

meteor

csillagászati évkönyv

2016

meteor

2016 Távcsöves Találkozó
Tarján, 2016. július 28–31.

www.mcse.hu

Magyar Csillagászati Egyesület

Fotó: Sztankó Gerda, Tarján, 2012



METEOR CSILLAGÁSZATI ÉVKÖNYV 2016

meteor **csillagászati évkönyv** **2016**

Szerkesztette:
Benkő József
Mizser Attila



Magyar Csillagászati Egyesület
www.mcse.hu
Budapest, 2015

Az évkönyv kalendárium részének összeállításában közreműködött:

Bagó Balázs
Kaposvári Zoltán
Kiss Áron Keve
Kovács József
Molnár Péter
Sánta Gábor
Sárneckzy Krisztián
Szabadi Péter
Szabó M. Gyula
Szabó Sándor
Szöllősi Attila

A kalendárium csillagtérképei az Ursa Minor szoftverrel készültek.

www.ursaminor.hu

Szakmailag ellenőrizte:

Szabados László



A kiadvány a Magyar Tudományos Akadémia támogatásával készült.

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

Adószámunk: 19009162-2-43

Felelős kiadó: Mizser Attila

Nyomdai előkészítés: Kármán Stúdió, *www.karman.hu*

Nyomtatás, kötészet: OOK-Press Kft., *www.ookpress.hu*

Felelős vezető: Szathmáry Attila

Terjedelem: 23 ív fekete-fehér + 12 oldal színes melléklet

2015. november

ISSN 0866-2851

Tartalom

Bevezető	7
Kalendárium	13
Cikkek	
Balázs Lajos: Konkoly Thege Miklós és az asztrofizika forradalma ...	221
Tóth Imre: Az üstökösök megismerésének mérföldkövei 2. Üstökös kutatás az űrkorszakban	243
Regály Zsolt: Távoli bolygórendszerek felfedezése és keletkezése ...	282
Kóspál Ágnes – Moór Attila: Hogyan látja az ALMA a fiatal csillagok korongjait?	303
Gabányi Krisztina – Frey Sándor: Legközelebbi galaxisszomszédaink, a Lokális Csoport	318
Beszámolók	
Mizser Attila: A Magyar Csillagászati Egyesület 2014. évi tevékenysége	329
Kiss László: Az MTA CSFK Csillagászati Intézetének 2014. évi tevékenysége	338
Petrovay Kristóf: Az ELTE Csillagászati Tanszékének működése 2014-ben	350
A Szegedi Csillagvizsgáló tevékenysége 2013–2014-ben	354
Kovács József: Az ELTE GAO MKK tevékenysége 2014-ben	358
Megemlékezés	
Almár Iván: Ill Márton, 1930–2015	365

A címlapon

A Triangulum-galaxis (M33) Éder Iván felvételén. A kép 300/1130-as Newton-reflektorral készült, QSI683 CCD-kamerával, LRGB szűrőkkel, összesen 5 óra expozíciós idővel (L: 10×10, R: 9×10, G: 5×10, B: 6×10 perc), 2015. szeptember 12-én.

A hátsó borítón

Konkoly Thege Miklós szobra Ógyallán. Nagy János szobrászművész alkotása (2007).

Bevezető

Átalakuló világunk válságjelenségei nem kímélik kiadványunkat sem. A hazai könyvterjesztés viszonyai (óriási árresek, késedelmes fizetés stb.) közepette már régen megszűnt volna kiadványunk, ha nincs mögötte a Magyar Csillagászati Egyesület népes tagsága és mindazok, akik támogatásra méltónak találják az egyesület célkitűzéseit. Legalább ekkora dicséret illeti szerzőinket és a kötet szerkesztésében részt vevő hivatásos csillagászokat, valamint a téma iránt elkötelezett amatőröket, akik ingyenesen, egyszerűségről, színvonalasan végzik munkájukat – mint oly sokan a Magyar Csillagászati Egyesületben. Mindezek eredményeként ismét terjedelmes kötettel jelentkezünk, amelyben a csillagászat legújabb eredményei és a hazai csillagászati intézmények beszámolóí mellett a 2016-ban megfigyelhető égi jelenségek és érdekesebb látnivalók gazdag kínálatát találja a Kedves Olvasó.

A 2016-os év legérdekesebb jelenségének a május 9-i Merkúr-átvonulás ígérkezik. A jelenséget sajnos nem tudjuk teljes egészében megfigyelni hazánk területéről, azonban az apró, fekete bolygókorong lassú vonulását így is érdekes lesz követni, annál is inkább mivel legutóbb 2003-ban figyelhattünk meg ilyen eseményt hazánkból. Ami a fogyatkozásokat illeti, 2016 ínséges esztendő lesz, hazánkból nem láthatunk látványosabb fogyatkozásokat.

2016-ban emlékezünk Konkoly Thege Miklós halálának 100. évfordulójáról. Konkoly a magyarországi csillagászat és meteorológia kiemelkedő személyisége, mindkét tudományág sokat köszönhet neki nem csupán tudósként, de tudományszervezőként is. Balázs Lajos cikke Konkoly Thege Miklós csillagászati munkásságába nyújt betekintést. Konkoly az üstökösök kutatása terén is fontos eredményeket ért el. A mai magyarországi csillagászat és űrkutatás is igen sikeres ezen a területen – erről Tóth Imre cikkében olvashatunk. A hazai csillagászat igen szép eredményeket ért el az exobolygók kutatása terén. Ezen égitestek felfedezésével és keletkezé-

sével foglalkozik Regály Zsolt cikke. Kóspál Ágnes és Moór Attila cikke a csillagkörülí korongok keletkezésébe és megfigyelésébe nyújt betekintést, míg Gabányi Krisztina és Frey Sándor a Lokális Csoport galaxisaival foglalkozik.

A 2016-os év nevezetes csillagászati és űrkutatói évfordulóiról a Kalendáriumban emlékezünk meg.

Kötetünket hagyományosan intézményi beszámolók zárják, és sajnos ebben az évben is egy jelentős életművet létrehozó csillagászról, Ill Mártonról emlékezünk meg.

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 planetárium-programokat, és naprakész információkat kaphatnak az internetről, és ezzel 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 című lapját, amely számos aktuális égi jelenségről közöl előrejelzett Jelenségnaptárában, olyanokról is, amelyek jellegükénél 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 most hármat ajánlunk: az Ursa Minort (www.ursaminor.hu), a Stellariumot (www.stellarium.org) és a Guide 8.0-t.

A 2016-os Csillagászati évkönyvben az utóbbi évek köteteinél megszokott módon igyekeztünk bemutatni, előre jelezni az év folyamán megfigyelhető jelenségeket. Az adott hónap csillagászati érdekességeire hosszabb-rövidebb ismertetőkkkel hívjuk fel a figyelmet (Hold, bolygók, együttállások, üstökösök, fogyatkozások, fedések, mélyég-objektumok stb.). Mindezzel szeretnénk még közelebb hozni az érdeklődőket a csillagos éghez, 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 eszlelesek.mcse.hu 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 hónapon 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 című 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 lapszálon található hónap-sorszám.

Az **eseménynaptárban** 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 napközel- és naptávol-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. Egy lunáción belül hat időpont van megadva, a legnagyobb északi, déli, keleti és nyugati érték időpontja, valamint a legkisebb és legnagyobb eredő libráció (század fok pontossággal).

Korai/késői holdsarlók. A 48 óránál fiatalabb, illetve idősebb holdsarlók láthatóságának időpontjait adtuk meg perc pontossággal, Budapestre számítva, -6 fokos napmagasságra. 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 perc 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 tized ívmásodperc pontossággal.

Az eseménynaptár perc pontossággal tartalmazza azokat az időpontokat is, amikor a Hold eléri legkisebb/legnagyobb deklinációs értékét.

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 épp tartózkodnak.

A 2016-os évben két napfogyatkozás következik be, amelyek hazánkból nem figyelhetők meg. Mindkét jelenség adatai szerepelnek a Kalendáriumban.

2016-ban két félárnyékos holdfogyatkozás következik be, a másodperc pontosságú időpontok geocentrikus kezdő és befejező kontaktus-időpontok. Hazánkból a szeptember 16-i jelenség lesz megfigyelhető, azonban a félárnyékos holdfogyatkozások kevésbé látványosak.

A Hold látványosabb csillagfedéseit másodperc pontossággal adjuk meg, továbbá szerepel a fedendő csillag neve, fényessége, a holdfázis és a súroló fedés helye több magyarországi településre számítva. Az év érdekes okkultációs eseményei lesznek az Aldebaran- és Hyadok-fedések, továbbá számos kisbolygó okkultációja is szerepel kalendáriumunkban.

A Jupiter-holdak jelenségei közül azokat az eseményeket szerepeltetjük a felsorolásban, amikor egy éjszaka során két holdjelenség is lesz, valamint amikor a Jupiter korongján két hold árnyéka látszik. A Jupiter-holdak kölcsönös jelenségei közül számos hazánkból is megfigyelhető lesz.

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

A bolygók kölcsönös megközelítései közül azok kerültek be, amelyeknél 2,5 foknál 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 foknál közelebb

kerül egy bolygóhoz, illetve 1 fokon belül egy fényes csillaghoz. Ha nem éjszakai időszakra esik a megközelítés, akkor külön megadjuk a legkisebb szögtávolságot és annak időpontját.

A bolygók csillagfedései, illetve csillag-megközelítései közül az olyan események szerepelnek, amelyeknél Budapestről nézve egy bolygó egy szabad szemmel látható csillagtól 30'-en belül halad el, illetve egy 11,5 magnitúdónál fényesebb csillagot 60"-nél jobban megközelít.

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

$\lambda = 19^\circ, \varphi = 47,5^\circ$ **Kalendárium – január**

KÖZEI

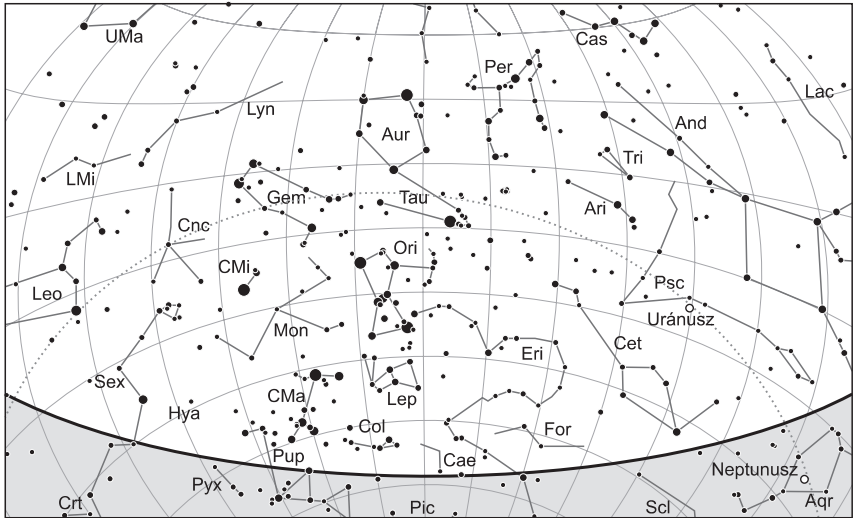
Dátum	Nap					Hold			fázis h m
	kel, delel, nyugszik			h_d °	E_t m	kel, delel, nyugszik			
	h m	h m	h m			h m	h m	h m	
1. p 1.	7 31	11 47	16 03	19,5	-3,1	23 40	4 58	11 08	
2. sz 2.	7 31	11 47	16 04	19,6	-3,6	-	5 41	11 33	● 6 30
3. v 3.	7 31	11 48	16 05	19,7	-4,0	0 39	6 23	11 59	
1. hét									
4. h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

január

1

nap	Julián dátum 12 ^h UT	θ_{gr} 0 ^h UT h m s	névnapok
1.	2 457 389	6 40 22	Újév; Fruzsina, Aglája, Álmos
2.	2 457 390	6 44 18	Ábel, Ákos, Fanni, Gergely, Gergő, Stefánia
3.	2 457 391	6 48 15	Benjámín, Genováva, Dzsenifer, Gyöngyvér, Hermina
4.	2 457 392	6 52 11	Leona, Títusz, Angéla, Angelika, Izabella
5.	2 457 393	6 56 08	Simon, Árpád, Ede, Emília, Gáspár
6.	2 457 394	7 00 05	Boldizsár, Gáspár, Menyhért
7.	2 457 395	7 04 01	Attila, Ramóna, Bálint, Melánia, Rajmund, Valentin
8.	2 457 396	7 07 58	Gyöngyvér, Virág
9.	2 457 397	7 11 54	Marcell
10.	2 457 398	7 15 51	Melánia, Vilma, Vilmos
11.	2 457 399	7 19 47	Ágota, Agáta
12.	2 457 400	7 23 44	Ernő, Erna, Ernesztina, Veronika
13.	2 457 401	7 27 40	Veronika, Csongor, Ivett, Judit, Vera
14.	2 457 402	7 31 37	Bódog
15.	2 457 403	7 35 34	Loránd, Lóránt, Alfréd, Pál, Sándor
16.	2 457 404	7 39 30	Gusztáv, Fanni, Henrik, Marcell, Ottó, Stefánia
17.	2 457 405	7 43 27	Antal, Antónia, Leonetta, Roxána
18.	2 457 406	7 47 23	Piroska, Aténé, Beatrix, Margit, Pál
19.	2 457 407	7 51 20	Sára, Márió, Margit, Márta, Sarolta, Veronika
20.	2 457 408	7 55 16	Fábián, Sebestyén, Szabasztján, Tímea
21.	2 457 409	7 59 13	Ágnes
22.	2 457 410	8 03 09	Vince, Artúr, Artemisz, Cintia, Dorián
23.	2 457 411	8 07 06	Zelma, Rajmund, Emese, János, Mária
24.	2 457 412	8 11 03	Timót, Erik, Erika, Ferenc, Vera, Veronika, Xénia
25.	2 457 413	8 14 59	Pál, Henriett, Henrietta, Henrik, Péter
26.	2 457 414	8 18 56	Vanda, Paula, Titanilla
27.	2 457 415	8 22 52	Angelika, Angéla, János
28.	2 457 416	8 26 49	Károly, Karola, Ágnes, Amália, Apollónia, Margit, Péter
29.	2 457 417	8 30 45	Adél, Etelka, Ferenc
30.	2 457 418	8 34 42	Martina, Gerda, Gellért
31.	2 457 419	8 38 38	Marcella, János, Lujza, Péter

14. A Julián-naptár szerinti újév napja



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

Bolygók

Merkúr: A hónap első harmadában még jól megfigyelhető az esti délnyugati ég alján. 1-jén még másfél órával nyugszik a Nap után, de láthatósága gyorsan romlani kezd, és 10-én elvész a lenyugvó Nap sugarai között. 14-én alsó együttállásba kerül a Nappal. 20-án már újra kereshető napkelte előtt a délkeleti látóhatár közelében, ekkor egy órával kel a Nap előtt. A hónap végére ez az idő másfél órára nő, kitűnő megfigyelhetőség mellett.

Vénusz: A hajnali délkeleti ég ragyogó, fehér fényű égiteste. A hónap elején három, a végén közel két órával kel a Nap előtt. Fényessége $-4,1^m$ -ról $-3,9^m$ -ra, átmérője $14,3''$ -ről $12,4''$ -re csökken, fázisa $0,77$ -ről $0,85$ -ra nő.

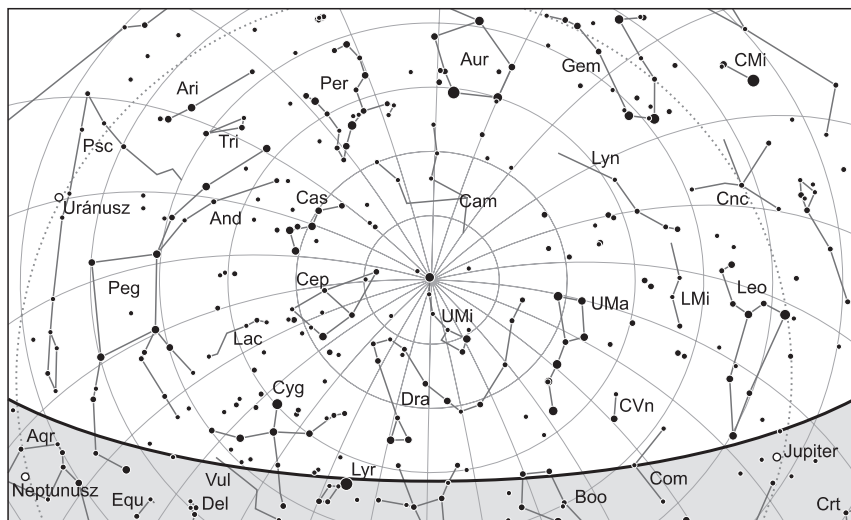
Mars: Előretartó mozgást végez a Szűz, majd 17-től a Mérleg csillagképben. Éjjél után kel, az éjszaka második felében látszik a délkeleti égen. Lassan fényesedik, fényereje $1,3^m$ -ról $0,9^m$ -ra, látszó átmérője $5,6''$ -ről $6,8''$ -re nő.

Jupiter: Mozgása 8-án változik előretartóbból hátrálóvá az Oroszlán csillagkép hátsó lábainál. A késő esti órákban kel, az éjszaka nagy részében látható mint ragyogó fényű égitest. Fényessége $-2,2^m$, átmérője $41''$.

Szaturnusz: Előretartó mozgást végez a Kígyótartó csillagképben. Hajnalban kel, napkelte előtt látható alacsonyan a délkeleti égen. Fényessége $0,5^m$, átmérője $15''$ -ről $16''$ -re nő.

Uránusz: Az éjszaka első felében figyelhető meg a Halak csillagképben. Előretartó mozgása egyre gyorsabbá válik. Késő este nyugszik.

Neptunusz: Az esti órákban figyelhető meg, előretartó mozgást végez a Vízöntő csillagképben. Késő este nyugszik.



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

Eseménynaptár (UT)

Dátum Időpont Esemény

- 01.01. 15:39 a Merkúr kedvező esti láthatósága, a polgári szürkületkori magassága $7,2^\circ$, $-0,3$ magnitúdós, fázisa 46%
- 01.01. 17:13 a Hold minimális librációja ($l = 1,11^\circ$, $b = -1,16^\circ$)
- 01.02. 0:13 a (27) Euterpe kisbolygó (8,8 magnitúdós) $14'14''$ -cel északra látható az 1 Geminorumtól (4,2 magnitúdós)
- 01.02. 5:30 utolsó negyed (a Hold a Szűz csillagképben, látszó átmérője $29'33,6''$)
- 01.02. 6:32 az év legkésőbb bekövetkező napfelkeltéje
- 01.02. 11:53 a Hold földtávolban (földtávolság $404\,277$ km, látszó átmérője $29'33,4''$, 47,6%-os, csökkenő holdfázis)
- 01.02. 22:49 a Föld napközelen (0,9833 CSE)
- 01.03. 16:19 a (230) Athamantis kisbolygó (10,6 magnitúdós) $8'57''$ -cel délre látható a 96 Tauritól (6,1 magnitúdós) az esti szürkületben
- 01.04. 2:19 a Hold mögé belép a 96 Virginis (6,5 magnitúdós, 32%-os, csökkenő holdfázis)
- 01.04. 3:56 a 32,3%-os, csökkenő fázisú holdkorong peremétől $2'50''$ -cel északkeletre látható a κ Virginis (4,2 magnitúdós)
- 01.04. 5:56 a Mars $5,2^\circ$ -kal nyugatra látható a 31,5%-os, csökkenő fázisú Holdtól a hajnali szürkületben a Szűz csillagképben

Dátum Időpont Esemény

- 01.04. 9:00 a Quadrantidák meteorraj maximuma a reggeli órákban, hajnalban a radiáns a zenit közelében, a 32%-os fogyó Hold alig fogja zavarni a megfigyeléseket
- 01.05. 16:21 a (27) Euterpe kisbolygó (8,9 magnitúdós) 15,9'-cel északra látható az NGC 2129 nyílthalmaztól (6,7 magnitúdós) az esti szürkületben az Ikrék csillagképben
- 01.06. 4:40 a C/2013 US10 (Catalina)-üstökös 1,1° távolságra délkeletre látható az NGC 5466-től (gömbhalmaz, 9,1 magnitúdós) az Ökörhajcsár csillagképben a hajnali szürkületben
- 01.06. 4:40 a 116P/Wild-üstökös 5'-cel keletre látható a λ Virginistől (4,5 magnitúdós) a hajnali szürkületben
- 01.07. 4:40 a Jupitertől 7'22"-cel északnyugatra látható a (28) Bellona kisbolygó (11,3 magnitúdós)
- 01.07. 4:48 a Szaturnusz 2,6°-kal délre, a Vénusz 3,7°-kal délnyugatra látható a 9,2%-os, csökkenő fázisú Holdtól a Kígyóartó csillagképben
- 01.07. 5:17 a holdsarló, a Vénusz, a Szaturnusz és az Antares látványos együttállása a hajnali szürkületben a Skorpió csillagképben
- 01.08. 5:56 43 óra 35 perces holdsarló 9,8° magasan a reggeli égen (a Vénusztól 15°-kal keletre, a Szaturnusztól 14°-kal keletre)
- 01.08. 7:13 a (134340) Pluto törpebolygó földtávolban, távolsága 34,0004 CSE, látszó átmérője 0,1"
- 01.08. 7:35 a Hold maximális librációja ($l = -5,13^\circ$, $b = -6,58^\circ$)
- 01.08. 17:55 a Hold eléri legkisebb deklinációját $-18^\circ 25'$ -nél (2,2%-os, csökkenő holdfázis)
- 01.09. 4:16 a Vénusz és a Szaturnusz 5'1"-cel megközelíti egymást a Kígyóartó csillagképben
- 01.09. 5:55 19 óra 36 perces holdsarló 2,9° magasan a reggeli égen
- 01.10. 1:31 újhold (a Hold a Nyilas csillagképben, látszó átmérője 31'30,2")
- 01.10. 15:48 14 óra 17 perces holdsarló 1,8° magasan az esti égen (a Merkúrtól 2,4°-kal északnyugatra)
- 01.10. 15:48 a Merkúr 2,4°-kal délkeletre látható a 0,6%-os, növekvő fázisú Holdtól az esti szürkületben a Nyilas csillagképben
- 01.10. 16:27 a (116) Sirona kisbolygó (10,9 magnitúdós) 4'50"-cel nyugatra látható a 76 Geminorumtól (5,3 magnitúdós) az esti szürkületben
- 01.11. 15:49 38 óra 18 perces holdsarló 10,9° magasan az esti égen (a Merkúrtól 13°-kal keletre)
- 01.12. 16:40 a Hold mögé belép az 50 Capricorni (7,0 magnitúdós, 8%-os, növekvő holdfázis)
- 01.12. 16:40 a Hold mögé belép a λ Capricorni (5,6 magnitúdós, 8%-os, növekvő holdfázis)
- 01.13. 15:51 a Neptunusz 1,7°-kal délre látható a 15,7%-os, növekvő fázisú Holdtól az esti szürkületben a Vízöntő csillagképben
- 01.13. 18:05 a 16,4%-os, növekvő fázisú holdkorong peremétől 8'35"-cel északra látható a 67 Aquarii (6,4 magnitúdós)

Dátum Időpont Esemény

01.13.	22:37	a (202) Chryseis kisbolygó (11,3 magnitúdós) 6'21"-cel délre látható a 41 Geminorumtól (5,7 magnitúdós)
01.14.	4:38	a C/2013 US10 (Catalina)-üstökös 4,7° távolságra keletre látható az M51-től (galaxis, 8,4 magnitúdós) a Vadászebek csillagképben a hajnali szürkületben
01.14.	4:38	a C/2013 US10 (Catalina)-üstökös 20' távolságra délkeletre látható az NGC 5377-től (galaxis, 11,3 magnitúdós) a Vadászebek csillagképben a hajnali szürkületben
01.14.	7:20	a (30) Urania kisbolygó oppozícióban (10,0 magnitúdós, Ikrek csillagkép)
01.14.	11:31	a Merkúr alsó együttállásban a Nappal (a Naptól 3,0°-kal északra)
01.14.	19:13	a (88) Thisbe kisbolygó (11,4 magnitúdós) elfedi az UCAC4-548-041625-öt (11,9 magnitúdós)
01.14.	22:46	a Hold minimális librációja ($l = -0,79^\circ$, $b = 0,45^\circ$)
01.15.	4:21	a C/2013 US10 (Catalina)-üstökös 1,2°-kal keletre látható az η Ursae Maioristól (1,9 magnitúdós)
01.15.	22:08	a Ganymedes (Jupiter-hold) fogyatkozásának kezdete
01.16.	1:33	a Ganymedes (Jupiter-hold) fogyatkozásának vége
01.16.	19:06	a Hold mögé belép a μ Piscium (4,8 magnitúdós, 47%-os, növekvő holdfázis), kilépés 20:15-kor
01.16.	20:43	a C/2013 US10 (Catalina)-üstökös 2,1°-kal nyugatra látható az M101-től (galaxis, 7,9 magnitúdós) a Nagy Medve csillagképben
01.16.	23:26	első negyed (a Hold a Halak csillagképben, látszó átmérője 32'14,6")
01.17.	19:43	a 59,7%-os, növekvő fázisú holdkorong peremétől 13'40"-cel északra látható a ξ Arietis (5,5 magnitúdós)
01.17.	20:12	a Hold mögé belép a 25 Arietis (6,5 magnitúdós, 59%-os, növekvő holdfázis)
01.19.	5:12	a Vénusztól 11'42"-cel keletre látható az 52 Ophiuchi (6,5 magnitúdós) a hajnali szürkületben
01.19.	17:35	a 79,2%-os, növekvő fázisú holdkorong peremétől 6'51"-cel délre látható a 48 Tauri (6,3 magnitúdós)
01.19.	19:30	a 80%-os, növekvő fázisú Hold a Hyadok csillaghalmaz előtt látható az esti szürkülettől holdnyugtáig
01.19.	20:02	a 80,1%-os, növekvő fázisú holdkorong peremétől 5'59"-cel délre látható a γ Tauri (3,6 magnitúdós)
01.19.	20:28	a 80,3%-os, növekvő fázisú holdkorong peremétől 13'52"-cel északra látható az 55 Tauri (6,8 magnitúdós)
01.19.	22:22	a (29) Amphitrite kisbolygó (10,4 magnitúdós) 8'54"-cel délre látható a 3 Arietistől (6,5 magnitúdós)
01.19.	23:02	a Hold mögé belép a 70 Tauri (6,6 magnitúdós, 81%-os, növekvő holdfázis)
01.20.	0:16	a Hold mögé belép a 75 Tauri (5,0 magnitúdós, 81%-os, növekvő holdfázis)
01.20.	0:31	a Hold mögé belép a θ^1 Tauri (3,8 magnitúdós, 81%-os, növekvő holdfázis), kilépés 00:52-kor

Dátum Időpont Esemény

01.20.	0:43	a Hold súrolva fedi a θ^1 Taurit a déli pereme mentén (3,8 magnitúdós, 81%-os, növekvő holdfázis)
01.20.	0:44	a 81,8%-os, növekvő fázisú holdkorong peremétől 4'20"-cel délre látható a θ^2 Tauri (3,4 magnitúdós)
01.20.	16:38	a (4) Vesta kisbolygó (8,2 magnitúdós) 7'19"-cel délkeletre látható a 20 Cetitől (4,8 magnitúdós) az esti szürkületben
01.20.	23:28	a Hold mögé belép a 111 Tauri (5,0 magnitúdós, 89%-os, növekvő holdfázis)
01.21.	1:12	a 89,6%-os, növekvő fázisú holdkorong peremétől 10'22"-cel északra látható a 115 Tauri (5,4 magnitúdós)
01.21.	1:37	a 89,7%-os, növekvő fázisú holdkorong peremétől 16,7"-cel délre látható a 117 Tauri (5,8 magnitúdós)
01.21.	16:43	a Hold eléri legnagyobb deklinációját +18°23'-nél (93,5%-os, növekvő holdfázis)
01.21.	20:35	a Hold maximális librációja ($l = 4,62^\circ$, $b = 6,55^\circ$)
01.22.	21:19	az Io (Jupiter-hold) fogyatkozásának kezdete
01.22.	23:50	a 98,5%-os, növekvő fázisú holdkorong peremétől 14'49"-cel délre látható a λ Geminorum (3,6 magnitúdós)
01.23.	2:07	a Ganymedes (Jupiter-hold) fogyatkozásának kezdete
01.23.	2:09	a (97) Klotho kisbolygó (10,7 magnitúdós) 1'39"-cel északkeletre látható az NGC 2962 galaxistól (11,9 magnitúdós) a Északi Vízikígyó csillagképben
01.23.	5:31	a Ganymedes (Jupiter-hold) fogyatkozásának vége
01.24.	1:46	telehold (a Hold a Rák csillagképben, látszó átmérője 30'49,2")
01.24.	4:33	a 116P/Wild-üstökös 14'-cel délnyugatra látható az α^{1-2} Libraetől (5,2 és 2,8 magnitúdósak) a hajnali szürkületben
01.24.	4:33	a C/2013 US10 (Catalina)-üstökös 40'-cel délre látható az NGC 4750-től (galaxis, 11,2 magnitúdós) a Sárkány csillagképben a hajnali szürkületben
01.24.	16:43	a (115) Thyra kisbolygó (9,8 magnitúdós) 7'54"-cel nyugatra látható az η Cancritól (5,3 magnitúdós) az esti szürkületben
01.25.	2:38	a C/2013 US10 (Catalina)-üstökös 1'-cel délnyugatra látható az NGC 4589-től (galaxis, 10,7 magnitúdós) a Sárkány csillagképben
01.25.	16:45	a (471) Papagena kisbolygó (11,0 magnitúdós) 11'24"-cel keletre látható a ξ Pisciumtól (4,6 magnitúdós) az esti szürkületben
01.25.	20:59	a (115) Thyra kisbolygó oppozícióban (9,8 magnitúdós, Rák csillagkép)
01.27.	0:03	a (1963) Bezovec kisbolygó (14,0 magnitúdós) elfedi az UCAC4-505-007188-at (10,5 magnitúdós)
01.27.	0:09	a Hold mögül kilép a 37 Leonis (6,4 magnitúdós, 91%-os, csökkenő holdfázis)
01.27.	0:26	a (723) Hammonia kisbolygó (14,5 magnitúdós) elfedi az UCAC4-531-010118-at (9,6 magnitúdós)
01.27.	21:22	a Hold mögül kilép a τ Leonis (5,0 magnitúdós, 86%-os, csökkenő holdfázis)

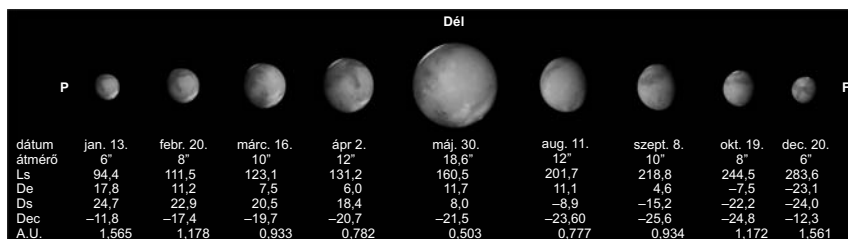
Dátum Időpont Esemény

01.27.	22:57	a Jupiter 1,8°-kal északkeletre látható a 85,7%-os, csökkenő fázisú Holdtól az Oroszlán csillagképben
01.28.	16:49	a (29) Amphitrite kisbolygó (10,5 magnitúdós) 14'11"-cel északnyugatra látható az ι Arietistől (5,1 magnitúdós) az esti szürkületben
01.28.	16:49	a (68) Leto kisbolygó (11,9 magnitúdós) 17,0'-cel délkeletre látható az NGC 7606 galaxistól (10,8 magnitúdós) az esti szürkületben a Vízöntő csillagképben
01.28.	19:26	a Hold minimális librációja ($l = 1,14^\circ$, $b = -1,08^\circ$)
01.29.	20:41	az (5) Astraea kisbolygó (9,3 magnitúdós) 45'-cel délnyugatra látható a Regulustól (α Leo, 1,4 magnitúdós)
01.30.	3:35	a Hold mögül kilép a θ Virginis (4,4 magnitúdós, 68%-os, csökkenő holdfázis), kilépés 04:28-kor
01.30.	5:41	a Merkúr hajnali láthatósága, a polgári szürkületkori magassága 6,7°, 0,2 magnitúdós, fázisa 44%
01.30.	9:10	a Hold földtávolban (földtávolság 404 553 km, látszó átmérője 29'32,2", 66,5%-os, csökkenő holdfázis)

Mars-láthatóság messzi délen

A 2016-os évben a bolygó oppozíciós ciklusában végre elérkezünk a három perihéliumi oppozíció közül az elsőhöz. Apró ürröm az örömben, hogy az oppozíció környékén a bolygó a Skorpió és Kígyótartó csillagképek -20° -os deklináció alatti területein figyelhető meg. A 2016-os láthatóság nagy részében az egyenlítője felől látjuk a bolygót, így mindkét pólust meg tudjuk figyelni. A jó láthatóság nem korlátozódik szűken a májusi oppozícióra: egészen ősz végéig elég nagy marad a korong a részletes megfigyelések készítéséhez.

Január 3-án az északi félteke nyári napfordulóba kerül ($L_s = 90$). Orografikus felhők jelennek meg a Tharsis vulkánok felett, évszakos felhők a Syrtis Major, Lybia, Hellas felett, az északi félteke felhőaktivitása jelentős. Ez a szeles évszak kezdete, porviharkezdemények lehetnek délen, a Hellas fölött. Az apró, még csak 6"-es és 1^m-s bolygót érdemes hajnalban nagyobb műszerekkel felkeresni, igazán eseménydús évszak zajlik rajta.



A Mars korongjának méret- és irányváltozásai, illetve a pólussapkák változásai a 2016-os láthatóság során. Jeffrey D. Beisch nyomán (ALPO Mars Section).

Hold–Jupiter-együttállás január 27-én

A 2016-os esztendőben nagyon sok látványos együttállást figyelhetünk meg, amelyek szereplői a Hold és a bolygók lesznek, de a Hold és fényes csillagok közelségeit (sőt fedéseit) is megfigyelhetjük. Január 27-én késő este kerül a legközelebb egymáshoz a Jupiter és a Hold, 22:30 UT-kor alig 1,9 fok választja el őket egymástól. A fogyó Hold fázisa 85% lesz, a közelség idején 30 fok magasan tartózkodik majd az Oroszlán csillagképben.

Üstökösök

C/2013 US10 (Catalina). Az év leglátványosabbnak ígérkező üstökösét a Catalina Sky Survey során azonosították 2013. október 31-én, ám a 68 cm-es Schmidt-távcső felvételein a 18,6 magnitúdós égitest teljesen csillagszerűnek mutatkozott, így hiába tűnt pályája parabolikusnak, kisbolygójelöléssel katalogizálták. Később egészen augusztusig visszamenően azonosították archív képeken, amelyek közül a Pan-STARRS 1,8 méteres távcsövének augusztus 14-i felvételei már mutatták gyenge kómáját (a keresőszoftver nem vette észre a mozgó égitestet), de végső bizonyítékot csak a 3,6 m-es Canada–France–Hawaii Telescope-pal készült november 5-i képek szolgáltattak. A 32 fokos hajlású, retrográd pályán mozgó üstökös pontos pályaszámításait így hamar el lehetett végezni, ami Oort-felhőből érkező, 0,823 CSE perihéliumtávolságú vándorra utalt 2015. november 15-i perihéliumátmenettel. Mint minden nagy távolságban felfedezett üstökös esetében, itt is nagyon nehéz pontos fényesség-előrejelzést adni a perihélium környékére, ám az üstökös 2015 közepéig mutatott viselkedése arra utal, hogy akár a szabad szemes láthatóság határáig is felfényesedhet.

C/2013 US10 (Catalina)

Dátum	RA (h m s)	D (° ' ")	Δ (CSE)	r (CSE)	E (°)	m_v (m)
01.01.	14 14 00	+18 21 50	0,898	1,180	78	5,5
01.06.	14 10 38	+27 41 20	0,815	1,243	87	5,5
01.11.	14 04 24	+38 56 56	0,754	1,307	97	5,5
01.16.	13 52 21	+51 42 02	0,726	1,372	106	5,7
01.21.	13 26 34	+64 41 04	0,736	1,438	113	5,9
01.26.	12 19 13	+75 55 55	0,785	1,505	116	6,2
01.31.	09 02 38	+81 37 07	0,866	1,572	116	6,7
02.05.	05 53 05	+78 21 16	0,973	1,639	114	7,1
02.10.	04 49 26	+72 52 50	1,098	1,706	110	7,5
02.15.	04 25 27	+68 03 19	1,235	1,773	105	7,9
02.20.	04 14 54	+64 06 44	1,380	1,839	101	8,3
02.25.	04 10 16	+60 55 34	1,530	1,906	96	8,7
03.01.	04 08 46	+58 20 34	1,683	1,972	91	9,1
03.06.	04 09 07	+56 14 06	1,837	2,038	87	9,4
03.11.	04 10 39	+54 30 12	1,992	2,104	82	9,7
03.16.	04 13 00	+53 04 20	2,145	2,169	78	10,0
03.21.	04 15 55	+51 53 01	2,297	2,234	74	10,3

Dátum	RA (h m s)	D (° ' ")	Δ (CSE)	r (CSE)	E (°)	m _v (m)
03.26.	04 19 15	+50 53 30	2,446	2,298	70	10,6
03.31.	04 22 54	+50 03 42	2,593	2,362	66	10,8
04.05.	04 26 48	+49 21 59	2,735	2,426	62	11,0
04.10.	04 30 53	+48 47 04	2,874	2,489	58	11,3
04.15.	04 35 06	+48 17 57	3,009	2,552	54	11,4
04.20.	04 39 25	+47 53 47	3,138	2,615	50	11,6
04.25.	04 43 49	+47 33 52	3,263	2,677	47	11,8
04.30.	04 48 16	+47 17 38	3,382	2,739	43	12,0
05.05.	04 52 45	+47 04 39	3,496	2,800	40	12,2
05.10.	04 57 15	+46 54 33	3,604	2,861	37	12,3
05.15.	05 01 45	+46 47 04	3,706	2,921	34	12,5
05.20.	05 06 13	+46 41 55	3,801	2,981	31	12,6
05.25.	05 10 39	+46 38 52	3,891	3,041	29	12,8
05.30.	05 15 02	+46 37 46	3,974	3,101	27	12,9

Ha valóban így lesz, azt már az év első hajnalán megtapasztalhatjuk, mert a Bootesben látszó üstökös maximális, 5-6 magnitúdós fényességével ragyog majd az Arcturustól háromnegyed fokkal délnyugatra. A naponta 1,7°-ot észak felé elmozduló égitest ezután még gyorsul is, mert hiába távolodik 1,18 és 1,57 CSE között a Naptól, bolygónkhoz közeledni fog. Legkisebb távolságát január 17-én éri el 0,725 CSE-nél, az Ursa Maiorban járó kométa ekkor naponta 2,7°-ot mozdul el egünkön. Fényessége csak ezt követően kezd csökkenni, akkor viszont egyre gyorsabb ütemben, így a hónap végéig 1 magnitúdós halványodásra számíthatunk. Januári útja során érinteni fogja a Draco és a Camelopardalis csillagképeket is, 31-én hajnalban +82°-os deklinációnál eléri pályája legészakibb pontját. Fotósoknak érdekes téma lehet az üstökös és az NGC 5466 gömbhalmaz január 6-i 1,2°-os közelsége, amikor az ioncsóva – ha elég hosszú – hajnali 4 óra körül elvonul a gömbhalmaz előtt. Szintén az ioncsóva irányában lesz 13-án este 7 körül az M51, az Örvény-köd is, de az 5,2°-os távolság nagy aktivitást kíván majd. Hasonlóan látványos lesz, amikor 25-én hajnali 4 előtt az üstökös elhalad a 11 magnitúdós NGC 4589 galaxis előtt.

C/2013 X1 (PANSTARRS). A hawaii-szigeteki Haleakala-vulkán kráterében felállított 1,8 m-es távcsővel és a fókuszsíkjába szerelt 40×40 cm-es, 1,4 gigapixeles, 4096 egyedi csipből épített CCD-vel fedezte fel a Panoramic Survey Telescope & Rapid Response System (Pan-STARRS) nevű program 2013. december 4-én. A 20,2 magnitúdós égitest ekkor 8,9 CSE-re járt a Naptól, ám 2016. április 20-án 1,314 CSE-re halad el tőle. Sajnos ekkor éppen a Naprendszer átellenes oldalán jár majd, de az év első két hónapjában még megfigyelhetjük az esti égen járó vándort.

C/2013 X1 (PANSTARRS)

Dátum	RA (h m s)	D (° ' ")	Δ (CSE)	r (CSE)	E (°)	m _v (m)
01.01.	00 06 18	+21 47 18	1,797	2,058	91	11,6
01.06.	23 58 58	+19 37 10	1,868	2,008	83	11,6
01.11.	23 53 06	+17 41 09	1,941	1,957	76	11,6

Dátum	RA (h m s)	D (° ' ")	Δ (CSE)	r (CSE)	E (°)	m_v (m)
01.16.	23 48 27	+15 58 18	2,012	1,908	70	11,6
01.21.	23 44 47	+14 27 18	2,082	1,859	63	11,6
01.26.	23 41 56	+13 06 45	2,147	1,811	57	11,6
01.31.	23 39 44	+11 55 19	2,208	1,764	51	11,6
02.05.	23 38 05	+10 51 42	2,263	1,719	45	11,5
02.10.	23 36 54	+09 54 47	2,311	1,674	40	11,5
02.15.	23 36 03	+09 03 28	2,352	1,632	34	11,5
02.20.	23 35 29	+08 16 46	2,384	1,590	29	11,4
02.25.	23 35 07	+07 33 47	2,407	1,551	24	11,3

Az Oort-felhőből érkezett üstökös a Pegasus-négyszögben kezdi az évet, annak keleti felében halad egyre lassulva délnyugat felé. Földtávolsága 1,8 és 2,2 CSE között nő, így hiába közeledik a Naphoz, fényessége 11–12 magnitúdó között stagnál majd. A felfedezés utáni megfigyelések szerint porban gazdag üstökös 2-án este 18 ívperccel északra látható a 13 magnitúdós NGC 7817 galaxistól, 7-én pedig 1°-kal keletre találjuk az 5,1 magnitúdós ϕ Pegasitól. Később igen jellegtelen területen mozog, így megtalálása jó gyakorlat lehet a kezdő észlelőknek.

10P/Tempel. Ernst Wilhelm Leberecht Tempel (1821–1889) német csillagász fedezte fel 1873. július 4-én a milánói Brera Observatóriumból A 9,5 magnitúdós égitest 5,21 éves keringési idejű, rövid periódusú üstökösnek bizonyult. Ma már azt is tudjuk, hogy az 1,3–1,4 CSE perihéliumtávolságú kométa magja meglehetősen nagy, 10,6 km átmérőjű. Az első évtizedekben volt néhány nem észlelt napközelsége, ám manapság már naptávolban is észlelni tudjuk, így a folyamatosan megfigyelhető üstökösök közé tartozik. Legnagyobb fényességét 1925-ben érte el, amikor földközelsége (0,35 CSE) idején 6,5 magnitúdóig fényesedett.

10P/Tempel

Dátum	RA (h m s)	D (° ' ")	Δ (CSE)	r (CSE)	E (°)	m_v (m)
01.01.	21 39 53	-20 47 29	2,099	1,503	41	11,0
01.06.	21 56 27	-19 41 23	2,136	1,521	40	11,2
01.11.	22 12 36	-18 30 54	2,175	1,541	39	11,4
01.16.	22 28 21	-17 16 50	2,215	1,561	38	11,6
01.21.	22 43 41	-15 59 54	2,256	1,583	37	11,8
01.26.	22 58 37	-14 40 49	2,299	1,606	36	12,0
01.31.	23 13 08	-13 20 11	2,344	1,630	35	12,2

A mostani az üstökös 22. visszatérése a felfedezése óta. A távolodó és 11–12 magnitúdó között halványuló vándort ebben a hónapban még kereshetjük az esti égen a Capricornus, majd az Aquarius csillagképben. Az északkelet felé mozgó, naponta 0,8 fokot haladó üstökös 7-én este 20 ívperccel délre látható a 13,5 magnitúdós NGC 7183 galaxistól, két nappal később 15 ívperccel délre halad el az 5,8 magnitúdós 35 Aquariitól, 14-én este 25 ívperccel délnyugatra lesz a 13,5 magnitúdós IC 1445 galaxistól, 25-én este pedig a 3,3 magnitúdós δ Aquariitól 50 ívperccel északra kereshető.

116P/Wild. A hét üstökös, köztük négy rövid periódusú vándort felfedező svájci csillagász, Paul Wild (1925–2014) azonosította egy olyan fotólemezen, amit szupernóvák keresésére céljából készített a zimmerwaldi 40 cm-es Schmidt-távcsővel 1990. január 21-én. A 14 magnitúdós, 6,5 éves keringési idejű üstökös a következő hónapokban 12 magnitúdóig fényesedett. Korábban azért nem volt ismert, mert 2 CSE körüli perihéliumtávolsága egy 1987-es Jupiter-közelség eredménye, korábban csak 3,4 CSE-re közelítette meg csillagunkat, így sokkal halványabb volt. A felfedezése óta észlelt mindhárom napközelség során elérte a 12 magnitúdós fényességet, így idén is jó esélyünk van arra, hogy 15-20 cm-es távcsővel biztosan észlelhessük.

A 2,187 CSE-s perihéliumát 11-én elérő üstökös a hajnali égen kell keresni a Virgo, majd a Libra csillagképben. A délkeleti irányba naponta 0,5–0,4 fokot elmozduló üstökös csökkenő földtávolsága miatt 13–12,5 magnitúdó között fényesedik, 6-án hajnalban 6 ívperccel keletre láthatjuk a 4,5 magnitúdós λ Virginistől, 14-én a 14,5 magnitúdós NGC 5664-et közelíti meg 6 ívpercre délnyugatra, 21-én hajnalban a 6,3 magnitúdós 5 Libraetől 20 ívpercre délnyugatra láthatjuk, míg 24-én az α^2 Libraetől 14 ívperccel délnyugatra kereshetjük. A hónap utolsó előtti éjszakáján keresztezi az ekliptika vonalát, amikor negyed fokkal délre jár majd három 13-14 magnitúdós galaxis csoportjától.

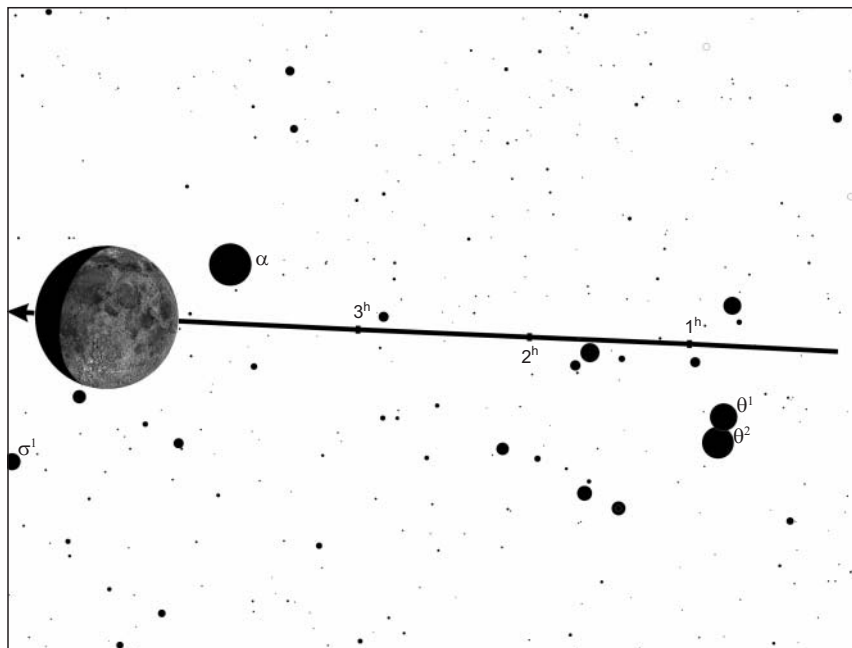
116P/Wild

Dátum	RA (h m s)	D (° ' ")	Δ (CSE)	r (CSE)	E (°)	m_v (m)
01.01.	14 10 10	-12 29 45	2,411	2,188	65	12,9
01.06.	14 19 05	-13 21 10	2,358	2,188	68	12,9
01.11.	14 27 51	-14 10 38	2,305	2,187	71	12,8
01.16.	14 36 27	-14 58 02	2,251	2,187	74	12,8
01.21.	14 44 50	-15 43 18	2,197	2,188	77	12,7
01.26.	14 53 00	-16 26 25	2,143	2,190	80	12,7
01.31.	15 00 54	-17 07 21	2,088	2,191	83	12,6
02.05.	15 08 31	-17 46 05	2,034	2,194	86	12,6
02.10.	15 15 46	-18 22 37	1,980	2,197	89	12,5
02.15.	15 22 39	-18 56 56	1,927	2,201	92	12,5
02.20.	15 29 06	-19 29 05	1,874	2,205	96	12,4
02.25.	15 35 05	-19 59 07	1,822	2,210	99	12,4
03.01.	15 40 33	-20 27 05	1,771	2,215	103	12,4
03.06.	15 45 27	-20 53 01	1,721	2,221	107	12,3
03.11.	15 49 43	-21 16 58	1,672	2,227	111	12,3
03.16.	15 53 18	-21 38 56	1,626	2,234	115	12,3
03.21.	15 56 11	-21 58 58	1,581	2,241	119	12,3
03.26.	15 58 18	-22 17 05	1,539	2,249	124	12,2
03.31.	15 59 38	-22 33 15	1,500	2,258	128	12,2
04.05.	16 00 10	-22 47 24	1,464	2,266	133	12,2
04.10.	15 59 52	-22 59 25	1,432	2,276	138	12,2
04.15.	15 58 47	-23 09 14	1,404	2,285	143	12,2
04.20.	15 56 57	-23 16 44	1,381	2,296	148	12,2
04.25.	15 54 26	-23 21 52	1,362	2,306	153	12,2
04.30.	15 51 20	-23 24 36	1,349	2,317	159	12,3

Dátum	RA (h m s)	D (° ' ")	Δ (CSE)	r (CSE)	E (°)	m_v (m)
05.05.	15 47 46	-23 24 55	1,341	2,329	164	12,3
05.10.	15 43 51	-23 22 58	1,340	2,341	170	12,4
05.15.	15 39 47	-23 18 59	1,344	2,353	175	12,4
05.20.	15 35 42	-23 13 23	1,355	2,366	176	12,5
05.25.	15 31 47	-23 06 36	1,372	2,379	171	12,6
05.30.	15 28 09	-22 59 08	1,395	2,392	166	12,7

Hyadok-fedés január 19/20-án

A januári telehold előtt négy nappal a Hold elfedi a Hyadok csillaghalmaz fényes tagjait. A fedéssorozatra 19-én éjjel kerül sor, az első fényes csillag a γ^1 Tauri lesz, majd a halmaz déli tagjai kerülnek sorra. Sajnos a nagy holdfázis miatt a halvány halmaztagok belépéseit nem láthatjuk kis távcsövekkel, de 20-án hajnalban néhány fényesebb csillag eltűnését megfigyelhetjük a Hold sötét oldalán. A legfényesebb közülük a θ^1 Tauri lesz, amelynek súroló sávja az ország déli részén fog húzódni, nagyjából a Szentgotthárd-Szabadka vonalon. Ettől délre a csillag szoros közelsége látszik csak, tehát Kaposváron és Pécsen nem lesz fedés, míg Zalaegerszegen és Szekszárdon a Hold rövid időre elfedi



a csillagot. A Hold folyamatosan közeledni fog az Aldebaran felé, de még mindig 7^h lesz a távolság, amikor lenyugszanak.

