatgyűjtéssel és adatelemzéssel, modellezéssel, valamint a munkák összegzését jelentő, nagy presztízsű folyóiratokba küldött publikációk írásával.

2022 júliusában elindult a James Webb-űrtávcső (JWST) első tudományos ciklusa, amely kutatócsoportunk számára is izgalmas mérési adatok beérkezésével kecsegtet(ett). Az első ciklusra elfogadott négy programunk közül kettő esetében (GO 2666: porképződés kollapszár szupernóvákban, Szalai T. társtémavezetésével; GO 2072: termionukleáris szupernóvák késői infravörös spektroszkópiája, Barna B. és Szalai T. közreműködésével) meg is születtek az első Webb-mérések.

Előbbi kapcsán a közeli NGC 6946 galaxisban korábban feltűnt, IIP típusú SN 2004et és SN 2017eaw esetében sikerült jelentős mértékű késői infravörös sugárzást kimutatni az 5–25 μm -es tartományban, ami – a korábbi optimista várakozásoknak megfelelően – egyértelműen nagy mennyiségű por

jelenlétére utal a robbanások maradványaiban, esetleg azok környezetében. Az SN 2004et esetében a meghatározott pormennyiség minimum 0,014 naptömeg. Ez az SN 1987A után a második legnagyobb érték, amelyet infravörös mérésekből nyertek (Shahbandeh és mtsai. 2023). Ugyanezek a felvételeken sikerült egy harmadik szupernóva, az SN 1980K sugárzását is detektálni – ennek az objektumnak a részletes vizsgálatát Zsíros Sz. és Szalai T. vezetésével kezdte meg a nemzetközi kutatócsoport. Ugyancsak a szupernóvákban zajló porképződés témájához kapcsolódik a Webb-bel a Kocsikerék-galaxis fotózása közben véletlenül megörökített SN 2021afdx esete, amelyben szintén sikerült (korai) porképződés nyomára bukkanni; a tanulmányban Szalai T. szerzőtársként szerepel (Hosseinzadeh és mtsai 2023). A GO 2072-es program révén az Ia típusú SN 2021aefx-ről készült úttörő jelentőségű, közeli és közép infravörös spektrum, amelynek révén minden eddigénél pontosabb képet kaptunk egy felrobbanó fehér törpecsillag maradványának kémiai összetételéről (Kwok és mtsai. 2023).

Részben a futó Webb-programokhoz kapcsolódóan munkatársaink további űr- és földi távcsöves észlelési programra adtak be pályázatokat, illetve kaptak meghívást pályázati konzorciumokba. A saját vezetésű pályázatok kapcsán a chilei Very Large Telescope (VLT) FORS2 nevű spektrográfjára sikerült távcsőidőt nyernünk a JWST-adatok révén is vizsgált, Ia típusú 2021aefx észlelésére. A konzorciális pályázatok közül végül egy HST-program (C30, id 17195, PI: O. Fox) és két, a 8,1 méteres Északi Gemini-távcsőre beadott programunk (PI: J. Rho) nyert. Előbbivel gyorsan fejlődő szupernóvák UV-spektroszkópiája a cél, utóbbival pedig közeli kollapszár szupernóvák környezetében zajló molekula- és porképződés vizsgálatát végezhetjük el.

2022-ben is folytattuk az adatgyűjtést az SZTE Bajai Obszervatórium 2020-ban telepített, 80 cm-s RC-távcsövével. Az elsősorban tranziens jelenségek fotometriai követését célzó tudományos program a bajai kollégák (Bíró Imre Barna, Csányi István), valamint Vinkó József, Szalai Tamás és Székely Péter, illetve Bánhidi Dominik hallgatónk, emellett CSFK-s kollégáink – elsősorban Pál András – hathatós közreműködésével zajlik. Eddig már több tucat objektumról gyűjtöttünk hosszabb-rövidebb *BV* és *g'r'i'z'* adatsorokat, amelyek PSF-illesztéssel, illetve képlevonással zajló fotometriai kiértékelését is elvégezzük.

Beküldtük a két első szakcikket is, amelyek – részben – a bajai RC80-as távcső adatain alapulnak: az egyik, saját vezetésű cikkben (Barna B. és mtsai.) az SN 2021hpr jelű, valamint további két, ugyanabban a galaxisban korábban fel-

robbant, szintén Ia típusú szupernóva együttes vizsgálata révén próbáljuk meg pontosítani a gazdagalaxis távolságát. A másik tanulmányban pedig – argentin kollégáink vezetésével – egy különleges, kalciumban gazdag, Ib típusú robbanás elemzését végeztük el (Ertini és mtsai.). További érdekes szupernóvák bajai adatsorokra (is) épülő vizsgálata is folyamatban van, többek között a speciális, (feltehetően fehér törpecsillagok részleges felrobbanását jelző) Iax típusba tartozó SN 2022xlp és 2022ywf, az alacsony luminozitású SN 2021adlw, illetve a késői felfényesedést produkáló SN 2021aatd esetében.

Emellett az SZTE-n jelenleg részállásban dolgozó, kutatócsoportunkhoz – alapítóként és korábbi vezetőként – továbbra is erős szálakkal kötődő Vinkó József vezető szerepet játszik különböző asztrofizikai tranziensek fotometriai (piszkéstartói RC80-as távcső) és spektroszkópiai (McDonald Observatórium, Texas, Hobby—Eberly-távcső) adatainak gyűjtésében és elemzésében, amelynek révén csak 2022-ben mintegy tucatnyi nívós (Q1-es) publikáció társszerzője volt, e cikkek közül egy (Gal-Yam és mtsai. 2022) a Nature-ben jelent meg (további részletek a CSFK Csillagászati Intézet éves beszámolójában olvashatók).

Részben szintén szupernóvák kötődésű az a Barna Barnabás és a Cseh Tudományos Akadémia Csillagászati Intézetének munkatársai részvételével zajló kutatás, amely során kollégáink a FLASH-kóddal végzett hidrodinamikai szimulációk segítségével elemzik a múltban lezajlott csillagrobbanások hatását a Galaxisunk központi fekete lyukának környezetében lévő csillaghalmazok és gázanyag dinamikájára vonatkozóan. Az első, általános eredményeket összegző cikk (Barna B. és mtsai. 2022), valamint a speciálisan a Sgr A East maradványról szóló tanulmány (Ehlerova és mtsai. 2022) is megjelent az év folyamán.

A folyóiratcikkek mellett különböző szakmai fórumokon is ismertettük eredményeinket. A „Wheel of Star Formation” című, prágai konferencián Barna Barnabás, Nagy Andrea, Pál Boróka és Zsíros Szanna is előadást tartott. Zsíros Sz. emellett előadást tartott a Supernovae and Dust Tele-talks nemzetközi szemináriumsorozaton, valamint posztert mutatott be a „Massive Stars Near & Far” IAU-szimpóziumon (Dublin, Írország) és online részvétellel a baltimore-i STScI által szervezett „JWST First Science Results” konferencián is (előbbi poszter anyaga konferenciakiadványban is meg fog jelenni). Szalai T. a szegedi rendezésű, májusi „Kozmikus körforgás” című MTA-előadóülésen szerepelt előadóként.

Munkánkat 2022-ben két OTKA/NKFIH-pályázat (FK 133432, vezető: Szalai Tamás; PD 134434, Nagy Andrea), az MTA Bolyai János Kutatási Ösztöndíja (Szalai T.), valamint az Új Nemzeti Kiválósági Program (Barna Barna-

bás, Bánhidi Dominik, Szalai T.) és a Nemzet Fiatal Tehetségeiért Ösztöndíj-program (Zsíros Szanna) segítette.

Gravitációelméleti kutatások

A csoport tagjai: Dr. Gergely Árpád László egyetemi tanár, dr. Keresztes Zoltán egyetemi docens, Racskó Bence, Nagy Cecília és Fekecs Barna PhD-hallgatók, Fóris Attila és Kovács Ádám MSc-hallgatók, valamint öt BSc-hallgató.

A természeti jelenségek egy részét klasszikusan írjuk le, más részét kvantumosan, ismét más részét relativisztikusan, görbült téridőben. A jelenkori fizika egyik legjelentősebb kihívása az olyan jelenségek tárgyalása, amelyeknél mind a kvantumviselkedést, mind az erős gravitációs hatásokat figyelembe kell venni. A legismertebb ilyen rendszerek az Univerzum (annak születésekor), valamint a fekete lyukak belseje és horizontjának sugárzása. A kvantumgravitációs jelenségek modellezésére több elméletet is kidolgoztak, azonban csak a megfigyelések figyelembevételével választhatjuk ki ezek közül a helyeset.

A kérdéskör vizsgálatára alakult meg a Quantum Gravity in the Multimessenger Approach (QG-MM) kollaboráció, amely a kvantumgravitáció elméletének és fenomenológiájának vizsgálata mellett a gamma-kitörések, nagyenergiás neutrínók és más kozmikus részecskék, valamint a gravitációs hullámok megfigyelésével is vizsgálja a kvantumgravitáció hatásait. A kollaboráció hároméves működése folyamán felgyűlt új tudásanyagot a „Quantum gravity phenomenology at the dawn of the multi-messenger era – A review”, Progress in Nuclear and Particle Physics 125, 103948 (2022) monográfiában összegezte. Gergely Árpád László a gravitációs hullámok forrásait saját eredmények alapján tárgyaló Binaries of black holes and other compact objects című fejezet szerzője, valamint a teljes Astrophysical Origins rész megírásának koordinátora.

Mikóczy Balázs és Keresztes Zoltán a „Spin Dynamics of Moving Bodies in Rotating Black Hole Spacetimes” (Annalen der Physik 534) munkájában saját perdülettel rendelkező testek dinamikáját vizsgálta Kerr-, általánosított Bardeen- és Hayward-téridőkben. A spin-görbület csatolásának elhanyagolásakor a próbarészecskék spinprecessziós szögsebessége egyszerű harmonikus függvényekkel leírható módon fejlődik szférikus pályák mentén, a csatolás viszont amplitúdómodulációt okoz. A centrumhoz közeli, ún. zoom-whirl, valamint nem kötött pályák ergoszférán belül eső és ahhoz közeli szakaszain a próbaré-

szecske spin irányának változása felgyorsul. A spin-görbület figyelembevétele nélkül egyenlítői síkba eső pályák a csatolás bekapcsolásának hatására elhagyják az egyenlítői síkot.

Racsó Bence a „Variational formalism for generic shells in general relativity” (Class. Quantum Grav. 39) című munkájában téridőrégiók illesztettségét vizsgálta az általános relativitáselmélet keretein belül, általános szignatúrájú határfelületek esetén, variációs módszerekkel. A munka céljai közé tartozott annak bizonyítása, hogy az általános szignatúrájú határfelületek esetén is származtatható variációs probléma megoldásaként az illesztést leíró ún. Lánzos-egyenlet (korábban csak disztribúciós eszközökkel sikerült ez), illetve cél volt még a variációs tárgyalásban alkalmazott Gibbons–Hawking–York-határtag és az illesztési egyenletek kapcsolatának tisztázása.

A LIGO Tudományos Kollaboráció gravitációs elméletek tesztelésével kapcsolatos munkálataiban vett részt Gergely Árpád László, míg Fekecs Barna az adatsorok analíziséhez járult hozzá. Gergely Árpád László a kollaboráció összes 2022-es cikkében, Fekecs Barna a „Search for Subsolar-Mass Binaries in the First Half of Advanced LIGO’s and Advanced Virgo’s Third Observing Run” (Physical Review Letters 129) cikkben volt szerzőtárs.

A LISA Kollaboráció alapvető fizikai jelenségeket vizsgáló csoportja, Gergely Árpád László társszerzőségével „New Horizons for Fundamental Physics with LISA” (Living Reviews in Relativity, Springer International Publishing) monográfiát adott ki. A Fifteenth Marcel Grossmann Meeting on General Relativity, University of Rome „La Sapienza”, Olaszországban szervezett konferencia kiadványa 2022-ben jelent meg a World Scientific kiadónál, ebben csoportunk tagjainak öt munkája is olvasható.

Konferenciaelőadások: Gergely Árpád László a Bonnban és Bochumban szervezett „Special Colloquium for Peter Biermann’s 80th Birthday” tudományos találkozón, valamint a Szegeden szervezett „Kozmikus körforgás” MTA-előadóülésen mutatta be a „Stability analysis of spin evolution in compact binaries with black hole, neutron star, gravastar, or boson star components” című előadását. Nagy Cecília a Nápolyban rendezett „Third Annual QG-MM Conference” konferencián „Spherically symmetric, static spacetimes and their perturbations in the effective field theory of gravity” címmel tartott előadást. A Budapesten szervezett CERS12 „12th Central European Relativity Seminar” rendezvényen két posztert mutattunk be. Hallgatóink több más nemzetközi konferencián és szakmai iskolán is részt vettek.

Interdiszciplináris kutatások és fejlesztések Baján

Magyarország űrstratégiájának 2021. augusztusi elfogadása és kihirdetése több hazai egyetem és kutatóintézet ilyen irányultságú tevékenységeinek is nagyobb lendületet adott. Így a bajai intézet két korábbi interdiszciplináris területe nevesítetten is a hazai űrtevékenység két fontos területéhez sorolódott át: a bolygóvédelem (planetary defense) és a közeli világűrbeli tevékenység (near space activity) témakörökbe.

Közeli világűrbeli tevékenység. Másfél évnnyi kényszerű szünet után 2022-ben folytattuk magaslégköri ballonokkal kapcsolatos programunkat. Az év során három sikeres repülést teljesítettünk, nem egészen két hét leforgása alatt (július 11., DAMBALL–7; július 20., DAMBALL–8; július 23., DAMBALL–9). Az első repülés egyetemi célokat szolgált: az SZTE Fizikai Intézetének fotoakusztikai kutatócsoportjának a szegedi repülőtéren a nagyközönség és a sajtó számára tartott drónos bemutatójához kapcsolódott. A másik kettő a Covid-időszak alatt elkezdett „intelligens műmeteorit-ejtési program” egyes részegységeinek tesztjeit szolgált. Az ejtési kísérletről az EPSC 2022 konferencián (Europlanet Science Congress, Granada, Spanyolország, szerzők: Bejó, Hegedüs, Hargitai és mások), valamint az IMC 2022 konferencián (Poroszló, Magyarország, szerzők: Hegedüs, Jäger, Bejó és mások) poszteren számoltunk be. Valamennyi repülés során meteorológiai műszer-csomag is repült, amelynek az adatait az OMSZ számára is átadtuk. Továbbá tevőlegesen közreműködünk a „HG8LXÍR” Országos Rádióamatőr Találkozó (Csongrád-Köröstarok, 2022. augusztus 25–26.) ballonindításában.

Bolygóvédelem. E témakör két területén folyik munka intézetünkben. Egyrészt munkatársaink (Hegedüs, Jäger) jelentős mértékben közreműködtek egy új, független, hazai tűzgömbmegfigyelő hálózat (‘allsky7’) létrehozásában és fenntartásában, amely 2022 folyamán kezdte meg működését hat helyszínen: Győr, Zalaegerszeg, Fülöpszállás, Baja, Nagyszénás és Répáshuta. Intézetünk az utóbbi három létrejöttét és üzembeállítását segítette, illetve azóta is felügyeli működésüket.

Az első egy év alatt öt jelentősebb tűzgömbre volt érdemes pályaszámítást végezni, és ezekből kettőre meghatároztuk a hullási területet is, de meteoritot egyik esetben sem találtunk. Valószínűleg egyik tűzgömbből sem érte el számottevő méretű (és/vagy mennyiségű) törmelék a felszínt. A hálózat folyamatosan üzemel, a nemzetközi ‘allsky7’ rendszerbe tagolódva. Minderről a

„Theory, Observations and Data Processing in Astronomy, Astrophysics, Space and Planetary Sciences” konferencián (2022. július, Kolozsvár, Románia) előadásban számoltunk be.

2022 végén felvetődött a kérdés, hogy a kamerarendszer más fényjelenségek vizsgálatára is alkalmas lehet-e. A válasz igen, vörös lidérc, éjszakai világító felhők stb. kvantitatív elemzésére és fényesebb űreszközök pályájának kimérésére is használható lenne a rendszer számos jó tulajdonsága miatt. Azonban ehhez további szoftveres fejlesztések szükségesek, amit a jelenlegi szoftver készítőivel és az egyes témakörök vezető hazai kutatóival közösen próbálunk megoldani 2023 során. A témában szoros együttműködő partnerünk a Földfizikai és Űrtudományi Kutatóintézet (Sopron).

2022-ben is folytatódott a felsőlégkörben éjszaka megjelenő, zivatarok elektromos aktivitásához köthető impulzív fényjelenségek, azaz felsőlégköri elektro-optikai jelenségek (a szakirodalomban transient luminous event, TLE) megfigyelése. A kamera egész évben a helyén maradt, így vált lehetségessé, hogy a mediterrán térségben zajló zivartartevékenység következtében január 6-án Albánia és Montenegró fölötti zivatar villámai által kiváltott vörös lidérc jelenséget is meg tudtunk figyelni. A 2022-es észlelési szezon az előző évekhez képest összességében viszonylag szerény eredménnyel zárult: 72 felsőlégköri optikai emissziót rögzített a bajai kamera. Ezek többsége vörös lidérc (red sprite) volt, de néhány ún. lidércudvart (sprite halo) és egy gyűrűlidércet is sikerült megfigyelni.