A fedések időpontjai Budapesten

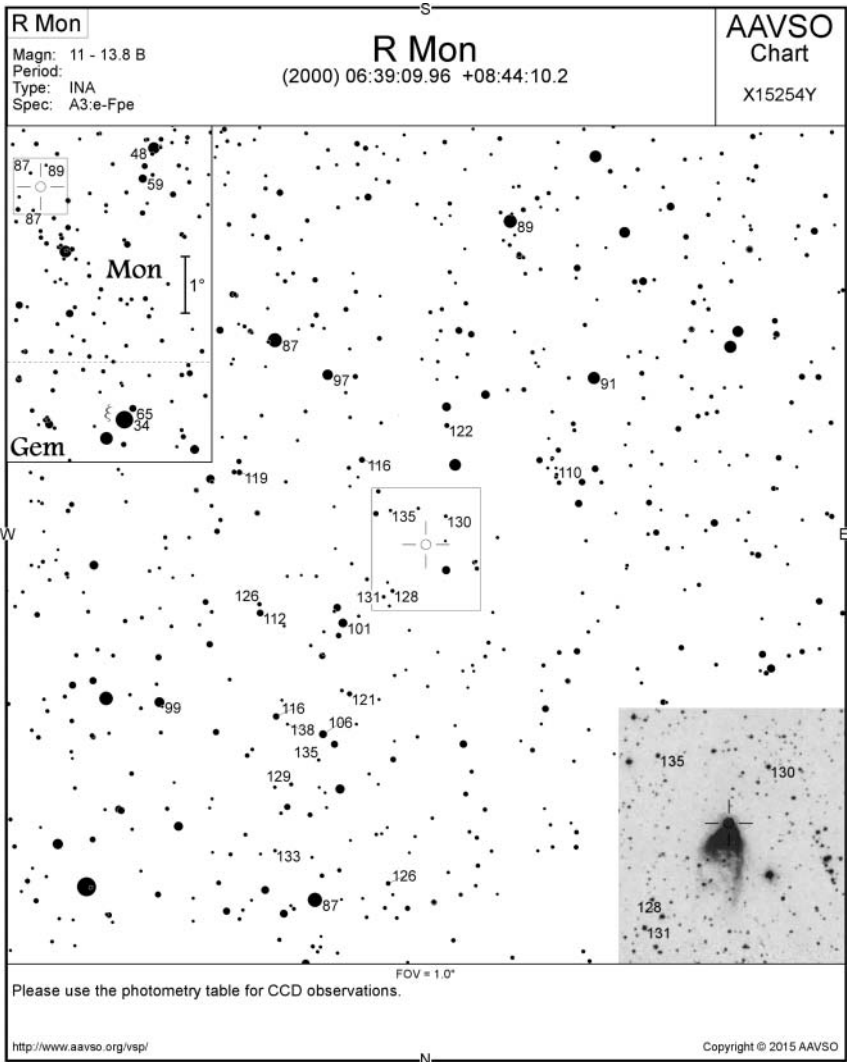
Dátum hó nap	UT			E	Csillag		Hold		CA °
	h	m	s		név	m	alt	az	
1 19	23	1	37	D	70 Tau	6,6	34	256	23S
1 20	0	15	39	D	75 Tau	5,0	22	270	67N
1 20	0	25	12	d	ZC 672	6,7	21	272	67S
1 20	0	31	30	D	θ^1 Tau	3,8	19	273	10S
1 20	0	51	42	r	θ^1 Tau	3,8	16	276	-30S
1 20	1	6	4	D	ZC 677	4,8	14	279	70S
1 20	1	12	46	d	ZC 680	6,5	13	280	60S

 θ^1 Tauri be- és kilépése

Város	belépés UT			kilépés UT			CA °
	h	m	s	h	m	s	
Budapest	0	31	30	0	51	42	-30S
Debrecen	0	29	57	0	54	13	-35S
Győr	0	31	21	0	50	38	-29S
Kecskemét	0	34	6	0	50	58	-27S
Miskolc	0	28	5	0	54	18	-37S
Nyíregyháza	0	28	17	0	54	50	-38S
Paks	0	37	13	0	48	38	-22S
Salgótarján	0	28	27	0	53	33	-36S
Sopron	0	32	5	0	49	18	-27S
Szeged	0	38	2	0	48	55	-21S
Székesfehérvár	0	33	31	0	50	11	-27S
Szekszárd	0	40	9	0	46	30	-16S
Szombathely	0	35	24	0	47	40	-22S
Tatabánya	0	31	48	0	50	40	-29S
Veszprém	0	34	36	0	49	10	-24S
Zalaegerszeg	0	38	30	0	45	38	-17S

Az R Monocerotis és Hubble változó köde, az NGC 2261

Az NGC 2261 régóta ismert objektum, William Herschel fedezte fel 1783-ban. A gazdag csillagmezőben igen szép, üstökösszerű látványt nyújt a bonyolult szerkezetű, emisziós jegyeket is mutató reflexiós köd. A ködösségbe ágyazott R Mon fényváltozását először Julius Schmidt észlelte 1861-ben. A mintegy 2500 fényév távolságban található, 1 fényév átmérőjű köd egyik érdekessége, hogy elsőként ezt az objektumot kapták táv-



csővégre az újonnan elkészült Palomar-hegyi 5 m-es Hale-távcsővel, 1949-ben. A felvétel Edwin P. Hubble vezetésével készült, és a kód változásai nyomában felkeltették a csillagász érdeklődését. Ma már tudjuk a jelenség okát: a ködösség déli részén található R Monocerotis világítja meg a tágabb környezetében lévő gáz- és porfelhőket. A fényes-

ségeloszlás gyors változását az R Mon körüli, hozzá igen közel kavargó sötét, átlátszatlan porfelhők okozzák, amelyek árnyékot vetnek a köd távolabbi részeire. Ily módon tulajdonképpen egy kozmikus árnyjátékot láthatunk.

A fiatal, körülbelül 300 000 éves és mintegy 10 naptömegnyi központi csillagot nem láthatjuk közvetlenül, csupán a környező porszemcséken szórt fényét. Valószínűsíthető, hogy a legyező alakú ködnek szimmetrikus megfelelője is van a csillag túloldalán, de ezt a látóirányunkba eső sötét porköd takarja.

A csillag közel 3 magnitúdó amplitúdójú, kiszámíthatatlan változásokat produkál, néha meglepő gyorsasággal. Észlelése nem könnyű feladat, mert bár általában viszonylag kis távcsövel is jól látszik, fényességének becslése nehéz a nagy felületi fényű ködösség miatt.

A Hold csillagfedései

Dátum hó nap	UT			J	Csillag		Hold		Pozíció		Korrekció	
	h	m	s		ZC/SAO név	m	fázis	h	CA	PA	A	B
1 3	3	25	20	ki	139327	8,0	41 - 30	48 É	334	+0,7	-1,3	
1 4	2	18	38	ki	2028 96 Vir	6,5	32 - 14	60 D	261	+1,0	+1,8	
1 4	3	51	1	ki	158411 DN Vir	8,0	32 - 25	83 D	283	+1,4	+0,7	
1 7	4	0	4	ki	2399 24 Oph	4,9	9 - 3	54 É	320	+0,1	+0,0	
1 12	16	39	31	be	3188 λ Cap	5,6	8 + 14	67 É	45	+0,5	+0,0	
1 12	16	40	15	be	3189 50 Cap	7,0	8 + 14	35 D	123	+1,4	-2,8	
1 13	17	29	57	be	146272	7,7	16 + 18	48 É	26	+0,3	+0,8	
1 14	16	53	37	be	146804	8,2	25 + 33	42 É	19	+0,6	+1,6	
1 14	17	42	54	be	146820	8,2	25 + 27	89 D	68	+1,0	-0,5	
1 16	19	6	23	be	219 μ Psc	4,8	47 + 37	85 D	73	+1,2	-0,5	
1 16	20	14	40	ki	219 μ Psc	4,8	48 + 27	-89 D	247	+0,8	-0,6	
1 17	18	49	46	be	352	7,1	59 + 49	32 É	13	+0,8	+3,2	
1 17	20	11	56	be	362 25 Cet	6,5	59 + 39	71 D	90	+1,2	-1,1	
1 18	17	59	51	be	93387	7,1	69 + 56	84 É	67	+1,5	+0,9	
1 19	23	1	37	be	659 70 Tau	6,6	81 + 34	23 D	144	+0,4	-4,0	
1 20	0	15	39	be	667 75 Tau	5,0	81 + 22	67 É	53	+0,6	-0,3	
1 20	0	25	12	be	672	6,7	81 + 21	67 D	100	+0,2	-1,6	
1 20	0	31	29	be	669 θ ¹ Tau	3,8	81 + 19	10 D	157	-0,6	-5,1	
1 20	0	51	42	ki	669 θ ¹ Tau	3,8	81 + 16	-30 D	197	+1,1	+2,3	
1 20	1	6	4	be	677	4,8	81 + 14	70 D	97	+0,0	-1,5	
1 20	1	12	46	be	680	6,5	81 + 13	60 D	107	-0,1	-1,7	
1 20	23	27	46	be	806 111 Tau	5,0	89 + 40	43 D	127	+0,7	-2,5	
1 21	18	54	27	be	944	5,9	94 + 51	86 D	85	+1,4	+1,1	
1 21	22	40	40	be	95554	7,6	95 + 54	55 É	46	+1,9	+1,4	
1 21	23	1	46	be	970	6,3	95 + 52	61 D	110	+1,3	-1,6	
1 22	0	5	18	be	975	6,8	95 + 43	19 D	152	+0,4	-3,9	
1 23	2	14	19	be	96848	7,1	99 + 30	40 D	126	+0,3	-2,2	
1 27	0	8	40	ki	1567 37 Sex	6,4	91 - 47	22 É	3	-0,1	-5,5	

Dátum hó nap	UT			J	Csillag		Hold		Pozíció		Korrekció	
	h	m	s		ZC/SAO név	m	fázis	h	CA	PA	A	B
1 27	21	22	19	ki	1663	5,0	86 - 18	77 D	280	+0,6	+1,2	
1 27	21	40	17	ki	118879	7,2	86 - 21	70 D	274	+0,7	+1,4	
1 28	0	53	57	ki	1676 NSV 18794	6,5	85 - 43	49 É	334	+1,0	-1,9	
1 30	3	34	34	be	1891 θ Vir	4,4	68 - 37	-42 É	64	+2,7	+1,0	
1 30	4	28	11	ki	1891 θ Vir	4,4	68 - 35	35 É	346	+0,8	-2,8	

Évfordulók

100 éve született David Evans

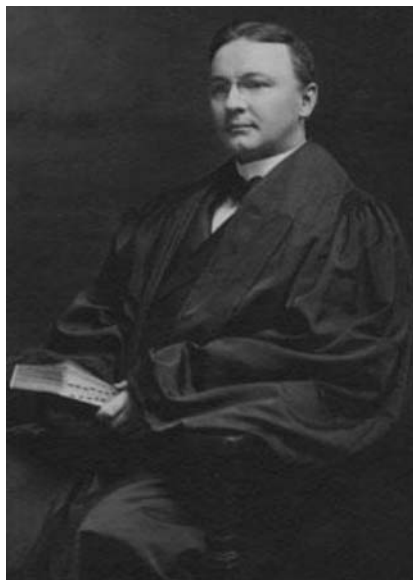
David Stanley Evans (1916. január 28, Cardiff – 2004. november 14., Austin) a 20. század egyik meghatározó, szerteágazó érdeklődésű csillagásza. A cambridge-i Kings College elvégzése után az Oxfordi Egyetemre került, ahol Arthur Eddington és Richard Woolley irányítása alatt szerzett PhD-fokozatot a hidrogén Balmer-sorozata stellárasztrónómiai vonatkozásainak témájában. A második világháborúban orvosi fizikusként dolgozott. 1945 végén Dél-Afrikába, a pretoriai Radcliffe Observatóriumba hívták másodasszisztensnek. Ő irányította a 74 hüvelykes távcső tükrének beszerelését is. Evans itt kezdett el dolgozni a déli galaxisok és planetáris ködök atlaszán, amely a Cape Photographic Atlas of Southern Galaxies kiadványban csúcso- sodott ki. 1951-től a Jóreménység-foki Királyi Observatóriumban asszisztens- ként dolgozva ugyanazzal a műszerrel folytatta megfigyelési programját. Ebben az időben jött rá, hogy az Aldebaran és az Arcturus Hold általi fedései alapján meg lehetne mérni e csillagok átmérőjét. Ez a vállalkozás alapozta meg Evans érdeklődését a gyorsfotometriai módsze- rek iránt. Az Antares öt mérése alapján megállapította, hogy a csillag vagy ellip- szoidális alakú, vagy erősen foltos – eredményét némi kételkedéssel fogadta a csillagászközösség, azonban a modern interferometriás mérések igazolták e megfigyelés helyességét. Az Austinban vendégkutatóként töltött egy év után 1968-tól Evans ugyanitt fogadott el pro- fesszori és igazgatóhelyettesi beosztást. Tökéletesítette a gyorsfotometriai mód- szert, amelyet csillagfedések, flemek és M típusú törpecsillagokon levő foltok vizs-



gálatára alkalmazott. Itt közölték a Barnes–Evans-összefüggést, amely a Baade–Wessex-link-analízis továbbgondolásaként a pulzáló csillagok méretére és távolságára enged következtetni a fényváltozás, a színváltozás és a radiálissebesség-görbe alapján. Itt fordult érdeklődése a csillagászat történet felé is. Feldolgozta John Herschel és Nicolas de Lacaille abbé dél-afrikai működését, valamint a dél-afrikai csillagászat átfogó történetét (Under Capricorn).

150 éve született Joel Metcalf

Joel Hastings Metcalf (1866. január 4., Meadville – 1925. február 23., Portland) foglalkozása szerint lelkész, korának egyik legeredményesebb amatőr csillagásza és fontos műszerépítője volt. Érdeklődése korán a csillagászat felé fordult: 13 éves korában vette kezébe Richard Proctor könyvét a távoli világokról, és ekkor már követte a bolygók együttállásait is. Első két műszerét, egy 5 és 9 centiméteres refraktort az 1880-as évek elején kapta. Közben teológiai tanulmányokat folytatott, Meadville-ben diplomát (1890) és PhD-fokozatot is szerzett (1892). 1890-től kezdve látott el lelkesi szolgálatokat, először Rosalindében majd Burlingtonban (Vermont). Itt vásárolta 17 cm-es refraktorát, és saját optikákat is elkezdett építeni. Az új teleszkóp állvánnyal együtt 1901-ben érkezett, amit a befagyott Champlain-tavon keresztül szállítottak – ami aztán jég megrepedése miatt kis híján tragédiához vezetett. Az obszervatórium működését a Vermonti Egyetem támogatta. Metcalf a lelkesi tevékenységen kívül a fiatalság nevelésébe is teljes elszánással vetette magát. Idegkimerültsége miatt került Oxfordba, az obszervatóriumba, ahol megismerkedett a profi csillagászat művelésének korszerű módjával. 1904–1910 között Tauntonban volt lelkész. Ebben az időben kezdte fölfedezéseit az obszervatórium 30 cm-es fotografikus távcsövével. A táv-



csövet a kisbolygók várható útján vezette, így a csillagok csíkot húztak a képen, a kisbolygók viszont majdnem pontszerűnek mutatkoztak, ezzel jelentősen növelte az elérhető határfényességet – az új módszert az *Astrophysical Journal* hasábjain is közölte. Később Winchesterbe és South Heroba került lelkesi hivatalba, ahol folytatta felfedezéseit: összesen 41 kisbolygót, 5 üstökösöt és 10 változócsillagot fedezett föl, és jelentős optikákkal látta el a hozzá forduló csillagvizsgálókat is. Metcalf élete a világháború kitörésével új fordulatot vett. Tábori lelkesi szolgálatba állt, ahol a sérült katonáknak lelki és fizikai támogatást is nyújtott. Többször kapott légnyomást és mustárgázmérgezést is. 1919-ben az akkor még Magyarországhoz tartozó székely unitá-

csövet a kisbolygók várható útján vezette, így a csillagok csíkot húztak a képen, a kisbolygók viszont majdnem pontszerűnek mutatkoztak, ezzel jelentősen növelte az elérhető határfényességet – az új módszert az *Astrophysical Journal* hasábjain is közölte. Később Winchesterbe és South Heroba került lelkesi hivatalba, ahol folytatta felfedezéseit: összesen 41 kisbolygót, 5 üstökösöt és 10 változócsillagot fedezett föl, és jelentős optikákkal látta el a hozzá forduló csillagvizsgálókat is. Metcalf élete a világháború kitörésével új fordulatot vett. Tábori lelkesi szolgálatba állt, ahol a sérült katonáknak lelki és fizikai támogatást is nyújtott. Többször kapott légnyomást és mustárgázmérgezést is. 1919-ben az akkor még Magyarországhoz tartozó székely unitá-

rius falvakban vállalt szolgálatot, a háborúban lerombolt templomok újjáépítését előmozdítandó. Élete végéig aktív volt. Utolsó műve annak a 33 cm-es lencsének a megmunkálása volt, amellyel Clyde Tombaugh fölfedezte a Plutót. A köztisztelőben álló személyiség temetésén 900-an vettek részt.

Jupiter-holdak

nap	UT h:m	hold	jelenség
1	22:18,9	Ganymedes	mv
2	5:34,7	Europa	fk
	23:22,3	Callisto	mk
3	1:42,8	Callisto	mv
	23:47,6	Europa	ák
4	2: 9,5	Europa	ek
	2:36,4	Europa	áv
	4:53,7	Europa	ev
5	4:12,6	Ganymedes	ák
	4:35,5	Io	fk
	23:54,4	Europa	mv
6	1:56,7	Io	ák
	3: 4,6	Io	ek
	4:12,3	Io	áv
	5:18,9	Io	ev
	23: 3,8	Io	fk
7	2:28,9	Io	mv
	21:31,9	Io	ek
	22:40,5	Io	áv
	23:46,2	Io	ev
8	20:56,3	Io	mv
	21:36,2	Ganymedes	fv
	22:49,4	Ganymedes	mk
9	2: 1,6	Ganymedes	mv
10	21:11,4	Callisto	ák
11	0:43,4	Callisto	áv
	2:22,6	Europa	ák
	4:37,2	Europa	ek
	5:11,4	Europa	áv
12	21:25,2	Europa	fk
13	2:19,4	Europa	mv
	3:49,6	Io	ák
	4:53,6	Io	ek
14	0:57,2	Io	fk
	4:18,1	Io	mv
	20:33,9	Europa	ev

nap	UT h:m	hold	jelenség
14	22:17,9	Io	ák
	23:20,6	Io	ek
15	0:33,5	Io	áv
	1: 4,9	Io	ev
	22: 8,3	Ganymedes	fk
	22:45,2	Io	mv
16	1:33,9	Ganymedes	fv
	2:29,4	Ganymedes	mk
	5:40,6	Ganymedes	mv
18	4:57,7	Europa	ák
19	5:31,4	Callisto	fk
	23:58,7	Europa	fk
20	4:42,0	Europa	mv
	5:42,6	Io	ák
21	2:50,7	Io	fk
	20:14,4	Europa	ek
	21: 3,9	Europa	áv
	22:58,3	Europa	ev
22	0:10,8	Io	ák
	1: 8,3	Io	ek
	2:26,5	Io	áv
	3:22,5	Io	ev
	21:19,2	Io	fk
23	0:33,1	Io	mv
	2: 6,4	Ganymedes	fk
	5:31,3	Ganymedes	fv
	20:54,8	Io	áv
	21:49,3	Io	ev
26	19:45,4	Ganymedes	ek
	22:53,3	Ganymedes	ev
27	2:32,1	Europa	fk
28	0: 2,0	Callisto	ek
	1:56,3	Callisto	ev
	4:44,3	Io	fk
	20:50,4	Europa	ák
	22:36,6	Europa	ek

nap	UT h:m	hold	jelenség
28	23:39,3	Europa	áv
29	1:20,6	Europa	ev
	2: 3,9	Io	ák
	2:54,8	Io	ek
	4:19,6	Io	áv
	5: 9,2	Io	ev
	23:12,8	Io	fk
30	2:20,0	Io	mv
	20:12,1	Europa	mv
	20:32,2	Io	ák
	21:21,4	Io	ek
	22:47,9	Io	áv
	23:35,7	Io	ev
31	20:46,5	Io	mv

f = fogyatkozás: a hold a Jupiter árnyékában

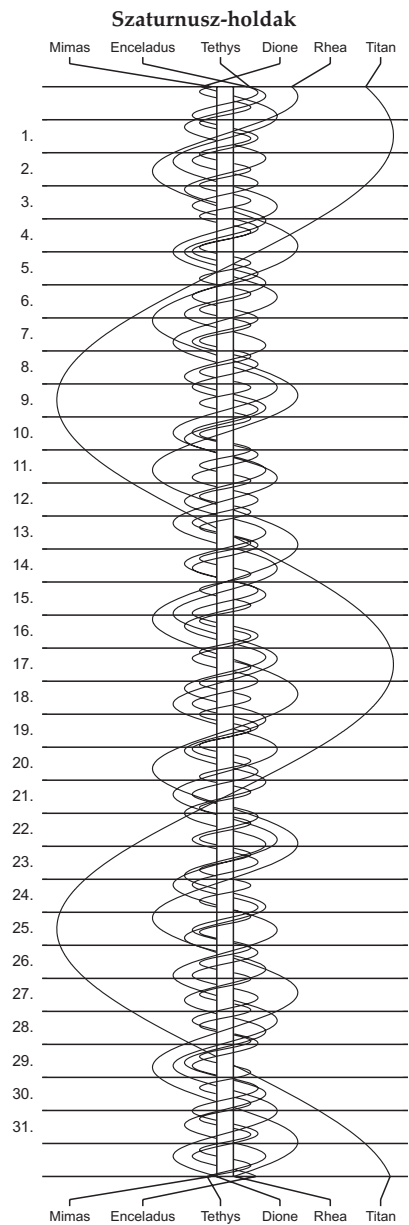
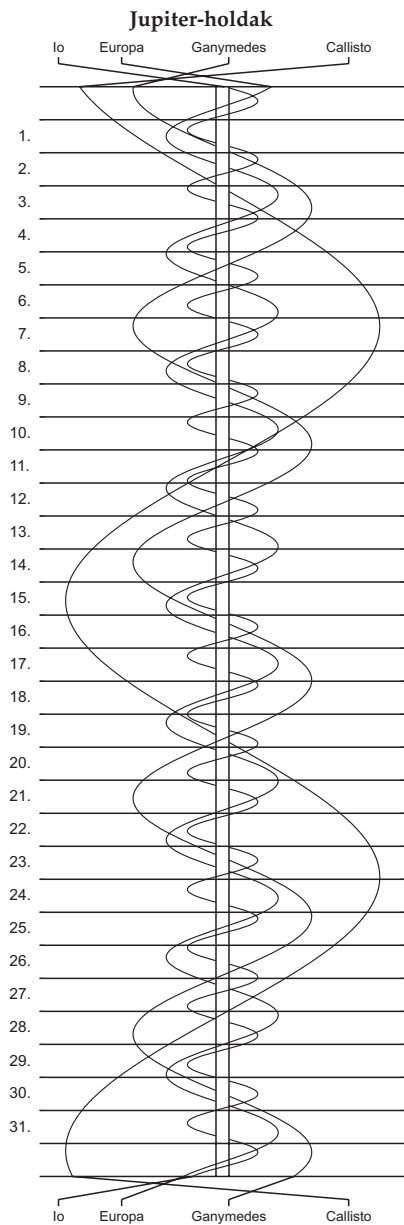
á = átvonulás: a hold árnyéka a Jupiteren

e = előtte: a hold a Jupiter korongja előtt

m= mögötte: a hold a Jupiter korongja mögött

k = a jelenség kezdete

v = a jelenség vége



**Hogy közelebb
hozhassuk a csillagokat...**

**Adószámunk:
19009162-2-43**

**Magyar
Csillagászati
Egyesület**

Fotó: Kiss Csongor



$\lambda = 19^\circ, \varphi = 47,5^\circ$ **Kalendárium – február**

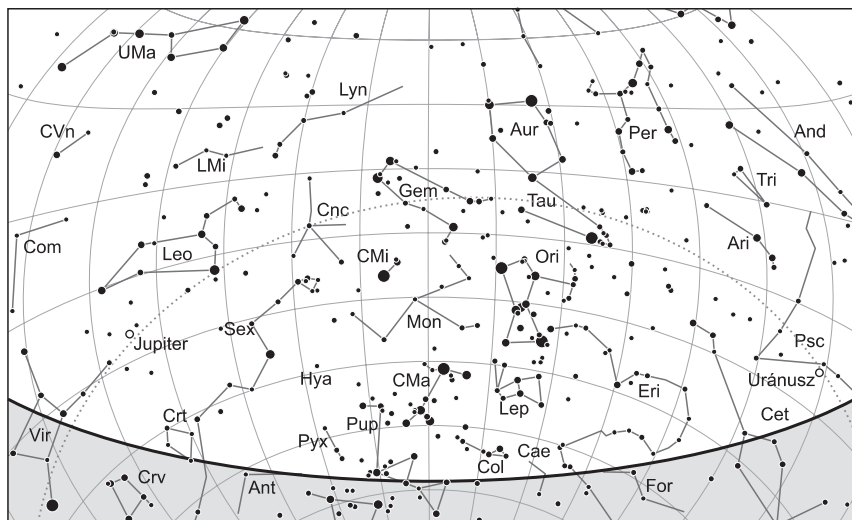
KÖZEI

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

február

nap	Julián dátum 12 ^h UT	θ_{gr} 0 ^h UT h m s	névnapok
1.	2 457 420	8 42 35	Ignác, Brigitta, Kincső
2.	2 457 421	8 46 32	Karolina, Aida, Johanna, Mária
3.	2 457 422	8 50 28	Balázs, Oszkár
4.	2 457 423	8 54 25	Ráhel, Csenge, András, Andrea, Róbert, Veronika
5.	2 457 424	8 58 21	Ágota, Ingrid, Agáta, Alida, Etelka, Kolos
6.	2 457 425	9 02 18	Dorottya, Dóra, Amanda, Dorina, Dorka, Réka
7.	2 457 426	9 06 14	Tódor, Rómeó, Richárd
8.	2 457 427	9 10 11	Aranka, János, Zsaklin
9.	2 457 428	9 14 07	Abigél, Alex, Apollónia, Erik, Erika
10.	2 457 429	9 18 04	Elvira, Ella, Pál, Vilmos
11.	2 457 430	9 22 01	Bertold, Marietta, Dezső, Elek, Mária, Titanilla
12.	2 457 431	9 25 57	Lívia, Lídia, Lilla
13.	2 457 432	9 29 54	Ella, Linda, Gergely, Gergő, Katalin, Leila, Levente
14.	2 457 433	9 33 50	Bálint, Valentin
15.	2 457 434	9 37 47	Kolos, Georgina, Alfréd, Gina, Györgyi
16.	2 457 435	9 41 43	Julianna, Lilla, Dániel, Illés, Sámuel
17.	2 457 436	9 45 40	Donát, Alex, Elek
18.	2 457 437	9 49 36	Bernadett, Simon
19.	2 457 438	9 53 33	Zsuzsanna, Eliza, Elizabet
20.	2 457 439	9 57 30	Aladár, Álmos, Elemér, Leona
21.	2 457 440	10 01 26	Eleonóra, György, Leona, Leonóra, Nóra, Péter
22.	2 457 441	10 05 23	Gerzson, Gréta, Margit, Pál, Péter
23.	2 457 442	10 09 19	Alfréd, Ottó, Péter
24.	2 457 443	10 13 16	<i>Szökőnap</i>
25.	2 457 444	10 17 12	Mátyás, Darinka, Hedvig, János
26.	2 457 445	10 21 09	Géza, Vanda
27.	2 457 446	10 25 05	Edina, Alexander, Géza, Győző, Izabella, Sándor, Viktor
28.	2 457 447	10 29 02	Ákos, Bátor, Antigoné, Gábor, László
29.	2 457 448	10 32 59	Elemér, Antónia

8. A kínai naptár 4753. évének kezdete



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

Bolygók

Merkúr: A hónap első felében jól megfigyelhető napkelte előtt a délkeleti ég alján. 7-én kerül legnagyobb nyugati kitérésben $25,6^\circ$ -ra a Naptól. 1-jén még másfél órával kel a Nap előtt, de a hónap közepétől láthatósága gyorsan romlik, a hónap végére elvész a kelő Nap fényében.

Vénusz: A hajnali keleti ég feltűnő égiteste, de láthatósága lassan romlik. A hónap elején egy és háromnegyed, a végén már csak egy órával kel a Nap előtt. Fényessége $-3,9^m$, átmérője $12,4''$ -ről $11,2''$ -re csökken, fázisa $0,85$ -ről $0,91$ -ra nő.

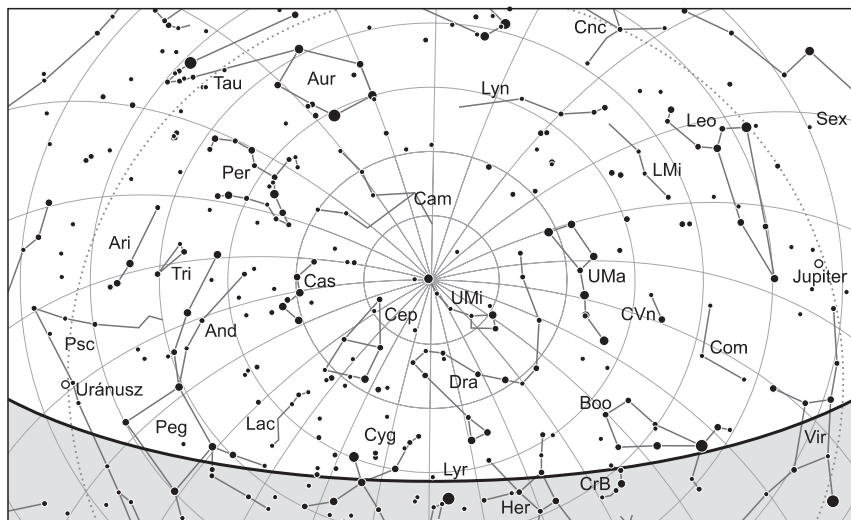
Mars: Előretartó mozgást végez a Mérleg csillagképben. Éjjel után kel, az éjszaka második felében látszik a délkeleti égen. Fokozatosan fényesedik, fényereje $0,8^m$ -ról $0,3^m$ -ra, látszó átmérője $6,8''$ -ről $8,6''$ -re nő.

Jupiter: Folytatja hátráló mozgását az Oroszlán csillagképben. Az esti órákban kel, az éjszaka döntő részében megfigyelhető mint fényes égitest. Fényessége $-2,4^m$, átmérője $44''$.

Szaturnusz: Előretartó mozgást végez a Kígyóirtó csillagképben. Kora hajnalban kel, hajnalban látható alacsonyan a délkeleti égen. Fényessége $0,5^m$, átmérője $16''$.

Uránusz: Sötétedés után kereshető a Halak csillagképben. Folytatja előretartó mozgását. Késő este nyugszik.

Neptunusz: A hónap első harmadában még kereshető az esti szürkületben, előretartó mozgást végez a Vízöntő csillagképben. 28-án már együttállásban van a Nappal.



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

Eseménynaptár (UT)

Dátum Időpont Esemény

- | | | |
|--------|-------|--|
| 02.01. | 3:28 | utolsó negyed (a Hold a Mérleg csillagképben, látszó átmérője 29'41,0") |
| 02.01. | 5:38 | a Mars 2,8°-kal délkeletre látható a 49,3%-os, csökkenő fázisú Holdtól a hajnali szürkületben a Mérleg csillagképben |
| 02.01. | 12:26 | a Merkúr dichotómiája (24,7°-os nyugati elongáció, 7,5" látszó átmérő) |
| 02.04. | 5:35 | a Szaturnusz 6,2°-kal nyugatra látható a 21,6%-os, csökkenő fázisú Holdtól a hajnali szürkületben a Kígyótartó csillagképben |
| 02.04. | 19:50 | a Hold maximális librációja ($l = -6,16^\circ$, $b = -6,70^\circ$) |
| 02.04. | 23:34 | a Callisto (Jupiter-hold) fogyatkozásának kezdete |
| 02.05. | 2:55 | a Callisto (Jupiter-hold) fogyatkozásának vége |
| 02.05. | 4:33 | a Hold eléri legkisebb deklinációját $-18^\circ 18'$ -nél (14,1%-os, csökkenő holdfázis) |
| 02.05. | 6:07 | a (40) Harmonia kisbolygó oppozícióban (9,7 magnitúdós, Rák csillagkép) |
| 02.06. | 4:55 | a (6) Hebe kisbolygó (10,3 magnitúdós) 3'22"-cel északnyugatra látható az NGC 4526 galaxistól (9,7 magnitúdós) a hajnali szürkületben a Szűz csillagképben |
| 02.06. | 5:32 | a Merkúr 5,8°-kal délkeletre, a Vénusz 3,5°-kal délre látható a 7,3%-os, csökkenő fázisú Holdtól a hajnali szürkületben a Nyilas csillagképben |
| 02.06. | 5:32 | a Merkúr, a Vénusz és a holdsarló látványos együttállása a hajnali szürkületben a Nyilas csillagképben |

Dátum Időpont Esemény

02.06.	17:01	az Uránuszról 32'-cel délkeletre látható a 73 Piscium (6,0 magnitúdós) az esti szürkületben
02.07.	1:24	a Merkúr legnagyobb nyugati kitérésben (25,6°-os elongáció, -0,1 magnitúdós, 6,8" átmérő, 62% fázis, Nyilas csillagkép)
02.07.	4:54	a (7) Iris kisbolygó (11,3 magnitúdós) 4'3"-cel nyugatra látható az o Scorpiitól (4,5 magnitúdós) a hajnali szürkületben
02.07.	5:31	33 óra 8 perces holdsarló 4,6° magasan a reggeli égen (a Merkúrtól 8,2°-kal északkeletre, a Vénusztól 13°-kal keletre)
02.07.	17:03	a (68) Leto kisbolygó (11,9 magnitúdós) 16,9'-cel nyugatra látható az NGC 7721 galaxistól (11,6 magnitúdós) az esti szürkületben a Vízöntő csillagképben
02.08.	14:39	újhold (a Hold a Vízöntő csillagképben, látszó átmérője 32'24,9")
02.08.	17:40	a C/2013 US10 (Catalina)-üstökös 55'-cel nyugatra látható a Collinder 464-től (nyílthalmaz, 4,2 magnitúdós) a Zsiráf csillagképben az esti szürkületben
02.08.	22:57	a (6) Hebe kisbolygó (10,3 magnitúdós) 14'28"-cel nyugatra látható az NGC 4535 galaxistól (10,0 magnitúdós) a Szűz csillagképben
02.09.	4:52	a Marstól 14'55"-cel délre látható a v Librae (5,2 magnitúdós) a hajnali szürkületben
02.09.	16:29	25 óra 50 perces holdsarló 6,6° magasan az esti égen
02.09.	19:20	az (1351) Uzbekistania kisbolygó (14,5 magnitúdós) elfedi az UCAC4-629-037170-et (12,0 magnitúdós)
02.11.	4:16	a Hold minimális librációja ($l = -0,63^\circ$, $b = 0,51^\circ$)
02.12.	16:34	az Uránusz 2,3°-kal északnyugatra látható a 21,6%-os, növekvő fázisú Holdtól az esti szürkületben a Halak csillagképben
02.13.	2:42	az (52) Europa kisbolygó oppozícióban (10,0 magnitúdós, Oroszlán csillagkép)
02.13.	4:46	a (134340) Pluto törpebolygó 5'35"-cel északra látható a π Sagittariitól (2,9 magnitúdós) a hajnali szürkületben
02.13.	5:22	a Merkúr és a Vénusz 4,0°-os közelsége a Nyilas csillagképben a hajnali szürkületben
02.13.	19:16	a 33,1%-os, növekvő fázisú holdkorong peremétől 7'54"-cel délre látható a 64 Ceti (5,6 magnitúdós)
02.13.	19:57	a Hold mögé belép a ξ^1 Ceti (4,4 magnitúdós, 33%-os, növekvő holdfázis), kilépés 20:23-kor
02.13.	20:12	a Hold súrolva fedi a ξ^1 Cetit a déli pereme mentén (4,4 magnitúdós, 33%-os, növekvő holdfázis)
02.14.	17:13	a (15) Eunomia kisbolygó (9,9 magnitúdós) 4'5"-cel északra látható a 107 Pisciumtól (5,2 magnitúdós) az esti szürkületben
02.15.	7:46	első negyed (a Hold a Bika csillagképben, látszó átmérője 32'1,7")
02.15.	11:06	az (5) Astraea kisbolygó oppozícióban (8,7 magnitúdós, Oroszlán csillagkép)
02.17.	17:17	a (16) Psyche kisbolygó (10,9 magnitúdós) 8'49"-cel északra látható az NGC 1647 nyílthalmaztól (6,4 magnitúdós) az esti szürkületben a Bika csillagképben

Dátum Időpont Esemény

02.17.	18:26	a Hold maximális librációja ($l = 5,46^\circ$, $b = 6,74^\circ$)
02.17.	23:23	a Hold eléri legnagyobb deklinációját $+18^\circ 15'$ -nél (77,6%-os, növekvő holdfázis)
02.19.	23:20	a Hold mögé belép az 1 Cancri (5,8 magnitúdós, 92%-os, növekvő holdfázis)
02.20.	17:21	a (15) Eunomia kisbolygó (9,9 magnitúdós) $10'20''$ -cel északnyugatra látható a β Arietistől (2,6 magnitúdós) az esti szürkületben
02.21.	4:33	a Marstól $13'50''$ -cel keletre látható a 33 Librae (6,7 magnitúdós) a hajnali szürkületben
02.21.	17:49	a Hold mögé belép a ξ Leonis (5,0 magnitúdós, 99%-os, növekvő holdfázis)
02.21.	20:50	a Callisto (Jupiter-hold) fogyatkozásának vége
02.21.	23:23	az Io (Jupiter-hold) fogyatkozásának kezdete
02.22.	18:00	a C/2013 US10 (Catalina)-üstökös $28,5'$ -cel keletre látható az NGC 1502-től (nyílthalmaz, 6,9 magnitúdós) a Zsiráf csillagképben az esti szürkületben
02.22.	18:20	teleshold (a Hold az Oroszlán csillagképben, látszó átmérője $30'1,6''$)
02.22.	20:40	két Jupiter-hold (Io és Europa) árnyéka látszódik a bolygó korongján 20:45 UT-ig
02.23.	1:15	a (3) Juno kisbolygó (10,8 magnitúdós) $14'4''$ -cel északnyugatra látható az NGC 5812 galaxistól (11,2 magnitúdós) a Mérleg csillagképben
02.23.	3:51	a Hold mögül kilép a 48 Leonis (5,1 magnitúdós, 99%-os, csökkenő holdfázis)
02.24.	3:03	a Jupiter $2,4^\circ$ -kal északkeletre látható a 98,3%-os, csökkenő fázisú Holdtól az Oroszlán csillagképben
02.25.	0:00	a Szaturnusz gyűrűjének legjobb láthatósága, a gyűrű síkjának legnagyobb dőlése ($B = 26,3^\circ$)
02.25.	1:26	a Hold minimális librációja ($l = 1,23^\circ$, $b = -1,11^\circ$)
02.26.	23:21	a 84,6%-os, csökkenő fázisú holdkorong peremétől $4'8''$ -cel délnyugatra látható a 77 Virginis (7,0 magnitúdós)
02.27.	2:55	a Hold mögül kilép a 81 Virginis (7,1 magnitúdós, 83%-os, csökkenő holdfázis)
02.27.	3:28	a Hold földtávolban (földtávolság 405 383 km, látszó átmérője $29'28,6''$, 83,4%-os, csökkenő holdfázis)
02.27.	21:58	a Ganymedes (Jupiter-hold) fogyatkozásának kezdete
02.27.	23:54	a (28) Bellona kisbolygó (10,2 magnitúdós) $5'44''$ -cel északkeletre látható az NGC 3705 galaxistól (11,1 magnitúdós) az Oroszlán csillagképben
02.28.	2:03	az Europa (Jupiter-hold) fogyatkozásának kezdete
02.29.	4:19	a (354) Eleonora kisbolygó (11,8 magnitúdós) $16,3'$ -cel északra látható az NGC 6539 gömbhalmaztól (8,9 magnitúdós) a hajnali szürkületben a Kígyó csillagképben
02.29.	10:19	a Neptunusz földtávolban, távolsága 30,9488 CSE, látszó átmérője $2,2''$
02.29.	22:34	két Jupiter-hold (Io és Europa) árnyéka látik a bolygó korongján 23:21 UT-ig

Észleljük a kelő Vénuszt!

A Vénusz mérsékelted kedvező, de megfigyelésre érdemes hajnali láthatóságát használhatjuk ki február-márciusban. Február 1-jén a $-4,0^m$ -s bolygó $12,4''$ mellett $0,85$ fázisú, egy és háromnegyed órával kel a Nap előtt. A hónap végére ez egy órára csökken. Még érdemes próbálkoznunk a szürkületi égen UV és IR felvételek készítésével, a majdnem teli korongon a bolygó globális felhőmintázata kiválóan megfigyelhető. A reggeli égen napfényben is észlelhetjük a magas felületi fényességű bolygót, ekkor IR felvételek készítésére van lehetőség.

A Hold és a Mars együttállása február 1-jén

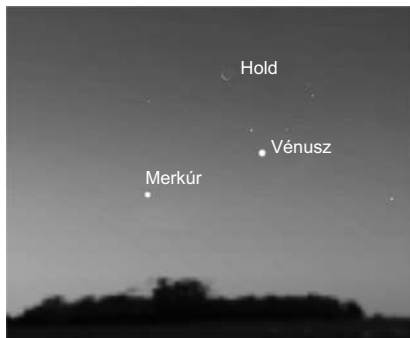
A korán kelők érdekes együttállásban gyönyörködhetnek ezen a téli hajnalon, amikor az utolsó negyedben járó Hold $2,8$ fokra megközelíti a $+1$ magnitúdós Marsot, amelyetől délre $1,2$ fokra találjuk az α Libraet is. Ez a csillag látványos binokuláris kettős, $2,8$ és $5,2$ magnitúdós tagjai valószínűleg fizikai kapcsolatban állnak egymással, és szögtávolságuk 230 ívmásodperc.



A Mars és a Hold együttállása a Mérleg csillagképben, február 1-jén.

Hold–Vénusz–Merkúr-együttállás február 6-án

Az év egyik legszebb együttállását tekintetik meg a korán kelők. A nyugati kitérésben lévő Merkúr 0 magnitúdós lesz, a Vénusz -4 magnitúdós. A holdsarló fázisa csak 7% , de azért kitűnően megfigyelhető lesz. A három égitest látványos háromszöget képez a délkeleti horizont felett (a Sagittarius csillagképben), és $05:25$ UT-kor már a Merkúr is 5 fok magasan lesz, miközben a Hold és a Vénusz 10 fok magasan jár. A derült idő mellé természetesen zavartalan horizont is szükséges a jelenség észlelésére, fotózására.

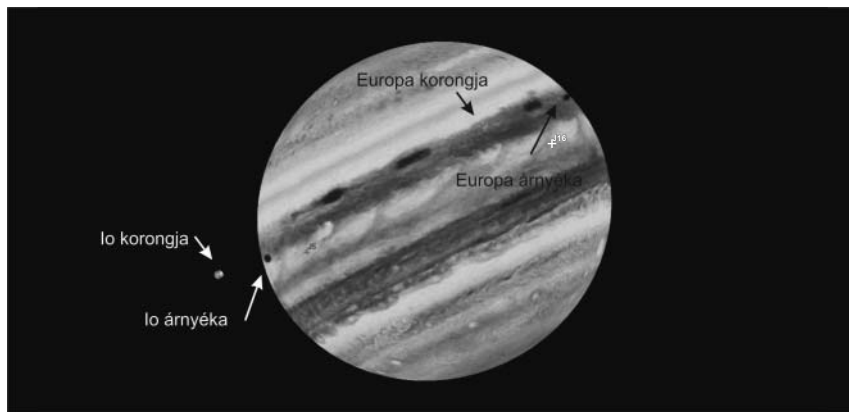


Hold–Jupiter-együttállás február 24-én

A szökőnap hajnalán sem maradunk lencsevégre kívánczó együttállás nélkül, hiszen a 98%-os telihold az Oroszlán csillagképben 2,4 fokra közelíti meg a Jupitert 03:00 UT-kor. A 30 fok magasan mutatkozó égi párost könnyű lesz tájképi elemekkel kombinálni, így látványos felvételek készíthetők.

Az Io és Europa árnyéka egyszerre látszik a Jupiteren február 22-én

Igaz ugyan, hogy a két árnyék csak 5 percig látszik egyszerre a bolygón, annak nyugati és keleti peremén, de aki kitart egész este a távcső mellett, jelenségek sorozatát észlelheti. A két kis hold nemcsak árnyékot vet a Jupiter felhőzetére, de el is vonul előtte. Természetesen az árnyékok vonulása könnyebben látható (kontrasztosabb), mint a

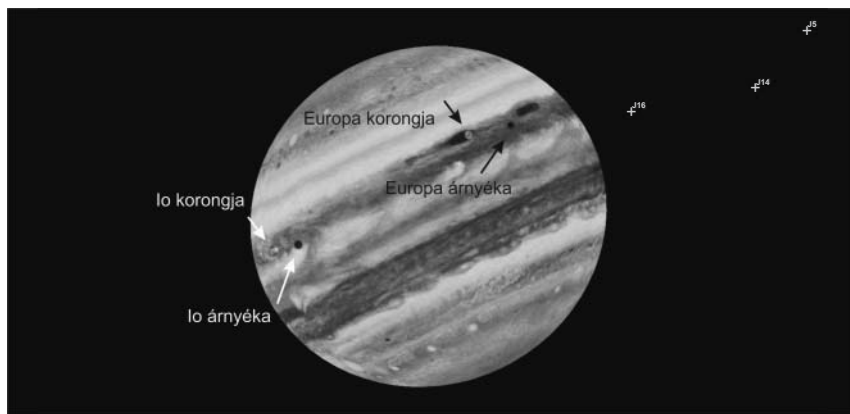


fényes holdak mozgása az óriásbolygó fényes felhőtakarója előtt, de nagyobb távcsővel és nagyítással az is könnyen nyomon követhető. Aki pedig kamerával dolgozik, percenként néhány kép készítésével részletes animációt készíthet a jelenségről. Az alábbi időpontokra érdemes koncentrálni:

- 17:56,2 az Europa árnyéka megjelenik a Jupiter keleti peremén
- 18:41,0 az Europa korongja érintkezik a bolygó keleti peremével
- 20:40,2 az Io árnyéka megjelenik a Jupiter keleti peremén
- 20:40,2 – 20:45,1 **mindkét hold árnyéka a bolygón**
- 20:45,1 az Europa árnyéka elhagyja a bolygó nyugati peremét
- 21:01,4 az Io korongja érintkezik a bolygó keleti peremével
- 21:25,8 az Europa korongja elhagyja a bolygó korongját
- 22:56,0 az Io árnyéka elhagyja a bolygó nyugati peremét
- 23:16,1 az Io korongja elhagyja a bolygó korongját

Az Io és Europa árnyéka egyszerre látszik a Jupiteren február 29/március 1-jén

Egy héttel a február 22-i jelenség után szinte ugyanazt figyelhetjük meg a Jupiter felhőzetén. A csillagászatban ez a ritka kivételek egyike, amikor van „esőnap”. Aki valamilyen oknál fogva lemaradt az előző jelenségről, most bepótolhatja. Annál is inkább, hogy most sokkal hosszabban, majdnem háromnegyed órán át látszik a két holdárnyék



egyszerre a bolygón, igaz később. A Jupiter a jelenségsorozat kezdetén is már kényelmes, 30 fokos magasságban lesz, és folyamatosan emelkedni fog. A holdak táncát fotósorozattal, vagy webkamerával tudjuk legjobban megörökíteni. Ha az időjárás most sem fogad kegyeibe minket, hasonló jelenségeket még márciusban is láthatunk.

20:32,6 az Europa árnyéka megjelenik a Jupiter keleti peremén

20:56,6 az Europa korongja érintkezik a bolygó keleti peremével

22:33,7 az Io árnyéka megjelenik a Jupiter keleti peremén

22:33,7 – 23:21,3 **mindkét hold árnyéka a bolygón**

22:44,9 az Io korongja érintkezik a bolygó keleti peremével

23:21,3 az Europa árnyéka elhagyja a bolygó nyugati peremét

23:41,8 az Europa korongja elhagyja a bolygó korongját

00:49,5 az Io árnyéka elhagyja a bolygó nyugati peremét

00:59,7 az Io korongja elhagyja a bolygó korongját

Üstökösök

C/2013 US10 (Catalina). A retrográd pályán mozgó üstökös gyorsan távolodik bolygónktól, 0,9 és 1,7 CSE között növekvő földtávolsága miatt fényessége 2 magnitúdót esik egy hónap alatt. A 7 és 9 magnitúdó között halványuló vándor egész hónapban a Camelopardalisban, csillagokban szegény területen tartózkodik, mégis lesz néhány

érdekes együttállása. Előbb 11-én hajnalban háromnegyed fokkal keletre láthatjuk a 12 magnitúdós, éléről látszó NGC 1560 galaxistól, 22-én este fél fokkal keletre halad el az NGC 1502 nyílthalmaztól, 25-én hajnalban pedig 23 ívperccel keletre kereshetjük a 13 magnitúdós NGC 1501 planetáris ködtől.

C/2013 X1 (PANSTARRS). Az áprilisi napközelsége felé tartó üstökös a hónap nagy részében még megkereshető az esti égen, a Pegasus délkeleti sarkában, de láthatósága gyorsan romlik. Az Oort-felhőből érkező üstökös érdekessége, hogy a jelenlegi számítások szerint a Jupiter annyira felgyorsítja mozgását, hogy örökre el fogja hagyni a Naprendszeret. Az egyszer látható vándor a hónap elején még három és fél órával a sötétség beállta után nyugszik, de a hónap végén ekkor már 10 foknál is alacsonyabban láthatjuk. Hiába közeledik a Naphoz, 2,3–2,4 CSE között, növekvő földtávolsága csak minimális fényesedést engedélyez neki valahol a 11–12 magnitúdós tartományban.

116P/Wild. A Naptól már távolodó, de bolygónkhoz 2,1 és 1,8 CSE között közeledő üstökös előretartó mozgást végez a hajnali égen a Libra csillagképben. A 12,5 magnitúdó körüli kométa a hónap első hajnalán 35 ívperccel északra jár a 14 magnitúdós NGC 5810 galaxistól, ahogy 6-án a 13,5 magnitúdós NGC 5863-tól is. Látványos együttállás ígérkezik 8-án hajnalban, amikor hajnali 5 körül 2 ívpercnél is közelebb kerül a 13,5 magnitúdós, lapjáról látszó IC 4536 galaxishoz, így vélhetően a két égitestet érintkezve láthatjuk, fotózhatjuk. Másnap fél fokkal délre halad el a 6,2 magnitúdós 26 Libraetől, 13-án pedig 36 ívpercre délre tartózkodik a 6,2 magnitúdós 28 Libraetől.

A Hold csillagfedései

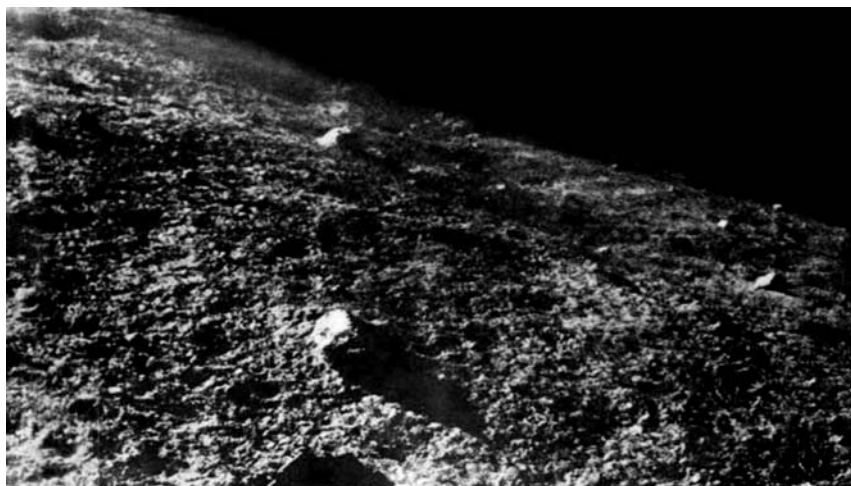
Dátum hó nap	UT			J	Csillag		Hold		Pozíció		Korrekció	
	h	m	s		ZC/SAO név	m	fázis	h	CA	PA	A	B
2 1	4	9	4	ki	2097	6,8	49 – 30	67 É	310	+1,4	-0,7	
2 2	2	21	0	ki	2208	7,2	40 – 15	58 D	253	+1,4	+1,9	
2 3	3	54	45	ki	159868	8,4	31 – 18	74 É	297	+1,1	+0,4	
2 4	4	14	4	ki	160378	8,6	22 – 14	83 É	284	+1,1	+0,9	
2 5	4	28	29	ki	X 43409	8,3	14 – 9	65 É	298	+0,7	+0,7	
2 5	4	31	50	ki	X 43437	7,6	14 – 10	11 É	352	-1,1	-4,1	
2 10	17	51	9	be	3437	6,8	6 + 6	42 D	115	+0,4	-2,4	
2 10	17	53	38	be	146655	8,8	6 + 5	13 D	145	+0,9	-6,8	
2 11	17	20	5	be	128671	9,1	12 + 22	86 É	65	+0,7	-0,5	
2 11	18	9	2	be	109113	7,9	13 + 15	51 É	30	+0,3	+0,6	
2 11	19	4	57	be	38	7,9	13 + 6	40 É	19	+0,1	+1,2	
2 12	18	38	47	be	109754	8,5	22 + 22	48 D	112	+0,7	-2,3	
2 12	19	41	56	be	189	7,9	22 + 12	69 É	49	+0,3	-0,2	
2 13	17	22	19	be	315	7,3	32 + 44	72 É	54	+1,2	+0,4	
2 13	19	57	24	be	327 ξ^1 Cet	4,4	33 + 21	21 D	141	+0,4	-4,7	
2 13	20	22	55	ki	327 ξ^1 Cet	4,4	33 + 17	-28 D	190	+0,6	+2,6	
2 14	20	2	12	be	93301	7,2	44 + 32	27 É	12	+1,1	+3,2	
2 15	18	48	57	be	93746	8,0	55 + 52	31 D	137	+1,6	-3,7	
2 15	19	48	9	be	93757	8,2	55 + 44	52 É	40	+1,3	+1,0	

Dátum hó nap	UT			J	Csillag		Hold		Pozíció		Korrekció	
	h	m	s		ZC/SAO név	m	fázis	h	CA	PA	A	B
2 15	20	42	8	be	608	6,0	55 +	36	35 D	134	+0,7	-3,3
2 17	19	9	25	be	95084	8,0	76 +	60	84 É	81	+1,8	+0,3
2 17	21	16	52	be	95157	7,9	76 +	49	68 D	109	+1,2	-1,6
2 18	18	49	31	be	96261 NSV 17223	7,7	84 +	58	37 É	37	+1,7	+3,7
2 19	21	25	36	be	1190	7,2	92 +	57	87 É	90	+1,8	-0,4
2 19	23	20	2	be	1197 1 Cnc	5,8	92 +	45	79 D	105	+1,1	-1,5
2 21	17	49	24	be	1409 ξ Leo	5,0	99 +	25	64 D	119	+0,7	+0,5
2 21	22	16	5	be	1423	6,7	99 +	53	56 D	126	+1,5	-1,3
2 22	1	26	14	be	1433	7,0	99 +	37	81 É	80	+1,3	-1,1
2 23	3	51	12	ki	1549 48 Leo	5,1	0 -	18	71 É	337	+0,1	-2,7
2 24	21	22	51	ki	1730	6,2	96 -	28	59 É	324	+0,8	-0,7
2 26	3	57	22	ki	1850	6,5	90 -	27	53 É	329	+0,9	-2,4
2 27	2	54	56	ki	1951 81 Vir	7,1	83 -	33	69 D	268	+2,0	-0,5

Évforduló

50 éve szállt le a Luna-9 a Holdon

Ötven évvel ezelőtt, 1966. február 3-án szállt le az első űreszköz egy másik égitest – a Hold – felszínén. Onnan azután panorámaképeket közvetített, vizsgálta a felszín nyomószilárdságát, a holdi mágneses teret, és útja során is folyamatosan sikeres méréseket végzett. A szovjet Luna-program keretében indított űreszköz tizenegy sikertelen küldetés után vezetett eredményre. A korábbi kudarcok oka három tipikus problémára



volt visszavezethető: az eszközök nem tudták elérni vagy elhagyni a Föld körüli parkoló pályát, vagy nem sikerült a Hold körül pályára állniuk, és mesterséges bolygóvá váltak, vagy nem sikerült a puha leszállási manőver, és az eszköz a Holdba csapódott. Az első, minden tekintetben sikeres küldetést az 1966. január 31-én Bajkonurból indított Luna-9 valósította meg. A parkoló pályán 88 perces periódussal keringő űreszközt a negyedik fokozattal indították a Hold felé, ahová február 3-án érkezett meg, és az Oceanus Procellarum területén, egy 15 méteres névtelen kráterben sikeresen landolt. Az ezt követő 3 napban több mint 8 órán keresztül volt rádiókapcsolat a szondával, amely a mérési eredményeken kívül öt panorámaképet is közvetített a felszínről. Kiderült, hogy a holdi porréteg elegendő szilárdságú a nagyobb tömegű űreszközök leszállásához is. Még az év decemberében megvalósult a második sikeres leszállás (Luna-13) is.

Jupiter-holdak

nap	UT h:m	hold	jelenség
2	20: 0,9	Ganymedes	ák
	23:12,9	Ganymedes	ek
	23:22,9	Ganymedes	áv
3	2:20,6	Ganymedes	ev
	5: 5,5	Europa	fk
4	23:26,0	Europa	ák
	23:32,3	Callisto	fk
5	0:56,9	Europa	ek
	2:14,9	Europa	áv
	2:56,0	Callisto	fv
	3:41,1	Europa	ev
	3:57,0	Io	ák
6	4:40,5	Io	ek
	1: 6,6	Io	fk
	4: 5,9	Io	mv
	22:25,3	Io	ák
	22:29,6	Europa	mv
7	23: 6,8	Io	ek
	0:41,1	Io	áv
	1:21,2	Io	ev
	19:35,0	Io	fk
	22:32,3	Io	mv
8	19: 9,4	Io	áv
	19:47,5	Io	ev
9	23:58,9	Ganymedes	ák
10	2:37,4	Ganymedes	ek
	3:20,4	Ganymedes	áv
12	2: 1,7	Europa	ák
	3:15,4	Europa	ek

nap	UT h:m	hold	jelenség
12	4:50,7	Europa	áv
13	3: 0,4	Io	fk
	19:32,1	Ganymedes	mv
	20:55,7	Europa	fk
14	0:18,5	Io	ák
	0:45,6	Europa	mv
	0:51,4	Io	ek
	2:34,3	Io	áv
	3: 6,0	Io	ev
15	21:28,9	Io	fk
	0:17,3	Io	mv
	18:46,8	Io	ák
	19: 9,1	Europa	ev
	19:17,5	Io	ek
16	21: 2,6	Io	áv
	21:32,1	Io	ev
	18:43,5	Io	mv
	17 3:56,7	Ganymedes	ák
	19 4:37,7	Europa	ák
20	4:54,5	Io	fk
	17:58,9	Ganymedes	fk
	22:51,3	Ganymedes	mv
21	23:29,2	Europa	fk
	2:11,8	Io	ák
	2:35,5	Io	ek
	3: 0,2	Europa	mv
	4:27,7	Io	áv
22	4:50,1	Io	ev
	20:49,6	Callisto	fv

nap	UT h:m	hold	jelenség	
21	21:51,6	Callisto	mk	
	23:22,9	Io	fk	
	23:40,0	Callisto	mv	
22	2: 1,8	Io	mv	
	17:56,2	Europa	ák	
	18:41,0	Europa	ek	
	20:40,2	Io	ák	
	20:45,1	Europa	áv	
	21: 1,4	Io	ek	
	21:25,8	Europa	ev	
	22:56,0	Io	áv	
	23:16,1	Io	ev	
	23	17:51,5	Io	fk
20:27,9		Io	mv	
24	17:42,0	Io	ev	
27	21:57,2	Ganymedes	fk	
28	2: 2,7	Europa	fk	
	2: 8,8	Ganymedes	mv	
	4: 5,3	Io	ák	
	4:19,1	Io	ek	
	29	1:17,1	Io	fk
		3:45,9	Io	mv
		20:32,6	Europa	ák
		20:56,6	Europa	ek
		22:33,7	Io	ák
		22:44,9	Io	ek
23:21,3	Europa	áv		
	23:41,8	Europa	ev	

f = fogyatkozás: a hold a Jupiter árnyékában

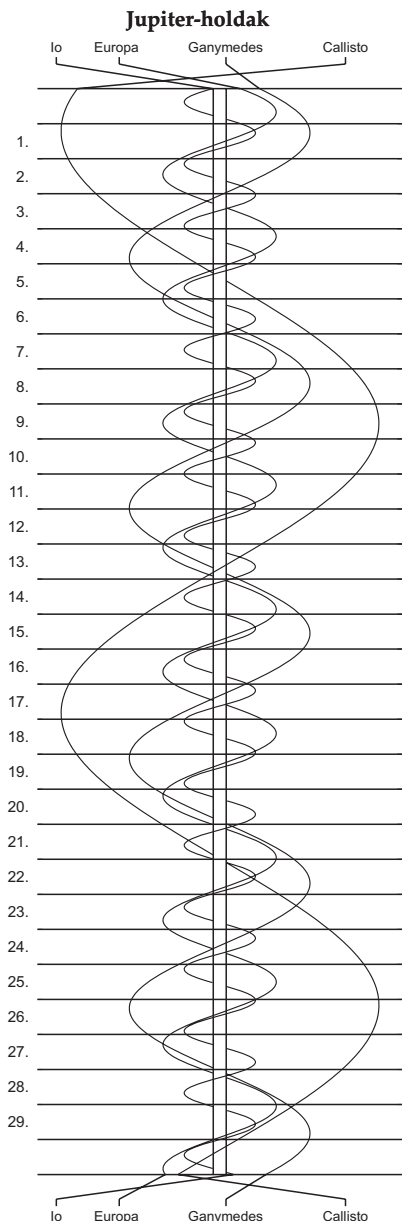
á = átvonulás: a hold árnyéka a Jupiteren

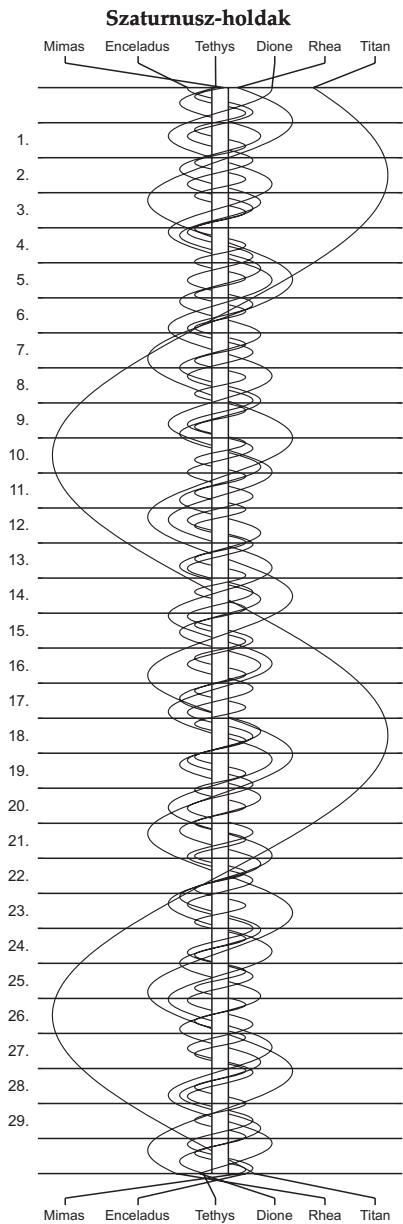
e = előtte: a hold a Jupiter korongja előtt

m= mögötte: a hold a Jupiter korongja mögött

k = a jelenség kezdete

v = a jelenség vége





$\lambda = 19^\circ, \varphi = 47,5^\circ$ **Kalendárium – március**

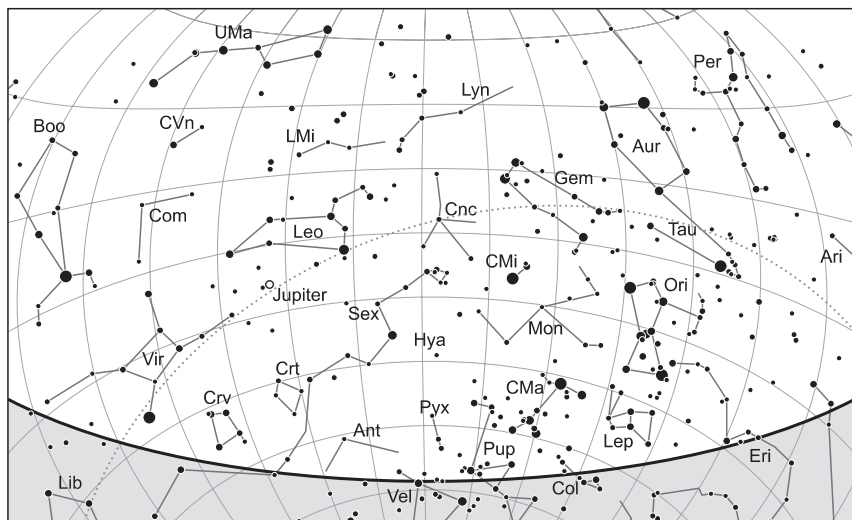
KÖZEI

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

A nyári időszámítás kezdete március 27-én 2^h KÖZEI-kor. A nyári időszámítás alatt – dőlt betűvel szedve – a KÖZEI-ben megadott időpontokhoz egy órát kell adni.

március

nap	Julián dátum 12 ^h UT	θ_{gr} 0 ^h UT h m s	névnapok
1.	2 457 449	10 36 55	Albin, Dávid
2.	2 457 450	10 40 52	Lujza, Henriett, Henrietta, Henrik, Károly
3.	2 457 451	10 44 48	Kornélia, Frigyes, Irma, Kamilla, Oszkár
4.	2 457 452	10 48 45	Kázmér, Adorján, Adrián, Adriána, Adrienn, Zorán
5.	2 457 453	10 52 41	Adorján, Adrián, Adriána, Adrienn, Olivér, Olívia
6.	2 457 454	10 56 38	Leonóra, Inez, Ágnes, Elvira
7.	2 457 455	11 00 34	Tamás
8.	2 457 456	11 04 31	Zoltán, Apollónia, Beáta, János
9.	2 457 457	11 08 28	Franciska, Fanni, Gergely, György, Katalin, Rebeka
10.	2 457 458	11 12 24	Ildikó, Anasztázia, Ede, Emil, Kamilla, Kolos, Melitta
11.	2 457 459	11 16 21	Szilárd, Aladár, Borsika, Terézia, Tímea
12.	2 457 460	11 20 17	Gergely, Gergő, György
13.	2 457 461	11 24 14	Krisztián, Ajtony, Arabella, Ida, Rozina, Zoltán
14.	2 457 462	11 28 10	Matild
15.	2 457 463	11 32 07	<i>Nemzeti ünnep</i> ; Kristóf, Krisztofer, Lujza, Lukrécia
16.	2 457 464	11 36 03	Henrietta, Ábris, Bálint, Henrik, Valentin
17.	2 457 465	11 40 00	Gertrúd, Patrik, József
18.	2 457 466	11 43 57	Sándor, Ede, Alexa, Alexander, Alexandra, Nárcisz
19.	2 457 467	11 47 53	József, Bánk
20.	2 457 468	11 51 50	Klaudia, Alexa, Alexandra, Irma
21.	2 457 469	11 55 46	Benedek, Bence, Gergely, Gergő, Miklós, Nikolett
22.	2 457 470	11 59 43	Beáta, Izolda, Csilla, Katalin, Lea, Lia
23.	2 457 471	12 03 39	Emőke, Ottó
24.	2 457 472	12 07 36	Gábor, Karina, Ella, Gabriella, Katalin
25.	2 457 473	12 11 32	Irén, Irisz, Irina, Kristóf, Lúcia, Mária
26.	2 457 474	12 15 29	Emánuel, Dusán, Leonóra
27.	2 457 475	12 19 26	<i>Húsvét</i> ; Hajnalka, Augusztina, Augusztina, János, Lídia
28.	2 457 476	12 23 22	<i>Húsvét</i> ; Gedeon, Johanna, Hanna, János, Maja
29.	2 457 477	12 27 19	Augusztina, Augusztina
30.	2 457 478	12 31 15	Zalán
31.	2 457 479	12 35 12	Árpád, Ákos, Benjámín, Johanna, Kornélia



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

Bolygók

Merkúr: Ez a hónap nem alkalmas a megfigyelésére. 23-án felső együttállásban van a Nappal. Az áprilisi kiváló láthatóságának bevezetőjeként a hónap utolsó napján már megkísérelhető felkeresése napnyugta után a nyugati látóhatár közelében. Ekkor majdnem háromnegyed órával nyugszik a Nap után.

Vénusz: Napkelte előtt kereshető a délkeleti horizont közelében. Láthatósága rohamosan romlik, a hónap végén már elvész a kelő Nap ragyogásában. Fényessége $-3,9^m$ -ról $-3,8^m$ -ra, átmérője $11,2''$ -ről $10,4''$ -re csökken, fázisa $0,91$ -ről $0,95$ -ra nő.

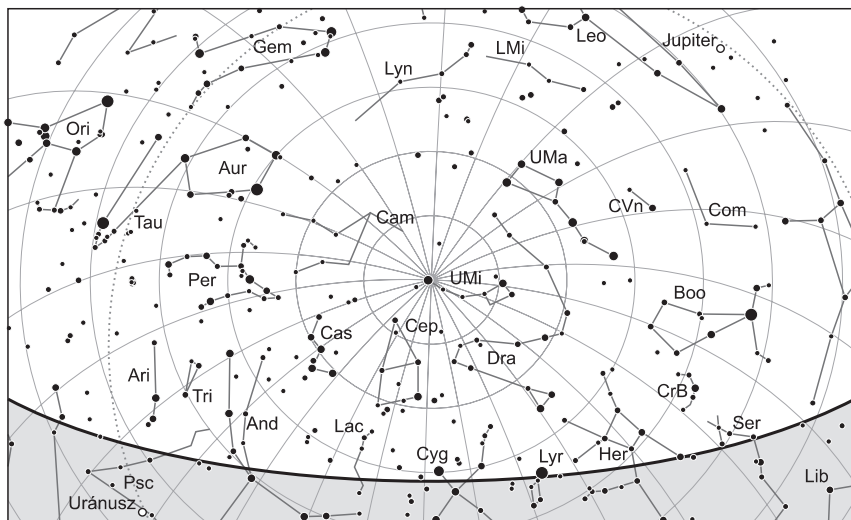
Mars: Előretartó mozgást végez a Mérlegben, majd 13-tól fokozatosan lassul a Skorpió csillagképben. Éjfél körül kel, az éjszaka második felében látszik a délkeleti égen. Fényessége gyorsan nő $0,3^m$ -ról $-0,5^m$ -ra, látszó átmérője $8,7''$ -ről $11,7''$ -re hízik.

Jupiter: Hátráló mozgást végez az Oroszlán csillagkép déli részén. 8-án van szembenállásban a Nappal. Egész éjszaka látható mint ragyogó fényű égitest. Fényessége $-2,5^m$, átmérője $44''$.

Szaturnusz: Előretartó, majd 25-től hátráló mozgást végez a Kígyótartó csillagképben. Éjfél után kel, az éjszaka második felében látható alacsonyan a délkeleti-déli égen. Fényessége $0,4^m$, átmérője $17''$.

Uránusz: A hónap első felében még kereshető sötétedés után, kora este nyugszik. Előretartó mozgást végez a Halak csillagképben. 15-e után elvész az egyre közelebb látszó Nap fényében.

Neptunusz: A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. Előretartó mozgást végez a Vízöntő csillagképben.



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

Eseménynaptár (UT)

Dátum Időpont Esemény

- | | | |
|--------|-------|--|
| 03.01. | 0:59 | a (6) Hebe kisbolygó (9,9 magnitúdós) 20,2'-cel délnyugatra látható az NGC 4371 galaxistól (10,8 magnitúdós) a Szűz csillagképben |
| 03.01. | 2:14 | a 58,6%-os, csökkenő fázisú holdkorong peremétől 20,5"-cel délre látható a 49 Librae (5,5 magnitúdós) |
| 03.01. | 2:15 | a Hold súrolva fedi a 49 Libraet a déli pereme mentén (5,5 magnitúdós, 58%-os, csökkenő holdfázis) |
| 03.01. | 4:53 | a Mars 5,3°-kal nyugatra látható a 57,5%-os, csökkenő fázisú Holdtól a hajnali szürkületben a Mérleg és a Skorpió határánál |
| 03.01. | 23:11 | utolsó negyed (a Hold a Kígyótartó csillagképben, látszó átmérője 30'5,4") |
| 03.02. | 4:51 | a Szaturnusz 2,9°-kal délre látható a 47,8%-os, csökkenő fázisú Holdtól a hajnali szürkületben a Kígyótartó csillagképben |
| 03.02. | 17:37 | a (4) Vesta kisbolygó (8,4 magnitúdós) 11'21"-cel keletre látható az NGC 676 galaxistól (10,5 magnitúdós) az esti szürkületben a Halak csillagképben |
| 03.02. | 23:54 | a (6) Hebe kisbolygó (9,9 magnitúdós) 23,1"-cel délnyugatra látható az NGC 4313 galaxistól (11,6 magnitúdós) a Szűz csillagképben |
| 03.03. | 4:14 | a Jupitertől 14'6"-cel északra látható a σ Leonis (4,0 magnitúdós) a hajnali szürkületben |

Dátum Időpont Esemény

- 03.03. 4:14 a (8) Flora kisbolygó (11,4 magnitúdós) 21,3'-cel északra látható az NGC 6333 gömbhalmaztól (M9, 7,9 magnitúdós) a hajnali szürkületben a Kígyótartó csillagképben
- 03.03. 14:19 a Hold eléri legkisebb deklinációját $-18^{\circ}13'$ -nél (34,0%-os, csökkenő holdfázis)
- 03.03. 15:20 a Hold maximális librációja ($l = -7,11^{\circ}$, $b = -6,71^{\circ}$)
- 03.04. 17:40 a (39) Laetitia kisbolygó (11,4 magnitúdós) 9'15"-cel délre látható a 6 Tauritól (5,8 magnitúdós) az esti szürkületben
- 03.04. 17:40 a (27) Euterpe kisbolygó (10,5 magnitúdós) 15,8'-cel északra látható az NGC 2158 nyílthalmaztól (8,6 magnitúdós) az esti szürkületben az Ikrek csillagképben
- 03.05. 3:54 a (354) Eleonora kisbolygó (11,8 magnitúdós) 9'32"-cel északra látható az IC 1276 gömbhalmaztól (10,3 magnitúdós) a Kígyó csillagképben
- 03.06. 0:37 a (27) Euterpe kisbolygó (10,6 magnitúdós) 56,3"-cel északra látható az NGC 2168 nyílthalmaztól (M35, 5,1 magnitúdós) az Ikrek csillagképben
- 03.06. 1:57 a Ganymedes (Jupiter-hold) fogyatkozásának kezdete
- 03.06. 4:36 az Europa (Jupiter-hold) fogyatkozásának kezdete
- 03.06. 17:43 a (28) Bellona kisbolygó (10,1 magnitúdós) 12'43"-cel keletre látható az ι Leonistól (4,0 magnitúdós) az esti szürkületben
- 03.07. 4:06 a (8) Flora kisbolygó (11,3 magnitúdós) 24,1'-cel délre látható az NGC 6356 gömbhalmaztól (8,2 magnitúdós) a hajnali szürkületben a Kígyó-tartó csillagképben
- 03.07. 4:42 45 óra 12 perces holdsarló $4,7^{\circ}$ magasan a reggeli égen (a Vénusztól $3,3^{\circ}$ -kal északnyugatra)
- 03.07. 4:42 a Vénusz $3,3^{\circ}$ -kal délkeletre látható a 5,0%-os, csökkenő fázisú Holdtól a hajnali szürkületben a Bak csillagképben
- 03.07. 17:45 a (27) Euterpe kisbolygó (10,6 magnitúdós) 8'29"-cel nyugatra látható az 5 Geminorumtól (5,8 magnitúdós) az esti szürkületben
- 03.08. 0:28 két Jupiter-hold (Io és Europa) árnyéka látható a bolygó korongján 01:57 UT-ig
- 03.08. 10:18 a Jupiter eléri legnagyobb látszó fényességét, $-2,5$ magnitúdót
- 03.08. 10:56 a Jupiter oppozícióban az Oroszlán csillagképben
- 03.08. 18:15 a Jupiter földközelen, távolsága 4,4353 CSE, látszó átmérője 44,4"
- 03.09. 1:54 újhold (a Hold a Vízöntő csillagképben, látszó átmérője 33'6,9")
- 03.09. 17:12 15 óra 18 perces holdsarló $1,2^{\circ}$ magasan az esti égen
- 03.09. 18:56 két Jupiter-hold (Io és Ganymedes) árnyéka látszik a bolygó korongján 19:09 UT-ig
- 03.09. 22:51 a Hold minimális librációja ($l = -1,20^{\circ}$, $b = 1,22^{\circ}$)
- 03.10. 7:04 a Hold földközelen (földtávolság 359 510 km, látszó átmérője 33'14,2", 2,2%-os, növekvő holdfázis)
- 03.10. 17:13 39 óra 19 perces holdsarló $13,2^{\circ}$ magasan az esti égen
- 03.11. 2:52 az (5) Astraea kisbolygó (9,6 magnitúdós) 5'13"-cel északkeletre látható a 8 Leonistól (5,7 magnitúdós)

Dátum Időpont Esemény

- 03.11. 17:50 a (6) Hebe kisbolygó (9,8 magnitúdós) 6'52"-cel északra látható az NGC 4216 galaxistól (10,0 magnitúdós) az esti szürkületben
- 03.11. 17:50 kedvező időpont a Messier-maratonra
- 03.12. 17:52 a (37) Fides kisbolygó (10,7 magnitúdós) 14'26"-cel délnyugatra látható a σ Leonistól (4,0 magnitúdós) az esti szürkületben
- 03.12. 17:52 kedvező időpont a Messier-maratonra
- 03.14. 13:35 a nappali égen a 37,0%-os, növekvő fázisú holdkorong peremétől 1'15"-cel északra látható az Aldebaran (α Tauri, 0,9 magnitúdós)
- 03.14. 17:55 a (16) Psyche kisbolygó (11,3 magnitúdós) 5'44"-cel délnyugatra látható a 106 Tauritól (5,3 magnitúdós) az esti szürkületben
- 03.15. 2:21 két Jupiter-hold (Io és Europa) árnyéka látható a bolygó korongján 04:26 UT-ig
- 03.15. 17:03 első negyed (a Hold a Bika csillagképben, látszó átmérője 31'36,4")
- 03.15. 20:35 a Hold mögé belép a 130 Tauri (5,5 magnitúdós, 51%-os, növekvő holdfázis)
- 03.15. 23:19 a (10) Hygiea kisbolygó oppozícióban (9,4 magnitúdós, Oroszlán csillagkép)
- 03.16. 3:48 a Marstól 8'44"-cel délre látható a β Scorpii (2,6 magnitúdós) a hajnali szürkületben
- 03.16. 4:33 a Hold maximális librációja ($l = 6,71^\circ$, $b = 6,74^\circ$)
- 03.16. 5:04 a Hold eléri legnagyobb deklinációját $+18^\circ 12'$ -nél (55,6%-os, növekvő holdfázis)
- 03.16. 17:39 a (6) Hebe kisbolygó oppozícióban (9,8 magnitúdós, Bereniké Haja csillagkép)
- 03.16. 19:39 a Hold mögé belép a 26 Geminorum (5,2 magnitúdós, 62%-os, növekvő holdfázis)
- 03.16. 20:50 két Jupiter-hold (Io és Ganymedes) árnyéka látható a bolygó korongján 23:05 UT-ig
- 03.18. 19:25 a 80,4%-os, növekvő fázisú holdkorong peremétől 9'44"-cel délre látható a 29 Cancri (5,9 magnitúdós)
- 03.20. 4:30 tavaszi nap-éj egyenlőség
- 03.20. 18:41 a 81P/Wild-üstökös 8,0'-cel keletre látható az M1-től (Rák köd, 8,4 magnitúdós) a Bika csillagképben az esti szürkületben
- 03.20. 19:40 a (181) Eucharis kisbolygó (12,7 magnitúdós) elfedi a PPMX 7001080 jelű csillagot (11,8 magnitúdós)
- 03.21. 18:05 a (28) Bellona kisbolygó (10,4 magnitúdós) 13'10"-cel délnyugatra látható az NGC 3593 galaxistól (10,9 magnitúdós) az esti szürkületben az Oroszlán csillagképben
- 03.21. 18:10 a (383) Janina kisbolygó (15,2 magnitúdós) elfedi az UCAC4-571-038577-et (11,2 magnitúdós)
- 03.22. 3:23 a Jupiter $2,8^\circ$ -kal északra látható a 98,3%-os, növekvő fázisú Holdtól az Oroszlán csillagképben
- 03.23. 2:09 a (8) Flora kisbolygó (11,1 magnitúdós) 6'51"-cel északra látható a PK 8+6,1 planetáris ködtől (11,0 magnitúdós) a Kígyótartó csillagképben

Dátum Időpont Esemény

03.23.	12:01	telehold (a Hold a Szűz csillagképben, látszó átmérője 29'31,9")
03.23.	13:06	a Hold minimális librációja ($l = 1,51^\circ$, $b = -1,43^\circ$)
03.23.	18:09	a C/2013 US10 (Catalina)-üstökös 23,4'-cel keletre látható az NGC 1528-től (nyílthalmaz, 6,4 magnitúdós) a Perzeusz csillagképben az esti szürkületben
03.23.	19:26	a Jupitertől 15,1'-cel délre látható a (37) Fides kisbolygó (11,0 magnitúdós)
03.23.	23:47	két Jupiter-hold (Io és Ganymedes) árnyéka látható a bolygó korongján 00:59 UT-ig
03.23.	23:58	a Merkúr felső együttállásban a Nappal (a Naptól 1,3°-kal délkeletre)
03.25.	14:17	a Hold földtávolban (földtávolság 406 125 km, látszó átmérője 29'25,3", 96,1%-os, csökkenő holdfázis)
03.25.	17:41	két Jupiter-hold (Io és Europa) árnyéka látható a bolygó korongján 19:27 UT-ig
03.25.	23:09	a 94,6%-os, csökkenő fázisú holdkorong peremétől 14'21"-cel északkeletre látható a 95 Virginis (5,5 magnitúdós)
03.26.	2:04	a Hold mögül kilép a 96 Virginis (6,5 magnitúdós, 94%-os, csökkenő holdfázis)
03.26.	4:43	a Hold mögül kilép a κ Virginis (4,2 magnitúdós, 94%-os, csökkenő holdfázis)
03.27.	3:15	a (3) Juno kisbolygó (10,3 magnitúdós) 4'31"-cel északkeletre látható a 16 Libraetől (4,5 magnitúdós)
03.28.	2:02	a Hold mögül kilép az η Librae (5,4 magnitúdós, 82%-os, csökkenő holdfázis)
03.29.	2:42	a C/2013 US10 (Catalina)-üstökös 8,5'-cel északkeletre látható az NGC 1545-től (nyílthalmaz, 6,2 magnitúdós) a Perzeusz csillagképben hajnali szürkületben
03.29.	3:57	a Mars 5,1°-kal délnyugatra, a Szaturnusz 6,3°-kal délkeletre látható a 73,7%-os, csökkenő fázisú Holdtól a hajnali szürkületben, a Skorprió és a Kígyótartó területén
03.31.	12:18	a Hold maximális librációja ($l = -7,46^\circ$, $b = -6,46^\circ$)
03.31.	15:17	utolsó negyed (a Hold a Nyilas csillagképben, látszó átmérője 30'40,1")

Nyárközép a növekvő Marson

A hó közepén 10" átmérőjű, $-0,1^m$ fényességű és 0,91" fázisú Mars feltűnő égitest a hajnali égbolton, kiválóan megfigyelhető. A nyárközépen járó északi féltekén ($LS = 123$) még nem ritkák az orografikus és topografikus felhők. Egyes albedóalakzatok, így a Syrtis Major és a Mare Acidaliium elsötétedése és kiszélesedése megfigyelhető lesz március-áprilisban. Az északi félteke sivatagaiban jégköd, illetve zúzmara fordulhat elő a reggeli oldalon (kékeszöld, illetve zöld szűrőkkel legintenzívebbek), amelyek délre a centrálmeridiánra érve felolvadnak.

Jupiter-szembenállás jó láthatósággal



A Jupiter, a belső szerkezetet mutató Nagy Vörös Folttal, Szántó Szabolcs felvétele, 2015.04.09. 18:00 UT, 25,4 T.

A Jupiter március 8-án kerül szembenállásba a Nappal. A 44"-es korongátmérőjű és $-2,5^m$ fényességű bolygó az Oroszlán csillagképben jár, éjféle delelésekor 46° -kal emelkedik a horizont fölé. A bolygó kiválóan megfigyelhető januártól egészen június végéig. A szokásos nagy felbontású felvételek mellett próbáljunk meg ugyanarról a hosszúságról, előre kiválasztott időpontokban, legalább félheti-heti bontásban hasonló minőségű felvételeket készíteni. Az ebből összerakott videón az alakzatok szélrendszerekben való sodródása látványos lesz.

Nagyobb távcsővel bátran észleljük a Galilei-holdakat; az oppozíciókor a Ganymedes $1,64''$, a Callisto $1,49''$, az Io $1,13''$ az Europa pedig $0,98''$ korongátmérőjű lesz.

Hold–Szaturnusz-együttállás március 2-án

A tavasz második hajnalán, a szürkület első perceiben láthatjuk az utolsó negyedben lévő, delelő Holdat, és tőle dél felé $2,9^\circ$ -ra a $0,7$ magnitúdós Szaturnuszt. A 25° magasan látható együttállást tájképi elemekkel kombinálva látványos felvételek készíthetők.

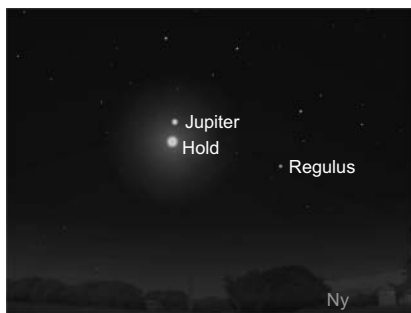
Hold–Aldebaran-együttállás március 14-én



Március 14-én 13:30 UT körül a Hold néhány ívpercre megközelíti az Aldebarant. Ekkor a páros 45° -kal lesz a horizont fölött, az 1 magnitúdós vörös óriáscsillag pedig a nappali égen is könnyen látható lesz csillagászati távcsővel (akik még nem láttak fényes nappal az égen csillagokat, jó alkalom az Aldebaran megfigyelése). A páros látványosan és gyorsan halad el egymás mellett, remek fototémát adva. A Hold fázisa 37% -os, a Naptól való távolsága 75° . A Nap 17 óra UT körül nyugszik, ekkor a Hold már $1,2^\circ$ -ra eltávolodott az Aldebarantól, de a szürkületi égen látványos az együttállásuk.

Hold–Jupiter-együttállás március 22-én

A február 24-i együttállás után alig egy hónappal ismét a Jupiter közelében találjuk a 98%-os teliholdat. Ezúttal azonban a legnagyobb látszó közelítés idején, 02:40 UT-kor a két égitest a horizontra merőlegesen fog látszani 25° magasságban.



Látványos Hold–Jupiter-együttállás a hajnali égen március 22-én.

Hold–Mars–Szaturnusz–Antares-együttállás március 29-én

A 74%-os fogyó Hold, a Mars, a Szaturnusz és az Antares ezen a hajlon egy látványos egyenlő szárú trapézt alkot a Skorpió és Kígyótartó csillagképben. A Hold és a Mars 5° -ra, a Szaturnusz és az Antares 9° -ra, a Szaturnusz és a Hold $6,3^\circ$ -ra, a Mars és az Antares $6,4^\circ$ -ra lesz egymástól. Az együttálláskor a Hold épp delelni fog, 25° -kal a horizont felett.



Látványos együttállás március 29-én hajnalban: trapézt alkot a Hold, a Mars, a Szaturnusz és az Antares.

Az Io és az Europa árnyéka egyszerre látszik a Jupiteren március 7/8-án, 15-én és 25-én

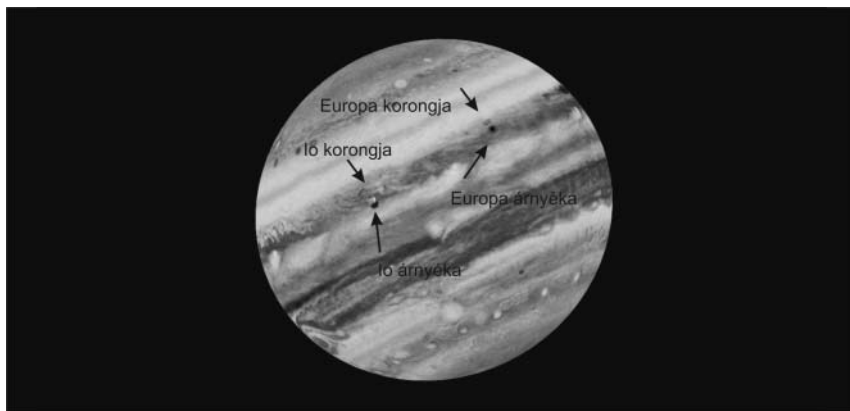
Idén már harmadszor figyelhető meg egyszerre az Io és az Europa holdak árnyéka a Jupiter korongján, remek alkalmat kínálva a fotósoknak és vizuális megfigyelőknek egyaránt. Nem véletlen az egybeesés, hiszen a belső három hold keringési ideje rezonanciában van egymással. Amíg a kisebb Europa egy keringést tesz meg a bolygó körül, az Io pontosan kétszer kerül meg az óriásbolygót. Ezért látjuk szinte ugyanazt a

jelenséget 7 nap 2 óránként ugyanúgy, február 22. és április 8. között. Változatosságot a Föld és a Nap eltérő helyzete okoz a geometriában, tehát az időpontok és időtartamok nem mindig ugyanúgy követik egymást.

Vigyázat, az első márciusi jelenségre hajnalban kerül sor, tehát 7-én este kell felkészülni a megfigyelésre. Mivel a Jupiter éppen aznap (8-án 10:56-kor) kerül oppozícióba, ezért az árnyékok különös mozgását láthatjuk. A Jupiter gömb alakja miatt belépéskor az árnyék látszólag megelőzi a hold korongját, majd a felhők tetejére vetülve a centrálmeridián felé lassul, lemarad, és végül a holdak hamarabb lépnek ki a bolygó másik peremén, mint az árnyékok. Mivel a Jupiter rendszerére a holdak pályasíkjától délre látunk rá, a hold és az árnyék nem esik egybe, eltolva látjuk. Nagy felbontású távcsővel és nagy nagytávval különleges látvány ígérkezik.

A Jupiter-holdak jelenségei március 7/8-án

- 23:09,1 az Europa árnyéka megjelenik a Jupiter keleti peremén
- 23:11,8 az Europa korongja érintkezik a bolygó keleti peremével
- 00:27,3 az Io árnyéka megjelenik a Jupiter keleti peremén
- 00:27,3 – 1:57,6 **mindkét hold árnyéka a bolygón**



- 00:28,3 az Io korongja érintkezik a bolygó keleti peremével
- 01:57,3 az Europa korongja elhagyja a bolygó korongját
- 01:57,6 az Europa árnyéka elhagyja a bolygó nyugati peremét
- 02:43,2 az Io árnyéka elhagyja a bolygó nyugati peremét
- 02:43,2 az Io korongja elhagyja a bolygó korongját

A Jupiter-holdak jelenségei március 15-én

Egy héttel az oppozíció után már átfordulunk a Jupiter keleti oldalára, és a holdak árnyékkúpja „lemarad” a holdak mögött, azaz először a piciny korongok érintkeznek a bolygóperemmel, később követi őket az árnyék fekete pöttye.

- 01:27,1 az Europa korongja érintkezik a bolygó keleti peremével



01:45,9 az Europa árnyéka megjelenik a Jupiter keleti peremén

02:11,9 az Io korongja érintkezik a bolygó keleti peremével

02:21,2 az Io árnyéka megjelenik a Jupiter keleti peremén

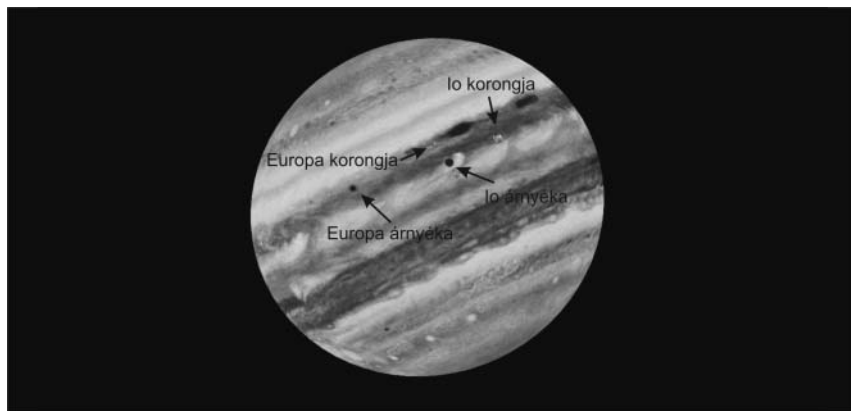
02:21,2 – 4:34,1 **mindkét hold árnyéka a bolygón**

04:13,0 az Europa korongja elhagyja a bolygó korongját

04:34,1 az Europa árnyéka elhagyja a bolygó nyugati peremét

A Jupiter-holdak jelenségei március 25-én

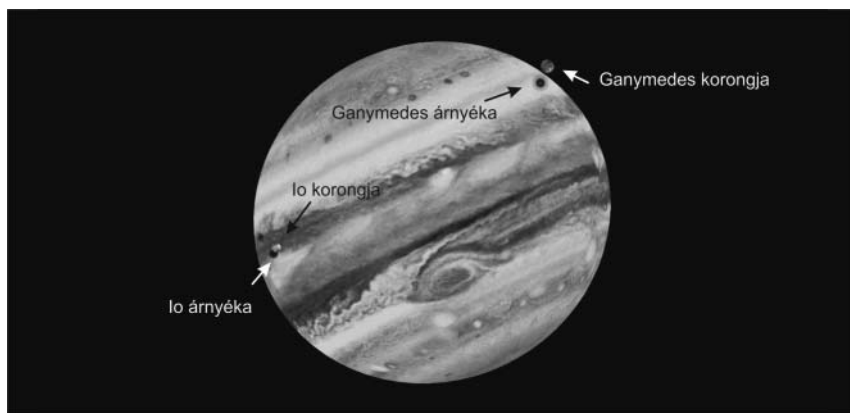
Aki figyelt, észrevette, hogy legutóbbi Io-Europa árnyékvetés páros óta az ígért 7 nap helyett tíz és fél nap telt el, azaz az Europa három, az Io hat keringésén vagyunk éppen túl, és a rezonancia miatt most is összetalálkozott a két hold. A hajnali időpont helyett kora este látszik ismét a jelenség, sokkal kényelmesebb időpontban.



17:40,8 az Europa árnyéka megjelenik a Jupiter keleti peremén
 17:40,8 – 19:27,6 **mindkét hold árnyéka a bolygón**
 19:02,9 az Io korongja elhagyja a bolygó korongját
 19:27,6 az Io árnyéka elhagyja a bolygó nyugati peremét
 19:37,3 az Europa korongja elhagyja a bolygó korongját
 20:28,4 az Europa árnyéka elhagyja a bolygó nyugati peremét

Az Io és Ganymedes árnyéka egyszerre látható a Jupiteren

Csodálatos rendszer a Jupiter három legbelső holdja, hiszen nemcsak a két belső van rezonanciában, hanem a Ganymedes is. A Ganymedes egy keringési ideje pontosan az Europa két és az Io négy keringési idejével egyezik, így ha a holdak állásához a Nap is csatlakozik (és éppen a Földről is látható, ráadásul Európából nézve a Jupiter a horizont felett van éjszaka), akkor a fedések sorozatban 7 naponta követik egymást. Márciusban három Io–Ganymedes-árnyékvetést láthatunk, 9-én, 16-án és 23-án (mindeközben az Europa a Jupiter mögött tartózkodik, és láthatjuk kilépését a Jupiter árnyékából). Március 9-én egy nappal leszünk oppozíció után, így a korong jelensége 1-2 perccel megelőzi az árnyékot, de fekete folt szorosan a kis hold mögött halad a Jupiter felhőzetének tetejére vetülve. A későbbi napokban láthatjuk, ahogy a Nap–Föld-szög a Jupiter-ről nézve szélesedik, így a korong és az árnyék egyre távolabbra kerül egymástól a Földről nézve.



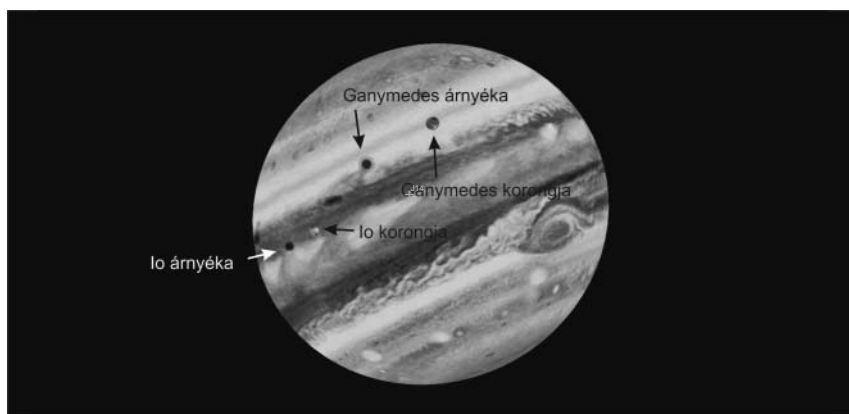
Jelenségek március 9-én

17:50,4 az Europa belép a Jupiter korongja mögé
 18:54,2 az Io korongja érintkezik a bolygó keleti peremével
 18:55,8 az Io árnyéka megjelenik a Jupiter keleti peremén
 18:55,8 – 19:10,1 **mindkét hold árnyéka a bolygón**

- 18:58,1 a Ganymedes korongja elhagyja a bolygó korongját
 19:10,1 a Ganymedes árnyéka elhagyja a bolygó nyugati peremét
 20:39,1 az Europa kilép a Jupiter árnyékából
 21:09,1 az Io korongja elhagyja a bolygó korongját
 21:11,6 az Io árnyéka elhagyja a bolygó nyugati peremét

Jelenségek március 16-án

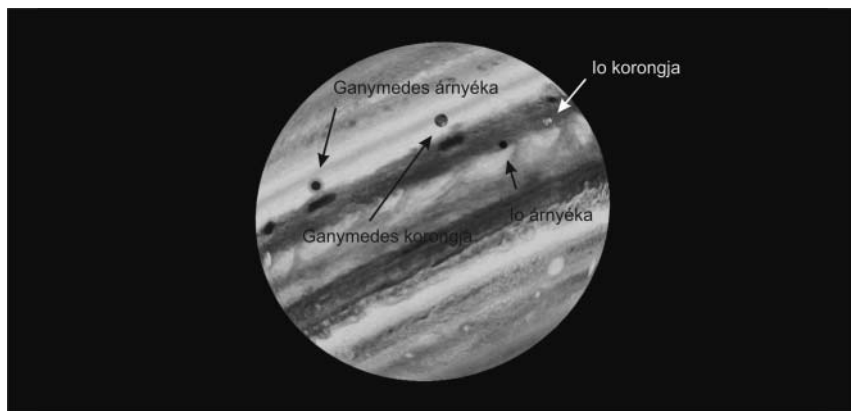
- 19:03,0 a Ganymedes korongja érintkezik a bolygó keleti peremével
 19:48,9 a Ganymedes árnyéka megjelenik a Jupiter keleti peremén
 20:03,5 az Europa belép a Jupiter korongja mögé
 20:37,8 az Io korongja érintkezik a bolygó keleti peremével
 20:49,6 az Io árnyéka megjelenik a Jupiter keleti peremén
 20:49,6 – 23:05,3 **mindkét hold árnyéka a bolygón**



- 22:14,4 a Ganymedes korongja elhagyja a bolygó korongját
 22:52,8 az Io korongja elhagyja a bolygó korongját
 23:05,3 az Io árnyéka elhagyja a bolygó nyugati peremét
 23:07,2 a Ganymedes árnyéka elhagyja a bolygó nyugati peremét
 23:12,6 az Europa kilép a Jupiter árnyékából

Jelenségek március 23/24-én

- 22:43,6 az Io árnyéka megjelenik a Jupiter keleti peremén
 23:47,1 a Ganymedes árnyéka megjelenik a Jupiter keleti peremén
 23:47,1 – 0:59,1 **mindkét hold árnyéka a bolygón**
 00:36,8 az Io korongja elhagyja a bolygó korongját
 00:59,1 az Io árnyéka elhagyja a bolygó nyugati peremét
 01:32,2 a Ganymedes korongja elhagyja a bolygó korongját
 01:46,2 az Europa kilép a Jupiter árnyékából
 03:04,6 a Ganymedes árnyéka elhagyja a bolygó nyugati peremét



Teljes napfogyatkozás március 9-én

Az év első fogyatkozása egy teljes napfogyatkozás, de Magyarországról sajnos nem figyelhető meg. A totalitás sávja Szumátrán, Borneón, Celebeszen és a Csendes-óceánon halad át. Részleges napfogyatkozást látni Délkelet-Ázsiából, Ausztrália északi feléről, Japánból, Mikronéziából és a Csendes-óceán északi feléről.

A félárnyék Szumátrától délre érinti az Indiai-óceán vizeit, 23:19:20-kor. Közel egy óra telik el, mire a Hold árnyékkúpja 0:15:57-kor megérinti a Föld felszínét, közel ezer kilométerre nyugatra Szumátra partjaitól. A teljes fázis másfél percre tart, amely érték fokozatosan nő, ahogy az árnyék áthalad Szumátra, Borneó és Celebesz szigeteken. A fogyatkozás maximumára 1:57:11-kor kerül sor, 500 km-re délkeletre Guam szigetétől.