Ez az eloszlás megfelel az előző évek tapasztalatainak (Bór és mtsai. 2022). A bajai észlelések egy része bekerült egy, a NASA által támogatott közösségi tudományos projekt, a „Spritacular” adatbázisába is (<https://spritacular.org>). E projekt keretében gépi tanuláson alapuló TLE-felismerő algoritmus fejlesztése folyik a University of Puerto Rico menedzselésével. Ehhez a projekthez az algoritmust tanító adatbázisban a bajai észlelések egy része is szerepel. A Baja-Sopron együttműködésben zajló projektről az év során részletesebb áttekintés jelent meg magyarul és angolul is: Bór, Hegedüs, Jäger és mtsai., 2022, Felsőlégi elektro-optikai jelenségek távvezérelt észlelése Bajáról (2022, Geofizikai Observatóriumi Közlemények).

A második részterületet illetően 2022 során telepítettük és üzembe helyeztük a bajai műholdmegfigyelések hagyományát 35 évnyi szünet után folytató első műholdkövető robottávcsövet. A 28 cm átmérőjű Rowe–Ackermann típusú $f/2,2$ fényerejű Schmidt-asztrógráf a PlaneWave cég L-350 típusú, direkt dri-

ve meghajtású, félvillás, azimutális mechanikájára szerelve a déli műszerterem keleti oszlopára került, felváltva a közel két évtizeden át ott működött BART robottávcsövet. A műholdészleléseket egy gyors működésű, hűtött CMOS-kamera végzi. Az általa leképezett égbolterület $2,2 \times 1,5$ fokos. Szűrőváltóval nincs felszerelve, egy kontrasztnövelő szűrőelőtéttel, „fehér fényben” készülnek az expozíciók. Az egész rendszer összehangolását, működtetését egy kompakt szekrényben elhelyezett mikroszámítógép végzi, amely a lengyel Sybilla Technologies fejlesztése, a vonulásokat előrejelző, észleléstervező, automatikus megfigyeléskontrolláló és képelemző programmal egyetemben.

Az első észlelések 2022. október végén kezdődtek meg, 2023. április végéig több mint 134 órányi észlelés történt a műszerrel. Az EON hálózat keretében elvégzett első félévnyi tesztidőszak megfigyelési anyagát a hálózatot koordináló cég részletekbe menően kiértékelte, és az ESA számára kritikus időállandó tekintetében kiválóan minősítette a bajai műszeregyüttest. A munka 2023-ban saját válogatású célpontok észlelésének speciális kampányprogramjaival folytatódik az EON projekt év végi lezárásáig. Az intézet kollektíváján kívül Ledneczki István SZTE-s hallgató és Kereszty Zsolt külső ipari partner (AstroTech) részvételével folyik a projekt végrehajtása.



2. ábra: A bajai műholdészlelő távcső nyitott tetőnél, parkolva.

Oktatás, tehetséggondozás, ismeretterjesztés

A 3 éves fizika alapszakon (BSc) belül a csillagász specializáción tanítunk továbbra is csillagászatot. A 2 éves csillagász mesterszak (MSc) mellett a fizikus mesterszakon belül a csillagászat és az asztrofizika modulban is számos tantárgyat oktatunk. A fizikatanárok a Csillagászati megfigyelések, a Fizika a tártudományokban és a Modern fizika kurzusokon foglalkoznak csillagászáttal. Szabadon választható kurzusok (pl. Csillagászati újdonságok) keretében évente több száz, egyéb szakos egyetemi hallgatót is megismertettünk a csillagászat szépségeivel.

2022 folyamán a bajai kollégák újra jelenléti kurzusokat tartottak az SZTE csillagász szakirányú MSc hallgatóinak (Égi mechanika: Borkovits, Műszer-technika: Hegedüs, Kettőscsillagok: Bíró), valamint PTE fizika szakosoknak (Bevezetés az asztrofizikába, magyarul kívül angol nyelven is: Bíró). A bajai intézetben két szakdolgozó (Ledneczki István és Koha Csaba, SZTE, témavezető: Hegedüs), és négy PhD-hallgató (Czavalinga Donát, tv.: Hegedüs; Bókon András és ifj. Jäger Zoltán, tv.: Bíró, valamint Csányi István, tv.: Vinkó József) folytatta saját kutatómunkáját.

2022. március 26–27-én, a bajai Szent László ÁMK-ban rendeztük meg a Kárpát-medencei középiskolás csillagászati verseny nyilvános döntőjét. Bajai intézetünk adta a zsűri elnökét (Borkovits) és egy tagját (Bíró), valamint a döntőt levezető koordinátort (Hegedüs). A távcsöves észlelési forduló az ottani intézet területén volt. A 2021/22. tanévi Athletica Galactica verseny három iskolai fordulójának 20 legjobb versenyzője kapott meghívást a döntőre. A döntő első 10 helyezettje lett a nemzeti olimpiai keret tagja, és kezdte meg az olimpiai felkészülést. Ennek állandó elemét, az egy teljes hétvégi felkészítést, idén is Baján bonyolítottuk le, intézetünk és kutatóink közreműködésével (2022. július).

A 15. IOAA diákolimpia a Covid-világjárvány két évnyi szünete után ismét jelenléti volt, viszont a megrendezést vállalt Ukrajnában a közben kitört háború miatt nem volt lehetséges a lebonyolítás, így végül Grúzia vállalta a megrendezést (Kutaiszi, 2022. augusztus 14–21.). A magyar diákok által elért eredmények: ezüstérem: Mátéfy Ádám, bronzérem: Kertész Balázs és Kinyó András.

A tehetséggondozás és utánpótlás-nevelés más formáival is folyamatosan kísérletezünk – ennek egyik érdekes módja az 5 m-es mobil planetáriumunkkal a szegedi Agorában rendszeresen megtartott vetítéses műsorok, amelyek lebonyolítását, koordinálását a szegedi egyetemi csillagász kollégáink végzik.

Az ismeretterjesztő munkából a bajai munkatársak alkalmankénti előadásokkal, távcsöves és interaktív bemutatókkal vették ki részüket 2022-ben is. Kiemelt országos, illetve EU-koordinált rendezvényekhez is rendszeresen csatlakozunk (csillagászat napja stb.). Legnagyobb látogatottságot 2022-ben a múzeumok éjszakája érte el (június 25.), 300 fő fölötti számú vendégcsereggel. A hagyományoszerű „Ki a városból!” nyílt bemutatóestünket a sűrű felhőzet (és a meteorológia sárga riasztása) miatt le kellett fűjnünk. Bajai intézetünk ezzel vett volna részt az „Egy hét a csillagok alatt” új, országos akcióban.

Ősszel az elmúlt 10 év legjelentősebb médiaérdeklődést kiváltó eseménye zajlott le: a Kossuth rádió „A hely” című műsorsorozata Baján vendégeskedett,

és a számos helyszínes, hosszú műsorban több rész is ottani intézetünk érdekességeit mutatta be. A szokásos módon és stílusban bonyolítottuk le a kutatók éjszakáját (2022. szeptember 30.), mérsékelt látogatottság mellett. A bajai kollégák által vezetett szokásos őszi illancci csillagparki esti séta a rossz idő miatt elmaradt. Intézetünk dolgozóinak alkalmankénti önkéntes közreműködése egész évben folyamatosan hozzájárult a bajai belvárosi ismeretterjesztési központ (Borbás Mihály Látogatóközpont és Csillagleső Planetárium) színvonalas működtetéséhez.

A 2021-es újrakezdést követően 2022-ben is folytatódott a Szegedi Csillagvizsgáló infrastruktúrájának és programjainak fejlesztése. Márciustól novemberig csaknem minden péntek este látogatható volt a Csillagvizsgáló, valamint előzetes bejelentkezés esetén ezektől eltérő napokon is fogadtunk csoportokat. A 46 nyitvatartásunk során összesen mintegy 1500 látogatónk volt. Ehhez társult öt nagyobb rendezvényünk, a Bakonyi Csillagászati Egyesülettel közösen megszervezett tapintható Univerzum (Agóra Tudományos Élményközpont, kb. 200 fő), a csillagászati gyereknap (Agóra, 150 fő), a júniusi hajnali bolygó-sorakozó (Csillagvizsgáló, kb. 400 fő), az augusztusi hullócsillagok éjszakája (Csillagvizsgáló, kb. 500 fő) és a szeptemberi csillagászat napja (Móra Ferenc Múzeum, kb. 150 fő), valamint számos kisebb tematikus programunk.