Nap 75° magasan van, a totalitás hossza 4 perc 9 másodperc, az árnyékkúp 155 km széles. Az árnyék tovább halad a Csendes-óceán északi vizeire, a Midway-szigeteket elkerülve végül Hawaii-tól északkeletre, 1750 km-re hagyja el a Földet 3:38:20-kor. A fogyatkozásnak 4:34:55-kor van vége, amikor a félárnyék is levonul bolygónk felszínéről.



A Nap–Hold páros a Vízöntő és a Halak csillagképek határán tartózkodik, a Hold leszálló csomópontja közelében. A Nap látszó mérete átlagos, átmérője $32,22'$. A Hold bő egy nap múlva lesz földközeli, így látszó mérete nagyobb az átlagosnál: $33,12'$. A kettő különbsége $0,9'$, az átlagosnál kissé kisebb érték. A viszony-

lag hosszú teljesség oka az, hogy a maximumra az egyenlítő közelében kerül sor, ahol a Föld forgása a teljesség időtartamát növeli.

Ez a fogyatkozás a 130-as Szárosz-sorozat 52. napfogyatkozása a 73-ból.

Félárnyékos holdfogyatkozás március 23-án

Az év második fogyatkozása egy jellegtelen félárnyékos holdfogyatkozás, amely Magyarországról nézve nem figyelhető meg. A jelenség lényegében a Csendes-óceánról látszik.

A félárnyék 9:39:29-kor érinti meg a holdfelszínt. A Hold 11:47:12-kor merül legmélyebben a félárnyékba, ekkor a holdkorong bő háromnegyede van fedésben. Azonban ekkor is csak annyit láthatnak a megfigyelők, hogy égi kísérőnk déli harmadára egy halvány homály borul. Maga ez a homály a fent említett időpont előtt és után bő fél órával észlelhető, ezen kívül más látványosságot nem ígér ez a holdfogyatkozás. A félárnyék 13:54:50-kor hagyja el a Hold felszínét.

A félárnyékos fogyatkozás hossza 4 óra 15 perc 22 másodperc. A holdfogyatkozás idején a Hold a Szűz csillagkép nyugati részén tartózkodik, a felszálló csomó közelében. A Jupiter 17° távol látszik tőle északnyugatra. A Spica 20° -ra délkeletre ragyog a Holdtól, Az Arcturus északra, a Regulus északnyugatra látszik. A fogyatkozás maximuma pillanatában a félárnyékos fogyatkozás nagysága 0,7747 magnitúdó.

Ez a holdfogyatkozás a 74 eseményt adó 142-es Szárosz-család 18. tagja.

Üstökösök

C/2013 US10 (Catalina). A cirkumpoláris, ám az esti égen jobban látható üstökös folytatja gyors távolodását, földtávolsága 1,7 és 2,6 CSE között változik, miközben naptávolsága is 2 CSE fölé nő, így biztosan kikerül a binokulárok hatóköréből. A várhatóan 9 és 11 magnitúdó között halványuló üstököst a Camelopardalis, majd a Perseus csillagképekben láthatjuk, sajátmozgása látványosan, $0,5$ és $0,2^\circ$ /nap között csökken. A Tejút sávjához közeledve a hónap második felében több szép együttállása is lesz, március 22–25. között fél foknál is közelebb lesz a laza NGC 1528 nyílthalmaz centrumához, majd 29-én áthalad a valamivel kisebb NGC 1545 peremén, miközben több mint öt napon keresztül fél foknál kisebb távolságra látszanak egymástól.

81P/Wild. Paul Wild fedezte fel a zimmerwaldi 40 cm-es Schmidt-távcső 1978. január 6-i felvételein. A 14 magnitúdós üstökös az év közepére 10,5 magnitúdóig fényesedett, míg keringési periódusa 6,15 évnél adódott. Korábban azért nem fedezték fel, mert jelenlegi pályája egy 1974-es, drasztikus pályaváltozás eredménye, amelynek során az $5,5 \times 4,0 \times 3,3$ km-es üstökös mag egymillió km-re megközelítette a Jupitert, vagyis nagyjából a Ganymedes távolságában haladt el tőle. A korábban 5 CSE perihéliumtávolság 1,5 CSE-re, a 40 év körüli keringési idő 6,15 évre, pályahajlása pedig 18° -ról 3° -ra csökkent. Ennek a friss megjelenésnek is szerepe volt abban, hogy az üstökösport begyűjtő Stardust űrszondát ehhez a napsugárzás által még kevésbé bolygatott üstököshöz küldték. A 2016-ban negyedszer visszatérő vándor 1997-ben és 2010-ben is 9 magnitúdós fényességet ért el, az idén viszont nem valószínű, hogy 11–12 magnitúdónál jobban kifényesedik.

81P/Wild

Dátum	RA (h m s)	D (° ' ")	Δ (CSE)	r (CSE)	E (°)	m_v (m)
03.01.	05 12 06	+21 02 03	1,696	2,083	98	12,9
03.06.	05 16 48	+21 17 15	1,727	2,055	94	12,9
03.11.	05 22 17	+21 32 21	1,757	2,028	91	12,8
03.16.	05 28 31	+21 47 01	1,787	2,001	87	12,8
03.21.	05 35 27	+22 00 55	1,817	1,974	84	12,7
03.26.	05 43 03	+22 13 39	1,845	1,948	81	12,7
03.31.	05 51 17	+22 24 54	1,872	1,922	78	12,6
04.05.	06 00 07	+22 34 18	1,899	1,897	75	12,6
04.10.	06 09 31	+22 41 29	1,924	1,872	72	12,5
04.15.	06 19 28	+22 46 07	1,948	1,848	69	12,5
04.20.	06 29 54	+22 47 53	1,971	1,825	67	12,4
04.25.	06 40 48	+22 46 26	1,993	1,803	64	12,3
04.30.	06 52 07	+22 41 28	2,013	1,781	62	12,3
05.05.	07 03 51	+22 32 43	2,033	1,760	60	12,2
05.10.	07 15 58	+22 19 55	2,051	1,740	58	12,2
05.15.	07 28 24	+22 02 51	2,069	1,722	56	12,1
05.20.	07 41 08	+21 41 19	2,085	1,704	54	12,1
05.25.	07 54 08	+21 15 10	2,101	1,687	52	12,0
05.30.	08 07 22	+20 44 18	2,117	1,672	51	12,0
06.04.	08 20 48	+20 08 37	2,132	1,657	49	11,9
06.09.	08 34 25	+19 28 06	2,147	1,644	48	11,9
06.14.	08 48 10	+18 42 48	2,162	1,633	46	11,9

A 13 és 12,5 magnitúdó között fényesedő üstökös az esti égen látható a Taurus, majd a hónap legvégén az Orion csillagképben. A 0,2 és 0,4 °/nap között gyorsuló égitest 8-án este 41 ívperccel délre kereshető az 5,0 magnitúdós 109 Tauritól, de azt ezt megelőző és követő két éjszakán is egy foknál kisebb távolságban lesznek egymástól. A hónap közepén a 4,9 magnitúdós 118 Tauri segíti megtalálását, amelytől 14-én és 15-én negyed fokkal délnyugatra majd délkeletre fog tartózkodni. Igen látványosnak ígérkezik az üstökös és a Rák-köd együttállása 19-én és 20-án este. Az első időpontban a köd peremétől 8–10 ívperccel nyugatra, a másodikban 6 ívperccel keletre láthatjuk a nappali órákban a szupernóva-maradvány előtt is elhaladó kométát.

116P/Wild. A Naptól távolodó, de bolygónkhoz 1,8 és 1,5 CSE között közeledő üstökös lassan eléri stacionárius pontját a hajnali égen, így délkeleti irányú mozgása egyre lassul, miközben a Libra csillagképből átkerül a Scorpiusba. A 12,5 és 12 magnitúdó között lassan fényesedő kométa 2-án hajnalban 53 ívperccel délre halad el a 4,8 magnitúdós κ Libraetól, míg 27-étől a hónap végéig fél foknál közelebb lesz látható a 2,3 magnitúdós δ Scorpiitól, amelyet északnyugat felől közelít meg, és 31-én már csak 8 ívpercre lesz tőle.

252P/LINEAR. A földsúroló égitestek közé tartozó üstököst 2000. április 7-én fedezte fel a Lincoln Laboratory Near-Earth Asteroid Research (LINEAR) automata keresőszoftvere. A 17-18 magnitúdós üstökös már elhagyta napközelpontját (1,003 CSE), és bolygónktól is távolodott, ám a számítások szerint februárban, amikor 15 millió km-re

haladt el mellettünk, 12 magnitúdós lehetett. A valójában igen halvány égitestet azóta csak 2011-ben sikerült megfigyelni két éjszakán, amikor fényessége mindössze 22,5-23 magnitúdó volt. Mivel keringési ideje öt és egyharmad év, az idén ismét földközelve kerül, március 21-én 5 millió km-re halad el mellettünk.

252P/LINEAR

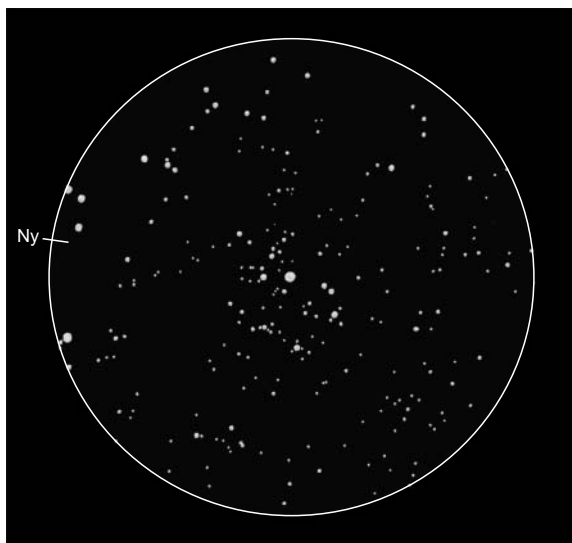
Dátum	RA (h m s)	D (° ' ")	Δ (CSE)	r (CSE)	E (°)	m_v (m)
03.27.	17 30 51	-29 57 41	0,049	1,010	103	11,5
03.28.	17 31 54	-25 08 00	0,053	1,012	104	11,7
03.29.	17 32 41	-21 03 00	0,058	1,015	105	11,8
03.30.	17 33 16	-17 34 59	0,063	1,018	106	12,1
03.31.	17 33 41	-14 37 18	0,068	1,021	107	12,2
04.01.	17 33 59	-12 04 30	0,073	1,024	108	12,4
04.02.	17 34 10	-09 52 08	0,078	1,027	109	12,6
04.03.	17 34 16	-07 56 39	0,083	1,030	109	12,7
04.04.	17 34 18	-06 15 14	0,089	1,034	110	12,9
04.05.	17 34 15	-04 45 36	0,094	1,038	111	13,0
04.06.	17 34 08	-03 25 54	0,100	1,042	112	13,2

Várható fényessége és valamelyest helyzete is bizonytalan, hiszen még senki nem észlelte napközében, így megfigyelése igazi érdekességnek ígérkezik. Sajnos március 15-i perihéliumakor mélyen a déli égen fog tartózkodni, ám gyors mozgása miatt március 27-én hajnalban már tőlünk is észlelhető lehet a 11-12 magnitúdós üstökös. Ezt követően láthatósága gyorsan javul, naponta 3-4 fokkal magasabban láthatjuk az Ophiuchus délkeleti szegletében. A Tejút sűrű csillagmezői előtt haladó üstökös észlelésére március 28-án kínálkozik kedvező alkalom, amikor sötét porfelhők előtt halad majd, mintegy 40 ívpercre délre a 4,8 magnitúdós 50 Ophiuchitól.

A kora tavaszi Tejút

William Herschel, német származású angol csillagász, akit a legnagyobb vizuális megfigyelőnek tartanak, példaképének tekintette Charles Messier-t, és részben az ő hatására kezdett el „kódókat” keresni. Néhány éven belül a „tanítvány” túlszárnyalta „mesterét”: Herschel több ezer mélyég-objektumot fedezett fel nagy tükrös műszereivel. Messier, látva hogy kis refraktoraival nem rúghat már labdába az angol csillagász mellett, ezután jóval kisebb lelkesedéssel vette lajstromba a ködfoltokat, és sajnos ezek a késői felfedezések el is kallódtak. Most Messier és a két Herschel (apa és fia) felfedezései közül ajánlunk megfigyelnivalókat.

A tavaszi égbolt nyugati részét még a téli csillagképek uralják, így a március és április hónapok kiválcyan alkalmasak a délebbi Tejút észlelésére: a Monoceros és Puppis csillagképek nem emelkednek túl magasra egünkön, de látványos nyílt csillaghalmaik, ködfoltjaik nagy érdeklődésre tarthatnak számot a kíváncsi amatőr csillagász részéről. Érdemes ilyenkor alkonyatra kinn lenni megfigyelőhelyünkön, hogy a sötétség leszálta után delelő téli Tejutat alaposan bebarangolhassuk. Kezdjük mindig legdéleb-

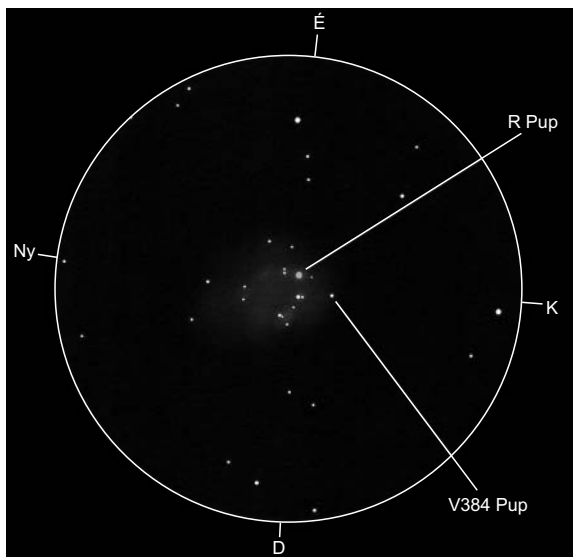


Az NGC 2451 teljes pompájában Sánta Gábor rajzán, amelyet Kréta szigetén készített 2010 áprilisában. 13T, 20×, 2,5 fok látómező.

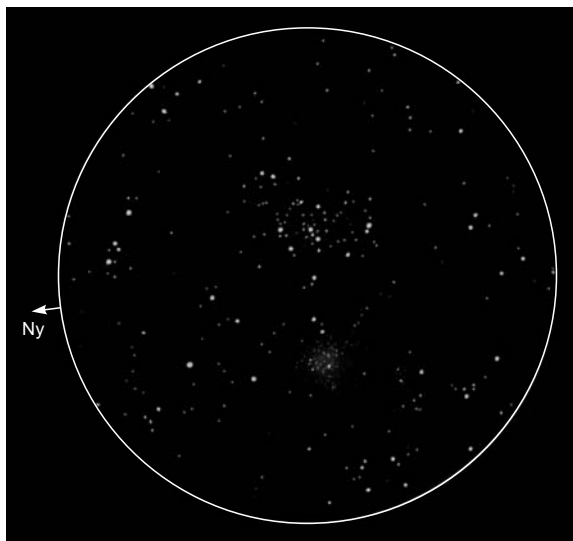
ről! A böjti szelek kisöprik hazánkból a téli ködöket, és igen gyakran örülhetünk tökéletesen átlátszó égboltnak. Ha egy ilyen – sokszor persze szeles – estén kitelepülünk egy tökéletes déli horizontú helyre, akkor nagy esélyünk lehet a Puppis csillagképben található NGC 2451 nyílthalmaz megpillantására. A 2,9 magnitúdós π Puppis pontosan a Canis Maior alatt található, bő 5 fok magasan delel. Igazán tiszta esteiken könnyű látvány szabad szemmel. Ettől 5 fokkal keletre találjuk a ϵ Pup körül csoportosuló körülbelül 3 magnitúdó összfényességű csillaghalmazt, ami kiváló átlátszóság esetén kisebb és közepes távcsövekkel is szép látvány. Ne feledjük: igazi ritkaság, egy déli csemege ez az objektum! Egyszer minden, mélyég-objektumok iránt érdeklődő amatőr csillagásznak érdemes levadásznia.

Tőle már északabbra találjuk a bő 10 fokon delelő NGC 2439-et, amely a δ és η CMA meghosszabbításában található. A 6,9 magnitúdós, gazdag csillaghalmaz igazi kompakt ékkő, a vöröses színű R Puppis változócsillaggal a peremén. Keletebbre és hajszállal északabbra található néhány fényes csillaghalmaz, a teljesség igénye nélkül: NGC 2533, 2567, 2571 és 2627, amely már a Pyxis csillagkép része.

Még északabbra kereshetjük meg az ι és ξ Pup környékén az NGC 2527-et (ez két fokkal északra található az NGC 2533-tól), az NGC 2483-at, és a fényes köddel körülvevett NGC 2467-et. Utóbbi a kellően tiszta és sötét égen már binokulárokkal is körülbelül olyan látványt nyújt, mint az M20, de távcsövel a ködösség egy része csillaghalmazzá oldódik fel, míg nagyobb (15-20 cm) műszerrel és UHC szűrővel a köd is szépen feldereeng. A régió legszebb csillaghalmaza a 6 magnitúdós M93, amely jellegzetes, sűrű, V alakú csillagláncairól ismerhető fel.



Az NGC 2439 Keryna János Gábor rajzán, a sükkösi határból. 10L, 86×, 27 ívperces LM.



Cseh Viktor remek rajza az M47 és az NGC 2423 párosáról – az M46 a látómezőn kívül maradt. 13T, 26×, 2 fok 10 ívperc látómező.

A Puppis északi régiójában – immár kellemes, 30 fokos magasságban – találjuk az M46 és M47 párosát. Két ennyire eltérő karakterű nyílthalmaz nem sok van az égbolton egymás közelében. Az M46 nagy foltja halvány derengés, észrevételéhez sötétebb ég és kis nagyítás kell, valamint nagy látómező. Rengeteg apró csillaga viszont lenyűgöző látvány egy közepes átmérőjű távcsővel, és jó égbolton nem nehéz felismerni a halmaz előterében lebegő 10 magnitúdós NGC 2438 planetáris köd kis kerek foltját sem. Az M47 épp az ellentéte az M46-nak: kevés fényes csillag koncentrálódik egy határozott középpont körül, észrevenni még a leginkább fényszennyezett égen sem nehéz. Igazán sötét égről a két halmazt binokulárral könnyen látjuk, és távcsövünk nagy látómezejű (legalább másfél fok) okulárjába egyszerre beleférnek. Az M47-től csak bő fél fokkal van északra a 6,7 magnitúdós NGC 2423, amely végső soron trióvá egészíti ki a halmazcsoportot. Csillagait könnyebb felbontani, mint az M46-ban lévőket.

A kora tavaszi estéken ezek a csodálatos objektumok sajnos már nem sokáig élvezhetők. A Monoceros területén a legkeletibb nyílthalmaz az NGC 2506, amely egy sűrű, szinte gömbhalmazszerű csillagcsoport. 3,5 fokkal délkeletre találjuk innen az NGC 2539-et, a 19 Puppis „tövében”. Ez a 6,5 magnitúdós, fél teliholdnyi csoport számtalan, szétszórt csillagával igazi kora tavaszi csemege. Majdnem pontosan 7 fokkal észak felé az M48 uralja a Hydra nyugati felét: az 5,8 magnitúdós csoport erős tömörülést mutat, ami körül kettős félkörívben található a halmaz többi komponense. Látványa kis műszerekkel is varázslatos.

A Hold csillagfedései

Dátum hó nap	UT			J	Csillag		Hold		Pozíció		Korrekció			
	h	m	s		ZC/SAO név	m	fázis	h	CA	PA	A	B		
3 1	0	36	26	ki	2280	6,5	59	-	11	85	É	286	+0,8	+1,0
3 11	18	5	14	be	110154	7,4	10	+	17	53	D	111	+0,4	-2,1
3 11	18	54	15	be	110180	8,2	10	+	9	78	É	63	+0,2	-0,6
3 12	19	17	42	be	419	8,8	19	+	18	50	É	37	+0,5	+0,3
3 12	19	51	5	be	93151	8,4	19	+	12	58	D	109	+0,0	-1,9
3 12	19	54	25	be	93150	8,4	19	+	11	42	D	125	-0,1	-2,5
3 13	18	39	40	be	93605	8,7	28	+	35	65	D	105	+0,8	-1,8
3 14	19	56	32	be	94138	7,6	40	+	33	87	É	81	+0,8	-1,1
3 15	18	11	1	be	94792	8,2	50	+	56	34	D	144	+1,4	-3,6
3 15	20	34	47	be	878 130 Tau	5,5	51	+	37	57	É	56	+1,2	-0,2
3 15	21	4	43	be	94872	7,3	51	+	32	59	D	120	+0,4	-2,2
3 16	18	30	35	be	95985	7,9	61	+	59	76	É	79	+1,8	+0,1
3 16	19	17	7	be	96002	8,1	61	+	55	50	É	53	+1,9	+1,0
3 16	19	38	57	be	1029 26 Gem	5,2	62	+	53	65	É	68	+1,7	+0,0
3 25	22	23	52	ki	139704	7,3	95	-	26	53	D	247	+2,0	+2,2
3 26	2	3	39	ki	2028 96 Vir	6,5	94	-	29	29	D	223	+2,8	+1,5
3 28	2	2	25	ki	2247 η Lib	5,4	82	-	27	86	D	275	+1,9	-0,1
3 30	1	12	52	ki	2508	6,3	65	-	17	13	É	348	-0,1	-2,5
3 31	1	40	33	ki	2649	6,7	55	-	14	17	É	341	+0,2	-1,7

Évfordulók

150 éve született Antonia Maury

Antonia Caetana de Paiva Pereira Maury (1866. március 21., Cold Springs – 1952. január 8., Hastings-on-Hudson) a csillag-spektroszkópia kezdeteinek és a Harvard spektroszkópiai felmérésének kimagasló egyénisége. Csillagász-természettudós családba született: nagyapja John William Draper, a Hold első fotografikus megörökítője; nagybátyja volt Henry Draper orvos, amatőr csillagász, szintén az asztrófotográfia egyik úttörője (Vénusz-átvonulás: 1874, Orion-köd: 1880). Antonia Maury apja episzkopális lelkész volt, és természettan-könyveket szerkesztett, nővére paleontológus, egyik unokatestvére oceanográfus lett. Antonia Maury 1887-ben végzett BA fokozattal Maria Mitchell tanítványaként, majd a következő évben a Harvard College Observatoryba került Edward Pickering munkacsoportjába. Williamina Fleming és Annie Cannon mellett csillagok spektrál-



klasszifikációjával foglalkozott a korai osztályozási rendszer szerint. (Akkoriban még a színképosztályok hőmérsékletfüggése sem volt ismert, merőben heurisztikus szempontok alapján történt a klasszifikáció.) Éppen Antonia Maury ismerte föl, hogy összefüggés van a hőmérséklet és a spektrálosztályok között, és ő állapította meg, hogy a korai színképtípusú csillagok O, B, A osztályai következnek egymás után a hőmérséklet szerint csökkenő sorrendben. A spektrumvonalak profilja alapján pedig elkülönített két alosztályt, b altípusúnak nevezte a nagyon elmosódott vonalú csillagokat, és azt is helyesen sejtette meg, hogy a vonalak elmosódását a csillag gyors forgása okozza. Ezen kívül igen keskeny vonalú csillagokat is talált, amelyeket a c alosztályba sorolt, és mint Ejnar Hertzsprung 1907-ben kimutatta, ezek a szuperóriás csillagok. Maury fedezte föl a második ismert spektroszkópiai kettőst, a β Aurigaet, és az ekkor már ismert Mizarral együtt mindkét rendszer periódusát meghatározta. 1892-ben megszűnt alkalmazása a Harvard Obszervatóriumban, de egészen 1935-ig folytatta a spektroszkópiai vizsgálatokat, többek között a β Lyrae analízisével. Munkái a Harvard College Observatory kiadványaiban (*Annals*, *Bulletin*) jelentek meg. Csillagászati munkássága mellett ornitológiával is foglalkozott, és számos felsőbb iskolában tartott természettani kurzusokat. Értékes munkásságát mégsem övezte jelentős elismerés: egyetlen kitüntetése az 1943-as Annie J. Cannon-díj.

50 éve halt meg Joel Stebbins

Joel Stebbins (1878. július 20., Omaha – 1966. március 16., Palo Alto) a fotoelektromos fotometria kifejlesztőjeként írta be magát a csillagászat-történetbe. Első munkahelye az Union Pacific Railroad volt, ahol apja is dolgozott. Itteni állásából vették föl a Nebras-

kai Egyetemre, ahol 1899-ben BSc-fokozatot szerzett. Ezt követte az MSc (Wisconsin, 1901) és PhD (Berkeley, 1903). 1904–1922 között az Illinoisi Egyetem obszervatóriumának munkatársa, 1914-től igazgatója volt. 1922–1948 között a Washburn Obszervatóriumot vezette, majd nyugdíjasként a Mt. Wilson Obszervatóriumban dolgozott haláláig. Stebbins érdeklődése már a fotoelektromos effektus felfedezésének idején a lehetséges csillagászati alkalmazások felé fordult. 1908-tól kísérletezett szelénkatódokkal Wheatstone-hídban: a katód ellenállása a megvilágítástól függően változott, ami fényességmérést tett lehetővé. A detektor előnye volt, hogy halvány csillagok és gyors fényességváltozások kimérésére is lehetőséget adott, azonban a kék tartományban nem volt érzékeny, így elsősorban a késői színeképtípusú csillagokra lehetett sikerrel alkalmazni. Később nátrium-hidrid katódokat alkalmazott a kékérzékenység miatt, amelyek elé 430–480 nm között áteresztő szűrőt is tett. Műszerét korai színeképtípusú fedési változók (Algol, Menkalinan) megfigyelésére alkalmazta, és a csillagok fundamentális paramétereire következtetett. 1910-ben sikerrel mérte ki az Algol 0,06 magnitúdós mellékminimumát is, valamint a reflexiók effektust. 1915-től a Naprendszer holdjainak vizsgálatával kezdett foglalkozni, hogy – reménye szerint – kimérje a napállandó változásait. Megfigyelései azonban váratlan eredményre vezettek: a Jupiter holdjain az albedó erőteljes függését figyelte meg a szoláris fázistól, ami a felszíni struktúrákkal magyarázha-



tó. 1920-tól kezdve ismét főleg B típusú csillagok megfigyelésével foglalkozott, a csillagközi vörösödés fölfedezése (1930) után pedig a korai csillagok segítségével a vörösödést is tanulmányozta. A II. világháború alatt fejlesztette ki hatszín-fotometriai rendszerét, amelyet 1950-ben Johnson-féle UBV-rendszerre cserélt. Ekkor már 1P21 fotomultiplierrel dolgozott. Megfigyelte, hogy a távoli galaxisok vörösebbek, mint a közeliak, és ezt fejlődési effektusként interpretálta (Stebbins–Whitford-jelenség). (Később kiderült, hogy a vöröseltolódás és a galaxisok színképének érdekes összjátéka okozza a jelenséget: a fiatal galaxisok vöröseltolódásra korrigálva kékebbek az idősebbeknél, mert az intenzívebb csillagkeletkezés miatt több bennük a fiatal csillag). Stebbins korának megbecsült tudósa volt, megkapta a Draper- és Bruce-érmet és a Royal Astronomical Society aranyérmét. 1920-ben választották akadémiai taggá, 1940–1943 között az Amerikai Csillagászati Társaság (AAS) elnöke volt.

Jupiter-holdak

nap	UT h:m	hold	jelenség
1	0:49,5	Io	áv
	0:59,7	Io	ev
	3: 7,3	Callisto	ák
	19:45,7	Io	fk
2	22:11,9	Io	mv
	17:10,8	Io	ek
	18:20,7	Europa	mv
	19:17,9	Io	áv
6	19:25,6	Io	ev
	1:56,3	Ganymedes	fk
7	4:36,3	Europa	fk
	3:11,4	Io	fk
8	23: 9,1	Europa	ák
	23:11,8	Europa	ek
	0:27,3	Io	ák
	0:28,3	Io	ek
9	1:57,3	Europa	ev
	1:57,6	Europa	áv
	2:43,2	Io	áv
	2:43,2	Io	ev
	21:39,8	Io	mk
	23:57,1	Io	fv
	17:50,4	Europa	mk
	18:54,2	Io	ek
	18:55,8	Io	ák
	18:58,1	Ganymedes	ev
19:10,1	Ganymedes	áv	
20:39,1	Europa	fv	

nap	UT h:m	hold	jelenség
9	21: 9,1	Io	ev
	21:11,6	Io	áv
10	18:25,7	Io	fv
	1:27,1	Europa	ek
15	1:45,9	Europa	ák
	2:11,9	Io	ek
	2:21,2	Io	ák
	4:13,0	Europa	ev
16	23:23,8	Io	mk
	1:51,5	Io	fv
	19: 3,0	Ganymedes	ek
	19:48,9	Ganymedes	ák
	20: 3,5	Europa	mk
	20:37,8	Io	ek
	20:49,6	Io	ák
	22:14,4	Ganymedes	ev
	22:52,8	Io	ev
	23: 5,3	Io	áv
23: 7,2	Ganymedes	áv	
17	23:12,6	Europa	fv
	17:49,8	Io	mk
	19:23,4	Callisto	ek
	20: 0,1	Io	fv
18	21: 8,4	Callisto	ák
	21:38,1	Callisto	ev
	0: 8,3	Callisto	áv
	17:33,7	Io	áv
	17:51,9	Europa	áv

nap	UT h:m	hold	jelenség
22	3:43,0	Europa	ek
	3:55,8	Io	ek
23	1: 8,2	Io	mk
	3:46,1	Io	fv
24	22:17,3	Europa	mk
	22:19,6	Ganymedes	ek
	22:21,8	Io	ek
	22:43,6	Io	ák
	23:47,1	Ganymedes	ák
	0:36,8	Io	ev
	0:59,1	Io	áv
	1:32,2	Ganymedes	ev
25	1:46,2	Europa	fv
	3: 4,6	Ganymedes	áv
	19:34,4	Io	mk
	22:14,7	Io	fv
	17:40,8	Europa	ák
25	19: 2,9	Io	ev
	19:27,6	Io	áv
	19:37,3	Europa	ev

nap	UT h:m	hold	jelenség
25	20:28,4	Europa	áv
26	1:54,3	Callisto	mk
30	2:53,2	Io	mk
31	0: 6,5	Io	ek
	0:32,1	Europa	mk
	0:37,7	Io	ák
	1:39,2	Ganymedes	ek
	2:21,5	Io	ev
	2:53,1	Io	áv
	3:46,2	Ganymedes	ák
	21:19,5	Io	mk

f = fogyatkozás: a hold a Jupiter árnyékában

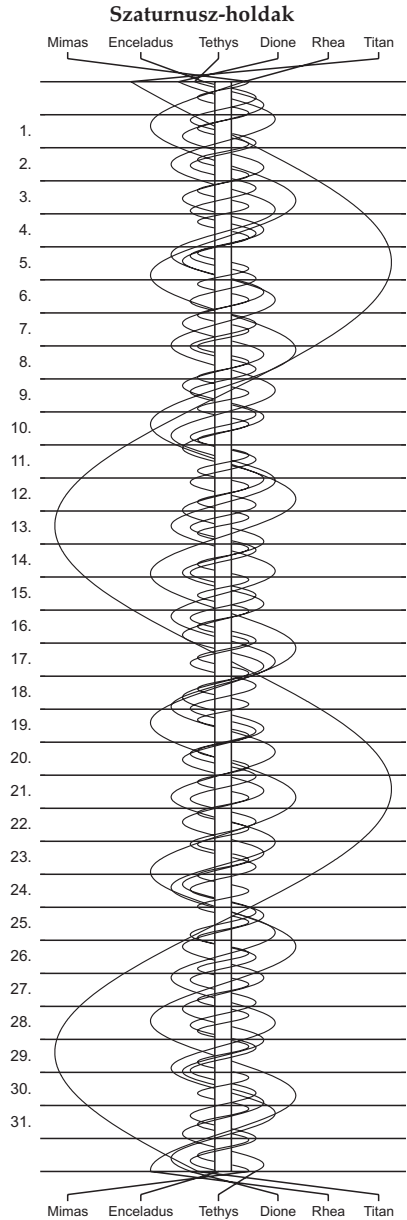
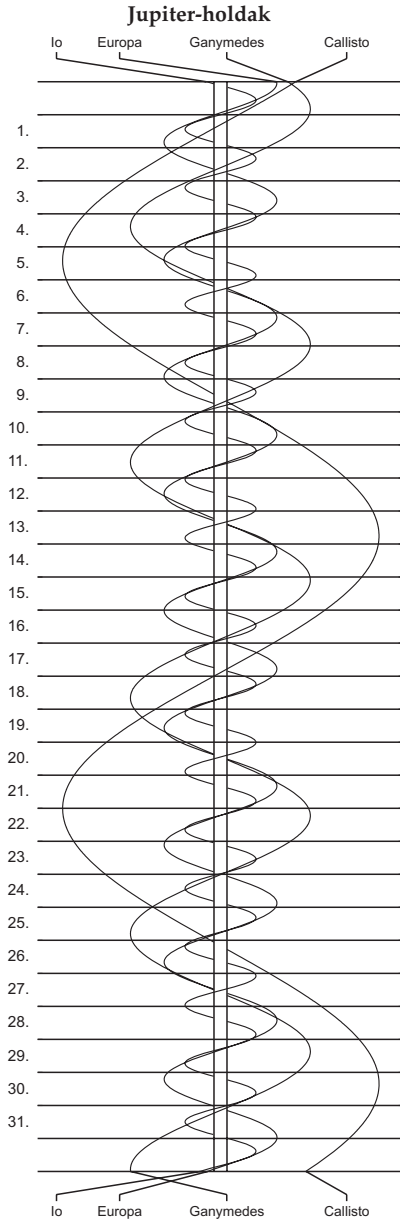
á = átvonulás: a hold árnyéka a Jupiteren

e = előtte: a hold a Jupiter korongja előtt

m= mögötte: a hold a Jupiter korongja mögött

k = a jelenség kezdete

v = a jelenség vége





Kereszturi Ákos könyve a Mars megismeréséhez nyújt általános útmutatást. Célja a legtöbb fontos témakör áttekintése, és az, hogy az olvasó minél teljesebb képet kapjon a bolygó legfontosabb földtudományi és bolygótudományi jellemzőiről. A 189 oldalas kiadvány segít a Marssal kapcsolatos hírek között tájékozódni. Kapható a Polarisban, megrendelhető az MCSE-től. Ára 2000 Ft (MCSE-tagoknak 1500 Ft). www.mcse.hu

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

Kalendárium – április

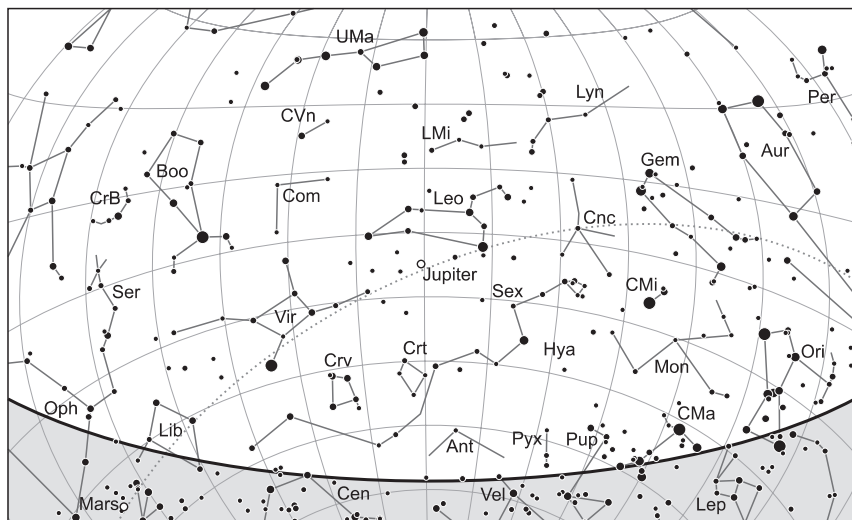
KÖZEI

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

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

április

nap	Julián dátum 12 ^h UT	θ_{gr} 0 ^h UT h m s	névnapok
1.	2 457 480	12 39 08	Hugó, Pál
2.	2 457 481	12 43 05	Áron, Ferenc, Mária, Tünde
3.	2 457 482	12 47 01	Buda, Richárd, Irén, Irina
4.	2 457 483	12 50 58	Izidor
5.	2 457 484	12 54 55	Vince, Irén, Irina, Julianna, Teodóra
6.	2 457 485	12 58 51	Vilmos, Bíborka, Dénes
7.	2 457 486	13 02 48	Herman, Armand, Ármin, Árpád, József, Mária
8.	2 457 487	13 06 44	Dénes, Júlia, Valter
9.	2 457 488	13 10 41	Erhard, Dusán, Vince
10.	2 457 489	13 14 37	Zsolt
11.	2 457 490	13 18 34	Leó, Szaniszló, Ariel, Glória, Leona
12.	2 457 491	13 22 30	Gyula, Csaba, Csanád, Szilárd
13.	2 457 492	13 26 27	Ida, Hermina, Martin, Márton
14.	2 457 493	13 30 24	Tibor, Benedek, Gusztáv, Lídia
15.	2 457 494	13 34 20	Anasztázia, Tas
16.	2 457 495	13 38 17	Csongor, Benedek, Bernadett, Enikő, József
17.	2 457 496	13 42 13	Rudolf, Anastázia, Árnika, Csongor, Klára, Rezső
18.	2 457 497	13 46 10	Andrea, Ilma, Aladár, Hermina
19.	2 457 498	13 50 06	Emma, Malvin
20.	2 457 499	13 54 03	Tivadar, Aladár, Odett, Tihamér
21.	2 457 500	13 57 59	Konrád, Zsombor
22.	2 457 501	14 01 56	Csilla, Noémi
23.	2 457 502	14 05 53	Béla, Albert, Gellért, György, Ilona, Sándor
24.	2 457 503	14 09 49	György, Csaba, Debóra, Györgyi, Hunor, Melitta, Simon
25.	2 457 504	14 13 46	Márk, Ervin
26.	2 457 505	14 17 42	Ervin, Marcell, Mária, Tihamér
27.	2 457 506	14 21 39	Zita, Mariann, Marianna, Péter
28.	2 457 507	14 25 35	Valéria, Dorisz, Pál, Patrícia, Patrik, Teodóra
29.	2 457 508	14 29 32	Péter, Antónia, Kata, Katalin, Róbert, Roberta, Tihamér
30.	2 457 509	14 33 28	Katalin, Kitty, Hilda, Ildikó, Mariann, Tivadar, Zsófia



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

Bolygók

Merkúr: A hónap során kitűnően megfigyelhető az esti nyugati égen. A hónap elején még háromnegyed órával nyugszik a Nap után, de láthatósága gyorsan javul. 18-án van legnagyobb keleti kitérésben, $19,9^\circ$ -ra a Naptól. Ekkor közel két órával később nyugszik, mint a Nap, idei legjobb esti láthatóságát adva. A hónap végére láthatósága romlani kezd, de 30-án még majdnem másfél órával nyugszik a Nap után.

Vénusz: A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. Fényessége $-3,8^m$ -ról $-3,9^m$ -ra nő, átmérője $10,3''$ -ről $9,8''$ -re csökken, fázisa $0,95$ -ről $0,98$ -ra nő.

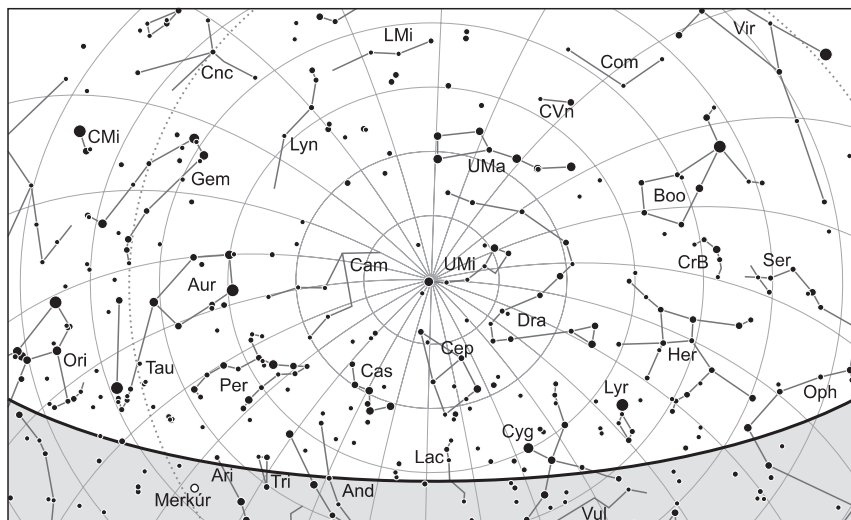
Mars: Lassuló előretartó mozgást végez a Skorpió, majd 3-tól a Kígyóirtó csillagképben. Itt mozgása 17-én hátrálóvá válik, és 30-án visszatér a Skorpióba. Éjfél előtt kel, az éjszaka második felében feltűnően látszik a délkeleti-déli égen. Fényessége rohamosan nő $-0,5^m$ -ről $-1,4^m$ -ra, látszó átmérője $11,8''$ -ről $16''$ -re változik.

Jupiter: Az Oroszlán csillagképben végzi lassulásnak induló hátráló mozgását mint feltűnő égitest. Az éjszaka első felében figyelhető meg, hajnalban nyugszik. Fényessége $-2,4^m$, átmérője $42''$.

Szaturnusz: Hátráló mozgást végez a Kígyóirtó csillagképben. Éjfél körül kel, az éjszaka második felében a délkeleti-déli égen látható. Fényessége $0,3^m$, átmérője $18''$.

Uránusz: A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. 9-én együttállásban van a Nappal. Továbbra is előretartó mozgást végez.

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



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

Eseménynaptár (UT)

Dátum Időpont Esemény

- 04.01. 18:23 kedvező időpont a Messier-maratonra
- 04.01. 20:18 két Jupiter-hold (Io és Europa) árnyéka látszik a bolygó korongján 21:21 UT-ig
- 04.02. 2:33 a 116P/Wild-üstökös 4'-cel délnyugatra látható a δ Scorpiitól (2,3 magnitúdós) a hajnali szürkületben
- 04.02. 18:24 kedvező időpont a Messier-maratonra
- 04.04. 18:27 a (29) Amphitrite kisbolygó (11,0 magnitúdós) 45,2'-cel északnyugatra látható a Fiastyúktól (M45, 1,2 magnitúdós) a Bika csillagképben
- 04.05. 20:02 a 81P/Wild-üstökös 12'-cel északra látható a 141 Tauritól (6,4 magnitúdós)
- 04.06. 23:50 a Hold minimális librációja ($l = -1,95^\circ$, $b = 2,26^\circ$)
- 04.07. 11:24 újhold (a Hold a Halak csillagképben, látszó átmérője $33'27,0''$), a 2016-os év legnagyobb újholdja
- 04.07. 17:36 a Hold földközelen (földtávolság 357 163 km, látszó átmérője $33'27,3''$, 0,2%-os, növekvő holdfázis)
- 04.08. 0:50 a Jupitertől $6'50''$ -cel délre látható a 63 Leonis (4,6 magnitúdós)
- 04.08. 17:56 30 óra 32 perces holdsarló $7,4^\circ$ magasan az esti égen (a Merkúrtól $5,9^\circ$ -kal délkeletre)
- 04.08. 17:56 a Merkúr $5,9^\circ$ -kal északnyugatra látható a 2,6%-os, növekvő fázisú Holdtól az esti szürkületben a Kos és a Cet csillagképekben

Dátum Időpont Esemény

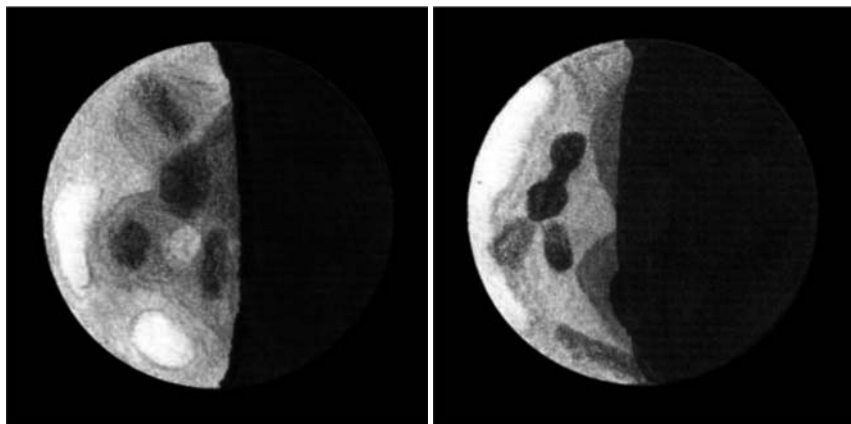
04.08.	18:34	a (16) Psyche kisbolygó (11,5 magnitúdós) 7'41"-cel északra látható a ζ Tauritól (3,0 magnitúdós) az esti szürkületben
04.08.	22:55	két Jupiter-hold (Io és Europa) árnyéka látszik a bolygó korongján 23:16 UT-ig
04.10.	2:54	a (7) Iris kisbolygó (10,5 magnitúdós) 13'23"-cel délnyugatra látható a 26 Ophiuchitól (5,7 magnitúdós) a hajnali szürkületben
04.10.	13:53	az Uránusz földtávolban, távolsága 20,9679 CSE, látszó átmérője 3,3"
04.10.	18:37	a 16%-os, növekvő fázisú Hold a Hyadok csillaghalmaz előtt látható az esti szürkülettől holdnyugtáig
04.10.	18:58	a Hold mögé belép a 70 Tauri (6,6 magnitúdós, 15%-os, növekvő holdfázis)
04.10.	19:43	a 16,1%-os, növekvő fázisú holdkorong peremétől 3'11"-cel délre látható a 71 Tauri (4,5 magnitúdós)
04.10.	20:11	a Hold mögé belép a θ^1 Tauri (3,8 magnitúdós, 16%-os, növekvő holdfázis)
04.10.	20:11	az Europa (Jupiter-hold) fogyatkozásának vége
04.10.	20:14	a Hold mögé belép a θ^2 Tauri (3,4 magnitúdós, 16%-os, növekvő holdfázis)
04.11.	1:08	a Ganymedes (Jupiter-hold) fogyatkozásának vége
04.11.	18:26	a Hold mögé belép a 111 Tauri (5,0 magnitúdós, 24%-os, növekvő holdfázis), kilépés 19:30-kor
04.11.	19:24	a (15) Eunomia kisbolygó (10,2 magnitúdós) 1'43"-cel északra látható a 11 Tauritól (6,1 magnitúdós)
04.11.	20:09	a Hold mögé belép a 117 Tauri (5,8 magnitúdós, 24%-os, növekvő holdfázis)
04.11.	23:46	a Callisto (Jupiter-hold) fogyatkozásának kezdete
04.12.	2:31	a Callisto (Jupiter-hold) fogyatkozásának vége
04.12.	12:14	a Hold eléri legnagyobb deklinációját +18°17'-nél (32,6%-os, növekvő holdfázis)
04.12.	18:41	a 81P/Wild-üstökös 14'-cel északra látható az η Geminorumtól (3,3 magnitúdós) az esti szürkületben
04.13.	0:19	a Hold maximális librációja ($l = 7,37^\circ$, $b = 6,43^\circ$)
04.13.	18:42	a (39) Laetitia kisbolygó (11,6 magnitúdós) 3'1"-cel délkeletre látható a 83 Tauritól (5,4 magnitúdós) az esti szürkületben
04.13.	21:01	a 81P/Wild-üstökös 14' távolságra északra látható az IC 443-tól (Medúza-köd) az Ikrek csillagképben az esti szürkületben
04.14.	3:59	első negyed (a Hold az Ikrek csillagképben, látszó átmérője 31'2,8")
04.15.	2:43	a (354) Eleonora kisbolygó (11,5 magnitúdós) 9'24"-cel délkeletre látható a Trumpler 35 nyílthalmaztól (9,2 magnitúdós) a hajnali szürkületben a Pajzs csillagképben
04.15.	8:10	a Merkúr dichotómiája (19,4°-os keleti elongáció, 7,1" látszó átmérő)
04.15.	22:54	a (134340) Pluto törpebolygó eléri legnagyobb látszó fényességét, 14,3 magnitúdót
04.17.	18:09	a Jupiter 5,0°-kal keletre látható a 83,1%-os, növekvő fázisú Holdtól az esti szürkületben az Oroszlán csillagképben
04.17.	20:11	a Hold mögé belép a 37 Leonis (6,4 magnitúdós, 84%-os, növekvő holdfázis)

Dátum Időpont Esemény

04.17.	20:25	a Hold súrolva fedi a 37 Leonist az északi pereme mentén (6,4 magnitúdós, 84%-os, növekvő holdfázis)
04.17.	22:45	az Europa (Jupiter-hold) fogyatkozásának vége
04.18.	1:51	a Ganymedes (Jupiter-hold) fogyatkozásának kezdete
04.18.	13:59	a Merkúr legnagyobb keleti kitérésben (19,9°-os elongáció, 0,1 magnitúdós, 7,8" átmérő, 39% fázis, Kos csillagkép)
04.18.	18:11	a Merkúr legkedvezőbb esti láthatósága az évben, a polgári szürkületkori magassága 12,5°, 0,2 magnitúdós, fázisa 38%
04.20.	3:13	a Mars és a Szaturnusz 7,2°-os közelsége a Kígyótartó csillagképben a hajnali szürkületben
04.20.	4:04	a Hold minimális librációja ($l = 1,92^\circ$, $b = -1,99^\circ$)
04.20.	18:54	a (471) Papagena kisbolygó (11,6 magnitúdós) 8'31"-cel nyugatra látható az ω Tauritól (4,9 magnitúdós) az esti szürkületben
04.21.	0:47	a Hold mögé belép a θ Virginis (4,4 magnitúdós, 99%-os, növekvő holdfázis)
04.21.	16:05	a Hold földtávolban (földtávolság 406 351 km, látszó átmérője 29'24,3", 99,7%-os, növekvő holdfázis)
04.21.	18:56	a (27) Euterpe kisbolygó (11,3 magnitúdós) 14'19"-cel északkeletre látható az 58 Geminorumtól (6,2 magnitúdós) az esti szürkületben
04.22.	5:24	telehold (a Hold a Szűz csillagképben, látszó átmérője 29'24,8"), a 2016-os év legkisebb teleholdja
04.22.	7:00	az Áprilisi Lyridák meteorraj maximuma a hajnali órákban, de a telehold miatt vizuálisan csak a legfényesebb meteorok láthatók éjjel után
04.22.	18:58	a Merkúrtól 13'38"-cel keletre látható a ζ Arietis (4,9 magnitúdós) az esti szürkületben
04.25.	3:03	a Mars 4,3°-kal délre látható a 92,4%-os, csökkenő fázisú Holdtól a hajnali szürkületben a Kígyótartó és a Skorpió csillagképekben
04.26.	3:02	a Szaturnusz 4,3°-kal délnyugatra látható a 86,5%-os, csökkenő fázisú Holdtól a hajnali szürkületben a Kígyótartó csillagképben
04.27.	4:48	a Hold eléri legkisebb deklinációját $-18^\circ 23'$ -nél (78,5%-os, csökkenő holdfázis)
04.27.	18:48	a Merkúrtól 4'57"-cel északkeletre látható a τ Arietis (5,3 magnitúdós) az esti szürkületben
04.28.	2:41	a Hold maximális librációja ($l = -6,91^\circ$, $b = -6,12^\circ$)
04.28.	2:48	a Neptunusztól 5'35"-cel délre látható a (11) Parthenope kisbolygó (11,4 magnitúdós) a hajnali szürkületben
04.30.	3:29	utolsó negyed (a Hold a Vízöntő csillagképben, látszó átmérője 31'17,0")

A Merkúr kiváló esti láthatósága

A bolygó legkedvezőbb esti láthatóságára kerül sor az évben. Március 22-i felső együttállása után április 3-án már biztosan megtalálhatjuk a $-1,3^m$ -s, 11° -os elongációban tartózkodó bolygót. A fényes telimerkúr ekkor 0,94 fázisú, 5,5" átmérőjű, és egy órával nyugszik a Nap után. A hónap során kiválóan megfigyelhető lesz a lassan fogyó boly-



Cseh Viktor Merkúr-korong-rajzai a 2014-es kitűnő tavaszi láthatóságból. 2014.05.18. 18:45UT és 2014.05.21. 18:27UT, 10L, W21 szűrő.

gó. Április 15-én kerül dichotómiába 0,49 fázis, 7,2"-es átmérő és $-0,2^m$ fényesség mellett. A $19,5^\circ$ -os elongációban tartózkodó félmerkúr ekkor két órával nyugszik a Nap után, feltűnő égiteste esti egünknek. A fogyásnak indult sarló is jól megfigyelhető, izgalmas észlelés lesz április 27-én a már csak 2^m -s, és $0,18$ fázisú, de $10,0''$ -es vékony merkúrsarlót megpillantani, amely bő másfél órával nyugszik a Nap után.