Ezek eredményeként a Csillagvizsgáló rekordot döntött mind éves bevétel, mind pedig látogatottság terén (összesen kb. 3500 fő). A jegybevételekből, valamint a pályázati (MKKP RóSáNéKaTéKA, Szeged Város Kulturális Keret) és egyetemi (Kísérleti Fizikai Tanszék) forrásokból megújítottuk a Csillagvizsgáló eszközparkját, és számos új programelemmel bővítettük ismeretterjesztő tevékenységünket.

Kiemelendő, hogy a fenti eredményeket annak ellenére sikerült elérni, hogy januárban egy szélvihar letépte a kupola tetejét. A helyi csillagászati közösség gyors segítsége révén sikerült biztonságba helyezni a teleszkópokat, valamint megóvni a kupolatér épségét. Ezt követően a Szegedi Tudományegyetemért Alapítvány kuratóriuma ötmillió forintos keretet biztosított a felújítási munkálatokra, amely összegből a tető rekonstrukciója mellett az épület keleti oldalának területrendezése is megoldódott. Végezetül az SZTE Bajai Observatórium felajánlásából új főműszer is érkezett a megújult kupolába: egy 50 cm átmérőjű RC-távcső.

Ismeretterjesztő programjaink és a bemutatóhelyek hírei a Szegedi Csillagvizsgáló honlapján (szegedicsillagvizsgalo.hu), a Bajai Observatórium hon-

lapján (csillagleso.hu), valamint a közösségi médiában (<https://www.facebook.com/csillagvizsgaloszeged>, <https://www.facebook.com/CsillagvizsgaloBaja>) is elérhetők.

Gergely Árpád László az Interpress Magazinban megjelenő Modern kozmológiai elméletek című tudomány-népszerűsítő sorozatát két újabb résszel bővítette. Ezek: A kvintesszencia, a k-esszencia és a k-muflázs, valamint A figyelem középpontjában a Hubble-állandó. Keresztes Zoltán előadást tartott a kutatók éjszakáján a gravitációs hullámok témakörében. Racskó Bence és Nagy Cecília az ELI ALPS által szervezett fény napján, illetve a kutatók éjszakáján népszerűsítette a gravitációelméleti kutatásokat és a gravitációs hullámok kimutatását. 2022-ben Gergely Árpád Lászlót a Magyar Érdemrend tisztikeresztjével tüntették ki.

A szerzők köszönetüket fejezik ki az alábbi kollégáknak a beszámoló szövegéhez való hozzájárulásukért: Barna Barnabás, Borkovits Tamás, Bór József, Czavalinga Donát, Gergely Árpád László, id. és ifj. Jäger Zoltán, Keresztes Zoltán, Szalai Tamás.

SZABÓ M. GYULA

Az ELTE Gothard Asztrofizikai Observatórium 2022. évi tevékenysége

2022 során az ELTE Gothard Asztrofizikai Observatórium munkatársai 64 angol nyelvű tudományos közleményt jelentettek meg, ezek közül 40 referált folyóiratban megjelent szakcikk. A 24 további munka részben már elfogadott, de csak 2023-ban megjelent szakcikk, részben pedig a megjelent szakcikkekhez kapcsolódó adatbázis. Publikációs intenzitás és pályázati tevékenység tekintetében 2022 az Observatórium eddigi egyik legeredményesebb éve.

Tudományos eredményeinkből

Az SDSS-IV programokat lezáró adatközlés, az SDSS DR17 részeként 25 új vagy kiegészített katalógust publikáltak; ezek legnagyobbja az APOGEE-program eredményeit összegzi, és 650 ezer csillag infravörös spektrumát tartalmazza. Mészáros Szabolcs az APOGEE-program külső tagjaként a modellspektrumok és modellatmoszférák számításában, a kalibrációkban, a paraméterek meghatározásában, egyedi elemek gyakoriságának meghatározásában is kulcsszerepet játszott (Abdurro'uf...Mészáros).

Az ATLAS9-en alapuló BOSZ-színképek alapján a MaStar-spektrumok illesztésével új csillagparamétereket (T_{eff} , $\log g$, $[\text{Fe}/\text{H}]$, $[\alpha/\text{Fe}]$) határoztunk meg a közeli galaxisokat észlelő MaNGA égboltfelmérő program számára. Az eredmények alapján rávilágítottunk a MaStar-spektrumok fontos szerepére a modellspektrumok további fejlesztésében. A MaStar-paraméterkatalógus 2. verziója, amely számításainkat is tartalmazza, az SDSS-IV DR17 honlapján elérhető (Lazarz...Mészáros).

Az APOGEE DR16 a Tejútrendszer középpontjához közeli területen elhelyezkedő, 48 853 vörös óriás csillaga alapján térbeli elemgyakoriság-térképeket készítettünk 20 kémiai elemről. Eredményeink szerint nincsenek olyan elemgyakorisági változások, amelyek térbeli eloszlásai megegyeznének a központi küllőével. Az átlagos elemgazdagsági gradiensek folytonosan és monoton módon változnak a Tejútrendszer központjától mért távolsággal (Eilers...Mészáros).

Bemutattuk a PLATO űrtávcső spektroszkópiai analíziséhez kifejlesztett SAPP-programcsomagot, amellyel a csillagok alapvető paraméterei és elemgyakoriságai határozhatók meg. Ez a programcsomag kulcsszerepet fog játszani a PLATO által észlelt csillagok atmoszferikus paramétereinek meghatározásában (Gent...Mészáros).

A Tejútrendszer központi vidékén elhelyezkedő gömbhalmazok APOGEE-felmérése során elvégeztük a Tonantzintla–2 gömbhalmaz óriáscsillagainak vizsgálatát. A $[Fe/H]=-0,70$ érték jól egyezik a vidéken található gömbhalmazok fém-tartalmával. A gömbhalmaz nagy excentricitású pályán, direkt irányban kering a Tejútrendszer magja körül. A csillagok elemgyakoriságai a többi gömbhalmazhoz hasonlóan két populációt rajzolnak ki (Fernández-Trincado...Mészáros).

A Neptunuszéhoz hasonló mérettartományba eső exobolygók nem figyelhetők meg csillagukhoz nagyon közel (ez az ún. szubjupiter-sivatag, Szabó & Kiss 2011), miközben forró Jupiterek és forró kőzetbolygók sokaságát látjuk 3-5 napnál rövidebb keringési periódusokkal is. A legfrissebb és eddigi legbővebb exobolygó-adatbázisból sikerült kimutatni, hogy a csillagról érkező besugárzás hatására az exobolygók felszínén, illetve légkörében végbemenő fotoevaporáció szerepe kulcsfontosságú a sivatag kialakulásában. Azonosítottunk számos korrelációt a bolygó mérete (tömege és sugara) valamint a csillag fizikai paraméterei (tömege, hőmérséklete és az atomszférájában megtalálható bizonyos elemek, így pl. N, O, Na, Mg, Si és K) között. Ezen korrelációk bimodális jellege, a kisebb és nagyobb bolygók esetén tapasztalt eltérő összefüggések azt mutatják, hogy a szubjupiter-sivatag keletkezésére nem elegendő egyetlen effektus, hanem számos, igen bonyolult, a bolygófejlődés során bekövetkező folyamat eredményezi azt (Szabó, Kálmán, Hegedűs, Mészáros).

Sikerült azonosítani olyan exobolygókat is, amelyek a szubjupiter-sivatagban helyezkednek el, és így közvetlen megfigyelési lehetőséget adnak a sivatag (vagy inkább már csak „szavanna”) kialakulásának vizsgálatára. Azt várjuk, hogy amennyiben ezen bolygók felszíne, illetve légköre párolog, úgy a látszó sugaruk idő- és hullámhosszfüggő lehet, és kimutattuk, hogy ilyen változásokat észlelhetnénk majd a PLATO és az Ariel-űrtávcsövekkel (Kálmán, Szabó).

Vizsgáltuk a WASP-33 jelű exobolygó-rendszert is. A TESS űrtávcső által készített fotometriai adatsorból (a WASP-33 gyors forgásának köszönhetően) sikerült kiszámítani a csillag forgástengelyének látóirányhoz viszonyított dőlésszögét, valamint a bolygópálya térbeli elhelyezkedését is – utóbbi jól egyezik a korábban spektroszkópiai módszerekkel meghatározott értékekkel. A vizsgált

csillag egy δ Scuti típusú pulzáló változó, amely a fényességét néhány órák időskálán változtatja. A megjelenő pulzációs frekvenciák összemérhetők a kísérő forró jupiter, a WASP-33 b keringési frekvenciájának felharmonikusával. Igazoltuk, hogy a rendszerben árapály-perturbált csillagpulzáció lép fel, azaz a bolygó a csillagának pulzációját gerjeszti és elhangolja. Ez az első ilyen felfedezés csillag-bolygó rendszer esetén (Kálmán, Bókon, Derekas, Szabó, Hegedűs).