Hold–Aldebaran-együttállás április 10-én

A 15%-ban megvilágított Hold ezen az estén jelentősen megközelíti az Aldebarant, miközben elfedi a Hyadok több tagját. Kísérőnk kis fázisa miatt erős lesz a hamuszürke fény, amely látványos asztrofotók készítésére adhat lehetőséget.

Először – 17:10 UT körül – a 3 magnitúdós γ Tau kilépése következik be a napali égen (a Nap 2 fok magasan lesz a horizont felett). A látvány talán 18:10 UT-t követően lesz a legszebb, amikor kísérőnk a γ és a θ^{1-2} Tau között lesz látható, és $3,1^\circ$ -ra lesz az Aldebarantól. Ekkor a viszonylag már sötétebb, szürkületi égen, 25° -nál magasabban szemlélhetjük a Hyadok csillagai közt járó Holdat. Ezt követően tovább szűkül a fényes csillag és a



A Hold a Hyadokban április 10-én 18:30 UT-kor.

Hold szögtávolsága, 19:20 UT-kor már csak bő két és fél fok választja el őket. 20:11 UT-kor kerül sor a θ^1 , majd 20:15-kor a θ^2 Tau okkultációjára 8° magasan. Az egyre alacsonyabbra kerülő párost nagyjából 20:35 UT-ig követhetjük, ekkor kísérőnk bő 5° -kal lesz a horizont felett, és a páros tagjait alig $1,9^\circ$ választja el.

A Hold, a Mars és a Szaturnusz április 25-én

A március 29-i négyes együttállás már előrevetítette, hogy az év első felében gyakoriak lesznek a Hold és a Mars, valamint a Szaturnusz együttállásai. Április 25-én (2:30 UT) először a Marsot közelíti meg kísérőnk $4,3$ fokra, amikor a Hold, a Mars és az Antares egy vonalban lesznek láthatók a szürkület kezdetén. Ugyanaz nap 22:30 UT-kor – ami már valójában 26-a, 00:30 a nyári időszámítás szerint – a keleti horizonton felemelkedő Hold és Szaturnusz kettősét csodálhatjuk meg. A jelzett időpontban kettejük szögtávolsága $3,2^\circ$ lesz, és 12° magasan fognak tartózkodni.

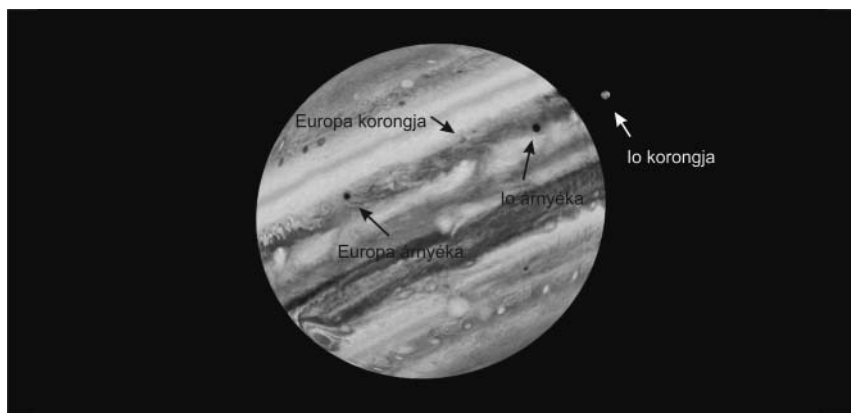
Az Io és Europa holdak árnyéka egyszerre látható a Jupiter korongján

A februári és márciusi időpontok után az utolsó két ilyen eseményt láthatjuk április első hetében. Mindkét alkalommal a két legbelső Galilei-hold vesz részt a kettős árnyékvetésben. A Jupiter egy hónappal van túl az oppozíción, így a holdak árnyékai igencsak „megnyúltak”, ez hosszúra, több mint 5 órára nyújtja az eseménysort. Szerecsére napnyugta és a Jupiter lenyugvása között az összes jelenségre sor kerül.

Jelenségek április 1-jén

18:32,8 az Io korongja érintkezik a bolygó keleti peremével

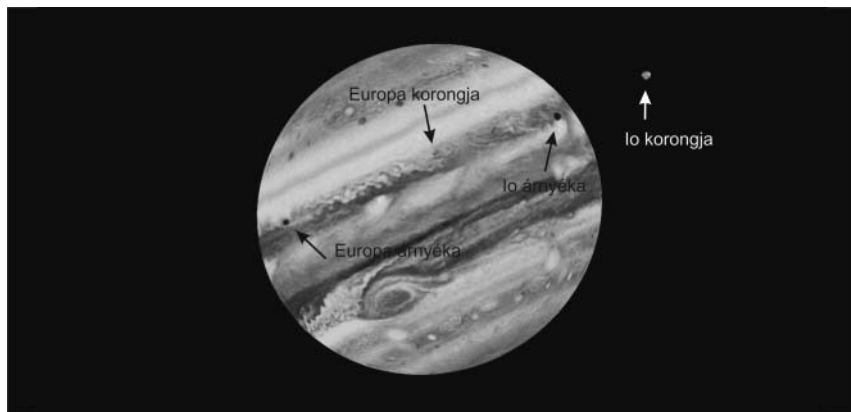
19:06,2 az Io árnyéka megjelenik a Jupiter keleti peremén



19:08,6 az Europa korongja érintkezik a bolygó keleti peremével
 20:17,8 az Europa árnyéka megjelenik a Jupiter keleti peremén
 20:17,8 – 21:21,5 **mindkét hold árnyéka a bolygón**
 20:47,8 az Io korongja elhagyja a bolygó korongját
 21:21,5 az Io árnyéka elhagyja a bolygó nyugati peremét
 21:55,2 az Europa korongja elhagyja a bolygó korongját
 23:05,0 az Europa árnyéka elhagyja a bolygó nyugati peremét

Jelenségek április 8/9-én

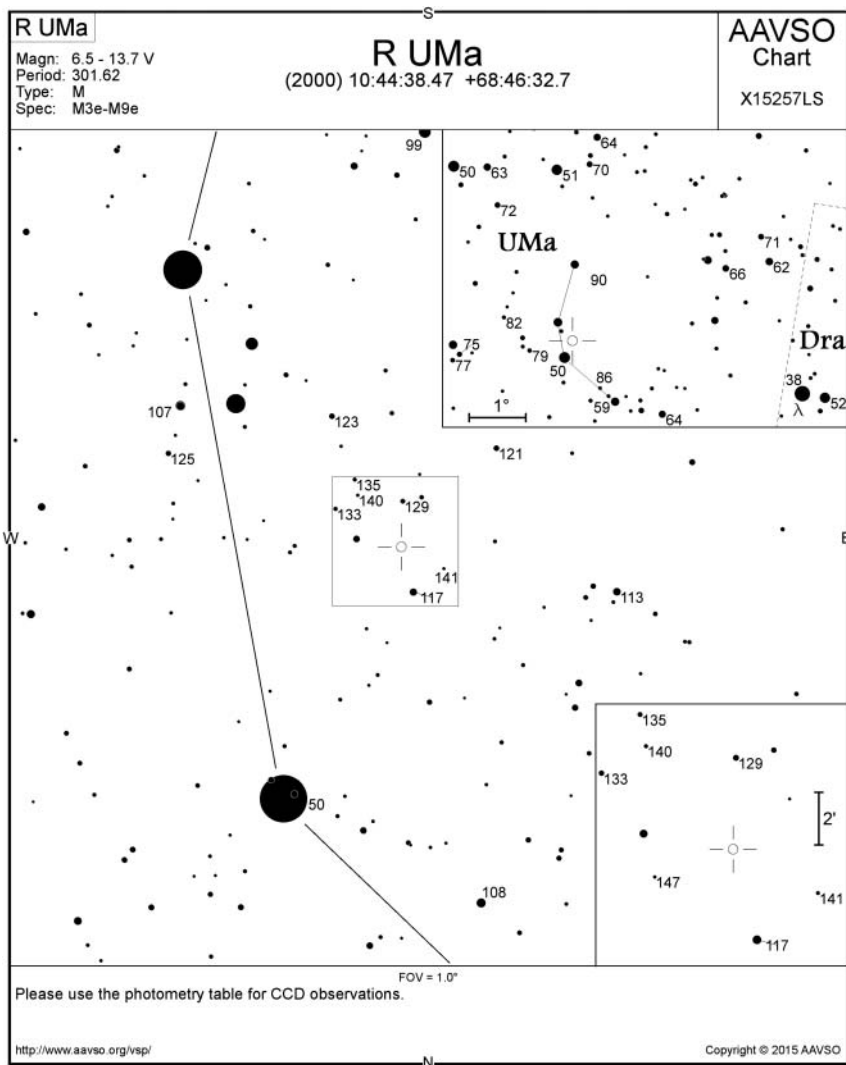
20:18,5 az Io korongja érintkezik a bolygó keleti peremével
 21:00,4 az Io árnyéka megjelenik a Jupiter keleti peremén
 21:27,8 az Europa korongja érintkezik a bolygó keleti peremével
 22:33,5 az Io korongja elhagyja a bolygó korongját
 22:54,9 az Europa árnyéka megjelenik a Jupiter keleti peremén
 22:54,9 – 23:15,6 **mindkét hold árnyéka a bolygón**



23:15,6 az Io árnyéka elhagyja a bolygó nyugati peremét
 00:14,7 az Europa korongja elhagyja a bolygó korongját
 01:41,7 az Europa árnyéka elhagyja a bolygó nyugati peremét

Egy népszerű cirkumpoláris mira: az R Ursae Maioris

Az európai csillagászok 1596-ban fedezték fel az első periodikus változót. David Fabricius ekkor észlelte először az o Ceti, de ez idő tájt még csupán csodálatosnak („mirának”) számított a hosszú periódusú fényváltozás. A rendszeres változócsillag-észlelés csak a 18. század végén vette kezdetét, 1865-ben pedig már 113 változócsillagot ismertek. A rohamosan fejlődő detektálási technikáknak köszönhetően mára több mint 100 000 változócsillagot katalogizáltak.



A változócsillagok elnevezési rendszere az idővel és az egyre gyarapodó új felfedezésekkel folyton bővült. Az elején egy görög betűvel és a csillagkép rövidítésével neveztek el a csillagot, ilyen például a Mira, azaz o Ceti és a χ Cygni, majd, kezdetben egy latin nagybetűt és a csillagkép rövidítését használták. Az adott csillagképek elsőként

felfedezett változóját R betűvel jelölték, ahogy a Nagy Medve csillagkép e fényes változócsillagát is, amely, nagy számuknak és jelentős amplitúdójuknak köszönhetően szinte tipikusnak mondhatóan a mira változócsillag-osztály képviselője.

Az R UMA az 1853-ban Norman Pogson által történt felfedezése óta a legteljesebb, szinte megszakítások nélküli fénygörbéjű változók közé tartozik, mivel az északi félteke nagy részéről cirkumpoláris csillagként látszik. Amplitúdóját tág határok között, kaotikus módon változtatja, periódusa közepesnek mondható, mintegy 302 napos, ez kismértékben szintén ingadozik. Maximumban csak ritkán közelíti meg a 6^m-t (nemritkán a 7,5^m-t is alig haladja meg), míg minimumát jellemzően 13-14^m között éri el. Fénymenete enyhén fűrészfogszerű, felszálló ága meredekebb.

Meteorrajok

A táblázatban megtalálható a raj neve, hivatalos nemzetközi kódja, az aktivitás időszaka és a legnagyobb gyakoriság időpontja. SL a Nap geocentrikus ekliptikai hosszúsága a gyakorisági maximum idején; RA és D a radiáns egyenlítői koordinátái szintén a maximumkor; v: a rajtagok átlagos mozgási sebessége a Földhöz viszonyítva; r: a populációs index, amely azt mutatja meg, hogy az egy magnitúdóval halványabb fényességosztályban hányszor több rajmeteor van. ZHR: a zenitre redukált óránkénti darabszám, amely azt adja meg, hogy hány darab, az adott rajhoz tartozó meteort látna a megfigyelő, ha az égbolt határmagnitúdója 6,5 lenne, és a radiáns a zenitben tartózkodna.

2016. évi meteorrajok

Név	aktív.	max.	SL °	RA °	D °	v km/s	r	ZHR
Quadrantidák (010 QUA)	12.28.– 01.12.	01.04.	283,16	230	+49	41	2,1	120
Áprilisi Lyridák (006 LYR)	04.16.– 04.25.	04.22.	32,32	271	+34	49	2,1	18
Pi Puppídák (137 PPU)	04.15.– 04.28.	04.23.	33,5	110	-45	18	2,0	változó
Éta Aquaridák (031 ETA)	04.19.– 05.28.	05.05.	45,5	338	-01	66	2,4	40
Éta Lyridák (145 ELY)	05.03.– 05.14.	05.08.	48,0	287	+44	43	3,0	3
Nappali Arietidák (171 ARI)	05.14.– 06.24.	06.07.	76,6	44	+24	38	2,8	50
Júniusi Bootidák (170 JBO)	06.22.– 07.02.	06.27.	95,7	224	+48	18	2,2	változó

Név	aktív.	max.	SL °	RA °	D °	v km/s	r	ZHR
Piscis Austrinidák (183 PAU)	07.15.– 08.10.	07.28.	125	341	-30	35	3,2	5
Déli Delta Aquaridák (005 SDA)	07.12.– 08.23.	07.30.	127	340	-16	41	3,2	16
Alfa Capricornidák (001 CAP)	07.03.– 08.15.	07.30.	127	307	-10	23	2,5	5
Perseidák (007 PER)	07.17.– 08.24.	08.12.	140,0	48	+58	59	2,2	150
Kappa Cygnidák (012 KCG)	08.03.– 08.25.	08.17.	145	286	+59	25	3,0	3
Aurigidák (206 AUR)	08.28.– 09.05.	08.31.	158,6	91	+39	66	2,5	6
Szeptemberi Perseidák (208 SPE)	09.05.– 09.21.	09.09.	166,7	48	+40	64	3,0	5
Drakonidák (009 DRA)	10.06.– 10.10.	10.08.	195,4	262	+54	20	2,6	változó
Déli Tauridák (002 STA)	09.10.– 11.20.	10.10.	197	32	+09	27	2,3	5
Delta Aurigidák (224 DAU)	10.10.– 10.18.	10.11.	198	84	+44	64	3,0	2
Epsilon Geminidák (023 EGE)	10.14.– 10.27.	10.18.	205	102	+27	70	3,0	3
Orionidák (008 ORI)	10.02.– 11.07.	10.21.	208	95	+16	66	2,5	15
Leo Minoridák (022 LMI)	10.19.– 10.27.	10.24.	211	162	+37	62	3,0	2
Északi Tauridák (017 NTA)	10.20.– 12.10.	11.12.	230	58	+22	29	2,3	5
Leonidák (013 LEO)	11.06.– 11.30.	11.17.	235,27	152	+22	71	2,5	15
Alfa Monocerotidák (246 AMO)	11.15.– 11.25.	11.21.	239,32	117	+01	65	2,4	változó
Novemberi Orionidák (250 NOO)	11.13.– 12.06.	11.28.	246	91	+16	44	3,0	3

Név	aktív.	max.	SL °	RA °	D °	v km/s	r	ZHR
Puppídák-Velidák (301 PUP)	12.01.– 12.15.	12.07.	255	123	-45	40	2,9	10
Monocerotidák (019 MON)	12.05.– 12.20.	12.08.	257	100	+08	41	3,0	2
Szigma Hydridák (016 HYD)	12.03.– 12.15.	12.11.	260	127	+02	58	3,0	3
Geminidák (004 GEM)	12.04.– 12.17.	12.14.	262,2	112	+33	35	2,6	120
Coma Berenicidák (020 COM)	12.12.– 12.23.	12.15.	264	175	+18	65	3,0	3
Decemberi Leo Minoridák (032 DLM)	12.05.– 02.04.	12.19.	268	161	+30	64	3,0	5
Ursidák (015 URS)	12.17.– 12.26.	12.22.	270,7	217	+76	33	3,0	10

Üstökösök

C/2013 US10 (Catalina). Az esti égen, a Perseus északkeleti sarkában követhetjük az üstökös halványodását. A kométa földtávolsága 2,6 és 3,4 CSE között növekszik, és egy hónap alatt mindössze 5 fokot tesz meg egünkön. Fényessége 11–12 magnitúdó között csökken, így már közepes távcsövek szükségesek ahhoz, hogy néhány utolsó pillantást vessünk rá, mielőtt a nagybolygók perturbációi a Naprendszer elhagyására készítetik. Hiába látszik a Tejút sávjának közelében, nem lesz látványos együttállása a hónapban, kimondottan unalmas csillagkörnyezetben kell majd felkeresnünk.

9P/Tempel. A tucatsyi üstököst felfedező Ernst Tempel pillantotta meg elsőként 1867. április 3-án. Az 5,7 éves keringési idejű üstökös 10,5 magnitúdós maximális fényességet ért el, és a következő két napközelség alkalmával is sikeresen megfigyelték. Ezt követően azonban hosszú időre, majd' száz évre eltűnt az észlelők szeme elől, csak tizenöt keringéssel később, 1972-ben sikerült a nyomára akadni. Mivel keringési ideje azóta pontosan 5,5 év, jó és rossz láthatóságú napközelségek váltogatják egymást. 1983-ban, 1994-ben és 2005-ben is 10 magnitúdóig fényesedett, a köztes visszatérések során csak fotografikusan észlelték.

Most ismét egy kedvező napközelség van soron, ám aki eddig kihagyta az üstököst, most semmiképpen se mulassza el, ugyanis a kométa szerencsétlen pályaváltozások előtt áll. A következő, rossz láthatóságú perihélium után a Jupiter kereken 6 évre módosítja a keringési időt, így az üstökös további két keringésre a rossz láthatóságban ragad. 2036-ban az óriásbolygó hatására kikerül ebből az állapotból, ám perihéliumtávolsága az idei 1,54 CSE helyett már csak 1,93 CSE lesz, így fényessége meg sem közelíti majd az elmúlt évtizedekben tapasztaltat.

9P/Tempel

Dátum	RA (h m s)	D (° ' ")	Δ (CSE)	r (CSE)	E (°)	m_v (m)
04.01.	12 00 22	+20 50 09	0,993	1,935	153	12,7
04.06.	11 55 33	+20 55 11	0,984	1,909	148	12,5
04.11.	11 51 06	+20 49 53	0,980	1,884	144	12,3
04.16.	11 47 14	+20 34 00	0,980	1,858	139	12,2
04.21.	11 44 06	+20 07 45	0,984	1,834	135	12,0
04.26.	11 41 49	+19 31 36	0,991	1,810	130	11,9
05.01.	11 40 28	+18 46 09	1,001	1,786	126	11,8
05.06.	11 40 06	+17 52 07	1,013	1,764	121	11,7
05.11.	11 40 43	+16 50 13	1,028	1,742	117	11,6
05.16.	11 42 21	+15 41 14	1,044	1,721	114	11,5
05.21.	11 44 55	+14 25 57	1,062	1,700	110	11,4
05.26.	11 48 24	+13 04 59	1,080	1,681	107	11,3
05.31.	11 52 44	+11 38 56	1,099	1,663	104	11,2
06.05.	11 57 53	+10 08 17	1,120	1,645	101	11,2
06.10.	12 03 47	+08 33 29	1,141	1,629	98	11,1
06.15.	12 10 25	+06 55 04	1,162	1,615	96	11,0
06.20.	12 17 42	+05 13 28	1,184	1,601	93	11,0
06.25.	12 25 36	+03 29 08	1,206	1,589	91	10,9
06.30.	12 34 04	+01 42 31	1,229	1,578	89	10,9
07.05.	12 43 07	-00 05 58	1,252	1,568	87	10,9
07.10.	12 52 41	-01 55 52	1,277	1,560	85	10,9
07.15.	13 02 45	-03 46 38	1,301	1,553	83	10,9
07.20.	13 13 18	-05 37 45	1,327	1,548	82	10,9
07.25.	13 24 18	-07 28 38	1,353	1,545	80	10,9
07.30.	13 35 45	-09 18 46	1,381	1,543	79	10,9

Az augusztus 2-i perihéliuma felé közeledő üstökös a Coma Berenices és a Leo határán mozogva közelít stacionárius pontjához, a hónap elején még nyugati irányú mozgása a hó végére déli irányúvá változik. Fényessége 13–12 magnitúdó között növekszik, miközben földtávolsága folyamatosan 1 CSE körül lesz. Az üstökös 8-án hajnalban 1 ívpercre megközelíti a 14 magnitúdós NGC 3954 galaxist, és vélhetően a csóva mellett a kóma is összeér majd a távol csillagváros korongjával. A következő napokban is hasonló fényességű galaxisok közt vándorol, ami szép fotótéma lehet. Ezután néhány napig viszonylag unalmas területen halad, de április 16–18. között ismét 13-14 magnitúdós galaxisok veszik majd körül, 21–25. között pedig áthalad az 1 foknál is nagyobb és igen gazdag Abell 1367 galaxishalmazon.

81P/Wild. A júliusi napközelsége felé tartó, 12,5–12 magnitúdó között fényesedő üstököst az esti égen, az Orion, majd a Gemini csillagképekben kereshetjük. Az ekliptika közelében kelet felé mozgó égitest két nyílthalmaz közelében is elhalad, 3-án este fél fokkal északra lesz a Bessel 11-től, 5-én pedig 43 ívperccel délre látható az NGC 2129-től. A következő két napban nagyjából 40 ívperccel délre mutatkozik a 4,2 magnitúdós 1 Geminorumtól, 12-én 14 ívperccel északra halad el a 3,3 magnitúdós η Gemi-

norumtól. Látványos fotótémának ígérkezik, amikor 13-án és 14-én áthalad az IC 443 szupernóva-maradványon, bár a legfényesebb rész átszelésekor nálunk nappal lesz. A következő két éjszakán is világító és sötét ködök mellett halad el, az izgalmas időszakot a 2,9 magnitúdós μ Geminorummal való 16 ívperces együttállása zárja le 16-án este.

116P/Wild. A 12 magnitúdónál kicsit halványabb üstökös 6-án eléri stacionárius pontját a Scorpius csillagképben, amelyben egész hónapban láthatjuk. A bolygónkhoz 1,5–1,35 CSE között közeledő égitest a hónap első napjaiban a 2,3 magnitúdós δ Scorpii közvetlen közelében látható, legkisebb távolságukat 2-án hajnalban éri el, amikor 4 ívpercre lesznek egymástól, 5-én 10 ívpercre, 10-én pedig 23 ívpercre délre kell keresnünk a fényes Be-csillagtól. Ezt követően nem is lesz látványos együttállása, ám fotografikusan mindenképpen érdekes téma lehet a Tejút por- és gázködei előtt haladó üstökös.

252P/LINEAR. A hajnali égen egyre kedvezőbb helyzetbe kerülő, de gyorsan halványuló földszúroló üstököst a hónap első harmadában érdemes keresni a hajnali égen a Serpens, majd az Ophiuchus csillagképekben. A hónap első napjaiban még 12-13 magnitúdós égitest napi egy tized magnitúdót halványodva viszonylag gyorsan eltűnik a közepes távcsövek hatóköréből. Mivel földtávolsága 13-15 millió km körül alakul, sajátmozgása továbbra is gyors lesz, napról napra másfél fokkal északabbra kell keresnünk. Április 3-án 1 fokkal északnyugatra kell keresni a 4,6 magnitúdós μ Ophiuchitól, két nappal később nagyobb látószögű asztrográfokkal az egymástól 3,1 fokra látszó M14 és NGC 6366 gömbhalmazok között fotózhatjuk, 6-án pedig az M14-től 52 ívperccel nyugatra láthatjuk. Érdemes készülni a különleges üstökös megfigyelésére, mert ebben az évszázadban már nem kerül ennyire közel hozzánk, bár 2032-ben lesz még egy jelentősebb közelítése.

A Hold csillagfedései

Dátum hó nap	UT			J	Csillag		Hold		Pozíció		Korrektció	
	h	m	s		ZC/SAO név	m	fázis	h	CA	PA	A	B
4 9	19	22	42	be	93430	8,7	8 +	6	29	É	23	+0,4 +1,0
4 10	18	58	18	be	659 70 Tau	6,6	15 +	21	90	É	86	+0,3 -1,2
4 10	20	10	47	be	669 θ^1 Tau	3,8	16 +	9	86	D	91	-0,1 -1,3
4 10	20	14	29	be	671 θ^2 Tau	3,4	16 +	8	66	D	111	-0,2 -1,7
4 10	20	27	39	be	672	6,7	16 +	7	51	É	47	+0,1 -0,2
4 10	21	4	25	be	677	4,8	16 +	1	46	É	43	+0,0 -0,1
4 11	18	47	54	be	94531	7,6	25 +	33	43	D	136	+0,3 -2,9
4 11	19	29	36	ki	806 111 Tau	5,0	25 +	26	-90	D	270	+0,4 -1,3
4 11	20	8	46	be	820 117 Tau	5,8	25 +	20	60	D	121	+0,0 -2,1
4 12	20	24	21	be	95690	7,7	36 +	26	52	D	132	+0,1 -2,4
4 12	21	18	28	be	95733	7,8	36 +	18	78	D	107	+0,0 -1,7
4 12	21	21	54	be	95730	7,6	36 +	17	44	É	49	+0,5 -0,3
4 12	21	35	40	be	95745	7,6	36 +	15	70	É	75	+0,2 -1,0
4 12	22	15	21	be	95771	7,3	36 +	9	74	D	110	-0,2 -1,6
4 13	19	41	53	be	96825	8,1	46 +	41	64	D	124	+0,8 -2,2

Dátum hó nap	UT			J	Csillag		Hold		Pozíció		Korrekció	
	h	m	s		ZC/SAO név	m	fázis	h	CA	PA	A	B
4 13	20	33	8	be	96848	7,1	46 + 33	67 D 122	+0,5	-2,1		
4 14	22	39	41	be	1257	7,3	58 + 20	88 É 101	+0,2	-1,6		
4 17	20	10	48	be	1567 37 Leo	6,4	84 + 49	27 É 47	+3,6	+3,2		
4 18	20	51	1	be	1676 NSV 18794	6,5	90 + 45	50 É 73	+2,4	+0,5		
4 21	0	47	19	be	1891 θ Vir	4,4	99 + 25	34 É 63	+1,6	-0,6		
4 23	23	57	26	ki	2208	7,2	97 - 28	86 É 277	+1,9	-0,1		
4 28	2	2	20	ki	2755	6,6	71 - 22	36 É 317	+1,6	-0,6		

Évforduló

200 éve született Charles-Eugène Delaunay

Charles-Eugène Delaunay (1816. április 9., Lusigny – 1872. augusztus 5., Cherbourg), Jean Biot szerint a „Hold bárója”, egy matematikatanár gyermekeként látta meg a napvilágot. Iskoláit az École Polytechnique-en végezte. Itt kapta kitűnő eredményei elismeréséül a Laplace-díjat, vagyis kézbe kapta a tudós összes munkáját. Lenyűgözte a me-



chanika megannyi matematikai szépsége, és maga is elkezdett intenzíven égi mechanikával foglalkozni. 1838-tól átvette Le Verrier párizsi matematikaelőadásait, és nagyjából ekkor kezdődött kettejük kíméletlen és tisztességtelen eszközöktől sem mentes, halálig tartó rivalizálása. 1841-től Biot munkatársa volt a Sorbonne-on, majd 1848-tól átvette Biot kurzusait, 1851-től pedig professzori kinevezést kapott. Delaunay 1846-tól kezdte a Hold mozgásait formulákba önteni. Azzal az addig még nem látott nehézséggel szembesült, hogy egy kaotikus Hamilton-függvény integrálható közelítését kellett megtalálnia úgy, hogy a dinamikai mozgások egybeessenek a megfigyelésekkel. Húszéves munkája eredményeképpen 461 perturbatív tagot határozott meg, egyes perturbációkat kilencedik rendig. A teljes képlet több mint 100 oldal terjedelmű volt, amelyet

diskusszióval együtt két vastag kötetben publikált. Az eredmény lenyűgözte a kortársakat, többek közt Simon Newcomb és Henri Poincaré nagy elismeréssel fogadta. Bár a megközelítés ma már idejétmúlt, Delaunay munkája során olyan eljárásokat dolgozott ki, amelyek a mesterséges holdak mozgásának leírásához máig használatosak (például Delaunay-változók). Delaunay és Le Verrier vetekedése lényegében folyamatos volt. 1842-ben mutatta be Delaunay az Uránusz mozgására vonatkozó eredményeit, amelye-

ket Le Verrier azonnal súlyos kritikával illetett. Delaunay kimutatta, hogy a formulái és a megfigyelések közötti eltéréseket nem számolási hibák okozzák, hanem a földi időmérés bizonytalansága, és az, hogy a Föld forgása a holdi árapály következtében lassul. E magyarázat igaz volt, de alapvetően megosztotta a tudományos közösséget. 1851-ben és 1856-ban Delaunay két kötetes mechanikai és égi mechanikai munkát jelentetett meg, amellyel kivívta III. Napóleon csodálatát. A császár a párizsi obszervatórium súlyának ellenpontozására (ahol Le Verrier volt az igazgató) újjáélesztette a Hosszúságok Irodáját az udvarban, amelynek élére Delaunay-t állította. A rivalizálás egyértelműen arról szólt, hogy ki legyen a francia csillagászat irányító személyisége. 1870-ben aztán Le Verrier végleg kegyvesztett lett, és Delaunay-t nevezték ki a párizsi intézet igazgatójának. Látszólag tehát totális győzelmet aratott, azonban csak rövid ideig lehetett „élet-halál ura” a francia csillagászati életben: 1870–1871-ben, a Második Császárság összeomlása idejében az obszervatórium sem maradt teljesen kívül a zavargásokon. Delaunay azonban a műszereket és a könyvtárat sikeresen megvédte, és javasolta, hogy az obszervatóriumot Párizstól távol építsék újjá. Éppen a csillagászati élet újjászervezése érdekében utazott el, amikor Cherbourg kikötője mellett halálos hajótörés érte. Le Verrier heves tiltakozása mellett választották Delaunay-t az akadémia tagjává 1855-ben. 1867-ben a Royal Society tagjává választották, és megkapta a Royal Astronomical Society (Királyi Csillagászati Társaság) aranyérmét is.

Jupiter-holdak

nap	UT h:m	hold	jelenség
1	0: 9,4	Io	fv
	18:32,8	Io	ek
	19: 6,2	Io	ák
	19: 8,6	Europa	ek
	20:17,8	Europa	ák
	20:47,8	Io	ev
	21:21,5	Io	áv
	21:55,2	Europa	ev
	23: 5,0	Europa	áv
	2	18:38,2	Io
3	17:59,7	Callisto	áv
	21:10,4	Ganymedes	fv
7	1:52,0	Io	ek
	2:31,9	Io	ák
	2:48,4	Europa	mk
8	23: 5,5	Io	mk
	2: 4,2	Io	fv
	20:18,5	Io	ek
	21: 0,4	Io	ák
	21:27,8	Europa	ek
	22:33,5	Io	ev

nap	UT h:m	hold	jelenség
8	22:54,9	Europa	ák
	23:15,6	Io	áv
9	0:14,7	Europa	ev
	1:41,7	Europa	áv
10	20:33,0	Io	fv
	18:48,3	Ganymedes	mk
	20:10,8	Europa	fv
11	1: 8,5	Ganymedes	fv
	19: 8,8	Callisto	mv
12	23:46,2	Callisto	fk
	2:30,7	Callisto	fv
15	0:52,5	Io	mk
	22: 5,1	Io	ek
	22:54,8	Io	ák
	23:49,0	Europa	ek
	0:20,1	Io	ev
16	1: 9,7	Io	áv
	1:32,2	Europa	ák
	2:36,1	Europa	ev
	19:19,4	Io	mk
	22:27,9	Io	fv

nap	UT h:m	hold	jelenség
17	18:16,2	Europa	mk
	18:47,0	Io	ev
	19:38,3	Io	áv
	22:15,5	Ganymedes	mk
	22:44,8	Europa	fv
18	1:34,1	Ganymedes	mv
	1:50,6	Ganymedes	fk
20	0:37,2	Callisto	ek
21	18:57,1	Ganymedes	áv
22	23:52,9	Io	ek
23	0:49,2	Io	ák
	2: 7,8	Io	ev
	2:12,2	Europa	ek
	21: 7,7	Io	mk
24	0:22,9	Io	fv
	18:20,0	Io	ek
	19:17,8	Io	ák
	20:34,9	Io	ev
	20:37,3	Europa	mk
	21:32,6	Io	áv

nap	UT h:m	hold	jelenség
25	1:19,1	Europa	fv
	1:47,8	Ganymedes	mk
	18:51,6	Io	fv
26	20:13,7	Europa	áv
28	18:48,2	Ganymedes	ev
	19:42,1	Ganymedes	ák
	20:24,5	Callisto	fv
	22:54,8	Ganymedes	áv
30	1:41,7	Io	ek
	22:57,1	Io	mk

f = fogyatkozás: a hold a Jupiter árnyékában

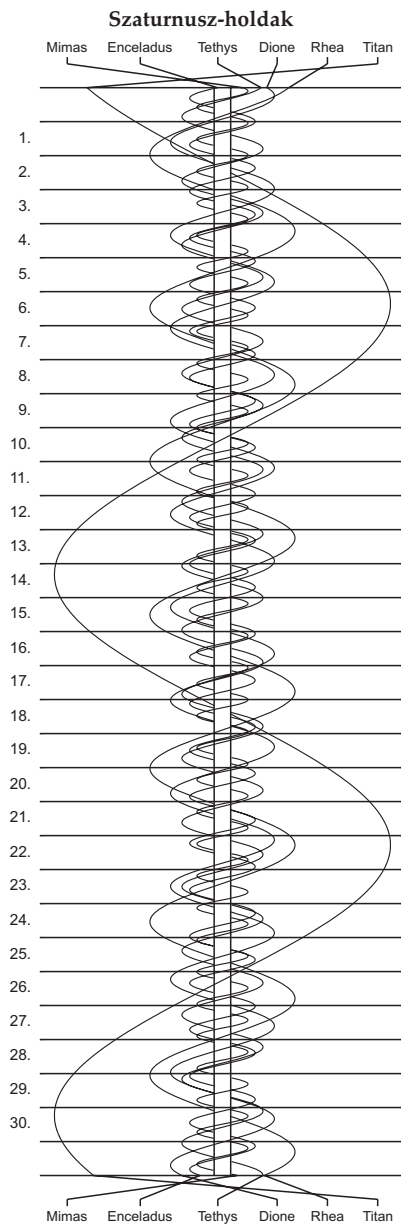
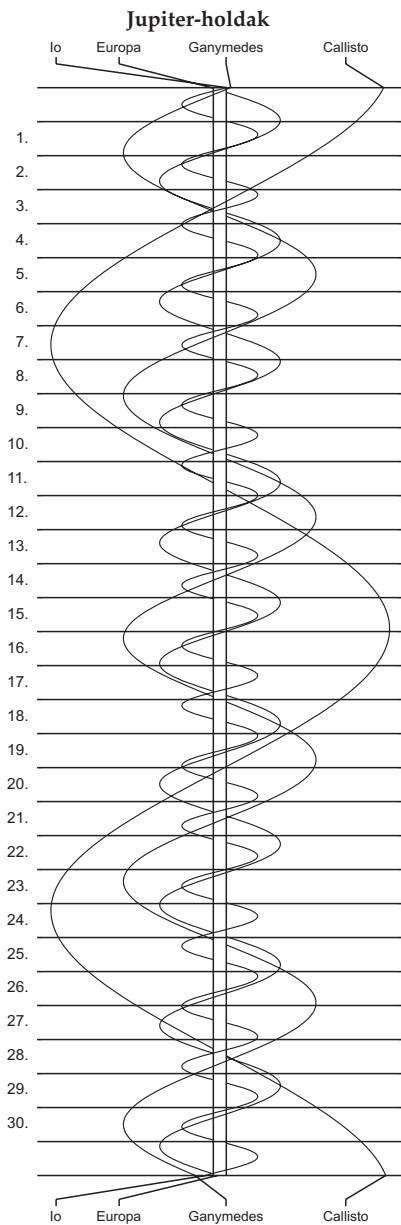
á = átvonulás: a hold árnyéka a Jupiteren

e = előtte: a hold a Jupiter korongja előtt

m= mögötte: a hold a Jupiter korongja mögött

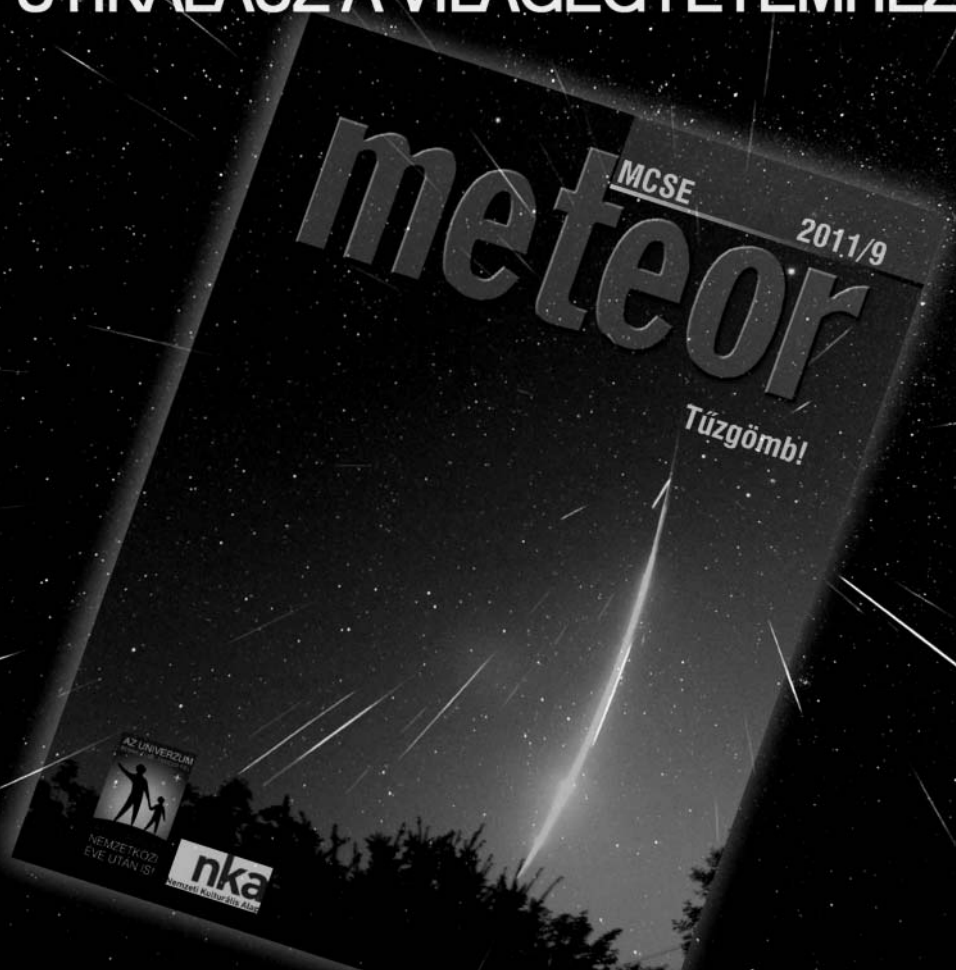
k = a jelenség kezdete

v = a jelenség vége



meteor

ÚTIKALAUZ A VILÁGEGYETEMHEZ



A Magyar Csillagászati Egyesület lapja
meteor.mcse.hu

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

Kalendárium – május

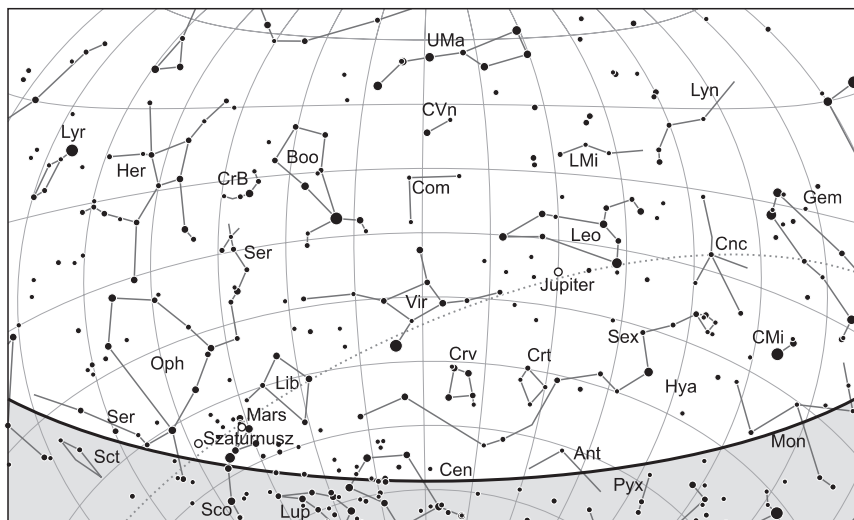
KÖZEI

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. v 122. 18. hét	4 26	11 41	18 56	57,8	+2,9	1 34	6 51	12 16	
2. h 123.	4 25	11 41	18 58	58,1	+3,0	2 08	7 44	13 28	
3. k 124.	4 23	11 40	18 59	58,4	+3,1	2 41	8 36	14 43	
4. sz 125.	4 21	11 40	19 00	58,7	+3,2	3 13	9 31	15 59	
5. cs 126.	4 20	11 40	19 02	59,0	+3,3	3 47	10 26	17 18	
6. p 127.	4 18	11 40	19 03	59,2	+3,4	4 23	11 24	18 36	● 20 29
7. sz 128.	4 17	11 40	19 04	59,5	+3,4	5 03	12 23	19 52	
8. v 129. 19. hét	4 15	11 40	19 06	59,8	+3,5	5 49	13 23	21 02	
9. h 130.	4 14	11 40	19 07	60,0	+3,6	6 41	14 22	22 05	
10. k 131.	4 13	11 40	19 08	60,3	+3,6	7 38	15 20	22 59	
11. sz 132.	4 11	11 40	19 10	60,5	+3,6	8 39	16 15	23 45	
12. cs 133.	4 10	11 40	19 11	60,8	+3,6	9 43	17 07	–	
13. p 134.	4 09	11 40	19 12	61,0	+3,7	10 46	17 56	0 23	● 18 02
14. sz 135.	4 07	11 40	19 13	61,3	+3,7	11 49	18 42	0 56	
15. v 136. 20. hét	4 06	11 40	19 15	61,5	+3,6	12 50	19 26	1 25	
16. h 137.	4 05	11 40	19 16	61,8	+3,6	13 51	20 08	1 52	
17. k 138.	4 04	11 40	19 17	62,0	+3,6	14 51	20 51	2 17	
18. sz 139.	4 02	11 40	19 18	62,2	+3,6	15 50	21 33	2 42	
19. cs 140.	4 01	11 40	19 20	62,4	+3,5	16 50	22 17	3 09	
20. p 141.	4 00	11 40	19 21	62,6	+3,5	17 49	23 01	3 36	
21. sz 142.	3 59	11 40	19 22	62,8	+3,4	18 48	23 47	4 07	○ 22 14
22. v 143. 21. hét	3 58	11 40	19 23	63,0	+3,3	19 45	–	4 42	
23. h 144.	3 57	11 40	19 24	63,2	+3,2	20 40	0 35	5 22	
24. k 145.	3 56	11 40	19 25	63,4	+3,2	21 31	1 24	6 08	
25. sz 146.	3 55	11 41	19 27	63,6	+3,1	22 17	2 15	6 59	
26. cs 147.	3 54	11 41	19 28	63,7	+3,0	22 59	3 05	7 57	
27. p 148.	3 54	11 41	19 29	63,9	+2,8	23 36	3 56	8 59	
28. sz 149.	3 53	11 41	19 30	64,1	+2,7	–	4 47	10 05	
29. v 150. 22. hét	3 52	11 41	19 31	64,2	+2,6	0 10	5 38	11 14	● 13 12
30. h 151.	3 51	11 41	19 32	64,4	+2,5	0 42	6 29	12 25	
31. k 152.	3 51	11 41	19 33	64,5	+2,3	1 13	7 20	13 38	

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.	2 457 510	14 37 25	<i>A munka ünnepe</i> ; Fülöp, Jakab, Benedek, Berta, József
2.	2 457 511	14 41 21	Zsigmond, Ráhel
3.	2 457 512	14 45 18	Tímea, Irma, Antónia, Jakab, Sándor, Viola, Zsaklin
4.	2 457 513	14 49 15	Mónika, Flórián, Amália, Antónia, László
5.	2 457 514	14 53 11	Györgyi, Erna, Irén, Irina, Judit, Viola
6.	2 457 515	14 57 08	Ivett, Frida, Ditta, Friderika, Ida, János, Judit, Tamara
7.	2 457 516	15 01 04	Gizella, Dalma
8.	2 457 517	15 05 01	Mihály, Géza, Győző, Péter
9.	2 457 518	15 08 57	Gergely, Édua, Gergő, György, Karola, Kristóf, Sarolta
10.	2 457 519	15 12 54	Ármin, Pálma, Antónia, Armand, Míra
11.	2 457 520	15 16 50	Ferenc, Jakab
12.	2 457 521	15 20 47	Pongrác, Dalma, Gyöngyi, Johanna, Viktor
13.	2 457 522	15 24 44	Szervác, Imola, Fatima, Gellért, Glória, Róbert, Roberta
14.	2 457 523	15 28 40	Bonifác, Aglája, Gyöngyi, Julianna
15.	2 457 524	15 32 37	<i>Pünkösöd</i> ; Zsófia, Szonja, Döníz, Izóra, János
16.	2 457 525	15 36 33	<i>Pünkösöd</i> ; Mózes, Botond, János, Simon
17.	2 457 526	15 40 30	Paszkál, Andor
18.	2 457 527	15 44 26	Erik, Alexandra, Erika, Kamilla, Klaudia, Szandra
19.	2 457 528	15 48 23	Ivó, Milán
20.	2 457 529	15 52 19	Bernát, Felícia, Hanna, Johanna
21.	2 457 530	15 56 16	Konstantin, András, Mirella
22.	2 457 531	16 00 13	Júlia, Rita, Emil, Julianna, Renáta
23.	2 457 532	16 04 09	Dezső, Renáta, Vilmos
24.	2 457 533	16 08 06	Eszter, Eliza, Mária, Simon, Szimonetta, Vince, Zsófia
25.	2 457 534	16 12 02	Orbán, Gergely, Gergő, György, Magdolna, Márk
26.	2 457 535	16 15 59	Fülöp, Evelin, Aladár, Gyöngyvér
27.	2 457 536	16 19 55	Hella, Ágoston, Gyula
28.	2 457 537	16 23 52	Emil, Csanád, Ágoston, Vilma, Vilmos
29.	2 457 538	16 27 48	Magdolna, Mária
30.	2 457 539	16 31 45	Janka, Zsanett, Dezső, Hanna, Johanna, Nándor
31.	2 457 540	16 35 42	Angéla, Petronella, Mária, Matild



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

Bolygók

Merkúr: A hónap elején még bő egy és negyed órával nyugszik a Nap után, jól látható este a nyugati látóhatár közelében. Láthatósága azonban villámgyorsan romlik, 9-én már alsó együttállásban van a Nappal, és átvonul a napkorong előtt. A hajnali keleti égen viszont csak a hónap vége felé kereshető újra, megfigyelésre nincs kedvező helyzetben. 31-én is csak háromnegyed órával kel a Nap előtt.

Vénusz: A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. Fényessége $-3,9^m$ -ról $-4,0^m$ -ra nő, átmérője $9,8''$ -ről $9,6''$ -re csökken, fázisa $0,985$ -ről $0,999$ -re nő.

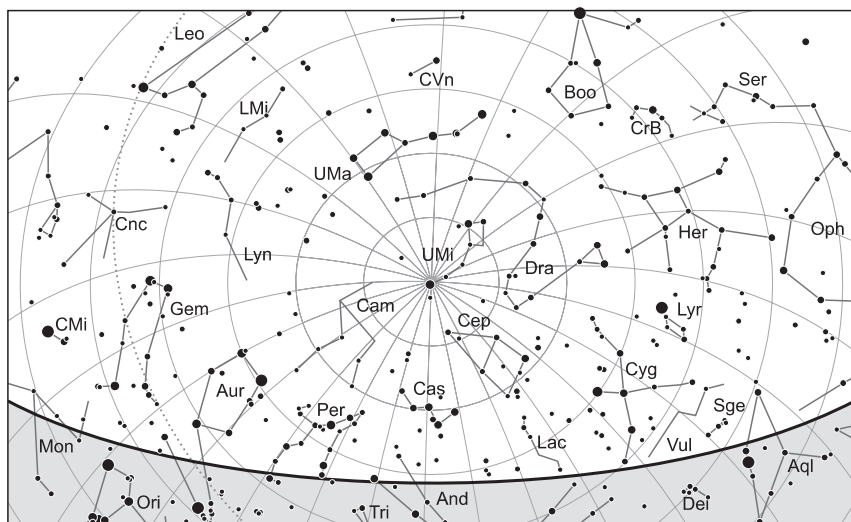
Mars: Hátráló mozgást végez a Skorpió, majd 28-tól a Mérleg csillagképben. Este kel, egész éjszaka megfigyelhető alacsonyan a déli égen. 22-én szembenállásban van a Nappal, de mivel még ezután is közeledik a Földhöz, legjobb láthatóságát a hónap végén éri el. Fényessége $-1,5^m$ -ről $-2,1^m$ -ra erősödik, majd kissé visszacsökken $-2,0^m$ -ra. Látszó átmérője $16,1''$ -ről $18,6''$ -re nő.

Jupiter: Magasan látszik az éjszaka első felében a nyugati égen, hajnalban nyugszik. Hátráló mozgása 9-én előretartóvá változik. A Rák csillagképben látható. Fényessége $-2,1^m$, átmérője $39''$.

Szaturnusz: Hátráló mozgást végez a Kígyótartó csillagképben. Késő este kel, az éjszaka nagyobb részében megfigyelhető alacsonyan a déli égen. Fényessége $0,1^m$, átmérője $18''$.

Uránusz: A hónap második felétől újra kereshető, hajnalban kel. Napkelte előtt a délkeleti ég alján, közel a látóhatárhoz látszik. Előretartó mozgást végez a Halak csillagképben.