Kimutattuk az AU Mic b nagy amplitúdójú, kb. 1200 napos szuperperiódusú tranzitidőpont-változásait, amelynek oka az AU Mic b és c bolygók kölcsönös perturbációja vagy egy harmadik bolygó. A változások amplitúdója fél óra nagyságrendű (Szabó...CHEOPS).

A KELT-17, -19 és -21 számú, korai csillag körül rövid periódussal keringő bolygók esetén kerestük a gyors forgás és a gravitációs sötétedés hatásait a fénygörbéken. Ezekben a rendszerekben csak kis mértékű hatásokat találtunk, viszont a bolygók paramétereit nagy pontossággal sikerült meghatározni (Gai, Szabó...CHEOPS).

A CHEOPS konzorciumban részt vettünk mintegy 40 bolygórendszer vizsgálatában és az eredmények közlésében. A legnagyobb visszhangot az early science program eredményeinek közlése váltotta ki. Szintén jelentős visszhangra lett a gravitációs sötétedést mutató rendszerek vizsgálata (WASP-189, MAS-CARA-1); illetve a TESS által többes rendszerekben talált bolygók periódusának – és esetenként darabszámának – tisztázása a CHEOPS hosszú időre programszerűen kiosztott utánkövetéseivel (CHEOPS...Szabó, Gai).

Pályázatok

A 2022–2023. évben megvalósuló „Observation of exoplanets with the CHEOPS space observatory” című PRODEX-pályázatunk keretében 2022-ben 11 kutató vett részt a szakmai munkában, az MTA–ELTE Exobolygó Kutatócsoport szakmai munkájában pedig nyolcan. 2021. szeptember 1-jén indult Mészáros Szabolcs „A Tejútrendszer kémiai feltérképezése” című Lendület-pályázata. A kutatócsoport 2022. évi munkájában 16 kutató vett részt. Informatikai eszközök beszerzésére került sor, és folyamatos belföldi szakmai konzultációk valósultak meg. 2022. február 1-jén indult Kálmán Szilárd 43 hónapos „Az exobolygórendszerek fotometriai vizsgálata” című NVKDP-pályázata, amelynek témavezetője Dr. Szabó M. Gyula.

Tanulmányutak, konferenciák

Szigeti László 2022. szeptember 15. és december 15. között Eötvös-ösztöndíjjal, Kálmán Szilárd pedig 2022. 11. 6–12. között tett tanulmányutat a Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrtban (DLR). Július 10–16. között Dencs Zoltán a groningeni Kapteyn Csillagászati Intézet (Groningen, Hollandia) vendége volt, Dobos Vera meghívására. Közös munkájuk során exoholdak keletkezésével és lakhatóságával foglalkoztak. Boldog Ádám július 14–18. között volt az intézményünk vendégkutatója. Szabó M. Gyula meghívott előadóként tartott szemináriumot a Párizsi Observatóriumban június 9-én.

Részt vettünk továbbá az AsteroCatS – A Legacy Catalogue for Spectroscopic Surveys konferencián (Hegedűs V., Kálmán Sz., Bern, 2022. május 9–13.). Az Ariel-konferencián (Párizs, 2022. 06. 14–18.) Szabó M. Gy. és Kálmán Sz. önálló splinterszekció bemutatásával vettek részt. Az Ariel Consortium Meetingen (Bologna, 2022. 10. 10–12.) Kálmán Sz. és Hegedűs V. tartottak előadást. Szabó M. Gy., Garai Zoltán, Boldog Ádám és Kriskovics Levente 2022. 09. 11–15. között Padovában, a CHEOPS Science Team Meetingen vettek részt. Szabó M. Gy. és Dobos V. a European Planetary Society konferenciáján (Granada, 2022. 09. 18–23.) tartottak előadást.

Szabó M. Gy. és Kálmán Sz. április 20-án, Dencs Z. május 26-án a Konkoly Thege Miklós Csillagászati Intézetben tartott szemináriumi előadást, „Moon formation in the circumplanetary habitable zone” címmel. Szabó M. Gy. és Kovács J. 2022. 10. 10–13. között Plitvicében vettek részt az LSST 2022-es európai workshopján, ahol bemutatták a magyar Naprendszer-kutató csoport LSST-hozzájárulását.

Szabó M. Gy. és Garai Z. a CHEOPS Science e-Konferencián vettek részt (január 14–16.). Garai Z. online részt vett az European Astronomical Society konferenciáján (Valencia, 2022. 06. 27. – 07. 01.) és az IAU 31. közgyűlésén (Busan, Dél-Korea, 2022. 08. 2–11.), ezeken poszttereket mutatott be. Hegedűs Viola a The Gaia Benchmark Stars Workshop konferencián (Chile, Vitacura, 2022. nov. 14–18.) online előadással vett részt.

Rendszeresen részt veszünk a CHEOPS (Garai Z., Kálmán Sz., Szabó M. Gy.) és Ariel (Kálmán Sz., Szabó M. Gy.) rendezvényein és a kéthetenkénti csoporttalálkozókon. Mészáros Sz. vezeti a Milky Way Mapper kéthetente ülésező adatredukciós munkacsoportjának csoportmegbeszéléseit.

Oktatás, tudományos közélet, testületi tagságok

Az ELTE GAO MKK munkatársai 6 kurzust tartottak a levelező képzésben (Csillagászati spektroszkópia, Elemi statisztikai módszerek a fizikában, Matematikai módszerek fizikatanároknak: Kovács J.; Mag- és részecskefizika, Asztrofizika: Szabó M. Gy.; Optika: Kálmán Sz., Hegedűs V.) ; ezenkívül ellátták 5 MSc-hallgató diploma- és TDK-témavezetői feladatait, 5 PhD-hallgató témavezetői vagy konzulensi feladatait, 4 ÚNKP-pályázatban és egy NVKDP-pályázatban témavezetőként működtek közre.

Bírálként és bizottsági tagként részt vettünk 3 doktori eljárásban (Babátunde Akinsanmi, Portói Egyetem – Szabó M. Gy. opponensként; Hannah Elisabeth Brinkman, ELTE – Kovács J.; Zsidi Gabriella, ELTE – Kovács J.).

Kovács J. a 15. Nemzetközi Csillagászati és Asztrofizikai Diákolimpia (2022. augusztus 14–21., Kutaiszi, Grúzia) magyar csapatának csapatvezetője (eredmény: 1 ezüst- és 2 bronzérem). Szintén Kovács J. csillagászat feladatgyűjteményt állított össze, amelyet a CSFK adott ki könyv formában (Bevezetés a csillagászatba – Feladatgyűjtemény); továbbá az év folyamán rendszeres szerzője, fordítója volt a csillagaszat.hu portálon megjelenő anyagoknak (4 cikk) és az Európai Déli Observatórium (ESO) honlapján magyarul megjelenő híreknek (17 hír). Garai Zoltán részt vett az ógyallai Szlovák Központi Csillagvizsgáló által szervezett kurzuson, amelynek célja szakemberek képzése bemutató csillagvizsgálók számára, valamint az „Asztroszeminárium tanárok részére” előadás-sorozatban, ahol „A távcsöves megfigyelések története” címmel tartott előadást. Az NKFI Tudományos Mecenatúra pályázatából megvalósuló „Az égbolt nem a határ” c. csillagászati és űrtudományi szabadegyetem keretében 2022-ben 24 tudomány-népszerűsítő előadást rendeztünk meg.

Kovács J. a Magyar Csillagászati Egyesület alelnöke, az Eötvös Loránd Fizikai Társulat Vas Megyei Területi Csoportjának elnöke, tagja az International Board of IOAA (International Olympiad of Astronomy and Astrophysics) irányítótestületnek. Szabó M. Gy. tagja a CHEOPS Core Science Teamnek, az Ariel-űrtávcső csapatának és a fotometriai csoport társvezetője, a PLATO űrtávcső exoholdcsoportját vezeti; tagja továbbá az MTA Csillagászati és Űrfizikai Bizottságának, a Vas Megyei TIT elnöke, és számos magyar kutatási pályázat bírálói és zsűri feladatait is ellátta. Garai Zoltán és Kálmán Szilárd a CHEOPS Science Team tagjai.

MEGEMLÉKEZÉS

Jankovics István (1943–2023)



Néhány nappal 80. születésnapja után, 2023. szeptember 20-án elhunyt Jankovics István csillagász, az MTA doktora, az ELTE címzetes egyetemi tanára, az ELTE Gothard Asztrofizikai Obszervatórium és Multidiszciplináris Kutatóközpont nyugalmazott igazgatója.