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



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

Eseménynaptár (UT)

Dátum Időpont Esemény

- 05.01. 19:14 a (124) Alkeste kisbolygó (11,6 magnitúdós) 21,1'-cel északra látható az NGC 4941 galaxistól (11,1 magnitúdós) az esti szürkületben a Szűz csillagképben
- 05.04. 23:01 a Hold minimális librációja ($l = -2,64^\circ$, $b = 3,18^\circ$)
- 05.05. 19:21 a 81P/Wild-üstökös 10'-cel délkeletre látható a 44 Geminorumtól (6,0 magnitúdós) az esti szürkületben
- 05.06. 4:13 a Hold földközelen (földtávolság 357 827 km, látszó átmérője $33'23,6''$, 0,7%-os, csökkenő holdfázis)
- 05.06. 19:29 újhold (a Hold a Kos csillagképben, látszó átmérője $33'21,4''$)
- 05.06. 22:00 az Éta Aquaridák meteorraj maximuma, ezen és a következő hajlalon a kelő radiánsból közvetlen pirkadat előtt láthatók rajtagok a holdmentes égen
- 05.07. 1:57 a Marstól $1,2^\circ$ -kal délre látható az NGC 6093 gömbhalmaz (M80, 7,3 magnitúdós) a hajnali szürkületben a Skorpió csillagképben
- 05.07. 18:40 újhold (a Hold a Kos csillagképben, látszó átmérője $33'21,4''$)
- 05.08. 7:35 a Hold mögé belép az Aldebaran a nappali égen (α Tau, 0,9 magnitúdós, 4%-os, növekvő holdfázis), kilépés 07:58-kor
- 05.08. 18:41 47 óra 12 perces holdsarló $11,6^\circ$ magasan az esti égen
- 05.09. 11:12 a Merkúr átvonul a Napkorong előtt, legkisebb távolságra a Naptól 14:58 UT-kor lesz, napnyugta 18:04 UT-kor, az átvonulás vége 18:42 UT-kor lesz

Dátum Időpont Esemény

05.09.	14:57	a Merkúr alsó együttállásban a Nappal (a Naptól 5'19"-cel délkeletre)
05.09.	21:55	a Hold eléri legnagyobb deklinációját +18°27'-nél (13,6%-os, növekvő holdfázis)
05.10.	20:10	a (6) Hebe kisbolygótól (10,6 magnitúdós) 3'59"-cel keletre látható a 9P/Tempel-üstökös az Oroszlán csillagképben
05.10.	22:14	a Hold maximális librációja ($l = 7,20^\circ$, $b = 5,89^\circ$)
05.11.	19:02	a Hold mögé belép az 1 Cancri (5,8 magnitúdós, 30%-os, növekvő holdfázis)
05.13.	17:02	első negyed (a Hold az Oroszlán csillagképben, látszó átmérője 30'26,9")
05.14.	1:45	a Neptunuszról 26,1'-cel északra látható a λ Aquarii (3,7 magnitúdós) a hajnali szürkületben
05.14.	21:24	a Hold mögé belép a 48 Leonis (5,1 magnitúdós, 61%-os, növekvő holdfázis)
05.15.	18:52	a Jupiter 6,0°-kal északnyugatra látható a 70,0%-os, növekvő fázisú Holdtól az esti szürkületben az Oroszlán csillagképben
05.15.	19:39	a (10) Hygiea kisbolygó (10,5 magnitúdós) 7'4"-cel délre látható a 69 Leonistól (5,4 magnitúdós) az esti szürkületben
05.17.	18:13	a Hold minimális librációja ($l = 2,32^\circ$, $b = -2,58^\circ$)
05.18.	20:46	a 81P/Wild-üstökös 13' távolságra északra látható az NGC 2420-tól (nyílt-halmaz, 8,3 magnitúdós) az Ikrek csillagképben az esti szürkületben
05.18.	20:55	a Hold mögé belép a 81 Virginis (7,1 magnitúdós, 92%-os, növekvő holdfázis)
05.18.	22:06	a Hold földtávolban (földtávolság 405 933 km, látszó átmérője 29'26,2", 92,1%-os, növekvő holdfázis)
05.21.	21:14	telehold (a Hold a Mérleg csillagképben, látszó átmérője 29'40,3")
05.21.	22:53	a Mars 5,1°-kal délre látható a 99,8%-os, csökkenő fázisú Holdtól a Skorpió csillagképben
05.22.	10:27	a Mars oppozícióban a Skorpió csillagképben
05.22.	22:10	a Szaturnusz 2,4°-kal délre látható a 98,8%-os, csökkenő fázisú Holdtól a Kígyóirtó csillagképben
05.23.	0:10	a Mars eléri legnagyobb látszó fényességét, -2,1 magnitúdót
05.24.	11:21	a Hold eléri legkisebb deklinációját -18°32'-nél (93,5%-os, csökkenő holdfázis)
05.24.	23:46	a Hold maximális librációja ($l = -5,53^\circ$, $b = -6,13^\circ$)
05.26.	10:41	kedvező lehetőség a felső együttállásban levő Vénusz megfigyelésére a nappali égen, rendkívül közel a Naphoz, a következő napokban is
05.29.	12:12	utolsó negyed (a Hold a Vízöntő csillagképben, látszó átmérője 31'49,1")
05.29.	20:14	a (7) Iris kisbolygó oppozícióban (9,2 magnitúdós, Kígyóirtó csillagkép)
05.30.	0:08	a (7) Iris kisbolygó (9,2 magnitúdós) 7'57"-cel északnyugatra látható a ρ Ophiuchitól (4,8 magnitúdós) a hajnali szürkületben
05.30.	3:37	a Hold sűrűn fedi a ϕ Aquariit a déli pereme mentén (4,2 magnitúdós, 43%-os, csökkenő holdfázis)
05.30.	20:03	a (27) Euterpe kisbolygó (11,7 magnitúdós) 15,1'-cel délkeletre látható a Praesepetől (M44, 3,1 magnitúdós) az esti szürkületben a Rák csillagképben

Dátum Időpont Esemény

05.30. 21:34 a Mars földközélen, távolsága 0,5032 CSE, látszó átmérője 18,6"

05.30. 23:38 a (207) Hedda kisbolygó (12,7 magnitúdós) elfedi az UCAC4-340-073838-at (11,3 magnitúdós)

A Hold, a Mars és a Szaturnusz együttállása május 22–23-án

A májusi lunáció teliholdja 22-én és 23-án előbb a Marsot, majd a gyűrűs bolygót közeli meg. Jelentősebb a Szaturnusz-együttállás lesz, ekkor a két égitest látszó szögtávolsága alig 2,4 fok lesz. A Hold magassága a 22-i együttálláskor 26, másnap 18 fok lesz.

Merkúr-átvonulás május 9-én

Az év leginkább várt csillagászati eseménye a május 9-én, hétfőn zajló Merkúr-átvonulás. A látványosság kora délután kezdődik, és napnyugtakor még tart, azaz közel hat órán át lesz megfigyelhető a Merkúr korongja a Nap előtt. A bolygó korongja szabad szemmel nem lesz látható, ahhoz túl apró, de tízszeres nagyítással már észrevehető. A korong alak megfigyeléséhez természetesen nagyobb nagyítás szükséges. Ismételten felhívjuk a figyelmet, hogy a Nap megfigyeléséhez a távcsőre/látszóre/képalkotó eszközre megfelelő védőfelszerelés felhelyezése kötelező!

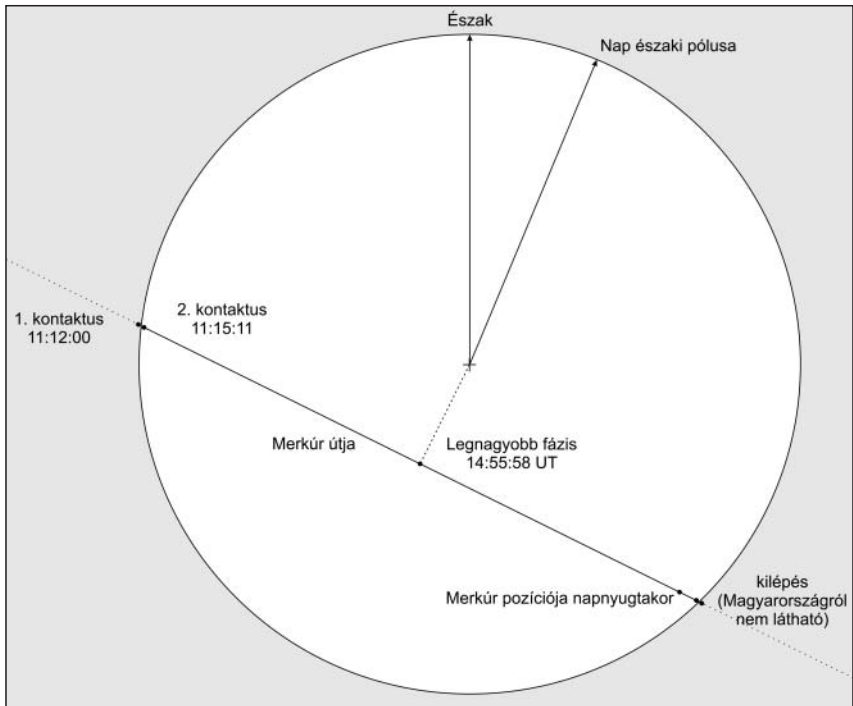
Legutóbb 2003. május 7-én láthattunk Merkúr-átvonulást, akkor a teljes eseményt figyelemmel követhettük a reggeli-délelőtti órákban. Nem feledhetjük a 2004-es és 2012-es Vénusz-átvonulást sem, amely nemzedékünk meghatározó csillagászati élményévé vált. Az idei után 2019-ben lesz még egy délutáni Merkúr-átvonulás, majd a következőre 2032-ig kell várni, Vénusz-átvonulás pedig majd 2117-ben lesz legközelebb.

Az idei átvonulás során a Merkúr útja a Nap előtt 7 és fél órán át tart a belépéstől (amikor a Merkúr sötét korongja megjelenik a Nap keleti peremén) a kilépésig (amikor a másik oldalon elhagyja azt), de Magyarországról az utolsó fél órát és a kilépést nem lehet megfigyelni. A belépés lesz számunkra a jelenség legérdekesebb része, mert ekkor különös fényjelenségeket figyelhetünk meg. Az első és a második kontaktus között csak három perc telik el, így kevés idő van nézelődni, fényképezni.

Nagyon fontos a megfelelő szűrők használata az átvonulás megfigyelésekor. A napfogyatkozás-néző szemüvegek most nem használhatók, hiszen szabad szemmel nem lesz látható az átvonulás. Távcsöves megfigyelés esetén az egyik legbiztonságosabb módszer a kivetítés, amikor a Nap képét a távcsövön keresztül fehér lapra vetítjük ki. Ilyen módon egyszerre többen is figyelemmel követhetik a történéseket. Hasonlóan biztonságos megoldást kínálnak a távcsőre szerelhető gyári szűrők, illetve a megfelelően elkészített, gyári fényvédő rétegből készítették. Használható továbbá Herschel-prizma, de ebbe is további szűrőket kell a megfelelő helyre tenni. Szabad szemmel, illetve megfelelő védőeszköz nélküli távcsővel szigorúan TILOS az átvonulást megfigyelni!

A tőlünk megfigyelhető kontaktusok és az ezek során megfigyelhető jelenségek a következők:

1. kontaktus: A Merkúr kívülről érinti a napperemet, ezután a Merkúr-korong egyre nagyobb darabja látható a napkorong szélén. A bolygó korongja kisméretű, emiatt nehéz a



kontaktus idejének pontos meghatározása, főleg akkor, ha a nyugtalan légkör miatt a napkorong széle is hullámzik. A belépés pozíciószöge Magyarországról nézve 83° , így gyakorlatilag szinte pontosan kelet felől (balról vízszintesen, más szóval 9 óra vagy fél tíz irányából) érkezik. Ha tükrös távcsővel, vagy zenittükörrel, zenitprizmával észlelünk, nehezebb a keleti irány betájolása. Ekkor egyszerűen kapcsoljuk ki az óragépet, amerre a Nap kimegy a látómezőből, arra van nyugat. A Merkúr épp az ellenkező irányból érintkezik a napperemmel. Belépéskor a Nap már túl van a delelésén (azimutja 190°). A korong belépése (az első és második kontaktus között) 191 másodpercig tart, ez kicsivel több, mint három perc. Mivel az első kontaktus láthatatlan, a belépés elméleti időpontja után 3-5 másodperccel vehető észre a bolygókorong, de ez erősen függ a légköri nyugodtságtól is. Májusban már elég erős a nappali feláramlás, de a Nap 60° magasan lesz a horizont felett. Erdős vagy füves területről észlelve napközben nyugodtabb a légkör.

2. kontaktus: A Merkúr korongja belülről érintkezik a Nap korongjával, majd elválik tőle. A „fekete csepp” jelenség miatt várható, hogy röviddel a kontaktus előtt egy sötét híd köti össze a két égitestet, mintha a napperem magához akarná „szippantani” a bolygót. A kontaktus időpontja az, amikor a két égitest alakjából arra következtetünk, hogy éppen érinti egymást a két körív, de jegyezzük fel a „fekete-csepp” láthatóságát és idejét is. A Merkúr gyors mozgása miatt a fekete csepp rövid ideig fog tartani, ha ész-

lelhető egyáltalán. Általában kisebb távcsővel, kis nagyítással várható a jelenség. Amikor a korong elválik a napperemtől, a napfoltoknál sokkal feketébb kört láthatunk, de a kontraszt miatt talán gömbként érzékelhetjük. A korong átmérője 12,07", nagyjából ötöde, mint amekkora a Vénuszé átvonulásokkor. A Merkúr a májusi átvonulások idején naptávolban tartózkodik (a Földtől 0,55 CSE-re van), így a korong átmérője most a maximális méretű.

Legnagyobb fázis: Az az időpont, amikor a Merkúr legjobban megközelíti a Nap látszó középpontját. Ez a belépés után három és fél órával várható, 14:55 UT körül. Ekkor válik legjobban érzékelhetővé a Nap hatalmas mérete. Átmérője 1901 ívmásodperc, 157-szerese a Merkúrénak. A Merkúr ekkor 10,5 ívpercre lesz a Nap déli peremétől.

Napnyugta: A Nap az átvonulás vége előtt nagyjából fél órával lenyugszik, természetesen a keleti országokban hamarabb. A délkeleti országárszözből nézve nyugszik legkorábban a Nap, legtovább északnyugaton követhetjük a jelenség lefolyását. A Merkúr kilépésének geocentrikus ideje 18:39:13 – 18:42:25. A nyugat-európai városokban a 3. kontaktusra (a Merkúr korongja eléri a napperemet) 18:37:20 UT körül, a 4. kontaktusra (a Merkúr elhagyja a Napot) 18:40:35 UT körül kerül sor.

Merkúr-átvonulás Magyarországon 2016. május 9-én

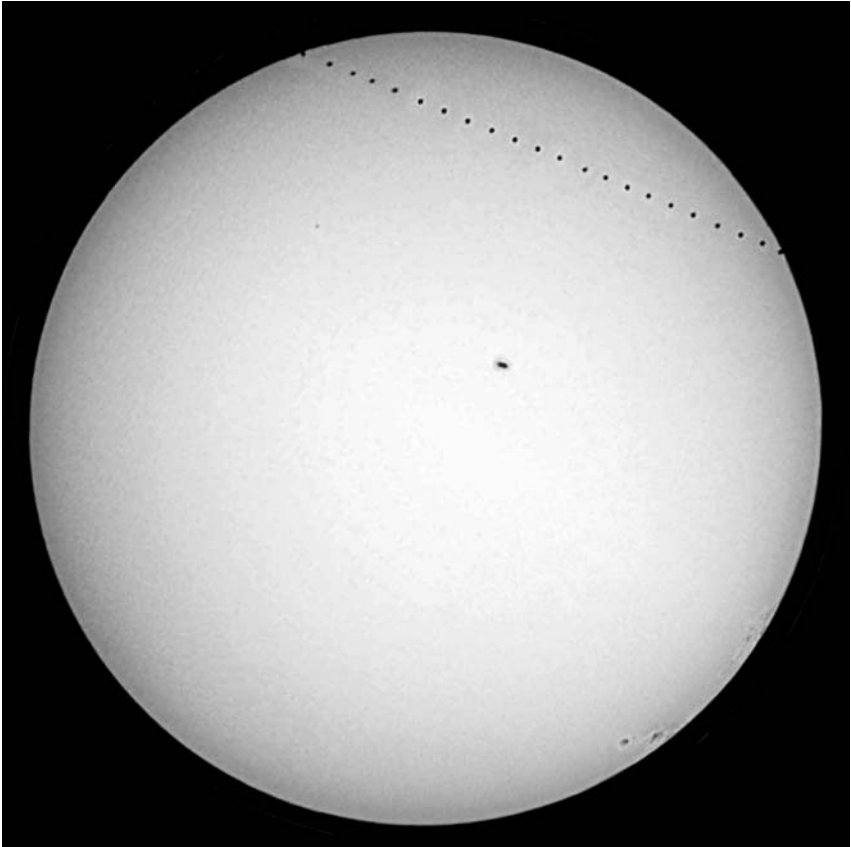
Város	I. kontaktus (külső érintés)				alt °	II. kontaktus (belső érintés)				maximum					nap- nyugta UT h m	
	UT			PA		UT			PA	UT			PA	alt		
	h	m	s	°		h	m	s	°	h	m	s	°	°		
Budapest	11	12	0	83	59	11	15	11	84	14	55	59	154	30	18	10
Debrecen	11	11	56	83	59	11	15	7	84	14	55	57	154	29	17	59
Győr	11	12	1	83	59	11	15	12	84	14	56	0	154	31	18	16
Kaposvár	11	12	1	83	61	11	15	12	84	14	55	59	154	31	18	11
Kecskemét	11	11	59	83	60	11	15	10	84	14	55	58	154	30	18	04
Miskolc	11	11	57	83	58	11	15	8	84	14	55	58	154	29	18	08
Nyíregyháza	11	11	56	83	58	11	15	7	84	14	55	57	154	29	17	59
Paks	11	12	0	83	60	11	15	11	84	14	55	58	154	31	18	09
Pécs	11	12	1	83	61	11	15	12	84	14	55	59	154	31	18	08
Salgótarján	11	11	58	83	59	11	15	10	84	14	55	58	154	30	18	09
Sopron	11	12	3	83	59	11	15	14	84	14	56	1	154	32	18	21
Szeged	11	11	58	83	60	11	15	9	84	14	55	57	154	30	18	01
Székesfehérvár	11	12	0	83	60	11	15	11	84	14	55	59	154	31	18	11
Szekszárd	11	12	0	83	60	11	15	11	84	14	55	58	154	31	18	09
Szombathely	11	12	3	83	60	11	15	14	84	14	56	1	154	32	18	19
Tatabánya	11	12	1	83	59	11	15	12	84	14	56	0	154	31	18	11
Veszprém	11	12	1	83	60	11	15	12	84	14	55	59	154	31	18	12
Zalaegerszeg	11	12	2	83	60	11	15	13	84	14	56	0	154	32	18	17

A megfigyelések végzése

A 2012-es Vénusz-átvonulásról sokaknak vannak emlékei a megfigyelésről, és az akkori tapasztalatok alapján már jó előre eldöntheti, hogy milyen távcsővel, milyen felszereléssel és honnan szeretne észlelni.

Helyszín: Magyarország különböző pontjai között túl nagy eltérés nem lesz, bár a nyugaton élőknek kedvez a később nyugvó Nap. A napnyugta időpontjában akár 20-25 perces eltérések is lehetnek. Magyarország északkeleti csücskében (a Nyírségben, Tiszabecsnél) 17:56 UT-kor nyugszik a Nap, míg északnyugaton 18:21 UT-kor. Érdeemes lesz tehát nyugatabbra és északabbra utazni, hogy minél tovább követhessük a Merkúr sziluettjét a napkorongon. A bolygófotózáshoz hasonlóan a jó képhez válogassuk meg észlelőhelyünket. A belépés idején, délután a felmelegedett levegő miatt ritkább a nyugodt napkép. Napnyugta idején a horizonthoz közel még nyugtalanabb a levegő, ami a rezzenéstelen bolygókép elérését szinte lehetetlenné teszi. Erdős, füves vagy vízparti megfigyelőhely a legjobb választás, távol a lakott területektől.

Ha külföldi megfigyelőhelyben gondolkodunk, a teljes jelenség magas napállásnál csak Izlandról, Grönlandról és Észak-Amerika keleti feléből lesz látható. Megfon-



A 2003-as Merkúr-átvonulás id. és ifj. Szendrői Gábor felvételén.

tolandó azonban, hogy – ellentétben a Vénusz-átvonulással – az esemény viszonylagos gyakoriságát tekintve érdemes-e ezért külföldre utazni. Nyugat-Európa esetleg szóba jöhet mint olyan helyszín, ahonnan a kilépés is megfigyelhető, még ha alacsony napállás mellett is. A legközelebbi helyszínek Németországban vannak. Münchenben még nem, de Berlinben, Stuttgartban már napnyugta előtt elhagyja a Merkúr a Napot.

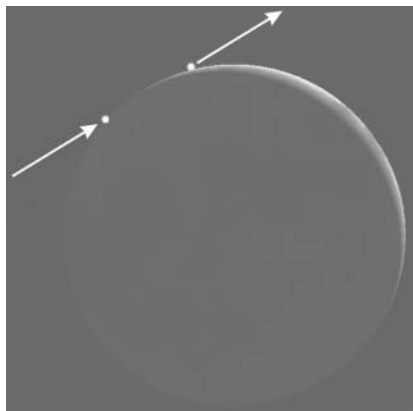
Távcső: Hosszú fókuszú, nagy nagyítású távcső az ideális, ami teljesen le van zárva a külső fényektől (például a rácsos Dobson-távcsöveket egy lepellel le kell árnyékolni). Napszűrő fóliát, üvegszűrőt, vagy Herschel-prizmát is használhatunk a megfelelő fénycsökkentésre (a balesetek elkerülésére ügyelni kell). Előzőleg teszteljük naptávcsövünket! Különösen érdekes lehet hidrogén-alfában észlelni a jelenséget. Ezek még 2012-ben nem voltak annyira elterjedve, mint manapság. Ha-ban a Nap pereme magasabban van, a belépés 1-2 perccel korábban következik be, szerencsés esetben protuberanciákat is láthatunk/fotózhatunk a Merkúr-korong mellett.

A Merkúr közeledése a Naphoz: Az esti égen az átvonulás előtt napról napra lehet követni szabad szemmel és távcsővel egyaránt bolygósomszédunkat. Távcsővel látszik, ahogy gyorsan nő átmérője és vékonyodik sarlója. A Vénusszal ellentétben a Merkúr nem pillantható meg a nappali égen a Naphoz közeledése során.

Napnyugta: Jó horizontú észlelőhelyeken a nyugvó Nap torzult képe a Merkúr csöppnyi fekete korongjával hálás fotótéma, de nagyobb fókusz távolság szükséges a bolygó korong alakjának rögzítéséhez. Fotók mellett videókat is készíthetünk.

Nappali Aldebaran-fedés május 8-án

Az év egyetlen, az egész országból látszó Aldebaran-fedésére május 8-án kerül sor, nagyon kedvezőtlen körülmények között. Újhold május 6-án 19:30-kor volt, mindössze 36 órával a fedés előtt. A Hold megvilágítottsága 4%, így a keskeny holdsarló csak rendkívül tiszta időben lesz távcsővel látható. Mivel a Hold csak 23°-ra lesz a Naptól, ezért megfigyeléskor védekezzünk a közvetlen napsütés ellen! A súroló fedés vonala Bécstől 52 km-re északnyugatra halad, így a belépésre és kilépésre mi is az északi pólus közelében számíthatunk. Természetesen hajnalban, napkelte előtt érdemes a párosra nézni, 3:30 UT-kor a Hold még a Hyadok nyugati felén fog tartózkodni, 2,5°-ra az Aldebarantól, de csak 45'-re a θ^{1-2} Tauri párostól. Mire a fedésre sor kerül fél 10 után (NYISZ-ben), a Nap már 40° magasan lesz a horizont felett, a Hold viszont alacsonyabban, ami nem kedvező. Ha a Hold nem is, az 1 magnitúdós Aldebaran biztosan látszani fog a nappali égen, de megkereséséhez gótos távcső ajánlott (vagy hajnaltól fogva köves-sük a csillagot).



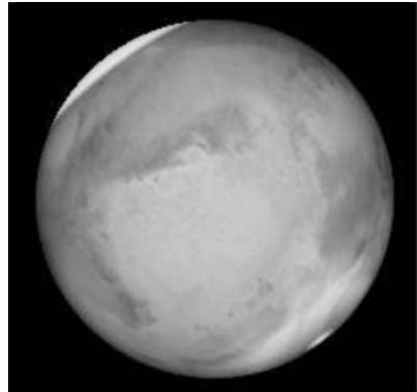
Aldebaran-fedés 2016. május 8-án

Város	Belépés						Kilépés					
	UT h m s	Nap alt	Hold alt	CA °	PA °	UT h m s	Nap alt	Hold alt	CA °	PA °		
Budapest	7 34 54	42	26	5N	11	7 58 23	45	30	-42N	323		
Debrecen	7 33 40	43	27	10N	15	8 2 16	47	32	-47N	318		
Győr	7 36 39	41	25	1N	6	7 56 5	44	28	-38N	328		
Kaposvár	7 31 21	41	24	8N	14	7 57 36	45	29	-45N	320		
Kecskemét	7 32 22	42	26	9N	15	7 59 53	46	30	-47N	319		
Miskolc	7 36 10	43	27	5N	11	8 0 34	46	31	-43N	323		
Nyíregyháza	7 35 6	43	27	8N	14	8 2 9	47	32	-46N	320		
Paks	7 31 46	41	25	9N	14	7 58 54	46	30	-46N	319		
Pécs	7 30 9	41	24	10N	16	7 58 23	45	29	-48N	318		
Salgótarján	7 36 46	42	26	3N	9	7 59 2	45	30	-41N	325		
Sopron	7 37 43	40	24	-2N	4	7 54 9	43	27	-35N	331		
Szeged	7 29 53	42	26	12N	18	8 0 54	47	31	-50N	315		
Székesfehérvár	7 34 6	41	25	5N	11	7 57 47	45	29	-43N	323		
Szekszárd	7 30 50	41	25	9N	15	7 58 51	46	30	-47N	318		
Szombathely	7 35 35	40	24	1N	7	7 55 0	43	27	-38N	328		
Tatabánya	7 35 56	41	25	2N	8	7 56 39	44	29	-39N	326		
Veszprém	7 34 2	41	25	4N	10	7 57 8	44	29	-42N	324		
Zalaegerszeg	7 33 48	40	24	3N	9	7 55 46	44	28	-41N	325		

Oppozícióban a Mars

A bolygó oppozíciós ciklusának három perihéliumi oppozíciója közül az első nagy oppozícióra kerül sor május 22-én. A Skorpió csillagképben levő, éjfél előtt delelő bolygó 21° magasan emelkedik a horizont fölé. A $18,6''$ korongátmérőjű vörös bolygó a Jupiterrel vetekedő, $-2,1^m$ -s fényességet ér el, igéző vörös égitestként ülve a Skorpió ollói közé, fényesen túlragyogja az Antarest. A bolygó egyenlítője néz a Föld felé, így mind a nyárutón járó, visszahúzódott és apró északi pólussapka (NPC), mind a télben veszteglő ködös felhőcsuklyával borított déli pólusrégió

Szimuláció az oppozícióban levő Marsról 2016. május 22-én 11:11 UT időpontban az északi, sarki ködben levő pólussapkával (lent) és a Déli Poláris Csuklyával (fent). A (p) oldal balra van. Jeffrey D. Beish nyomán (ALPO Mars Section).



(SPH) jól megfigyelhető lesz ($L_s = 156$). A Hellas-medencében talaj menti zúzmara fordulhat elő (zöld szűrőben a legintenzívebb). A Mars május 30-án kerül földközelségbe, ekkor 18,6" átmérőt ér el. A bolygó megfigyelések az alacsony horizont feletti magasság és az atmoszferikus diszperzió (AD) problémát jelenthet. Várjuk meg az éjfél-t a levegő lenyugvásához és a maximális horizont fölötti magassághoz. Vizuálisan az AD ellen a standard narancs és kék szűrők tökéletes megoldást nyújtanak. Fotografikusan RGB-szűrőzzünk megfelelő illesztéssel. Színes kamera esetén színcsatornánként illesztjük egymásra az AD miatt elcsúszott képeket.

Az Éta Aquaridák meteorraj

Az Éta Aquaridák részecskéi a Halley-üstökösből származnak, akárcsak az októberi Orionidák, így aki a híres kométát nem látta legutóbbi (1986-os) földközelségekor, csak közvetve láthatja anyagát hullócsillagok formájában május 6-a környékén és októberben, ugyanis Földünk az év ezen időszakában keresztezi a szülőüstökös pályáját. A raj radiánspontja a Vízöntő (Aquarius) csillagképben van, sajnos május folyamán egy órával a pirkadat előtt kel, így kevesebb meteort láthatunk, mintha a kisugárási pont magasabbra emelkedne az éjszaka folyamán a horizont fölé.

Arra, hogy április végén és május elején aktív egy meteorraj, 1863-ban G. L. Tupman ősi rajok után kutatva jött rá, megvizsgálva az ezen meteorrajok dátumait és több periódussorozatot javasolt, amelyek érdemesek az észlelők figyelmére. Az egyik ilyen ismétlődés április 28–30-ra vonatkozik, és olyan észleléseket tartalmaz, amelyeket 401-ben, 839-ben, 927-ben, 934-ben és 1009-ben végeztek. A raj hivatalos felfedezése 1870-re tehető, amikor G. L. Tupman a Földközi-tengeren hajózva fedezte fel az Éta Aquaridákat.

Az Éta Aquaridákat meglehetősen gyéren észlelték, de 1876-ban A. S. Herschel matematikai módszerekkel kutatta azon üstökösöket, amelyek alkalmasak meteorrajok létrehozására. A Halley-üstökös pályája május 4-én került a legközelebb a Földhöz, és a radiáns a Vízöntő csillagképbe esett. Herschel rögtön észrevette, hogy Tupman 1870-ben és 1871-ben észlelt radiánsai nagyon közel vannak az előre jelzettekhez.

Az 1920-as évekre már számos kiváló meteorészlelő figyelte meg és tanulmányozta a déli meteoráramlatokat, amelyek száma ezáltal drasztikusan növekedett. Az egyik legeredményesebb észlelő R. A. McIntosh (Auckland, Új-Zéland) volt, aki 1929-ben publikálta az Éta Aquaridákról szóló tanulmányát. McIntosh pályaszámításai kiválóan egyeztek a Halley-üstökös pályájával.

1947-től kezdve a májusi Éta Aquaridák az első rajok között szerepeltek, amelyeket rádióvisszhang-technikával is detektáltak. Az 1940-es és az 1950-es években kevés további adatot gyűjtöttek a Jodrell Bank-i észlelők. Valójában a rajt nem is nagyon figyelték meg, mivel a rádiótvárcsöveket május első felében meglehetősen ritkán használták. Szerencsére a Springhill Meteor Observatórium (Ottawa, Kanada) radarműszerével és később az Ondřejovi Csillagvizsgáló (Csehszlovákia) műszereivel átfogó adatokat gyűjtöttek a rajról.

Az amatőr csillagászok fontos észleléseket végeztek a meteorrajjal kapcsolatban az elmúlt 30 évben. A megfigyelések tanúsága szerint drasztikus különbség van az északi és déli féltekén tapasztalható aktivitások között. Míg Európa és az északi félgömb észlelői számára 20 meteor/óra értéket érhet el az aktivitás, addig Ausztrália, Új-Zéland és a

déli féltéke észlelői számára 30-40-es óránkénti darabszám is megfigyelhető. Ennek oka egyszerű, mivel a Vízöntő csillagképben lévő radiáns az Egyenlítőnél délre lévő észlelők egén sokkal magasabba emelkedik az égbolton. Az észlelésekből az is kiténik, hogy az Éta Aquaridák közel egyharmada maradandó, egy másodpercnél is tovább látható meteornyomot eredményez.

A Halley-üstökös 1985–1986-os láthatósága idején több meteoros szervezet is felhívta az észlelők figyelmét az Éta Aquaridák (és az októberi Orionidák) esetleges megnövekedett aktivitására, azonban jelentős meteorszám-növekedés nem történt az említett időszakban. Összefoglalva: az Éta Aquaridákat mindenképpen érdemes megfigyelni május 6-án (vagy május 5-én) hajnalban pirkadat előtt, és gondolatainkban összekapcsolni a látott néhány meteort a történelem leghíresebb üstökösével.

Üstökösök

C/2013 US10 (Catalina). A hónap első felében még megkereshető az esti égen a Perseus, majd az Auriga csillagképekben, de mire a 12–13 magnitúdó között halványuló vándor a hónap utolsó estéjén 38 ívpercre északra megközelíti a Capellát, már nagyon alacsonyan láthatjuk az északnyugati horizont felett. A hónap végén már 4 CSE földtávolságban járó üstökös nem túl látványos, csak néhány halvány diffúz köddel meghintett területen halad kelet felé. Az őszi hónapoktól lesz ismét elérhető, de ekkor már csak fotografikusan, viszont a világ óriástávcsöveivel a 2020-as évek elejéig biztosan követhető lesz.

9P/Tempel. A Deep Impact és a Stardust szonda által is meglátogatott, 7,6×4,9 km átmérőjű üstököst igen jól ismerjük, az előbbi által a magnak ütköztetett próbatest által felvert felhőben szilikátok, karbonátos szulfidok, amorf szén és sokgyűrűs aromás szénhidrogének nyomaira bukkantak, miközben az is kiderült, hogy a felszabaduló víz nagyjából 1 méter mélyről, egy száraz kéreg alól származott. Ez a víz is folyamatosan növeli a Naphoz közeledő üstökös aktivitását, ami az 1 és 1,1 CSE között növekvő földtávolság ellenére 12–11 magnitúdó között fényességnövekedést eredményez ebben a hónapban. A Leo csillagkép keleti peremén dél, majd délkelet felé mozgó üstökös május 6-án este egy 13-14 magnitúdós NGC-galaxisokból álló csoport előtt halad el, 22-én este pedig 1 fokkal délnyugatra láthatjuk a 2,1 magnitúdós β Leonistól.

81P/Wild. A Stardust-űrszonda eredeti célpontjából anyagmintákkal is rendelkezünk, a szerves anyagok mellett fontos eredmény volt, hogy olyan szilikátokat (olivin, anortit) találtak a mintákban, amelyek valaha 1000 °C körüli hőmérsékletnek voltak kitéve. Ezek alapján sokkal közelebb keletkeztek a Naphoz, mint ahonnan az üstökös származik, bár kis valószínűséggel helyi fűtési folyamatokat is el tudunk képzelni nagy naptávolságban. Ez az eredmény összhangban van a protoplanetáris korongokban nagy távolságban észlelt hasonló szemcsék jelenlétével.

Az esti égen látszó üstökös fényessége tovább nő, a hónap végére elérheti a 12 magnitúdót. A kelet felé mozgó, naponta 0,6°-ot haladó vándor 8-án szeli át az ekliptika vonalát. Azonosítását nagyban megkönnyítheti, hogy 5-én este 10 ívpercre délkeletre láthatjuk a 6,0 magnitúdós 44 Geminorumtól, 11-én 16 ívpercre északra mutatkozik a 3,5 magnitúdós δ Geminorumtól, 18-án este pedig 15 ívpercre északnyugatra lesz az NGC 2420 nyílthalmaztól.

116P/Wild. A Naptól már január óta távolodó üstökös ebben a hónap kerül földközbe (1,340 CSE), egyben oppozícióba is, utóbbi időpontja 18-a. Mivel a csökkenő földtávolság már nem kompenzálja a hanyatló aktivitást, az üstökös halványodni kezd, kevéssel 12^m alatti fényessége 13^m közelébe csökken. A Scorpius, majd a Libra csillagképben nyugat felé mozgó, naponta 0,2°-ot haladó kométa május 15-én hajnalban fél fokkal északra halad el az 5,0 magnitúdós 42 Libraetől.

A Hold csillagfedései

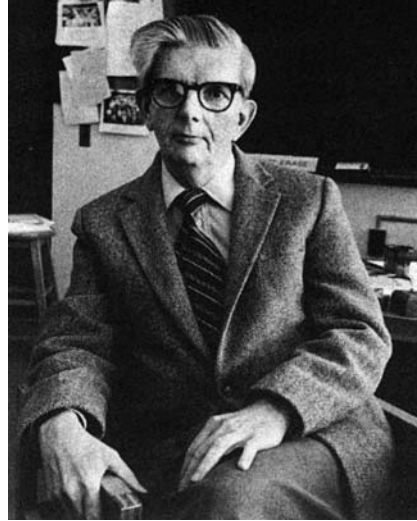
Dátum hó nap	UT			J	Csillag		Hold		Pozíció		Korrekció	
	h	m	s		ZC/SAO név	m	fázis	h	CA	PA	A	B
5 8	7	34	53	be	692	Aldebaran	0,9	4 + 26	5 É	11	-0,6	+3,9
5 8	7	58	22	ki	692	Aldebaran	0,9	4 + 30	-42 É	323	+1,5	-1,0
5 9	19	38	26	be	95157		7,9	12 + 12	78 D	109	-0,1	-1,6
5 13	19	51	40	be	1433		7,0	51 + 38	59 D	140	+0,7	-2,4
5 13	21	22	20	be	98747		6,9	52 + 24	21 D	178	-0,6	-4,2
5 14	21	23	34	be	1549	48 Leo	5,1	61 + 29	78 D	123	+0,7	-2,1
5 16	21	42	43	be	138591		7,6	79 + 32	37 D	166	+0,5	-3,1
5 17	21	56	25	be	1850		6,5	86 + 32	74 É	98	+1,6	-1,2
5 17	23	15	14	be	139039		7,3	87 + 22	85 D	119	+1,0	-1,9
5 18	20	54	54	be	1951	81 Vir	7,1	92 + 35	62 D	143	+1,3	-1,5
5 20	22	36	11	be	2180	NSV 20279	6,8	99 + 28	57 É	91	+1,9	-0,3

Évfordulók

100 éve született Robert Dicke

Robert Henry Dicke (1916. május 6., Saint Louis – 1997. március 4., Princeton), a mikrohullámú radiométer és a szinkron (lock-in) erősítő feltalálója volt, találmányai tették lehetővé a mikrohullámú háttérsugárzás fölfedezését. Tanulmányait a rochesteri egyetemen végezte, és PhD-fokozatot is itt szerzett. 1941-től az MIT-ra került, és egyik első munkájaként kidolgozta a mikrohullámú radiométert. Ezzel elvégezte a Hold termális sugárzásának első mérését, és 20 K felső korlátot adott a kozmikus háttérsugárzás hőmérsékletére. Később a Princeton Egyetemre került, és a fény-anyag kölcsönhatásokkal kezdett foglalkozni. Itt mutatta ki, hogy a lézersugárzáshoz legmegfelelőbb rezonátor egy mindkét végén tükörrel ellátott cső. A populációinverzió terén elért legfontosabb eredménye a róla elnevezett szupersugárzás, amelynek lényege, hogy az invertált populációból a termális energiánál több energia nyerhető ki. 1955 után ismét kozmológiai kutatások felé fordult az érdeklődése. 1956 és 1964 között a gravitáló és tehetetlen tömeg egyenlőtlenségére vonatkozó legjobb felső korlátot sikerült meghatároznia a Dicke–Eötvös-kísérlet segítségével. A hatvanas években alternatív gravitációelméletekkel foglalkozott: saját elméletében az általános relativitáselmélet tenzorformalizmusát skaláris tagokkal egészítette ki. Elmélete azt jósolta, hogy a Nap magja gyorsan forog, és perturbatív tagokat visz a bolygómozgásokba. A teljes képet az látszott alátámasztani, hogy az 1970-

es években elvégzett mérések szerint a Nap korongja éppen az elvárt mértékben elnyúlt ellipszoidnak mutatkozott. Később azonban kiderült, hogy a hiba a mérésekben volt: a Nap alakját naptevékenységi maximumban határozták meg, amikor a fáklyák által képviselt fényesség-többlet eltorzítja a Nap mért alakját. Öt évvel később, a minimumban végzett mérés cáfolta a nap elnyúlt alakját, és így Dicke gravitációelmélete is parkolópályára került – a tenzor- és skalármezők együttesének formájában azonban, más tartalommal, újjáéledni látszik egyes mai hűrelméletekben. 1961-ben Dicke, a pulzáló világegyetemmodellek talaján állva elhatározta, hogy a korábbi világegyetek szupernóváiból származó kozmikus sugarak nyomába ered. Kollégáival elkészítették azt a műszert, amellyel ezt a sugárzást is, a kozmikus háttérsugárzást is meg lehetett volna találni, amikor Arno Penzias és Robert Wilson bejelentették a kozmikus háttérsugárzás felfedezését, amely Nobel-díjat ért. A sors iróniája, hogy ebben a műszerben Dicke szinkron erősítője működött, azzal vált a jel mérhető nagyságúvá a háttérzajok fölött.



100 éve halt meg Karl Schwarzschild

Karl Schwarzschild (1873. október 9., Frankfurt am Main – 1916. május 11., Potsdam) az elméleti asztrofizika meghatározó alakja, aki leginkább a fekete lyukakra vonatkozó munkássága miatt ismert, ám a csillagászat megannyi területén igen jelentős eredményt ért el. Sikeres üzletember gyermekeként született, 7 testvére közül ő volt a legidősebb. A zsidó közösségi iskola elvégzése után Frankfurtban járt gimnáziumba, majd Stuttgartban egyetemre. Egy év katonai szolgálat után 1896-ban Münchenben doktorált, innen Bécsbe, majd megint Münchenbe került tanársegédnek. 1901-ben nevezték ki a Göttingeni Observatórium igazgatójának, ahol 1902-től volt professzor. Schwarzschild irányítása alatt pezsgő munka folyt az elméleti asztrofizika területén. Rámutatott, hogy a csillagok légkörében a sugárzási transzfer egy adott hőmérséklet-gradiens felett nem elég hatékony, és elindul a konvekció (Schwarzschild-kritérium). Ezzel magyarázta a Napon megfigyelhető granulációt is. Távolságmérési eljárást javasolt a sajátmozgáson és a fotometrián alapuló módszerek ötvözésével. A csillagcsoportok térbeli mozgásában megfigyelte a sebességszórások irányfüggését, amely kijelöli a Galaxis szimmetriatengelyét (Schwarzschild-ellipszoid). 1910-ben Schwarzschild javaslatára készítette el Hans Rosenberg az első szín-fényesség diagramot a Hyadokról. 1909-ben hosszas vívódás után elfogadta az igazgatói állást Potsdamban, azzal a feltétellel, hogy kollégái közül Ejnar Hertzsprungot is viheti az új intézetbe. Új munkahelyén spektroszkópiai feladatokkal foglalkozott. A Schuster–Schwarzschild-közelítés segítségével kémiai analízisre tudta alkalmazni a csillagok abszorpciós vonalait. 1910-ben a Halley-üstökös



spektroszkópiájával kimutatta, hogy a csóva sűrűsége extrém kicsi, köbcentiméterenként néhány molekula. 1914-ben az elsők között jelentkezett katonai szolgálatra. Egy belgiumi meteorológiai állomáson helyezték el. Később Franciaországot és az orosz frontot is megjárta. Itt mutatkozott meg autoimmun betegsége: szinte elviselhetetlen bőrtünetei miatt hazaküldték Potsdamba, ahol nemsokára meghalt. Halálának évében három fontos műve jelent meg: egy ballisztikai munka; a Stark-effektus magyarázata csillagléggörökben; valamint az Einstein-egyenlet megoldása tömegpont körül vákuumban (Schwarzschild-megoldás), amely a fekete lyukak elméletét alapozta meg. Megbecsült tudósként tagja volt a Porosz Tudományos Akadémiának és a Royal Astronomical Societynek is.

Jupiter-holdak

nap	UT h:m	hold	jelenség
1	20: 9,1	Io	ek
	21:12,4	Io	ák
	22:24,0	Io	ev
	23: 0,6	Europa	mk
2	23:26,9	Io	áv
	20:46,6	Io	fv
3	20: 5,6	Europa	ák
	20:38,9	Europa	ev
5	22:50,4	Europa	áv
	19: 8,8	Ganymedes	ek
	22:27,0	Ganymedes	ev
6	23:40,8	Ganymedes	ák
	19:32,1	Callisto	ev
8	0:47,6	Io	mk
	21:59,3	Io	ek
	23: 7,0	Io	ák
9	0:14,3	Io	ev
	19:15,3	Io	mk
	22:41,7	Io	fv
10	19:50,0	Io	áv

nap	UT h:m	hold	jelenség
10	20:20,3	Europa	ek
	22:42,7	Europa	ák
	23: 7,6	Europa	ev
12	19:45,3	Europa	fv
	22:51,5	Ganymedes	ek
15	0: 3,8	Callisto	mk
	23:50,7	Io	ek
16	21: 2,8	Ganymedes	fv
	21: 7,3	Io	mk
17	0:36,8	Io	fv
	19:30,4	Io	ák
	20:33,7	Io	ev
	21:44,6	Io	áv
18	22:51,2	Europa	ek
	19: 5,6	Io	fv
19	22:20,1	Europa	fv
	20: 3,1	Ganymedes	mv
23	21:20,5	Callisto	ák
	21:49,0	Ganymedes	fk
	23: 0,3	Io	mk

nap	UT h:m	hold	jelenség
23	23:34,2	Callisto	áv
24	20:11,4	Io	ek
	21:25,1	Io	ák
	22:26,4	Io	ev
	23:39,3	Io	áv
25	21: 0,7	Io	fv
26	19:40,2	Europa	mk
28	19:58,0	Europa	áv
30	20:34,5	Ganymedes	mk
31	20:38,9	Callisto	mv
	22: 5,2	Io	ek
	23:19,9	Io	ák

f = fogyatkozás: a hold a Jupiter árnyékában

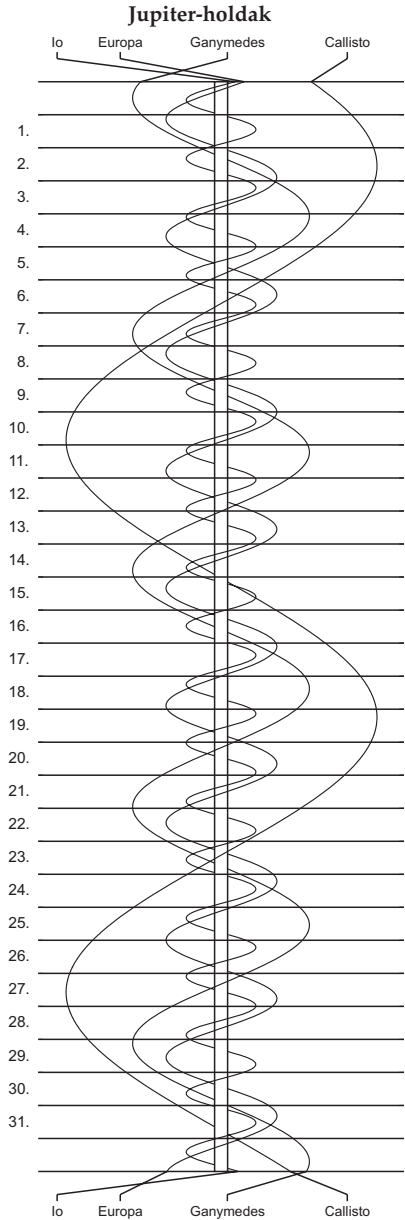
á = átvonulás: a hold árnyéka a Jupiteren

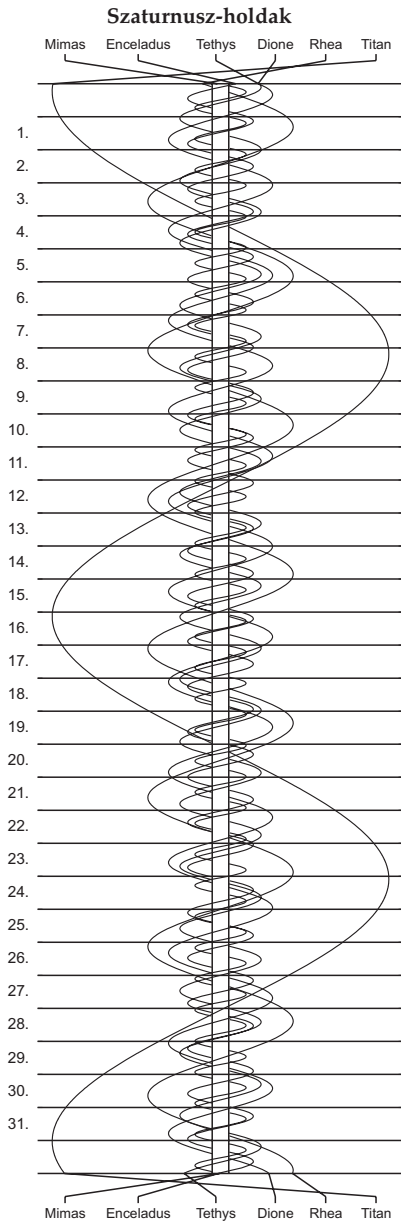
e = előtte: a hold a Jupiter korongja előtt

m= mögötte: a hold a Jupiter korongja mögött

k = a jelenség kezdete

v = a jelenség vége





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

Kalendárium – június

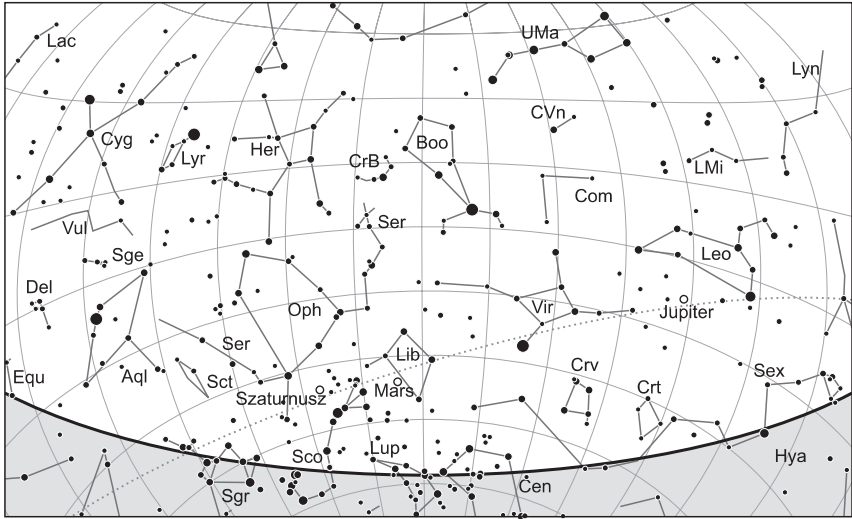
KÖZEI

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. sz 153.	3 50	11 41	19 34	64,6	+2,2	1 45	8 13	14 53	
2. cs 154.	3 49	11 42	19 34	64,8	+2,0	2 18	9 08	16 09	
3. p 155.	3 49	11 42	19 35	64,9	+1,8	2 55	10 05	17 25	
4. sz 156.	3 48	11 42	19 36	65,0	+1,7	3 37	11 04	18 39	
5. v 157.	3 48	11 42	19 37	65,1	+1,5	4 25	12 04	19 47	● 4 00
23. hét									
6. h 158.	3 47	11 42	19 38	65,2	+1,3	5 20	13 03	20 46	
7. k 159.	3 47	11 43	19 39	65,3	+1,1	6 21	14 01	21 37	
8. sz 160.	3 47	11 43	19 39	65,4	+0,9	7 25	14 56	22 20	
9. cs 161.	3 46	11 43	19 40	65,5	+0,8	8 30	15 47	22 56	
10. p 162.	3 46	11 43	19 41	65,6	+0,6	9 35	16 36	23 28	
11. sz 163.	3 46	11 43	19 41	65,6	+0,4	10 38	17 22	23 56	
12. v 164.	3 46	11 44	19 42	65,7	+0,1	11 40	18 05	–	● 9 10
24. hét									
13. h 165.	3 46	11 44	19 42	65,8	–0,1	12 41	18 48	0 22	
14. k 166.	3 45	11 44	19 43	65,8	–0,3	13 41	19 31	0 47	
15. sz 167.	3 45	11 44	19 43	65,8	–0,5	14 41	20 14	1 12	
16. cs 168.	3 45	11 44	19 44	65,9	–0,7	15 40	20 58	1 39	
17. p 169.	3 45	11 45	19 44	65,9	–0,9	16 39	21 43	2 09	
18. sz 170.	3 46	11 45	19 44	65,9	–1,1	17 38	22 30	2 42	
19. v 171.	3 46	11 45	19 45	65,9	–1,3	18 34	23 20	3 20	
25. hét									
20. h 172.	3 46	11 45	19 45	65,9	–1,6	19 27	–	4 04	○ 12 02
21. k 173.	3 46	11 45	19 45	65,9	–1,8	20 16	0 10	4 54	
22. sz 174.	3 46	11 46	19 45	65,9	–2,0	21 00	1 02	5 50	
23. cs 175.	3 47	11 46	19 45	65,9	–2,2	21 39	1 53	6 51	
24. p 176.	3 47	11 46	19 45	65,9	–2,4	22 14	2 45	7 57	
25. sz 177.	3 47	11 46	19 45	65,9	–2,6	22 46	3 36	9 05	
26. v 178.	3 48	11 47	19 45	65,8	–2,9	23 17	4 26	10 15	
26. hét									
27. h 179.	3 48	11 47	19 45	65,8	–3,1	23 47	5 17	11 26	● 19 19
28. k 180.	3 49	11 47	19 45	65,8	–3,3	–	6 08	12 39	
29. sz 181.	3 49	11 47	19 45	65,7	–3,5	0 19	7 00	13 52	
30. cs 182.	3 50	11 47	19 45	65,6	–3,7	0 53	7 54	15 06	

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.	2 457 541	16 39 38	Tünde, Angéla, Hortenzia
2.	2 457 542	16 43 35	Kármén, Anita, Ábel, Csilla, Irma, Jenő, Kornél, Péter
3.	2 457 543	16 47 31	Klotild, Cecília, Kevin
4.	2 457 544	16 51 28	Bulcsú, Fatima, Fatime, Ferenc
5.	2 457 545	16 55 24	Fatime, Fatima, Nándor, Valéria
6.	2 457 546	16 59 21	Norbert, Cintia, Artemisz, Felícia, Klaudia, Kolos
7.	2 457 547	17 03 17	Róbert
8.	2 457 548	17 07 14	Medárd, Ágnes, Helga, Izabella, Vilmos
9.	2 457 549	17 11 11	Félix, Annamária, Diána, Előd
10.	2 457 550	17 15 07	Margit, Gréta, Diána, Gitta
11.	2 457 551	17 19 04	Barnabás, Etelka, Roxána
12.	2 457 552	17 23 00	Villő, Etelka, János
13.	2 457 553	17 26 57	Antal, Anett
14.	2 457 554	17 30 53	Vazul
15.	2 457 555	17 34 50	Jolán, Vid, Ábrahám, Bernát, Izolda, Viola, Violetta
16.	2 457 556	17 38 46	Jusztin, Ferenc, Jusztina, Péter
17.	2 457 557	17 42 43	Laura, Alida, Alinka, Terézia
18.	2 457 558	17 46 40	Arnold, Levente, Dolóresz, Márk
19.	2 457 559	17 50 36	Gyárfás, Hajnalka, Julianna, Liána, Mihály, Rómeó
20.	2 457 560	17 54 33	Rafael, Benigna, Koppány, Margit
21.	2 457 561	17 58 29	Alajos, Leila, Lejla, Lujza, Olga
22.	2 457 562	18 02 26	Paulina, Ákos, Kriszta, Krisztina, Tamás
23.	2 457 563	18 06 22	Zoltán, Édua
24.	2 457 564	18 10 19	Iván, Beáta, János, Levente
25.	2 457 565	18 14 15	Vilmos, Vilma, Viola, Violetta
26.	2 457 566	18 18 12	János, Pál, Dávid, Örs
27.	2 457 567	18 22 09	László, Olga
28.	2 457 568	18 26 05	Levente, Irén, Gyula, Irina, Laura, Marcella, Tivadar
29.	2 457 569	18 30 02	Péter, Pál, Aladár, Aliz, Beáta, Ditta, Emma, Petra
30.	2 457 570	18 33 58	Pál, Ditta, Judit



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

Bolygók

Merkúr: A hónap nem igazán alkalmas a megfigyelésére. 5-én kerül legnagyobb nyugati kitérésbe, $24,2^\circ$ -ra a Naptól, de ekkor is csak közel ötven perccel kel korábban, mint a Nap. A következő néhány napban kissé javul ez az érték, de hamarosan újra közeledik a bolygó a Naphoz. Láthatósága egyre romlik, s a hónap végén belevész a hajnali napfénybe.

Vénusz: A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. 6-án felső együttállásban van a Nappal, pontosan mögötte halad el. Fényessége $-4,0^m$ -ról $-3,9^m$ -ra, átmérője $9,6''$ -ről $9,7''$ -re nő, fázisa $0,999$ -ről $0,99$ -re csökken.

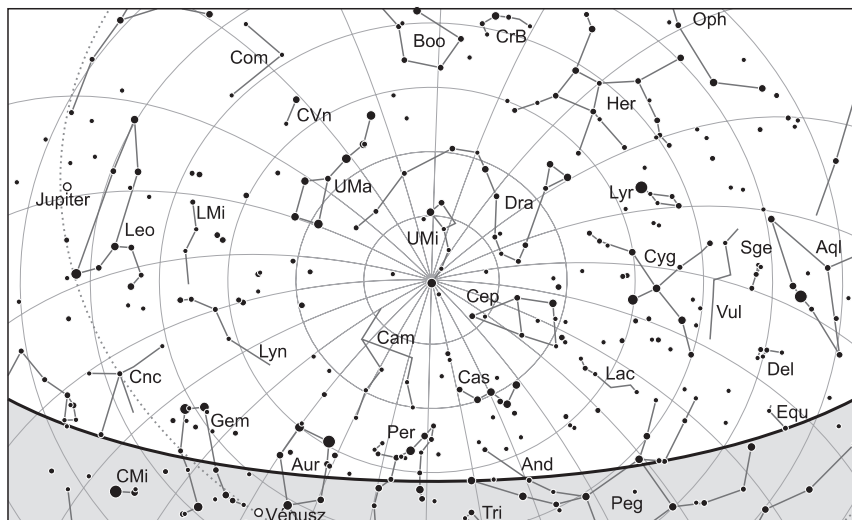
Mars: A Mérleg csillagképben végzett hátráló mozgása folyamatosan lassul, és 30-án előretartóvá válik. Az éjszaka nagyobb részében látható, hajnalban nyugszik. Túljutván földközelségén, fokozatosan halványodik. Fényessége $-2,0^m$ -ról $-1,4^m$ -ra csökken, látszó átmérője $18,6''$ -ről $16,4''$ -re zsugorodik.

Jupiter: Fokozatosan gyorsuló, előretartó mozgást végez az Oroszlán csillagképben. Éjfél körül nyugszik, az éjszaka első felében látható a nyugati égen. Fényessége $-2,0^m$, átmérője $36''$.

Szaturnusz: Folytatja hátráló mozgását a Kígyótartó csillagképben. Egész éjszaka megfigyelhető, 3-án van szembenállásban a Nappal. Fényessége $0,0^m$ -ról $0,1^m$ -ra csökken, átmérője $18,5''$.

Uránusz: Kora hajnalban kel, hajnalban látható a Halak csillagképben. Előretartó mozgása a hónap végén lassan lassulni kezd.

Neptunusz: Éjfél körül kel, az éjszaka második felében kereshető a Vízöntő csillagképben. 14-én előretartó mozgása hátrálóba vált.



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

Eseménynaptár (UT)

Dátum Időpont Esemény

06.01.	6:53	a Hold minimális librációja ($l = -3,45^\circ$, $b = 3,29^\circ$)
06.03.	2:10	a Merkúr $4,5^\circ$ -kal északkeletre látható a $6,2\%$ -os, csökkenő fázisú Holdtól a hajnali szürkületben a Kos csillagképben
06.03.	6:40	a Szaturnusz oppozícióban a Kígyótartó csillagképben
06.03.	9:18	a Szaturnusz eléri legnagyobb látszó fényességét, $0,0$ magnitúdót
06.03.	9:41	a Szaturnusz földközlelben, távolsága $9,0149$ CSE, látszó átmérője $18,4''$
06.03.	10:55	a Hold földközlelben (földtávolság $361\,140$ km, látszó átmérője $33'5,2''$, $4,2\%$ -os, csökkenő holdfázis)
06.04.	1:16	a (20) Massalia kisbolygó ($11,2$ magnitúdós) $13'21''$ -cel északnyugatra látható a 29 Capricornitól ($5,3$ magnitúdós) a hajnali szürkületben
06.05.	3:00	újhold (a Hold a Bika csillagképben, látszó átmérője $32'52,9''$)
06.05.	8:45	a Merkúr legnagyobb nyugati kitérésben ($24,2^\circ$ -os elongáció, $0,4$ magnitúdós, $8,2''$ átmérő, 38% fázis, Kos csillagkép)
06.06.	9:09	a Hold eléri legnagyobb deklinációját $+18^\circ35'$ -nél ($2,4\%$ -os, növekvő holdfázis)
06.06.	19:18	40 óra 18 perces holdsarló $3,6^\circ$ magasan az esti égen
06.06.	21:54	a Vénusz felső együttállásban a Nappal (a Naptól $19,5''$ -cel délre)
06.07.	14:34	a Hold maximális librációja ($l = 6,29^\circ$, $b = 5,47^\circ$)

Dátum Időpont Esemény

06.07.	23:51	a (7) Iris kisbolygó (9,5 magnitúdós) 16,3'-cel északnyugatra látható az NGC 6093 gömbhalmaztól (M80, 7,3 magnitúdós) a hajnali szürkületben a Skorpió csillagképben
06.08.	20:14	a 17,3%-os, növekvő fázisú holdkorong peremétől 5,3°-kal északra látható a Praesepe (M44 nyílthalmaz, 3,1 magnitúdós)
06.08.	20:14	a 17%-os, növekvő fázisú Hold látványos együttállása a Praesepe és az M67 nyílthalmazokkal az esti szürkületben
06.09.	20:15	a (8) Flora kisbolygó (9,4 magnitúdós) 12'48"-cel délnyugatra látható az NGC 6356 gömbhalmaztól (8,2 magnitúdós) az esti szürkületben a Kígyótartó csillagképben
06.10.	20:16	a Jupitertől 5'38"-cel északra látható a 63 Leonis (4,6 magnitúdós) az esti szürkületben
06.11.	10:16	a Merkúr dichotómiája (23,1°-os nyugati elongáció, 7,2" látszó átmérő)
06.11.	13:26	a (8) Flora kisbolygó oppozícióban (9,4 magnitúdós, Kígyótartó csillagkép)
06.11.	19:21	a Jupiter 2,2°-kal északra látható a 44,9%-os, növekvő fázisú Holdtól az esti szürkületben az Oroszlán csillagképben
06.12.	8:10	első negyed (a Hold az Oroszlán csillagképben, látszó átmérője 29'56,1")
06.13.	20:18	a (8) Flora kisbolygó (9,4 magnitúdós) 28,2'-cel északra látható az NGC 6333 gömbhalmaztól (M9, 7,9 magnitúdós) az esti szürkületben a Kígyótartó csillagképben
06.14.	3:32	a Hold minimális librációja ($l = 2,65^\circ$, $b = -2,95^\circ$)
06.15.	12:00	a Hold földtávolban (földtávolság 405 024 km, látszó átmérője 29'30,1", 78,4%-os, növekvő holdfázis)
06.15.	21:09	a 81,3%-os, növekvő fázisú holdkorong peremétől 6'44"-cel délre látható a 96 Virginis (6,5 magnitúdós)
06.15.	22:50	a Hold mögé belép a κ Virginis (4,2 magnitúdós, 82%-os, növekvő holdfázis)
06.16.	2:06	a Merkúr hajnali láthatósága, a polgári szürkületkori magassága 2,7°, -0,3 magnitúdós, fázisa 61%
06.16.	2:46	az év legkorábban bekövetkező napfelkelteje
06.17.	19:24	a Mars 7,1°-kal délnyugatra látható a 93,1%-os, növekvő fázisú Holdtól az esti szürkületben a Mérleg csillagképben
06.18.	1:10	a (18) Melpomene kisbolygó (10,3 magnitúdós) 7'43"-cel keletre látható a 44 Pisciumtól (5,8 magnitúdós) a hajnali szürkületben
06.19.	1:36	a Szaturnusz 2,4°-kal délre látható a 97,9%-os, növekvő fázisú Holdtól a Kígyótartó csillagképben
06.19.	18:45	kezdetét veszi az év legrövidebb éjszakája
06.20.	2:47	kezdetét veszi az év leghosszabb nappala
06.20.	11:02	telehold (a Hold a Nyilas csillagképben, látszó átmérője 30'15,0")
06.20.	14:07	a Hold maximális librációja ($l = -4,33^\circ$, $b = -6,34^\circ$)
06.20.	18:54	a Hold eléri legkisebb deklinációját -18°37'-nél (99,7%-os, csökkenő holdfázis)
06.20.	22:32	nyári napforduló

Dátum Időpont Esemény

06.21.	1:12	a Vénusz eléri legnagyobb deklinációját +23°55′-nél az Ikrek csillagképben
06.21.	23:28	a Hold mögül kilép a 43 Sagittarii (4,9 magnitúdós, 98%-os, csökkenő holdfázis)
06.22.	21:51	a 9P/Tempel-üstökös 16′-cel délre látható az M61-től (galaxis, 9,6 magnitúdós) a Szűz csillagképben az esti szürkületben
06.25.	18:45	az év legkésőbb bekövetkező napnyugtája
06.25.	23:17	a Hold mögül kilép a λ Sagittarii (3,7 magnitúdós, 69%-os, csökkenő holdfázis)
06.25.	23:25	a Neptunusz 14′49″-cel délre látható a 69,7%-os, csökkenő fázisú Holdtól a Vízöntő csillagképben
06.25.	23:35	a Hold mögül kilép a Neptunusz (7,9 magnitúdós, 2,5″ átmérőjű, 70%-os, csökkenő holdfázis), a kilépés 7 másodperc hosszú
06.26.	0:09	a 69,3%-os, csökkenő fázisú holdkorong peremétől 7′52″-cel északra látható a 78 Aquarii (6,2 magnitúdós)
06.26.	21:49	a (134340) Pluto törpebolygó 2′47″-cel délkeletre látható a π Sagittarii-tól (2,9 magnitúdós) a hajnali szürkületben
06.27.	0:27	az 58,5%-os, csökkenő fázisú holdkorong peremétől 14′56″-cel északra látható a 20 Piscium (5,5 magnitúdós)
06.27.	9:41	a Hold minimális librációja ($l = -3,88^\circ$, $b = 1,83^\circ$)
06.27.	18:19	utolsó negyed (a Hold a Halak csillagképben, látszó átmérője 32′10,7″)
06.29.	2:09	az Uránusz 3,8°-kal északnyugatra látható a 35,1%-os, csökkenő fázisú Holdtól a hajnali szürkületben a Halak csillagképben
06.29.	21:46	a 9P/Tempel-üstökös 27,5′-cel délre látható az NGC 4536-től (galaxis, 10,6 magnitúdós) a Szűz csillagképben az esti szürkületben

Hold–Jupiter-együttállás június 11-én

Rendkívül érdekesnek ígérkezik ez a júniusi együttállás, hiszen a 45%-ban megvilágított Hold 2,2°-ra halad el a Jupitertől délre, miközben az óriásbolygótól északnyugat felé 9 ívpercre lesz látható a ξ Leo (4,6^m). A jelenségre 30°-os magasságban kerül sor.

Hold–Szaturnusz-együttállás június 19-én

Ezen a hajnalon a kitaró észlelők megfigyelhetik a telihold és a gyűrűs bolygó újabb randevúját, amikor a két égitest 2,4°-ra látszik egymástól. A jelenség bekövetkeztekor a páros már csak alig 10° magasan lesz a délnyugati horizont felett.

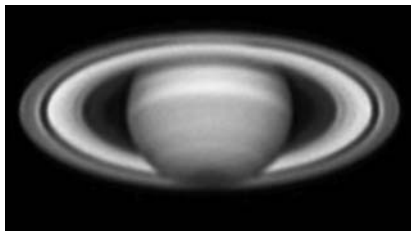
Nap-éj egyenlőség a Marson

Július 5-én a vörös bolygó északi féltekéjén beköszönt az ősz, a déli pedig tavaszba fordul ($L_s = 180$). A déli pólusapka eléri maximális kiterjedését, és lassan kiemelkedik a tél sötétjéből. A déli poláris csuklya (SPH) vékonyodik, közepe gyakran sötétebbnek

látszik a „mentőöv-effektus” miatt. Köd vagy zúzmara előfordulhat a Hellas-medencében, de a medence lassan tisztul, alja sötétedik. A bolygó apró részletei kiválóan megfigyelhetők az esti égen, még jókora, 15,8”-es átmérő mellett.

Szturnusz-oppozíció

A gyűrűs bolygó június 3-án kerül szembenállásba a Nappal, 18,4”-es korongátmérő és 0,0^m fényesség mellett. A bolygó tengelyének a látóiránnyal bezárt szöge a maximálshoz (26°) közeledik, így a gyűrűre való rálátás szintén kiváló. A Skorpióban, az Antares fölött járó bolygó sajnos csak 22°-kal emelkedik a horizont fölé. A bolygó felénk billenő északi féltekéjén kiválóan megfigyelhetjük a sötét NEB és a világos EZ határvonalát, majd a NEB és NTB apró kondenzációkkal tarkított sávjait. Az északi póluson ülő NPC poláris hexagonja apró fekete sapkaként zárja a bolygócsúcst. A déli féltekén a korong előtt áthúzódó gyűrű mellett már kibukkan a SEB sötét sávjának felső része. Az oppozíció előtti és utáni időszakban a korong gyűrűre vetett árnyéka hosszú görbe ívként szegélyezi a korongot, egészen a pólusig. A nagy gyűrűhajlás miatt a gyűrű intenzitáskülönbségei, fekete rései és a belső anizák finomszerkezete kiválóan tanulmányozható. Rossz seeing és az atmoszferikus diszperzió ellen védekezhetünk IR szűrővel, így a sávok kontrasztja is sokat javul.

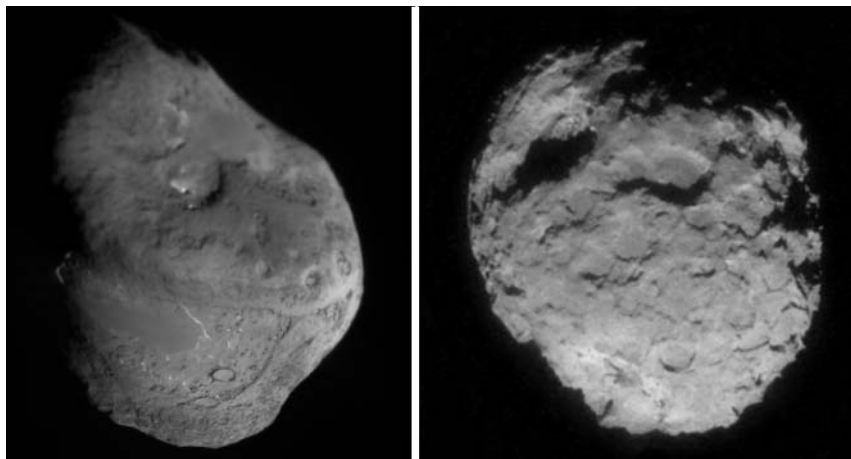


A Szturnusz Szántó Szabolcs felvételén, 2015.06.05. 21:23 UT, 25,4T. A képen a halvány fátyolgyűrű és a Keeler-rés is látható.

Üstökösök

9P/Tempel. A nyári hónapok egyetlen fényesebbnek ígérkező üstökösét az esti égen kereshetjük, az első napokban a Leo, az időszak nagyobb részében pedig a Virgo csillagképben. Az augusztus 2-i napközelsége felé haladó üstökös egyre gyorsuló, délkeleti irányú mozgást végez, miközben földtávolsága 1,1 és 1,2 CSE között nő. Fényesedése a korábbi hónapokhoz képest lelassul, mivel 0,5 excentricitású ellipszisen haladva naptávolsága már nem csökken olyan mértékben, mint korábban. A 11^m körüli kométa 9-én este 25 ívperccel nyugatra látható a 4,1 magnitúdós o Virginistől, majd 17-étől megközelíti a Virgo galaxisokban gazdag részét. Néhány napig a 11 magnitúdós NGC 4261 által fémljelt csoporttól délnyugatra halad, 21-én és 22-én este fél foknál is közelebb kerül a 10 magnitúdós, lapjáról látszó M61-hez, 29-én pedig 26 ívpercre délnyugatra láthatjuk a 11 magnitúdós NGC 4536 galaxistól.

81P/Wild. A július 20-i napközelsége felé tartó üstökös a hónap első két hetében még kereshető az esti égen a Cancer csillagképben. Az alacsonyan látszó, 12 magnitúdós kométa azonosítása nem lesz egyszerű, de 7-én este 52 ívperccel délre, másnap pedig 1



A 9P/Tempel és a 81P/Wild üstökösök magja a Deep Impact, illetve a Stardust űrszondák felvételein. Szembetűnő, hogy morfológiailag mennyire különbözik a két égitest, ahogy a további közléről lefotózott üstökösök is nagyon különbözőek (NASA/JPL).

fokkal délkeletre látható az 5,3 magnitúdós η Cancritól, 10-én a Praesepa halmaz déli pereménél kereshetjük, 12-én pedig háromnegyed fokkal északra lesz a 3,9 magnitúdós δ Cancritól.

A Hold csillagfedései

Dátum hó nap	UT			J	Csillag		Hold		Pozíció		Korrekció	
	h	m	s		ZC/SAO név	m	fázis	h	CA	PA	A	B
6 15	22	49	35	be	2033	κ Vir	4,2	82 + 16	86 É	108	+1,0	-1,8
6 19	0	20	30	be	2396		6,7	98 + 15	90 É	111	+1,4	-1,6
6 21	23	28	27	ki	2814	43 Sgr	4,9	98 - 23	80 D	242	+1,7	+0,8
6 21	23	53	30	ki	2816		7,0	97 - 24	83 É	259	+1,8	+0,3
6 25	23	16	33	ki	3353	λ Aqr	3,7	69 - 13	37 É	300	+0,8	+0,7

Évfordulók

Ötven éve halt meg Georges Lemaître

Georges Henry-Joseph-Edouard Lemaître (1894. július 17., Charleroi – 1966. június 20., Charleroi) a XX. század egyik legjelentősebb kozmológusa volt. Az ismeretterjesztő irodalom leginkább az ősrobbanás-elmélet kidolgozásához köti a nevét, amelyben viszont enyhén szólva nem volt kizárólagos szerepe. Általában elfeledkeznek

viszont a többi, rendkívül előremutató elképzeléséről és ötletéről. Jezsuita gimnáziumi tanulmányai után 1911-ben a Louvaini (Leuven) Egyetemen kezdte meg tanulmányait, közben papi szemináriumot végzett. 1920-ban szerzett diplomát, 1923-ban szentelték pappá. Ugyanebben az évben az angliai Cambridge-be került, ahol Arthur Eddingtonnal együtt dolgozott. Az azt követő évben az amerikai Cambridge-ben a Harvardon és Bostonban az MIT-n volt vendégkutató. 1927-ben szerzett PhD-fokozatot, utána haláláig a Louvaini Egyetemen volt professzor. 1936-tól volt a Pápai Tudományos Akadémia tagja, 1960-tól haláláig elnöke. Legfontosabb eredményei nagyjából időrendben a következők:

- Kimutatta, hogy a Schwarzschild-sugár nem jelent valódi horizontot, azon az anyag át tud haladni. Az ilyen anyag állapotegyenletét is megfogalmazta – ezeket az egyenleteket ma Tolman–Oppenheimer–Volkoff-egyenletekként ismerjük.

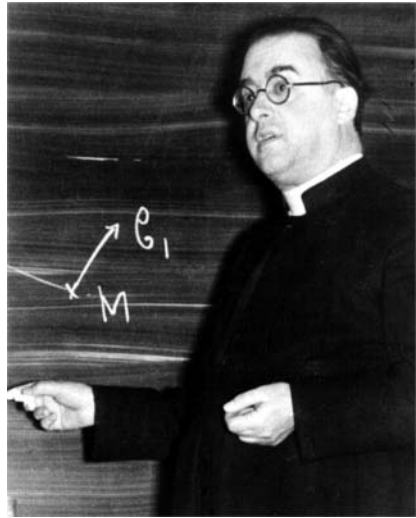
- Rájött, hogy az Einstein-féle statikus univerzum instabil megoldás, a világegyetem vagy táguló, vagy összehúzódó állapotban van. Több elképzelést dolgozott ki ezzel kapcsolatban, az egyik a pulzáló (felváltva táguló és kontraháló) világmodell, a másik pedig egy 9 milliárd éve folytatódó tágulási folyamatot feltételez.

- Leírta a táguló téridő egyenleteit, amelyeket mai formájukban Alekszandr Fridman nevéhez kötünk.

- Vesto Slipher spektroszkópiai mérései alapján elsőként határozta meg a világegyetem tágulásának rátáját 1927-ben – ezt az értéket ma Hubble-állandóként vagy Hubble-paraméterként ismerjük. Lemaître eredménye 600 km/s/Mpc érték volt, Hubble ugyanezekből az adatokból 500 km/s/Mpc eredményre jutott 1929-ben – a ma elfogadott számérték 70 körüli.

- Kidolgozta a kozmikus ósatom elképzelését: a ma már túlhaladott elképzelés szerint a világegyetem kezdetben egy 30 napsugár méretű óriási atommagba volt összehúzóva, és ebből az állapotból indult a mai tágulás.

- A kozmológiai állandót elsőként értelmezte vákuumenergiaként, és kimutatta, hogy negatív nyomás társul hozzá ebben az értelmezésben. Lemaître munkásságát a mai ismeretterjesztő irodalom olykor elfogultnak és fideistának állítja be („egy pap műve”), és az ősrobbanás-elmélettől különböző elméletek jogosultságát részben a fideizmus meghaladásának narratívájával támasztanak alá (például Hawking). Kétségtelen, hogy az ősrobbanás elképzelése a nagy világvallások mindegyikének „jóleső” kozmológiai elmélet. Azonban Lemaître szellemiségétől a fideista hozzáállás teljesen idegen volt. Ennek bizonyítéka, hogy bizonyos korszakaiban ugyanolyan meggyőződéssel képviselte a vallásával sokkal nehezebben összehangolható pulzáló világmodelleket is, mint máskor a kezdeti állapotból folyamatosan fejlődő modelleket. A jezsuita szellemű



tudománynak alapvetése a feltétlen tudományos materializmus, amelynek Lemaître is híve volt. Ahogy saját maga megfogalmazta, a kozmológia és a tudomány kérdései általában „teljes egészében kívül maradnak a metafizikai vagy vallási kérdések körén”.

Száz éve született Herbert Friedman

Herbert Friedman (1916. június 21., Brooklyn – 2000. szeptember 9., Arlington) a röntgenszállagászat úttörője volt. Családja műkincskereskedelemmel foglalkozott, és ő maga is művészeti egyetemen kezdte tanulmányait. Azonban Bernhard Kurrelmeier fizi-



kus hatására átjelentkezett fizikusképzésre, és 1936-ban a Johns Hopkins egyetemen szerzett diplomát, majd itt helyezkedett el. Röntgenspektroszkópiával vizsgálta az átmenetifémek tulajdonságait, e tárgyból doktorált 1940-ben. Alfred Pfund segítségével sikerült végleges pozícióba kerülnie. A háború alatt megbízható, gammatartományú Geiger-csőveket tervezett, amelyekkel Hiroshima és Nagaszaki környezetében lehetett mérni a remanens sugárzást. Ugyanezekkel a műszerekkel derítették föl 1949-ben a szovjet atomprogramot. A háború után műszereit egyre gyakrabban szerelte V-2 rakétákra, fölismerve, hogy a világűrből érkező ionizáló sugárzásokat csak a felsőlégkör fölötti tartományból lehet megfigyelni. Kísérleteibe később bevonta a Viking rakétákat és a ballonról indított Rockoon rakétákat is, és a felsőlégkör ionizáló sugárzásának vizsgálatáig jutott. Az 1950-

es évektől a műszerfejlesztések hatására a röntgentartomány felé is megnyílt az észlelések lehetősége. 1963-ban sikerült megfigyelnie az akkor már ismert Sco X-1 röntgenforrást, és pontosabb pozíciómérést végezni. Ugyanekkor fedezte föl a második ismertét vált röntgenforrást, a Rák-ködöt. Friedman vélekedése, valamint Walter Baade és Fritz Zwicky jóslata szerint itt neutroncsillag sugárzásának megfigyeléséről volt szó, ennek igazolására Friedman kísérletet tervezett, amelynek keretében a Rák-köd Hold általi fedése alatt 5 perces folytatólagos mérést végeztek. Meglepetésre, a Rák-köd elhalványodása folyamatos volt, kiderült tehát, hogy a röntgensugárzás forrása az egész köd. Javaslata az Apollo-küldetés hátramaradt eszközeit röntgendetektorokkal szerelték föl, és így hozták létre az első nagyenergiás űrobservatóriumot (HEAO). 1977–1979 között proporcionális számlálók segítségével sikerült feltérképezni az ég legfényesebb röntgenforrásait, ezenkívül a spektrumról és az intenzitásváltozásokról is gyűjtöttek információt. A hetvenes évektől kezdve Friedman kiterjedt népszerűsítő tevékenységbe kezdett. Tagja volt az amerikai és a brit akadémiának, díszdoktor a tübingeni és michigani egyetemeken, elnyerte az 1987-es fizikai Wolf-díjat. Richard Nixon elnöksége alatt az elnök tudományos tanácsadó testületének volt tagja.

Jupiter-holdak

nap	UT h:m	hold	jelenség
1	19:23,0	Io	mk
	22:55,8	Io	fv
2	20: 2,7	Io	áv
	22:13,6	Europa	mk
4	19:51,9	Europa	ák
	20: 4,2	Europa	ev
	22:34,5	Europa	áv
8	21:18,3	Io	mk
9	19:43,5	Io	ák
	20:43,7	Io	ev
	21:57,5	Io	áv
10	19:19,6	Io	fv
	19:38,1	Ganymedes	ák
	22:45,4	Ganymedes	áv
11	19:54,7	Europa	ek
	22:28,6	Europa	ák
	22:41,8	Europa	ev
13	19:22,9	Europa	fv
16	20:24,4	Io	ek
	21:38,3	Io	ák

nap	UT h:m	hold	jelenség
16	22:39,6	Io	ev
17	21:14,6	Io	fv
	21:51,3	Ganymedes	ev
18	22:34,1	Europa	ek
20	21:58,3	Europa	fv
24	19:40,6	Io	mk
25	20:16,1	Io	áv
	21:34,2	Callisto	ek
27	19:25,6	Europa	mk
28	20:55,5	Ganymedes	fv
29	19:41,1	Europa	áv

f = fogyatkozás: a hold a Jupiter árnyékában

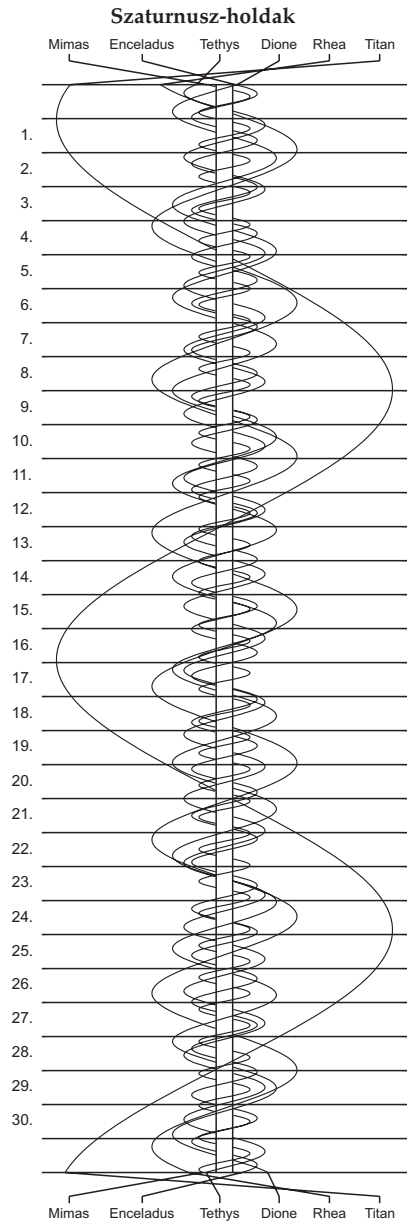
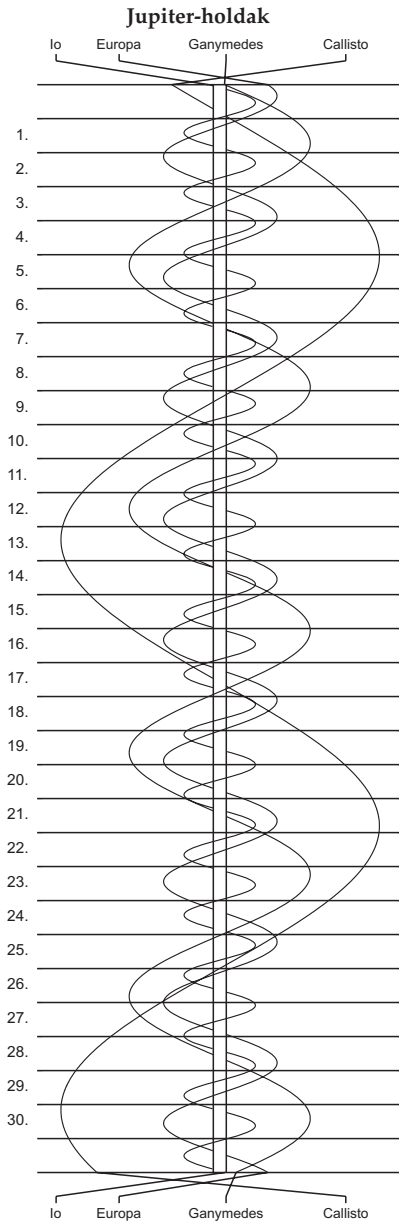
á = átvonulás: a hold árnyéka a Jupiteren

e = előtte: a hold a Jupiter korongja előtt

m= mögötte: a hold a Jupiter korongja mögött

k = a jelenség kezdete

v = a jelenség vége



$\lambda = 19^\circ, \varphi = 47,5^\circ$ **Kalendárium – július**

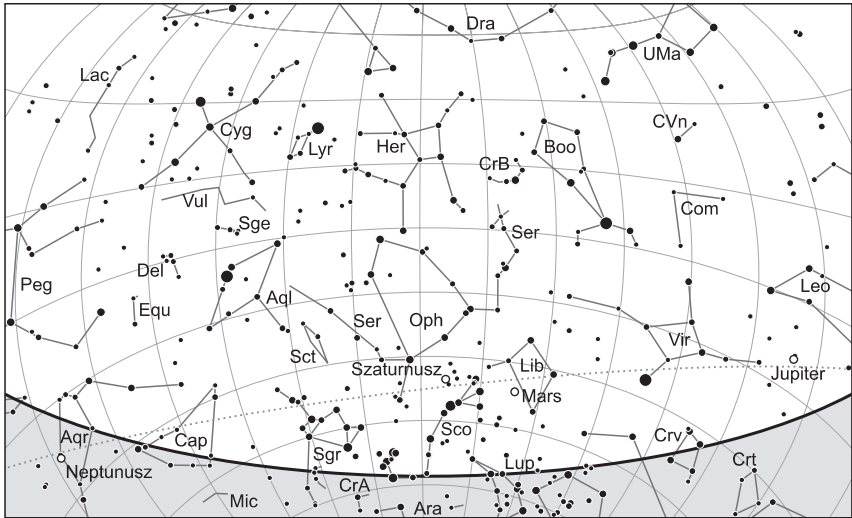
KÖZEI

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. p 183.	3 50	11 48	19 45	65,6	-3,9	1 31	8 51	16 19	
2. sz 184.	3 51	11 48	19 44	65,5	-4,1	2 15	9 49	17 28	
3. v 185.	3 52	11 48	19 44	65,4	-4,2	3 05	10 47	18 31	
27. hét									
4. h 186.	3 52	11 48	19 44	65,3	-4,4	4 03	11 46	19 26	● 12 01
5. k 187.	3 53	11 48	19 43	65,2	-4,6	5 05	12 42	20 13	
6. sz 188.	3 54	11 48	19 43	65,1	-4,8	6 10	13 36	20 53	
7. cs 189.	3 54	11 49	19 42	65,0	-4,9	7 17	14 27	21 27	
8. p 190.	3 55	11 49	19 42	64,9	-5,1	8 22	15 14	21 57	
9. sz 191.	3 56	11 49	19 41	64,8	-5,2	9 26	16 00	22 25	
10. v 192.	3 57	11 49	19 41	64,7	-5,4	10 28	16 43	22 50	
28. hét									
11. h 193.	3 58	11 49	19 40	64,5	-5,5	11 29	17 26	23 16	
12. k 194.	3 59	11 49	19 39	64,4	-5,6	12 29	18 09	23 42	● 1 52
13. sz 195.	4 00	11 49	19 39	64,2	-5,8	13 29	18 53	-	
14. cs 196.	4 01	11 50	19 38	64,1	-5,9	14 28	19 37	0 10	
15. p 197.	4 02	11 50	19 37	63,9	-6,0	15 26	20 24	0 42	
16. sz 198.	4 03	11 50	19 36	63,8	-6,1	16 24	21 12	1 17	
17. v 199.	4 04	11 50	19 35	63,6	-6,2	17 19	22 02	1 58	
29. hét									
18. h 200.	4 05	11 50	19 34	63,4	-6,2	18 10	22 54	2 46	
19. k 201.	4 06	11 50	19 33	63,2	-6,3	18 56	23 47	3 40	○ 23 57
20. sz 202.	4 07	11 50	19 32	63,0	-6,4	19 38	-	4 40	
21. cs 203.	4 08	11 50	19 31	62,8	-6,4	20 16	0 39	5 45	
22. p 204.	4 09	11 50	19 30	62,6	-6,5	20 50	1 31	6 54	
23. sz 205.	4 11	11 50	19 29	62,4	-6,5	21 21	2 23	8 05	
24. v 206.	4 12	11 50	19 28	62,2	-6,5	21 52	3 14	9 17	
30. hét									
25. h 207.	4 13	11 50	19 27	62,0	-6,5	22 23	4 05	10 29	
26. k 208.	4 14	11 50	19 26	61,8	-6,5	22 56	4 57	11 42	
27. sz 209.	4 15	11 50	19 24	61,6	-6,5	23 32	5 50	12 54	● 0 00
28. cs 210.	4 17	11 50	19 23	61,3	-6,5	-	6 44	14 06	
29. p 211.	4 18	11 50	19 22	61,1	-6,5	0 12	7 40	15 15	
30. sz 212.	4 19	11 50	19 20	60,9	-6,5	0 58	8 37	16 19	
31. v 213.	4 20	11 50	19 19	60,6	-6,4	1 51	9 34	17 16	

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
1.	2 457 571	18 37 55	Tihamér, Annamária, Áron, Előd, Gyula, Olivér
2.	2 457 572	18 41 51	Ottó, Jenő, Mária
3.	2 457 573	18 45 48	Kornél, Soma, Bernát, Napsugár, Tamás
4.	2 457 574	18 49 44	Ulrik, Berta, Betti, Illés, Izabella, Rajmund, Ramón
5.	2 457 575	18 53 41	Emese, Sarolta, Antal, Vilmos
6.	2 457 576	18 57 38	Csaba, Dominika, Mária, Tamás
7.	2 457 577	19 01 34	Apollónia, Apolka, Donát
8.	2 457 578	19 05 31	Ellák, Eszter, Izabella, Jenő, Liza, Terézia, Zsóka
9.	2 457 579	19 09 27	Lukrécia, Koppány, Margit, Vera, Veronika
10.	2 457 580	19 13 24	Amália, Alma
11.	2 457 581	19 17 20	Nóra, Lili, Eleonóra, Helga, Lilla, Nelli, Olga, Olivér
12.	2 457 582	19 21 17	Izabella, Dalma, Eleonóra, Ernő, János, Leonóra, Nóra
13.	2 457 583	19 25 13	Jenő, Ernő, Henrietta, Henrik, Jakab, Sára, Sarolta
14.	2 457 584	19 29 10	Örs, Stella, Esztella, Ferenc, Zalán
15.	2 457 585	19 33 07	Henrik, Roland, Leonóra, Loránd, Lóránt, Stella
16.	2 457 586	19 37 03	Valter, Aténé, Kármén, Mária
17.	2 457 587	19 41 00	Endre, Elek, Magda, Magdolna, Róbert, Szabolcs
18.	2 457 588	19 44 56	Frigyes, Arnold, Hedvig, Kamilla, Milán
19.	2 457 589	19 48 53	Emília, Alfréd, Ambrus, Aranka, Aurélia, Stella, Vince
20.	2 457 590	19 52 49	Illés, Margaréta, Margit, Marina
21.	2 457 591	19 56 46	Dániel, Daniella, Angéla, Angelina, Júlia, Lőrinc
22.	2 457 592	20 00 42	Magdolna, Léna, Lenke, Magda, Magdaléna, Mária
23.	2 457 593	20 04 39	Lenke, Brigitta
24.	2 457 594	20 08 36	Kinga, Kincső, Bernát, Csenge, Kriszta, Krisztina, Lujza
25.	2 457 595	20 12 32	Kristóf, Jakab, Krisztofer, Valentin, Valentina, Zsaklin
26.	2 457 596	20 16 29	Anna, Anikó, Anett, Anilla, Anita, Panna
27.	2 457 597	20 20 25	Olga, Liliána, György, Kamilla, Krisztián, Natália
28.	2 457 598	20 24 22	Szabolcs, Botond, Győző, Szeréna, Viktor
29.	2 457 599	20 28 18	Márta, Flóra, Bea, Beatrix, Virág
30.	2 457 600	20 32 15	Judit, Xénia, Julietta
31.	2 457 601	20 36 11	Oszkár, Elena, Eleni, Helén, Heléna, Ignác, Ilona, Léna



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

Bolygók

Merkúr: A hónap első felében nem figyelhető meg, 7-én van felső együttállásban a Nappal. 15-e után már megkísérelhető felkeresése napnyugta után az északnyugati látóhatár közelében. Láthatósága lassan javul, a hónap végén közel egy órával nyugszik a Nap után.

Vénusz: Hosszú idő után újra látható, fényesen ragyog napnyugta után az északnyugati látóhatár közelében. A láthatósága viszont alig javul az ekliptika horizonthoz viszonyított hajlásszögének előnytelen változása miatt. A hónap elején fél, a végén háromnegyed órával a Nap után nyugszik. Fényessége $-3,9^m$, átmérője $9,7''$ -ről $10,1''$ -re nő, fázisa $0,99$ -ről $0,97$ -ra csökken.

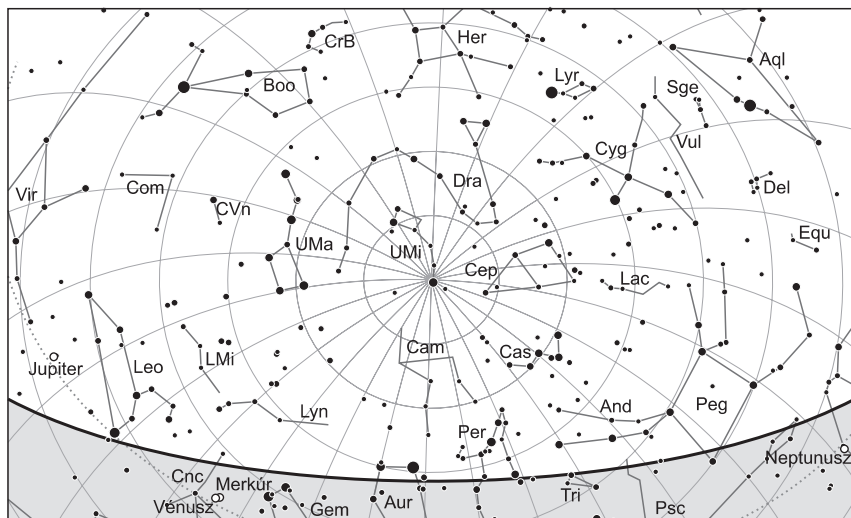
Mars: Egyre gyorsuló, előretartó mozgást végez a Mérleg csillagképben. Éjfél után nyugszik, az éjszaka első felében látható a délnyugati égen. A hónap folyamán tovább halványul, $-1,4^m$ -ről $-0,8^m$ -ra, látszó átmérője $16,3''$ -ről $13''$ -re csökken.

Jupiter: Előretartó mozgást végez az Oroszlán csillagképben. Éjfél előtt nyugszik, az éjszaka első felében látszik fényesen a nyugati égen. Fényessége $-1,8^m$, átmérője $33''$.

Szaturnusz: Hátráló mozgást végez a Kígyótartó csillagképben, amely mozgás a hónap második felétől fokozatosan lassul. Az éjszaka első felében látható, hajnalban nyugszik. Fényessége $0,2^m$, átmérője $18''$.

Uránusz: Éjfél körül kel, az éjszaka második felében látható. Egyre lassuló előretartó mozgása 30-án hátrálóvá válik a Halak csillagképben.

Neptunusz: A késő esti órákban kel. Az éjszaka nagy részében látható. Hátráló mozgást végez a Vízöntő csillagképben.



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

Eseménynaptár (UT)

Dátum Időpont Esemény

- | | | |
|--------|-------|--|
| 07.01. | 6:40 | a Hold földközelen (földtávolság 365 983 km, látszó átmérője 32'39,0", 13,6%-os, csökkenő holdfázis) |
| 07.02. | 2:11 | a 8%-os, csökkenő fázisú Hold a Hyadok csillaghalmaz előtt látható a hajnali szürkületben |
| 07.02. | 3:20 | a nappali égen a 7,0%-os, csökkenő fázisú holdkorong peremétől 5'-cel északra látható az Aldebaran (α Tauri, 0,9 magnitúdós) |
| 07.03. | 20:00 | a Hold eléri legnagyobb deklinációját +18°36'-nél (0,7%-os, csökkenő holdfázis) |
| 07.03. | 23:17 | a Merkúr eléri legnagyobb deklinációját +24°9'-nél az Ikrek csillagképben |
| 07.04. | 11:01 | újhold (a Hold az Ikrek csillagképben, látszó átmérője 32'7,9") |
| 07.04. | 13:06 | a Hold maximális librációja ($l = 4,76^\circ$, $b = 5,77^\circ$) |
| 07.04. | 16:24 | a Föld naptávolban (1,0168 CSE) |
| 07.04. | 21:34 | a 9P/Tempel-üstökös 40'-cel északnyugatra látható az NGC 4666-től (galaxis, 10,7 magnitúdós) a Szűz csillagképben az esti szürkületben |
| 07.05. | 17:21 | a (134340) Pluto törpebolygó földközelen, távolsága 32,1143 CSE, látszó átmérője 0,1" |
| 07.07. | 1:01 | a Merkúr felső együttállásban a Nappal (a Naptól 1,4°-kal északra) |
| 07.07. | 22:30 | a (134340) Pluto törpebolygó oppozícióban a Nyilas csillagképben |

Dátum Időpont Esemény

07.09.	19:21	a Jupiter 4,9°-kal északnyugatra látható a 29,2%-os, növekvő fázisú Holdtól az esti szürkületben az Oroszlán csillagképben
07.09.	22:50	a (217) Eudora kisbolygó (12,0 magnitúdós) elfedi az UCAC4-424-109478-at (11,3 magnitúdós)
07.11.	5:28	a Hold minimális librációja ($l = 2,96^\circ$, $b = -2,93^\circ$)
07.12.	0:52	első negyed (a Hold a Szűz csillagképben, látszó átmérője 29'37,4")
07.13.	5:24	a Hold földtávolban (földtávolság 404269 km, látszó átmérője 29'33,4", 61,3%-os, növekvő holdfázis)
07.13.	20:09	a 9P/Tempel-üstökös 2'-cel nyugatra látható a 46 Virginistől (6,0 magnitúdós) az esti szürkületben
07.14.	22:09	a Mars 6,8°-kal délre látható a 76,2%-os, növekvő fázisú Holdtól a Mérleg csillagképben
07.15.	19:15	a Szaturnusz 5,8°-kal délkeletre látható a 83,0%-os, növekvő fázisú Holdtól az esti szürkületben a Kígyótartó és a Skorpió csillagképekben
07.16.	19:14	a Merkúr és a Vénusz 31'-es közelsége a Rák csillagképben az esti szürkületben
07.17.	15:29	a Hold maximális librációja ($l = -4,13^\circ$, $b = -6,48^\circ$)
07.18.	3:38	a Hold eléri legkisebb deklinációját $-18^\circ34'$ -nél (96,3%-os, növekvő holdfázis)
07.19.	22:57	telehold (a Hold a Nyilas csillagképben, látszó átmérője 31'3,0")
07.20.	1:40	az Uránuszról 16,4'-cel délre látható az (51) Nemausa kisbolygó (12,3 magnitúdós) a hajnali szürkületben
07.23.	2:34	a Neptunusz 1,9°-kal keletre látható a 88,6%-os, csökkenő fázisú Holdtól a hajnali szürkületben a Vízöntő csillagképben
07.24.	4:41	a Hold minimális librációja ($l = -2,94^\circ$, $b = 1,37^\circ$)
07.24.	23:16	a Hold mögül kilép a 10 Ceti (6,4 magnitúdós, 72%-os, csökkenő holdfázis)
07.26.	23:00	utolsó negyed (a Hold a Cet csillagképben, látszó átmérője 32'19,1")
07.27.	11:37	a Hold földközélben (földtávolság 369662 km, látszó átmérője 32'19,5", 44,1%-os, csökkenő holdfázis)
07.29.	1:55	a 27%-os, csökkenő fázisú Hold a Hyadok csillaghalmazhoz közel látható a hajnali szürkületben
07.29.	2:26	a Hold mögül kilép a 48 Tauri (6,3 magnitúdós, 26%-os, csökkenő holdfázis)
07.29.	12:26	a nappali égen a 23,0%-os, csökkenő fázisú holdkorong peremétől 1'15"-cel északra látható az Aldebaran (α Tauri, 0,9 magnitúdós)
07.29.	12:28	a Hold súrolva fedi az Aldebarant (α Tauri) az északi pereme mentén (0,9 magnitúdós, 23%-os, csökkenő holdfázis)
07.30.	0:00	a Déli Delta Aquaridák meteorraj elhúzóód maximuma, a rajtagok az éjszaka nagy részében láthatók, a fogyó Hold alig zavarja az észlelést
07.30.	1:57	a 17,1%-os, csökkenő fázisú holdkorong peremétől 26'-cel délre látható az NGC 1817 (nyílthalmaz, 7,7 magnitúdós)
07.31.	0:01	a Hold maximális librációja ($l = 3,74^\circ$, $b = 6,39^\circ$)

Dátum Időpont Esemény

07.31. 4:50 a Hold eléri legnagyobb deklinációját +18°32'-nél (8,7%-os, csökkenő holdfázis)

Hold–Aldebaran-együttállás július 2-án

Nincs szerencsénk az Aldebaran-fedésekkel, ezen a reggelen is csak a két égitest szoros közelségét láthatjuk Magyarországról. Legközelebb 3:20 UT-kor lesznek egymáshoz, amikor a csillag 4'-re közelíti meg a Hold északi pólusát. Igaz, hogy a Nap 3 óra UT körül kel, de a hajnali szürkületben szép látvány lesz a 7%-os megvilágítottságú Hold és a vörös óriáscsillag párosa.