Jankovics István 1943. szeptember 15-én született Budapesten. Az ELTE Természettudományi Karán szerzett matematika-fizika szakos tanári oklevelet 1967-ben. Ezt követően az MTA Csillagászati Kutatóintézetében dolgozott, előbb tudományos segédmunkatársaként, 1969 és 1975 között tudományos munkatársaként, majd 1975-től 1990-ig tudományos főmunkatársaként.

Doktori tanulmányait az Örmény Tudományos Akadémia Bjurakani Asztrofizikai Obszervatóriumában végezte Viktor Ambarcumján vezetésével 1971 és 1975 között, amelynek lezárásaként 1975-ben Jerevánban védte meg kandidátusi értekezését. 1981 és 1983 között a Landessternwarte Heidelberg-Königstuhl Humboldt-ösztöndíjas vendégkutatója, majd 1987–1988-ban a Zentralinstitut für Astronomie der Akademie der Wissenschaften Potsdamer Observatoriumának állami ösztöndíjas kutatója volt. Heidelbergben megismerkedett a nagy felbontású spektroszkópia alapjaival, és első magyar csillagászként eljutott az Európai Déli Obszervatórium (ESO) chilei La Silla-i telephelyére is, ahol az akkori legmodernebb eszközökkel végezhetett megfigyeléseket. A heidelbergi évek, az ott kialakult szemléletmódja, tudományos és személyes kapcsolatai alapvetően meghatározták későbbi pályafutását. 1990-ben az ELTE szombathelyi Gothard Asztrofizikai Obszervatóriumának munkatársa lett, amelyet aztán 1993 és 2013 között, nyugállományba vonulásáig igazgatóként irányított. 1999-ben védte meg a Magyar Tudományos Akadémia doktora cím elnyeréséért benyújtott értekezését. 1976-tól a Nemzetközi Csillagászati Unió, 1983-tól a német Astronomische Gesellschaft, 1990-től pedig a European Astronomical Society tagja volt. Az MTA Csillagászati és Űrfizikai Bizottságának 1975-től, a Szombathelyi Tudományos

Társaságnak pedig alapítóként 1994-től volt tagja. Négy idegen nyelven, angolul, németül, oroszul és örményül is tárgyalási szinten beszélt.

Tudományos pályafutásának első szakaszában szupernóva-kutatással, majd a csillagkeletkezés és a csillagfejlődés korai fázisainak kérdéseivel foglalkozott. Jelentős, nemzetközileg is elismert eredményeket ért el a nyílthalmazok vörös törpecsillagainak, azok flertevekenységének vizsgálata terén. Később érdeklődése az emissziós objektumok, elsősorban a T Tauri és Herbig-féle Ae/Be-csillagok nagy felbontású spektroszkópiája felé fordult. A szakterület fejlődéséhez jelentősen hozzájáruló, értékes megállapításokat tett az Orion-populációhoz tartozó fiatal csillagok tömegvesztéségi mechanizmusáról. A T Tauri csillagok spektrumában megfigyelhető tiltott emissziós vonalak kékel-tolódását (aszimetriáját) szakmai körökben Appenzeller–Jankovics–Östreicher-effektusként is emlegetik. Obszervatóriumalapító elődjének példáját követve vallotta, hogy korszerű tudományt csak korszerű eszközökkel lehet művelni, intézetfejlesztési stratégiáját is ennek szellemében alkotta és való-sította meg. Úttörő munkát folytatott a digitális képi adatfeldolgozás hazai meghonosítása terén, amelynek eredményeként a Gothard Obszervatórium már az 1990-es évek első felében olyan informatikai infrastruktúrával volt felszerelve, amilyen a nagy nyugati csillagászati intézetekben is csak nem sokkal korábban kezdett általánossá válni. A 2002-ben új környezetben megnyitott Gothard Tudomány- és Technikatörténeti Állandó Kiállítás keretében bemutatott alapokon az Obszervatórium a lendületes infrastrukturális fejlesztések nyomán technikailag magas szinten álló, jól felszerelt, nemzetközi mércével mérve is modern csillagászati kutatóhely lett. A fejlesztéseket később is folytatta, ennek jó példája, hogy a nevéhez kötődik a nagy felbontású csillagászati spektroszkópia magyarországi bevezetése, amelynek eredményeként Konkoly Thege Miklós és Gothard Jenő után több mint száz évvel újra színképeket rögzíthettünk magyar távcsőre szerelt spektrográffal. Jankovics István két évtizedes vezetése alatt az évszázados hagyományokkal rendelkező Obszervatórium a kornak megfelelő új tartalommal modern egyetemi oktató-kutató intézmény rangjára fejlődött, méltón képviselve az Eötvös Loránd Tudományegyetemet Nyugat-Magyarországon.

Tudományos, tudományszervezési, oktatási és közművelődési tevékenységét 2013-ban Szombathely Megyei Jogú Város Közgyűlése Gothard Jenő-díjjal, az Eötvös Loránd Tudományegyetem pedig a Pro Universitate Emlékérem arany fokozatával ismerte el. 2014. március 15-én a Magyar Érdemrend

Tisztikeresztje kitüntetést vehette át. Nyugállományba vonulása után hasznos és értékes tanácsaival, tapasztalatainak megosztásával még éveken át segítette a Gothard Obszervatórium fejlődését, de az intézetet érintő döntések meghozatalakor még ma is felmerül, hogy István vajon mit szólna ehhez... Emlékét megőrizzük, nyugodjék békében!

Kovács József – Szabó M. Gyula

Szerzőink, közreműködőink

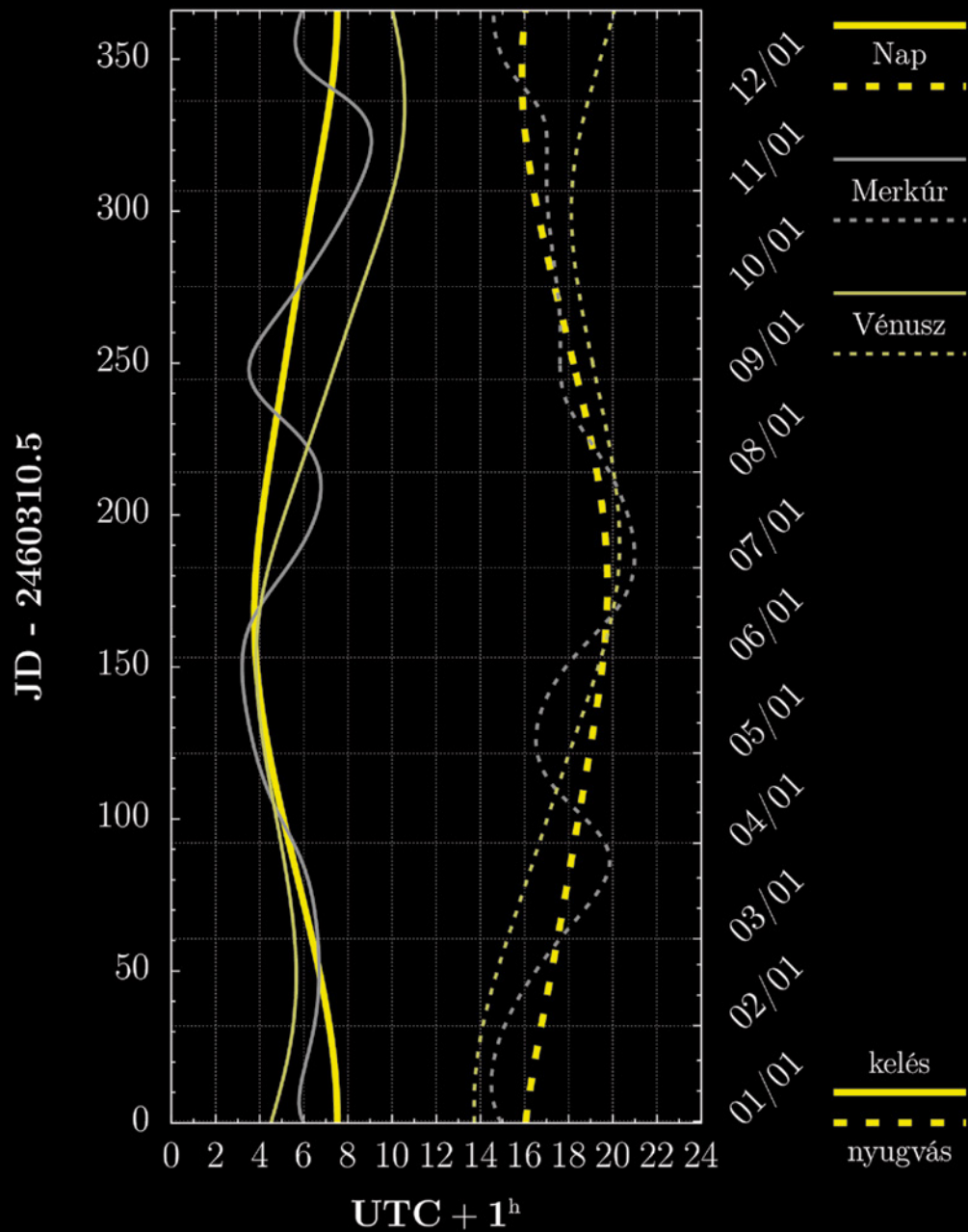
BAGÓ BALÁZS, amatőr csillagász
BENKŐ JÓZSEF, az MTA doktora, tud. tanácsadó, CSFK KTM Csillagászati Intézet
BUTUZA TAMÁS, amatőr csillagász, informatikus
CSABA GYÖRGY GÁBOR, csillagász, tanár
CSEH VIKTOR, amatőr csillagász
GÖRGEI ZOLTÁN, amatőr csillagász, a Meteor rovatvezetője
GYARMATHY ISTVÁN, amatőr csillagász
HEGEDŰS TIBOR, PhD, igazgató, SZTE Bajai Observatóriuma
KAPOSVÁRI ZOLTÁN, amatőr csillagász
KISS CSABA, az MTA doktora, CSFK KTM Csillagászati Intézet
KOVÁCS GÁBOR, tud. segéd munkatárs, CSFK KTM Csillagászati Intézet
KOVÁCS JÓZSEF, PhD, tud. főmunkatárs, ELTE Gothard Asztrofizikai Observatórium
KOVÁCS-STERMECZKY ZSÓFIA, tud. segéd munkatárs, CSFK KTM Csillagászati Intézet
MAROSI ISTVÁN, amatőr csillagász, a Meteor rovatvezetője
MIZSER ATTILA, amatőr csillagász, a Magyar Csillagászati Egyesület főtitkára
MOLNÁR PÉTER, amatőr csillagász, a Magyar Csillagászati Egyesület titkára
NAGY MÉLYKUTI ÁKOS, amatőr csillagász, a Meteor rovatvezetője
NUSPL JÁNOS, ny. tud. munkatárs, CSFK KTM Csillagászati Intézet
PETROVAY KRISTÓF, az MTA doktora, tanszékvezető egyetemi tanár, ELTE TTK Csillagászati Tanszék
SÁNTA GÁBOR, PhD, amatőr csillagász, régész, a Meteor rovatvezetője
SÜLE GÁBOR, amatőr csillagász, a Meteor rovatvezetője
SZABADI PÉTER, amatőr csillagász
SZABADOS LÁSZLÓ, az MTA doktora, professor emeritus, CSFK KTM Csillagászati Intézet
SZABÓ M. GYULA, az MTA doktora, igazgató, ELTE Gothard Asztrofizikai Observatórium
SZABÓ RÓBERT, az MTA doktora, igazgató, CSFK KTM Csillagászati Intézet
SZABÓ SÁNDOR, amatőr csillagász, a Meteor rovatvezetője
SZÉKELY PÉTER, PhD, Dr. habil., tanszékvezető egyetemi docens, SZTE TTK Kísérleti Fizika Tanszék
TALABÉR GERGELY, amatőr csillagász, a Meteor rovatvezetője
ZSOLDOS ENDRE, PhD, ny. tud. főmunkatárs, CSFK KTM Csillagászati Intézet



A fromborki Kopernikusz-torony. (Mizser Attila felvétele)

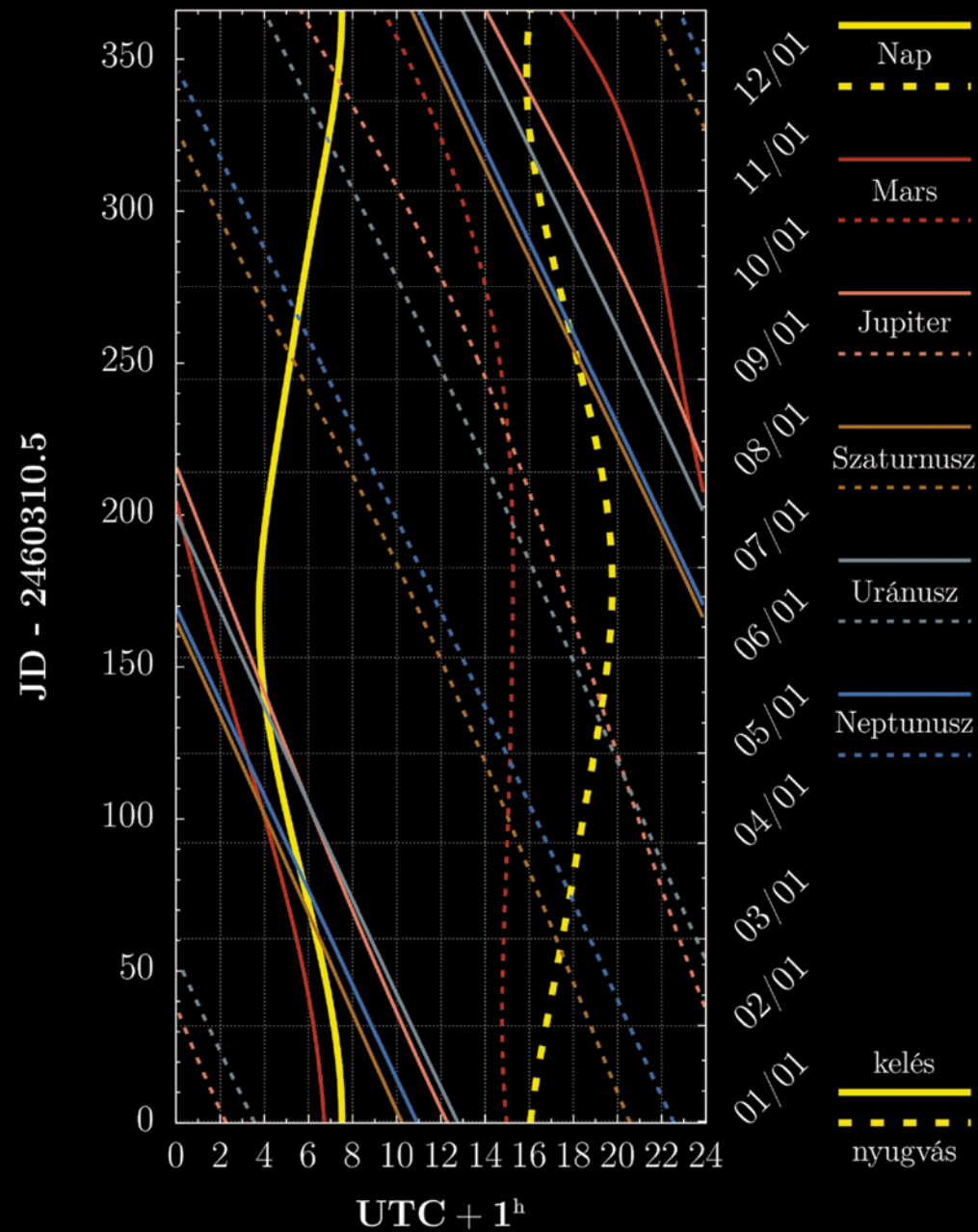
Belső bolygók kelése és nyugvása

2024



Külső bolygók kelése és nyugvása

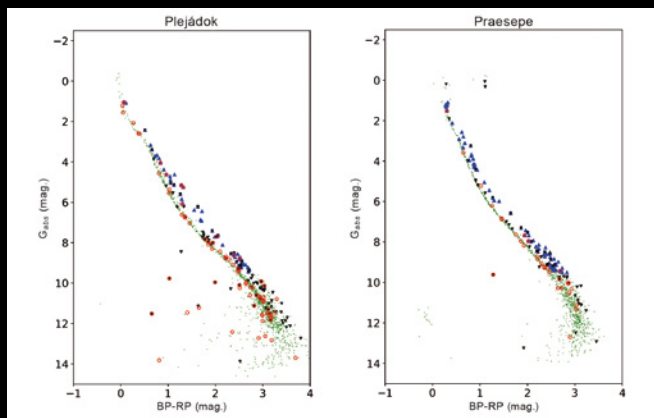
2024



Illusztrációk Nuspl János – Hegedüs Tibor
Kettős és többes csillagrendszerek című cikkünkhöz (232. o.)

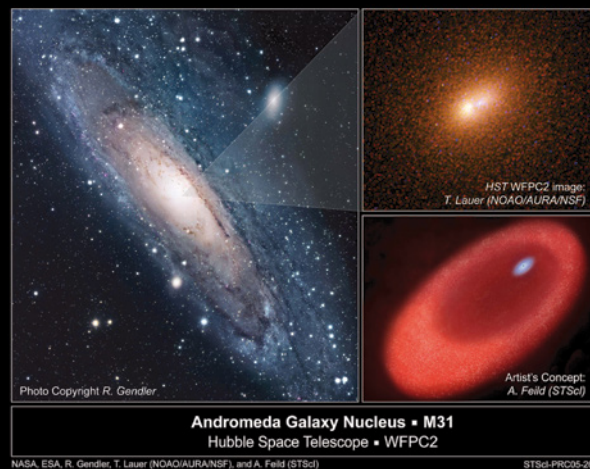


3. ábra: A Nagy Magellán-felhő legfiatalabb gömbhalmazainak egyike, a képen látható NGC 1818 jócskán meglepte a csillagászokat. Az alig 15-25 millió éves halmazban a kettős rendszerek eloszlása éppen fordított, mint a Tejútrendszer idős gömbhalmazában: a tömegközépponttól távolodva a kutatók egyre több kettőst találtak. (Forrás: Li és tsai 2013, Geller és tsai 2014)



4. ábra: Két közeli nyílthalmaz Hertzsprung–Russell-diagramján a mérési zajból jól kiemelkedik a fősorozattal szinte párhuzamosan futó másik ív, amelyet az azonos színű (hőmérsékletű) csillagokhoz képest sokkal fényesebb csillagok rajzolnak ki – ezek valószínűleg kettős (vagy többes) rendszerek. Legtöbbször akkor válnak el a magános csillagok fősorozatától, ha közel azonos típusú csillagok alkotják a párt. Ezeket a valószínű kettősöket kék háromszögek jelölik, a magános csillagok zöld pontok. Piros körrel az ábrához tartozó cikkben megvizsgált és azonosított vizuális kettősöket jelölték, amelyek 50%-nál nagyobb valószínűséggel tartozhatnak az adott halmazhoz. (forrás: Deacon és Kraus 2020).

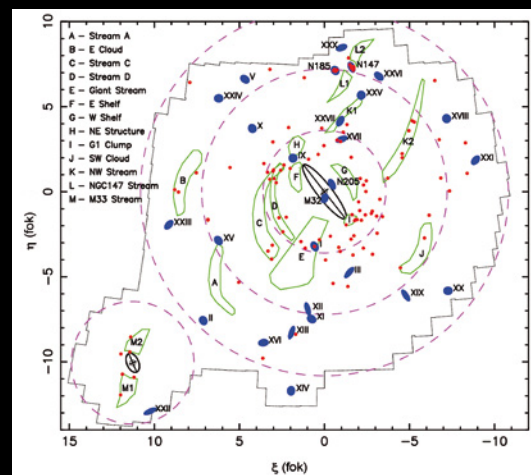
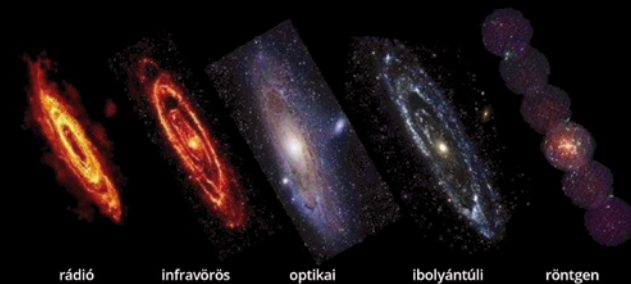
Illusztráció Szabados László
Látogatóban az Andromeda-galaxisnál című cikkünkhöz (266. o.)



Andromeda Galaxy Nucleus • M31
 Hubble Space Telescope • WFPC2
 NASA, ESA, R. Gendler, T. Lauer (NOAO/AURA/NSF), and A. Feild (STScI)

2. ábra: Az M31 optikai képe (balra) és a galaxis központi vidéke kinagyítva a Hubble-űrtávcső felvételén (jobbra fent). A jobb oldali alsó kép fantáziarajz a galaxismag környezetéről, amelynek legbelsejében nagyszámú fiatal, kék csillag található (Forrás: NASA, ESA R. Gendler és T. Lauer [NOAO/AURA/NSF], A. Feild [STScI])

3. ábra: Az Andromeda-galaxis egyre rövidebb hullámhosszakon. Balról jobbra: a rádió-, az infravörös, az optikai, az ibolyántúli és a röntgéntartományban készített felvétel (forrás: Planck-misszió, NASA/ESA)



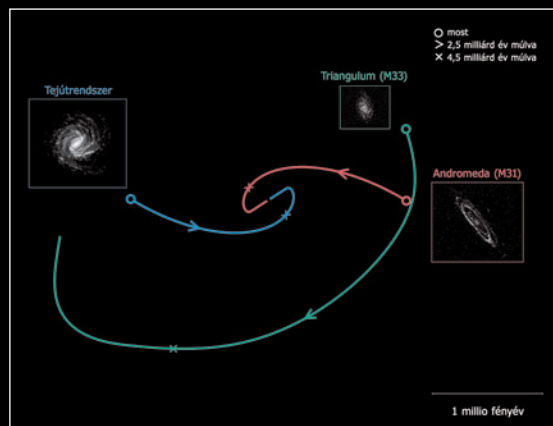
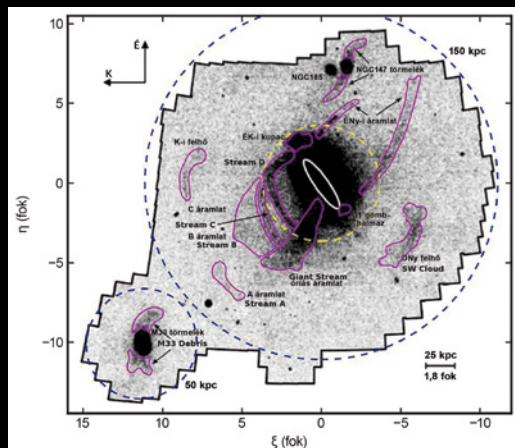
6. ábra: Az M31 (és az M33) azon kísérői (római számmal jelölve) és a halóbeli szerkezetek, amelyeket a PAndAS felmérés során alaposan is vizsgáltak. A kis pontok a gömbhalmazokat mutatják. (forrás: McConnachie et al., 2018)

Látogatóban az Andromeda-galaxisnál című cikkünkhöz (266. o.)



8. ábra: Az M31 képe ultraibolya hullámhosszokon a GALEX szonda által készített képen, a kinagyított részleten pedig a NuSTAR röntgenszondával kapott felvétel, amelyen számos nagy energiájú pontforrás tűnik elő (forrás: NASA/JPL-Caltech/GSFC)

9. ábra: A fémszegény vörös óridscillagok eloszlása a PAndAS felmérés által vizsgált területen (forrás: Ferguson és Mackey, 2016)



10. ábra Az M31 és M33, valamint a Tejútrendszer közeledése egymás felé (forrás: ESA, Gaia, E. Patel, G. Besla [University of Arizona], R. van der Marel [STScI])



A Messier 81 spirálgalaxis (Bode-galaxis) Csordás Péter felvételén. 200/2000 SC teleszkóp, (1440 mm effektív fókusz), 15×900 s expozíció, Atik One 6.0 kamera.

Az NGC 2419 gömbhalmaz (Intergalaktikus csavargó) Molnár Iván felvételén. A Tejútrendszerhez tartozó egyik leg távolabbi gömbhalmaz, amely még a Magellán-felhőknél is messzebb helyezkedik el (távolsága mintegy 295 ezer fényév). 2022.01.07. 20:07–21:50 UT, Celestron 280/2800, reduktor-korrektor f/6,3, ZWO ASI 120MC, Canon EOS 600D, ISO 1600, 50×120 s expozíció.





A Hold a Vénusz és a Fiastyúk együttállása 2022. június 26-án hajnalban,
Dabas mellől, Balázs Gábor felvételén.
(Canon EOS 250D + Canon EF 70-300 mm f/4-5,6 IS II USM)

Látványos sarki fény a svédországi Abisko Nemzeti Parkban
(2022. október 27. 0:50 UT, Sony ILCE 7S kamera és TTArtisan 11 mm f/2,8 optika,
ISO 6400, f/2,8, 4 s expozíció). Fotó: Kolláth Zoltán (Eszterházy Károly Katolikus
Egyetem TTK Környezeti Fényviszonyok Kutatócsoportja)



- A legjobb távcso márkák képviselője
- A legnagyobb hazai raktárkészlet



tavcso.hu

✉ btc@tavcso.hu

☎ (1) 202 5651
(20) 484 9300

Budapest XII. Városmajor u. 21.

Egy percre a Déli pályaudvartól

Nyitvatartás

hétfő - péntek: 9-17 óra
szombat: 9-13 óra





ISSN 0866-2851



4500 Ft