Az Aldebaran súroló fedése július 29-én

A csökkenő, 25%-os megvilágítottságú holdsarló ezen a reggelen is elfedi a Hyadok néhány csillagát, sajnos a fedések zöme nappalra fog esni. A hajnali látványos együttállás után a Hold végigvonul a halmaz csillagai között, 12:25 UT körül ér az Aldebaranhoz. Az ország nagy részén csak néhány ívperces közelségüket lehet látni, de a fedés az ország délnyugati részén teljes lesz. A belépésre Pécsen 12:23:20 UT-kor kerül sor, nem egészen 8 perccel később 12:31:30-kor már ki is fog lépni mögüle.



A Hold–Aldebaran páros Budapestről nézve.

Kaposvár közelében lesz a súroló fedés sávja. A 60 fokos elongáció miatt a Hold és az Aldebaran is jól fog látszani, kedvező alkalmat teremtve a különleges megfigyeléseket kedvelőknek. Látványos videót lehet készíteni a súroló fedés vonalában, amint a Hold peremén lévő hegyek eltakarják az óriáscsillagot, közben a völgyekben előbukkanhat. A csillag nagy mérete miatt akár néhány tized másodperces fedést vagy részleges fedést is láthatunk!



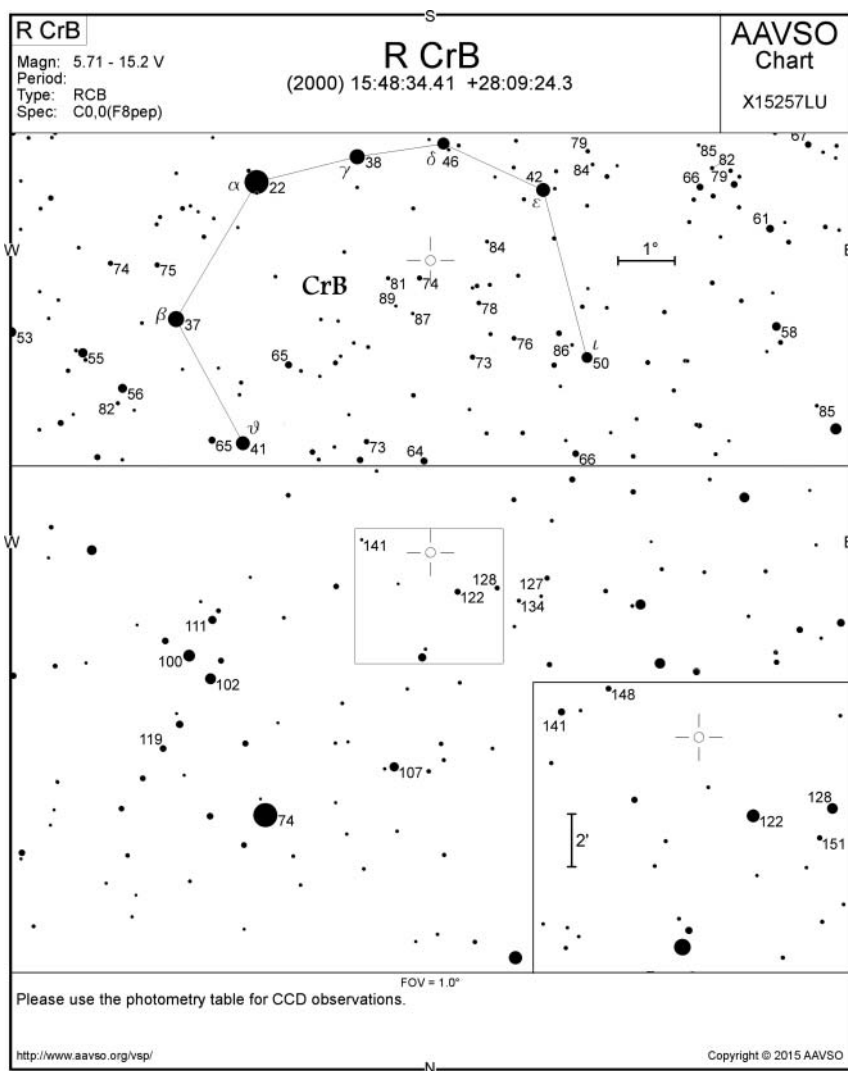
Füstölgő óriás – az R Coronae Borealis

A nyári égbolt egyik legismertebb, nyugalmi időszakában (azaz maximumban) akár szabad szemmel is látható változócsillaga az R Coronae Borealis, amely egy nagyon ritka, ám sokféleségében annál izgalmasabb eruptív változócsillag-típus névadója. A csoportba mindössze néhány tucat hidrogénben szegény, viszont héliumban és szénben gazdag sárga szuperóriás (Napunknál jellemzően 50-100-szor nagyobb égitest) tartozik, zömében alacsony felszíni hőmérséklettel és változatos színképtípussal.

A csillagok fényessége évekig, néha évtizedekig közel állandó marad, majd váratlanul gyors csökkenés következik be, amelynek mértéke széles skálán, 1 és 9 magnitúdó között mozoghat. A minimum időtartama is változó, néhány héttől több ezer napig is terjedhet. A leszálló ág rendszerint jóval meredekebb a felszálló ágnál.

Az évtizedek óta elfogadott modellek szerint az RCB típusú csillagok igen intenzív fénycsökkenéséért az általuk kibocsátott, szénben gazdag porfelhők a felelősek, amelyek kikondenzálódva nagyon hatásosan, természetes szűrőként blokkolják a központi égitest sugárzását. A hég tágulásával átlátszósága nő, így lassan visszatér a csillag eredeti fényessége.

Az R Coronae Borealist Edward Pigott fedezte fel 1795-ben. A csillag változásainak bő két évszázados megfigyelése során egyszer sem tapasztaltak olyan hosszan tartó és



erős kitöréssorozatot, mint amelynek 2007 óta egészen napjainkig részesei lehetünk. Az R CrB fényessége ezen időszak alatt két ízben is tartósan 15^m alá csökkent, és bár többször felszálló ágba került, maximumfényességét csak egyszer, 2015 elején közelítette meg. Teljesen kiszámíthatatlan jövőbeni viselkedése, nem véletlenül az egyik legizgalmasabb észlelési feladat a fénymenet folyamatos nyomon követése.

Üstökös

9P/Tempel. Augusztus első napjaiban éri el napközelségét, számunkra mégis ebben a hónapban véget ér az üstökös láthatósága, mert negatív deklinációja miatt egyre alacsonyabbra kerül az esti égen. A 11 magnitúdós üstököst érdemes még most elcsípni, mert pályája a következő évtizedekben kedvezőtlenül változik: 2040 és 2116 között a mostani 1,5 CSE körüli perihéliumtávolsága 1,9–2,0 CSE között ingadozik, bár 2139-re ismét 1,5 CSE köré csökken. Ebben a hónapban azonban még napi 0,6-0,7 fokot megtéve a Virgo csillagképben halad délkelet felé, 4-én este 5 ívpercre északkeletre lesz a 12 magnitúdós NGC 4632 galaxistól, másnap a 12–13 magnitúdós NGC 4666–4668 párostól 10 ívpercre északnyugatra láthatjuk, 13-án a 6,0 magnitúdós 46 Virginist közelíti meg 4 ívpercre északnyugatra, 18-án pedig a 4,4 magnitúdós θ Virginistől 25 ívperccel északkeletre kereshetjük. A láthatóság utolsó együttállására 28-án este kerül sor, amikor a 13,5 magnitúdós NGC 5203 galaxistól 14 ívperccel délkeletre észlelhetjük.

A Hold csillagfedései

Dátum hó nap	UT			J	Csillag		Hold		Pozíció		Korrektció	
	h	m	s		ZC/SAO név	m	fázis	h	CA	PA	A	B
7 13	21	36	17	be	2097	6,8	67 + 13	45 D	154	+1,0	-2,9	
7 14	20	12	3	be	2208	7,2	75 + 24	39 D	158	+1,3	-2,5	
7 18	20	55	59	be	2758	7,0	99 + 22	70 É	79	+1,7	+0,7	
7 18	22	7	8	be	2763 NSV 24639	6,5	99 + 23	75 D	114	+1,9	-0,6	
7 19	0	21	23	be	2774	6,4	99 + 16	88 É	99	+1,4	-1,2	
7 19	0	31	59	be	2773	6,2	99 + 15	52 D	139	+2,1	-2,9	
7 21	23	34	55	ki	3186	6,7	95 - 29	66 D	225	+1,4	+1,3	
7 23	1	43	54	ki	3333	6,4	89 - 34	29 É	310	+2,9	-2,3	
7 24	23	16	7	ki	55 10 Cet	6,4	72 - 22	38 É	300	+1,1	+0,6	
7 27	22	58	45	ki	462	6,0	38 - 3	72 D	235	-0,3	+1,7	
7 30	1	28	37	ki	781	8,4	17 - 13	52 É	298	+0,2	+0,8	
7 31	1	43	54	ki	95360	8,2	9 - 7	87 D	261	-0,2	+1,4	
7 31	1	46	47	ki	95366	8,4	9 - 7	84 D	258	-0,2	+1,4	

Évfordulók

100 éve született Chia-Chiao Lin

Chia-Chiao Lin (1916. július 7., Peking – 2013. január 13., Peking) tanítványával, Frank Shuval együtt dolgozta ki a spirálgalaxisok szerkezetét sűrűség hullámokkal magyarázó Lin-Shu-elméletet Bertil Lindblad elméletének továbbgondolásával. Ez az elmélet később más környezetek, például a csillagok körüli bolygókeletkezés folyamatainak és a protoplanetáris korong szerkezetének és fejlődésének leírására is kiválóan bizonyult. Lin Pekingben született, és ott végezte el az egyetemet fizika szakon. A BSc megszerzése után két évig tanított, majd ösztöndíjasként Angliába került egyetemre. A háború kitérőesekor beso-

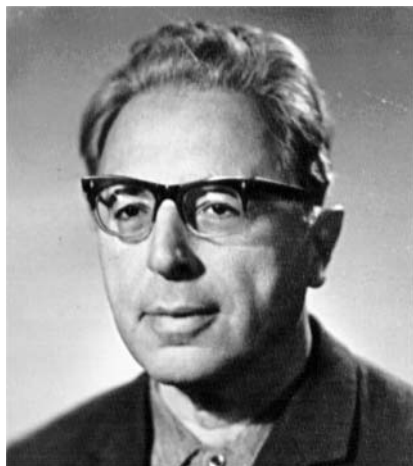


rozták, és Észak-Afrikába küldték. Útközben Japánban megállt a katonákat szállító hajó, ekkor Lint visszaküldték Kínába. 1940-ben Lin Torontóba szökött, és itt szerzett MSc-diplomát 1941-ben. PhD-fokozatot Kármán Tódor vezetésével a Caltech-en szerzett (1944). Itt és a Brown Egyetemen tanított is, majd 1947-ben ment az MIT-re, ahol 1953-tól nyugdíjazásáig volt professzor. Itt alkották meg a Lin-Shu-elméletet. Lin munkásságához kötődik több hidrodinamikai eredmény, elsősorban a turbulens áramlások köréből, illetve alkalmazott matematikai eljárás is. Foglalkozott áramlások elméletével, Kármán Tódor formalizmusát továbbfejlesztve turbulens áramlások homogén és statisztikus elméletével támogatva meg a konkrét alkalmazások (például turbinák) leírását. Később érdeklő-

dése a szuperfolyékonyságra és a cseppfolyós héliumra is kiterjedt. 1972-től rendszeresen hazajárt Pekingbe, szíven viselte a kínai oktatás ügyét. 2002-ben települt végleg szülőhazájába, közben 2011-ig Floridában volt vendégprofesszor. Kitüntetéseinek felsorolása hosszú lenne: sok jelentős kínai és amerikai elismerésben részesült.

100 éve született Joszif Sklovskij

Joszif Szamuilovics Sklovskij (1916. július 1., Hluhiv – 1985. március 3., Moszkva) a szovjet csillagászat egyik legfontosabb alakja, a nagyenergiájú folyamatok kutatója volt.



Szegény ukrajnai zsidó családba született; érettségi után két évet az Bajkál–Amurvasút építésénél dolgozott. Innen került Vlagyivosztokba egyetemre fizika-kémia szakon, majd Moszkvába doktori tanulmányokra. Egyetemi doktori (1938), kandidátusi (1944) és tudomány doktora (1949) címeit is itt szerezte, majd haláláig a Moszkvai Állami Egyetemen dolgozott (1953-tól a Sternberg Intézet rádiócsillagászati osztályának alapítójaként is, és egyben az 1969-ben alapított Űrkutatási Intézet munkatársaként). Kandidátusi értekezése a napkorona fűtési mechanizmusát tárgyalta magnetohidrodinamikai alapokon. 1952-ben ő is rájött, hogy a hidrogén 21 cm-es sugárzása fontos megfigyeléseket tesz lehetővé, és tárgyalta az alapállapotú OH- és CH-molekulák sugárzásait is. 1953-ban a Rák-köd

sugárzását magyarázta szinkrotronsugárzással, és mindkét jósolatát (polarizáció, röntgenkomponens) megerősítették. Kidolgozta a rádiógalaxisok szinkrotronsugárzási mechanizmusának elméletét, és alkalmazta is (Cyg A, Cen A). 1956-ban a planetáris ködök távolságmérésére adott módszert, (helyesen) feltételezve, hogy a ledobódó anyag minden planetáris ködben közelítőleg hasonló tömegű. 1963-ban megfigyelte a 3C273 kvazár fényváltozását. Később az űrkutatás felé fordult figyelme, és az idegen civilizációkkal való kapcsolat-teremtés módszerein dolgozott. Több külföldi akadémia választotta tagjává, és megkapta a Bruce-érmet is. Érdes, szarkasztikus és szókimondó stílusa is hozzájárult ahhoz, hogy nem volt a rendszer kegyeltje, ritkán hagyhatta el a Szovjetuniót, külföldi kitüntetései általában nem tudta személyesen átvenni. A Szovjet Tudományos Akadémiának haláláig csak levelező tagja lehetett. Kilenc könyv és mintegy 300 ismeretterjesztő írás szerzője. A rezsim visszasságait is kitergető emlékiratait csak 1991-ben adták ki.

200 éve született Johann Wolf

Johann Rudolf Wolf (1816. július 7., Fällanden – 1893. december 6., Zürich), a napfolt-relatívszám megalkotójának apai felmenői négy generáción át református lelkészek voltak, anyja is lelkész gyermeke. Ő maga is teológiai pályára készült, de tanulmányai alatt rájött, hogy a természettudományos tárgyak vonzzák igazán. Fiatal korában európai körútra indult, amelynek állomásain (Bécs, Berlin, Göttingen, Gotha) megismerkedett a kor jelentős tudósaival (Littrow, Gauss, Zách János Ferenc). 1839-től Bernben matematika- és fizikatanár, majd a helyi csillagvizsgáló igazgatója volt. Innen hívták vissza Zürichbe, hármas szerepkörbe: az egyetemen professzori katedrát, a főiskolán és a műszaki főiskolán szintén professzori állást kapott, később pedig két meteorológiai szervezet elnöki tisztét is betöltötte. Haláláig itt élt. Csillagászati munkássága a napfoltok vizsgálatával kapcsolatban bizonyult maradandónak, amit közvetlenül az 1847-es nagy napfoltcsoport észlelése ihletett. Ekkor már ismert volt a napfoltciklus, és Wolf a Nap archív észleléseinek vizsgálatával próbálta pontosabban meghatározni a ciklushosszat. Miután azonban a heterogén anyagban a napfoltszámokat nehéz volt összevetni, Wolf olyan, mindmáig használatban levő relatívszámot alkotott, amellyel a műszerek közötti különbség kiküszöbölhető. 1852-re eljárásával a napfoltciklus hosszát pontosította, 11,1 évben határozva meg azt, valamint kimutatta a ciklusok csúcsának és hosszának antikorreálalt változását és másodlagos periódusokat is. 258 közleménye jelent meg csillagászati, meteorológiai, matematikai, tudománytörténeti, kultúrtörténeti, vallási témákban. Munkáinak nagy részét a saját maga által szerkesztett és kiadott *Astronomische Mittheilungen* hasábjain jelentette meg, 13 évfolyamnyi kötetben.



Jupiter-holdak

nap	UT h:m	hold	jelenség
1	21:38,4	Io	mk
2	19:56,8	Io	ák
	21: 3,2	Io	ev
3	19:33,2	Io	fv
4	19:52,8	Callisto	fv
5	20:24,7	Ganymedes	mv
6	19:36,0	Europa	ák
	20: 4,9	Europa	ev
9	20:45,9	Io	ek
12	19:55,1	Callisto	ev
13	20: 2,3	Europa	ek
17	20: 5,5	Io	mk
18	19:30,1	Io	ev
	20:29,6	Io	áv
23	19:34,5	Ganymedes	ák

nap	UT h:m	hold	jelenség
25	19:13,8	Io	ek
	20:10,0	Io	ák
26	19:45,9	Io	fv
29	19:43,2	Europa	mk
30	19:55,4	Ganymedes	ek
31	19:20,5	Europa	áv

f = fogyatkozás: a hold a Jupiter árnyékában

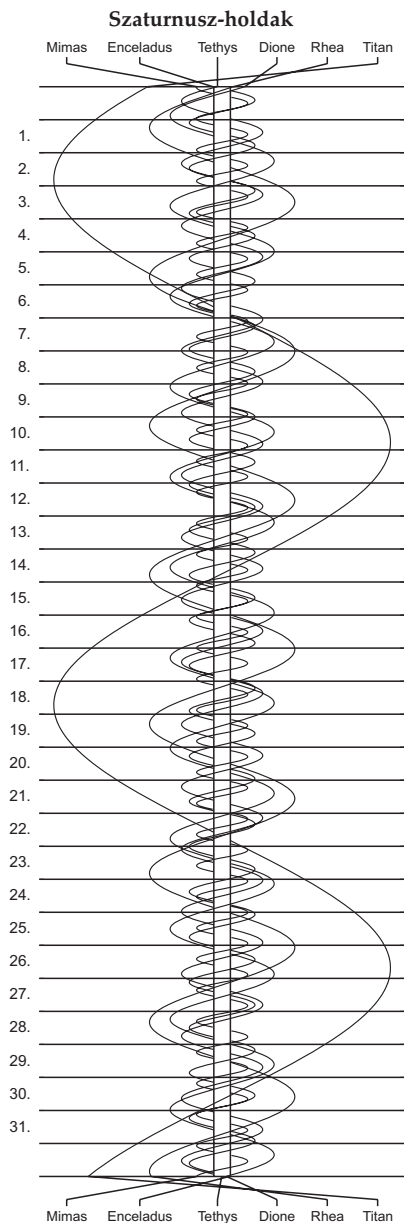
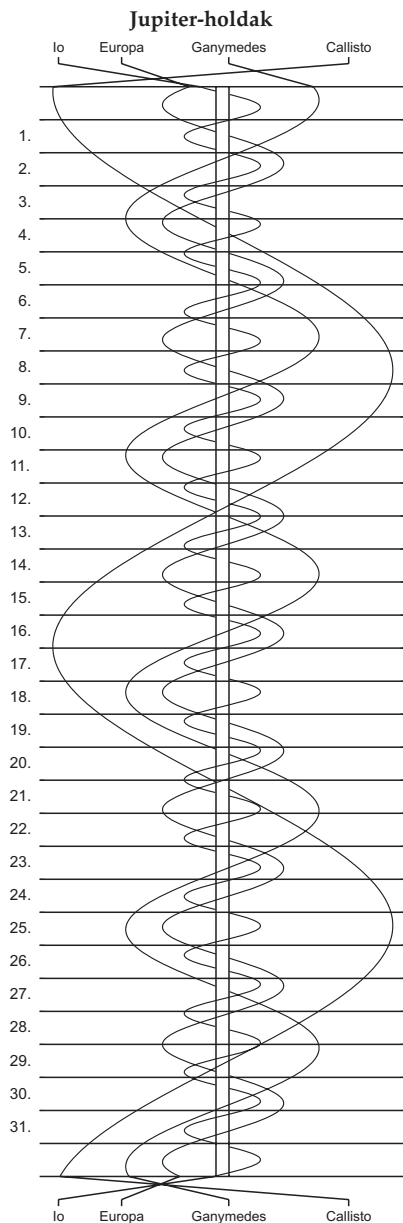
á = átvonulás: a hold árnyéka a Jupiteren

e = előtte: a hold a Jupiter korongja előtt

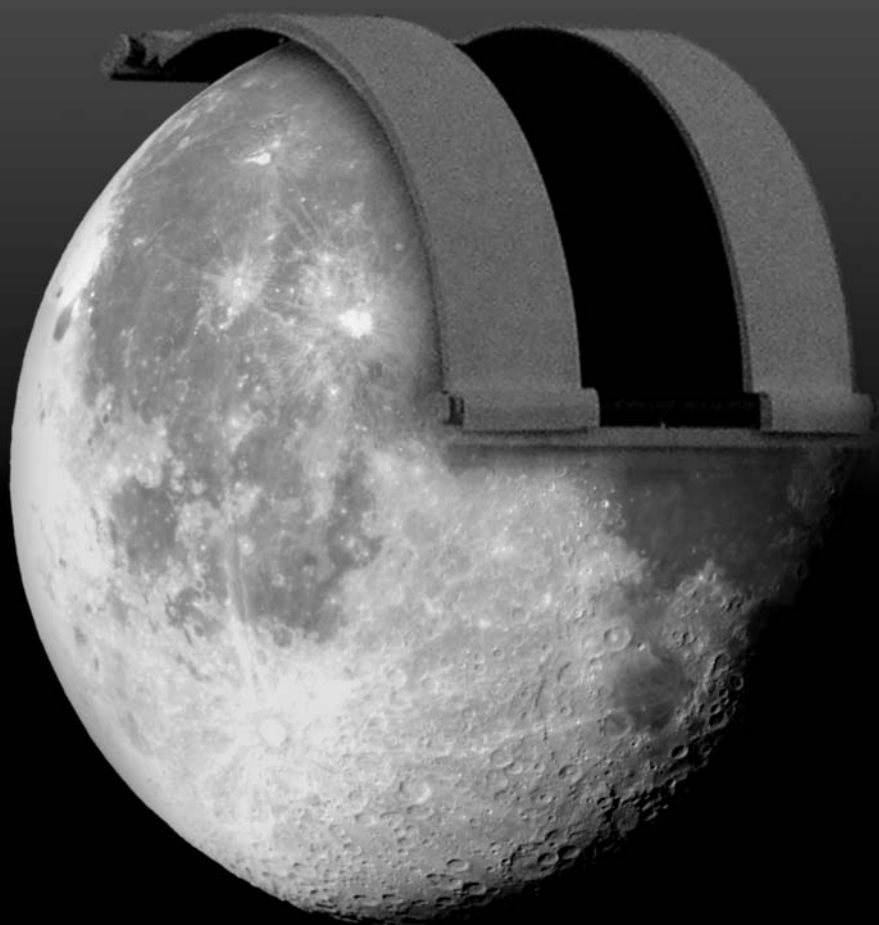
m= mögötte: a hold a Jupiter korongja mögött

k = a jelenség kezdete

v = a jelenség vége



ABLAK A VILÁGEGYETEMRE



 **Polaris Csillagvizsgáló**

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

$\lambda = 19^\circ, \varphi = 47,5^\circ$ **Kalendárium – augusztus**

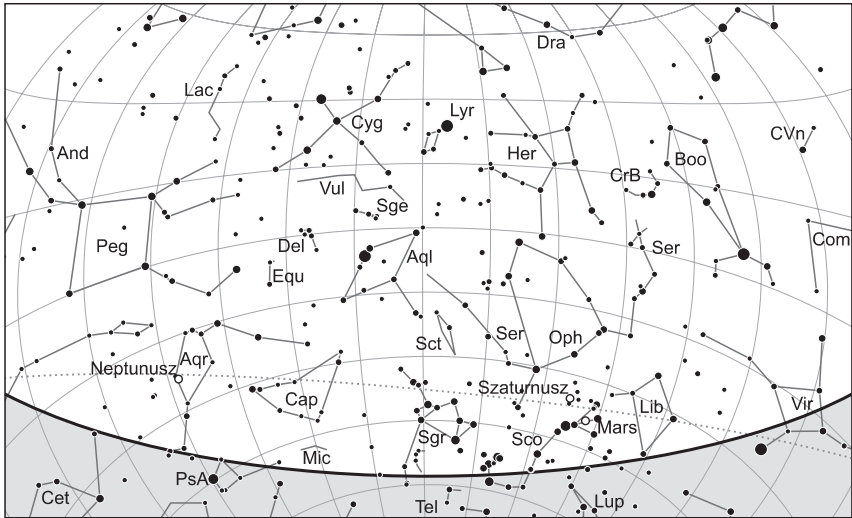
KÖZEI

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

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.	2 457 602	20 40 08	Boglárka, Gusztáv, Pálma, Péter, Zsófia
2.	2 457 603	20 44 05	Lehel, Gusztáv, Mária
3.	2 457 604	20 48 01	Hermina, István, Lídia, Terézia
4.	2 457 605	20 51 58	Domonkos, Dominika
5.	2 457 606	20 55 54	Krisztina, Ábel, Afrodité, Kriszta, Mária
6.	2 457 607	20 59 51	Berta, Bettina, Géza
7.	2 457 608	21 03 47	Ibolya, Afrodité, Albert, Arabella, Donát
8.	2 457 609	21 07 44	László, Dominik, Domonkos, Gusztáv
9.	2 457 610	21 11 40	Emőd, János, Roland
10.	2 457 611	21 15 37	Lőrinc, Bianka, Blanka, Csilla, Loránd, Lóránt, Roland
11.	2 457 612	21 19 34	Zsuzsanna, Tiborc, Klára, Lilian, Liliána, Lujza
12.	2 457 613	21 23 30	Klára, Hilda, Letícia
13.	2 457 614	21 27 27	Ipoly, Gerda, Gertrúd, Helén, Heléna, Ibolya, János
14.	2 457 615	21 31 23	Marcell, Menyhért
15.	2 457 616	21 35 20	Mária, Alfréd
16.	2 457 617	21 39 16	Ábrahám, István, Szeréna
17.	2 457 618	21 43 13	Jácint
18.	2 457 619	21 47 09	Ilona, Elena, Eleni, Helén, Heléna, Lenke
19.	2 457 620	21 51 06	Huba, Bernát, János, Lajos
20.	2 457 621	21 55 03	<i>Szent István ünnepe</i> ; István, Bernát, Stefánia, Vajk
21.	2 457 622	21 58 59	Sámuel, Hajna, Erik, Erika, Franciska, Johanna
22.	2 457 623	22 02 56	Menyhért, Mirjam, Boglár, Boglárka, János, Mária
23.	2 457 624	22 06 52	Bence, Róza, Rózsa, Szidónia
24.	2 457 625	22 10 49	Bertalan, Albert, Aliz
25.	2 457 626	22 14 45	Lajos, Patrícia, Elemér, József, Tamás
26.	2 457 627	22 18 42	Izsó, Margit, Natália, Natasa, Rita
27.	2 457 628	22 22 38	Gáspár, József, Mónika
28.	2 457 629	22 26 35	Ágoston, Alfréd, Elemér, László
29.	2 457 630	22 30 32	Beatrix, Erna, Ernesztina, János, Kamilla, Szabina
30.	2 457 631	22 34 28	Róza, Letícia, Rózsa
31.	2 457 632	22 38 25	Erika, Bella, Aida, Hanga, Izabella, Rajmund, Ramóna



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

Bolygók

Merkúr: A hónap folyamán megfigyelésre viszonylag kedvezőtlen helyzetben van. A hónap elején közel egy órával nyugszik a Nap után. 16-án van legnagyobb keleti kitérésben, $27,4^\circ$ -ra a Naptól, a nyugati látóhatár közelében kereshető. Az ekliptika alacsony szögben hajlik a horizonthoz képest, ezért ekkor a bolygó csak háromnegyed órával nyugszik később, mint a Nap. Hamarosan bele is vész az alkonyat fényeibe.

Vénusz: A hónap folyamán napnyugta után látható a nyugati látóhatár közelében. Látóhatósága továbbra sem igazán jó, bő háromnegyed órával nyugszik a Nap után. Fényessége $-3,9^m$ -ról $-3,8^m$ -ra csökken, átmérője $10,1''$ -ről $10,9''$ -re nő, fázisa $0,96$ -ról $0,92$ -ra csökken.

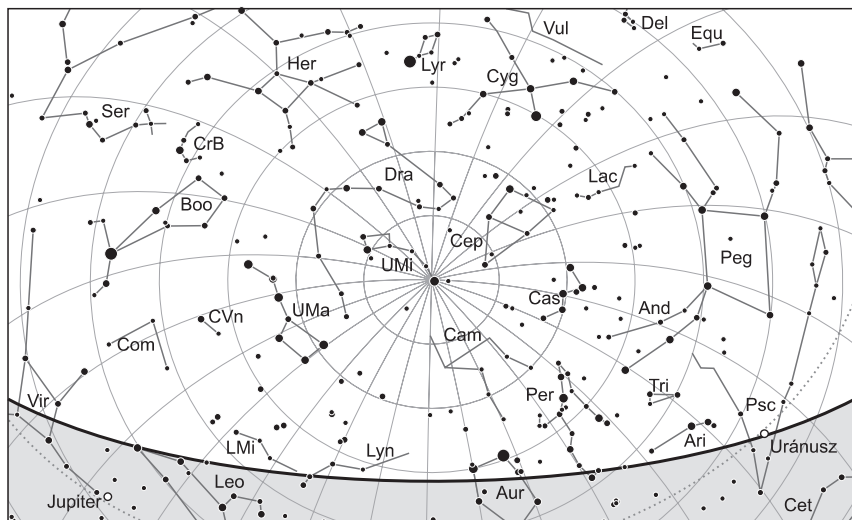
Mars: Előretartó mozgást végez a Mérleg, majd 2-ától a Skorpió csillagképben. 21–27-ig a Kígyótartó csillagkép sarkát is keresztezi. Az éjszaka első felében látszik, éjfél előtt nyugszik. Fényessége tovább csökken, $-0,8^m$ -ról $-0,3^m$ -ra, átmérője $13,0''$ -ről $10,5''$ -re zsugorodik.

Jupiter: Előretartó mozgást végez az Oroszlán, majd 9-től a Szűz csillagképben. Az esti nyugati égbolt feltűnő égiteste. A hónap elején még bő másfél órával a Nap után nyugszik, napnyugta után kereshető a horizont közelében. A hónap végén már alig negyven perccel a Nap után nyugszik, így lassan elvész az alkonyat fényében. Fényessége $-1,7^m$, átmérője $31''$.

Szaturnusz: 13-ig hátráló, majd ismét előretartó mozgást végez a Kígyótartó csillagképben. Éjfél körül nyugszik, addig a délnyugati ég alján látszik. Fényessége $0,4^m$, átmérője $17''$.

Uránusz: Késő este kel, az éjszaka nagyobb részében látható. Egyre gyorsuló hátráló mozgást végez a Halak csillagképben.

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



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

Eseménynaptár (UT)

Dátum Időpont Esemény

- | | | |
|--------|-------|---|
| 08.01. | 2:00 | a (4) Vesta kisbolygó (8,5 magnitúdós) 33'-cel északra látható az NGC 2175 nyílthalmaz-csillagköd komplexumtól (6,8 magnitúdós) a hajnali szürkületben az Orion csillagképben |
| 08.01. | 2:46 | 41 óra 59 perces holdsarló 7,5° magasan a reggeli égen |
| 08.01. | 10:25 | a (20) Massalia kisbolygó oppozícióban (9,9 magnitúdós, Bak csillagkép) |
| 08.02. | 1:37 | a 43P/Wolf–Harrington-üstökös 11'-cel délre látható a 8 Geminorumtól és 10'-cel nyugatra a 9 Geminorumtól (6,1 és 6,2 magnitúdósak) a hajnali szürkületben |
| 08.02. | 18:52 | a Merkúr esti láthatósága, a polgári szürkületkori magassága 2,9°, -0,1 magnitúdós, fázisa 70% |
| 08.02. | 20:45 | újhold (a Hold a Rák csillagképben, látszó átmérője 31'15,4") |
| 08.03. | 1:31 | a 43P/Wolf–Harrington-üstökös 12'-cel északkeletre látható a 11 Geminorumtól és 21'-cel keletre a 12 Geminorumtól (6,9 és 7,0 magnitúdósak) a hajnali szürkületben |
| 08.04. | 18:49 | 46 óra 4 perces holdsarló 0,9° magasan az esti égen (a Merkúrtól 2,3°-kal nyugatra, a Vénusztól 7,4°-kal délkeletre, a Jupitertől 17°-kal nyugatra) |
| 08.04. | 18:49 | a holdsarló, a Merkúr, a Vénusz és a Jupiter látványos együttállása az esti szürkületben az Oroszlán csillagképben |

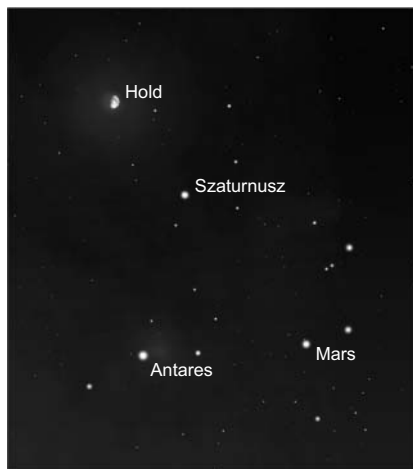
Dátum Időpont Esemény

- 08.04. 18:49 a Merkúr $2,3^\circ$ -kal keletre, a Vénusz $7,4^\circ$ -kal északnyugatra látható a $4,1\%$ -os, növekvő fázisú Holdtól az esti szürkületben az Oroszlán csillagképben
- 08.05. 18:47 a Jupiter $4,9^\circ$ -kal keletre látható a $9,0\%$ -os, növekvő fázisú Holdtól az esti szürkületben az Oroszlán csillagképben
- 08.07. 2:10 a (9) Metis kisbolygó ($11,0$ magnitúdós) $6'26''$ -cel délkeletre látható az ω Geminorumtól ($5,2$ magnitúdós) a hajnali szürkületben
- 08.07. 2:46 a Hold minimális librációja ($l = 3,20^\circ$, $b = -2,53^\circ$)
- 08.10. 0:05 a Hold földtávolban (földtávolság $404\,262$ km, látszó átmérője $29'33,5''$, $42,9\%$ -os, növekvő holdfázis)
- 08.10. 7:29 a (19) Fortuna kisbolygó oppozícióban ($9,6$ magnitúdós, Vízöntő csillagkép)
- 08.10. 18:21 első negyed (a Hold a Mérleg csillagképben, látszó átmérője $29'35,1''$)
- 08.11. 2:17 a (9) Metis kisbolygó ($11,0$ magnitúdós) $12'31''$ -cel délnyugatra látható a 48 Geminorumtól ($5,8$ magnitúdós) a hajnali szürkületben
- 08.11. 18:37 a Mars $7,8^\circ$ -kal délre látható a $59,7\%$ -os, növekvő fázisú Holdtól az esti szürkületben a Skorprió és a Mérleg csillagképekben
- 08.11. 19:27 a (349) Dembowska kisbolygó oppozícióban ($9,7$ magnitúdós, Déli Hal csillagkép)
- 08.12. 1:37 a $43P/Wolf$ –Harrington-üstökös $14'$ -cel keletre látható a 36 Geminorumtól ($5,3$ magnitúdós) a hajnali szürkületben
- 08.12. 16:00 a Perseida meteorraj erős maximuma a nappali órákban, hajnalban holdnyugta után sok fényes rajtag látható
- 08.12. 18:35 a Szaturnusz $4,0^\circ$ -kal délnyugatra látható a $68,9\%$ -os, növekvő fázisú Holdtól az esti szürkületben a Kígyótartó csillagképben
- 08.14. 3:45 a Hold maximális librációja ($l = -4,70^\circ$, $b = -6,51^\circ$)
- 08.14. 12:59 a Hold eléri legkisebb deklinációját $-18^\circ29'$ -nél ($83,7\%$ -os, növekvő holdfázis)
- 08.16. 18:27 a Merkúr, a Vénusz és a Jupiter látványos együttállása az esti szürkületben, az Oroszlán és Szűz csillagképekben
- 08.16. 21:21 a Merkúr legnagyobb keleti kitérésben ($27,4^\circ$ -os elongáció, $0,2$ magnitúdós, $7,4''$ átmérő, 51% fázis, Oroszlán csillagkép)
- 08.17. 11:01 a Merkúr dichotómiája ($27,4^\circ$ -os keleti elongáció, $7,5''$ látszó átmérő)
- 08.17. 19:07 a Marstól $1,2^\circ$ -kal északra látható az NGC 6093 gömbhalmaz (M80, $7,3$ magnitúdós) az esti szürkületben a Skorprió csillagképben
- 08.18. 0:00 a Kappa Cygnidák meteorraj elhúzódó maximuma, de a telehold nagyon zavarja a megfigyelést
- 08.18. 9:27 telehold (a Hold a Bak csillagképben, látszó átmérője $31'56,4''$)
- 08.19. 21:47 a Hold mögé belép a ϕ Aquarii ($4,2$ magnitúdós, 97% -os, csökkenő holdfázis), kilépés $22:27$ -kor
- 08.20. 13:39 a Hold minimális librációja ($l = -2,41^\circ$, $b = 1,62^\circ$)
- 08.20. 18:20 a Merkúr és a Jupiter $3,8^\circ$ -os közelsége az Oroszlán és a Szűz határán, az esti szürkületben
- 08.21. 18:58 a (20) Massalia kisbolygó ($10,4$ magnitúdós) $9'43''$ -cel északnyugatra látható a π Capricornitól ($5,1$ magnitúdós) az esti szürkületben

Dátum Időpont Esemény

08.21.	19:07	a Marstól 2,0°-kal délre látható az NGC 6121 gömbhalmaz (M4, 5,2 magnitúdós) az esti szürkületben a Nyilas csillagképben
08.22.	1:19	a Hold földközeli (földtávolság 367 050 km, látszó átmérője 32'33,3", 83,1%-os, csökkenő holdfázis)
08.22.	7:05	a (2) Pallas kisbolygó oppozícióban (9,2 magnitúdós, Csikó csillagkép)
08.24.	18:12	a Mars és a Szaturnusz 4,4°-os közelsége a Kígyótartó csillagképben az esti szürkületben
08.24.	18:52	az Antares, a Mars és a Szaturnusz egy vonalba rendeződve látványosan együttáll az esti szürkületben a Skorpió csillagképben
08.25.	3:41	utolsó negyed (a Hold a Bika csillagképben, látszó átmérője 32'13,5")
08.27.	1:48	a Hold maximális librációja (l = 4,58°, b = 6,54°)
08.27.	2:44	a (9) Metis kisbolygó (11,0 magnitúdós) 13'36"-cel nyugatra látható a 82 Geminorumtól (6,2 magnitúdós) a hajnali szürkületben
08.27.	11:19	a Hold eléri legnagyobb deklinációját +18°27'-nél (25,1%-os, csökkenő holdfázis)
08.27.	18:06	a Vénusz és a Jupiter 11'57"-es közelsége a Szűz csillagképben az esti szürkületben
08.30.	3:28	az 5,4%-os, csökkenő fázisú holdkorong peremétől 2,3°-kal délre látható az M67 (nyílthalmaz, 6,9 magnitúdós)
08.31.	3:30	29 óra 33 perces holdsarló 5,3° magasan a reggeli égen

A Hold, a Szaturnusz és a Mars egy vonalban, augusztus 12-én



Az év egyik leglátványosabb együttállásának ígérkezik az augusztus 12-i bolygósorakozó.

Igen érdekesnek ígérkezik a Perseida-maximum estéjén bekövetkező együttállítás, amikor a Hold, a Szaturnusz és a Mars egy 11,5 fok hosszú égi egyenest fog alkotni a Skorpió csillagképben. A trióhoz csatlakozik a kissé távolabb lévő Antares is, így az egész alakzat a görög λ betűre emlékeztet majd.

Üstökös

43P/Wolf–Harrington. A fotografikus kisbolygóadászat úttörője, a német Maximilian Franz Joseph Cornelius Wolf (1863–1932) fedezte fel egy 1924. december 22-i fotólemezen. A halvány, 16 magnitúdós üstököst csak két hónapig tudták követni, így pontos pályaszámításokra nem volt mód. Annyit tudtak megállapítani, hogy rövid periódusú, perihéliumtávolsága 2,4 CSE, és a következő napközelség igen kedvezőtlen helyzetben fog bekövetkezni. Nem is sikerült a nyomára akadni, mígnem az első Palomar Sky Survey egyik 1951. október 4-én készült lemezén Robert G. Harrington véletlenül fel nem fedezte. A 16 magnitúdós üstökös ekkor már egészen más pályán mozgott, mint 1924-ben, perihélium-távolsága például 1,6 CSE-re csökkent, így fényessége hamarosan elérte a 12 magnitúdót.

43P/Wolf–Harrington

Dátum	RA (h m s)	D (° ' ")	Δ (CSE)	r (CSE)	E (°)	m_v (m)
08.01.	06 12 14	+23 57 24	2,057	1,374	36	11,4
08.06.	06 30 32	+23 05 26	2,038	1,367	37	11,4
08.11.	06 48 34	+22 04 56	2,021	1,362	37	11,3
08.16.	07 06 18	+20 56 24	2,007	1,359	38	11,3
08.21.	07 23 40	+19 40 31	1,994	1,358	39	11,3
08.26.	07 40 38	+18 18 00	1,983	1,360	39	11,3
08.31.	07 57 10	+16 49 37	1,974	1,364	40	11,3
09.05.	08 13 15	+15 16 11	1,966	1,371	41	11,3
09.10.	08 28 52	+13 38 32	1,960	1,379	42	11,3
09.15.	08 44 00	+11 57 28	1,954	1,390	43	11,4
09.20.	08 58 39	+10 13 46	1,950	1,403	44	11,5
09.25.	09 12 50	+08 28 09	1,946	1,419	45	11,5
09.30.	09 26 33	+06 41 18	1,943	1,436	46	11,6
10.05.	09 39 48	+04 53 51	1,940	1,455	47	11,7
10.10.	09 52 36	+03 06 23	1,937	1,475	48	11,8
10.15.	10 04 57	+01 19 25	1,934	1,498	50	11,9
10.20.	10 16 51	-00 26 37	1,930	1,521	51	12,0
10.25.	10 28 20	-02 11 21	1,926	1,546	53	12,1
10.30.	10 39 22	-03 54 26	1,921	1,573	55	12,3
11.04.	10 49 59	-05 35 34	1,916	1,600	57	12,4
11.09.	11 00 10	-07 14 27	1,909	1,629	59	12,5
11.14.	11 09 55	-08 50 54	1,901	1,658	61	12,6
11.19.	11 19 14	-10 24 45	1,891	1,688	63	12,7
11.24.	11 28 06	-11 55 50	1,880	1,719	65	12,9
11.29.	11 36 31	-13 24 00	1,868	1,751	68	13,0

A Jupiter által gyakran háborgatott üstökös életében nyugodtabb szakasz következett, de 2007-ben ismét meglendítette az óriásbolygó, így napközelpontja 1,36 CSE-re csökkent. 2010-ben nagyon kedvezőtlen helyzetben láthattuk, ám az idén már valamivel jobban észlelhető lesz, így fényessége elérheti a 11-12 magnitúdót. Nem lesz tehát

igazán fényes, ám aki még látni szeretné az üstökösöt ebben az évszázadban, az ne szalassza el mostani napközelségét, ugyanis 2019-ben egy újabb, 10 millió km-es Jupiter-közelség hatására perihéliumtávolsága ismét 2,4 CSE-re nő, és a következő évszázad elejéig biztosan úgy is marad.

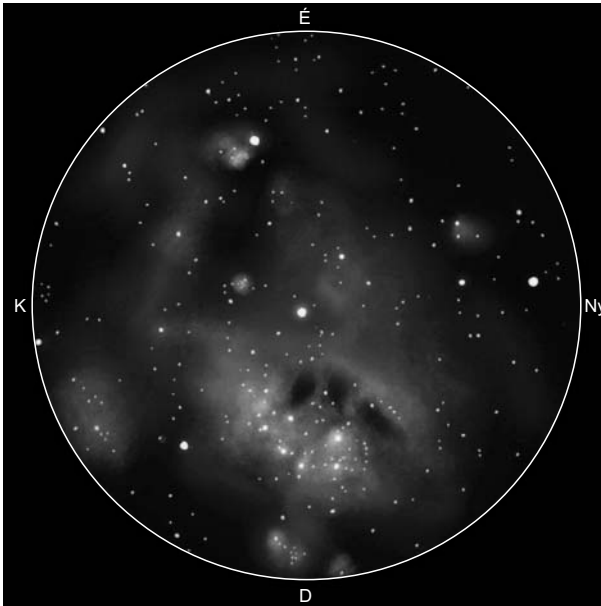
Ebben a hónapban – ahogy a teljes láthatóság alatt – üstökösünket a hajnali égen, az ekliptika mentén kell keresni. A Geminiben kelet felé mozgó vándor 19-én éri el 1,358 CSE-nél a napközelpontját, közben földtávolsága 2 CSE körül stagnál, így fényessége sem fog jelentősen változni, 11-12 magnitúdó körül alakul. A hónap első hajnalán az M35 fényes nyílthalmaztól 1 fokkal keletre láthatjuk, másnap 11 ívperccel délre mutatkozik a 6,1 magnitúdós δ Geminorumtól, 3-án pedig 24 ívpercre északkeletre lesz az IC 444 fél fok átmérőjű ködkomplexumtól. A Perseidák hajnalán a tőle 13 ívperccel délnyugatra látszó 5,3 magnitúdós 36 Geminorum segíti megtalálását, ahogy 15-én fél fokkal északnyugatra lesz a 4,0 magnitúdós ζ Geminorumtól. A változatosság kedvéért 17-én hajnalban két galaxis, a 13–14 magnitúdós NGC 2341 és 2342 közelében láthatjuk, míg 26-án 42 ívperccel északkeletre mutatkozik az 5,0 magnitúdós 74 Geminorumtól, másnap pedig 40 ívperccel délnyugatra láthatjuk a 4,9 magnitúdós 81 Geminorumtól.

Nyári mélyeges örömök

Az amatőrcsillagászati megfigyelések igazi időszaka a nyár, hiszen ilyenkor a kellemes esti hőmérséklet nyújthat felüdülést a nappali hőség után, és az égbolt is igen gyakran derült. Sajnos az éjszakák elég rövidek, de augusztusban a hosszabbodó sötétség és a leginkább felhőtlen égbolt minden amatőrt az ég nézésére csábít. A nyári égen varázslatos a fejünk felett átívelő Tejút. Az északi horizonttól, a Perseus csillagképből indul, majd a Cassiopeián és a Cepheuson keresztül a fejünk felett delelő Cygnusba ér, ahol kifényesedik. Ebben az irányban saját spirálkarunkon „hosszában” nézünk keresztül. Az Aquila és az Ophiuchus elején kissé elhalványul, de csak hogy egy igen fényes foltban folytatódjék: ez a Scutum-csillagfelhő, benne az M11 csodálatos halmazával. Tőle délre kezdődik a Tejút centrális vidéke, a Sagittarius, Ophiuchus és Scorpius csillagképekben: feltűnően kifényesedik az égi fényoszlop. Ha nyaralásunkat egy mediterrán országba tervezzük, feltétlenül menjünk ki szállásunk mellé egy fényszennyezéstől mentesebb, déli kilátású helyre. Az Adria vagy az Égei-tenger partjáról teljesen más látvány tárul a szemünk elé, mint hazánkból: az itthonról csak fényesebb foltokat mutató, legalul a horizontba olvadó centrum egy hatalmas, rendkívül fényes, széles folttá változik, amely tele van fényes foltokkal, csomókkal és sötét ködökkel, amik szabad szemmel is remekül láthatók. Ha ilyenkor van nálunk egy kis távcső (egy binokulár is megteszi), vessünk egy pillantást az M7-re! A Ptolemaiosz halmazának is nevezett égitestet az ókorban általánosan ismerték, de Ptolemaiosz említette csillagászati munkájában, így ez a harmadik, regisztrált mélyég-objektum (az M45 és M44 után). A Skorpió fullánkja északkelet felé éppen rámutat, 4,5 fokot kell megtennünk ebben az irányban. Az M7 igen sűrű csillagcsoport, rengeteg fényes taggal, amelyek közül egy négy-szöget alkotnak. Mivel fényessége eléri a 2,5-3 magnitúdót, szabad szemmel is könnyedén látható. És nemcsak ez, hanem a tőle 3-4 fokra északnyugatra lévő M6 is, amelyet méltán neveznek Pillangó-halmaznak, hiszen hasonlít is erre az élőlényre. 4,5 magnitúdós fényessége bőven elég a szabadszemes láthatóságához.

Fordítsuk binokulárunkat a Tejút-centrum irányába! A δ és γ Sgr melletti nagy, fényes folt az úgynevezett Baade-ablak: a Tejútnak egy olyan területe, ahol az egyébként igen sűrű porfelhők között egy kis rés nyílik, így egészen a centrális dudor külső részéig elláthatunk. Itt a Tejút olyan sűrű, annyi halvány csillagból áll, hogy a kis műszer fel sem bontja csillagait. Innen nyugat felé, a θ Oph alatt ész vesszük a Pipa-köd hatalmas, több mint 5 fokos sötét sziluettjét, amely még szabad szemmel is jól kivehető.

A Baade-ablaktól északra van az M8 és M20 vidéke: ezeket a gázködöket és a hozzájuk kapcsolódó csillaghalmazokat gond nélkül láthatjuk kis kézi távcsövünkkel. Még északabbra egy igazán nagy és fényes Tejút-felhőre akadunk, a másfél fok hosszú, egy fok széles M24-re. Felülete tele van fényes csillagokkal, nyílthalmazok foltjai és sötét ködök teszik még mozgalmasabbá. Tőle keletre 4 fokkal az impozáns H betű alakú M25 laza, de fényes csillagokból álló csoportját pillanthatjuk meg, míg az ellenkező irányba ugyancsak 4 fokot haladva a kétharmad holdkorongnyi M23 egyenletesen fényes, csillagokkal telepettyezett foltját fogjuk megtalálni. Az M24-től csak 2,5 fokot kell észak-északkeletre mennünk – binokulárunkat elég csak kissé északra mozdítani –, hogy látómezőnkbe kerüljön az M17, vagyis a Hattyú-köd. Nálunk igen elterjedt másik elnevezése az Omega-köd, azonban a látványos emissziós ködfolt sokkal inkább emlékeztet egy vízen úszó hattyúra, mint a görög omega betűre.



Az M24-csillagfelhő. Cseh Viktor rajza több éjszakán keresztül készült 10×50-es binokulárral, a látómező 6,5 fokos.



Az M16, vagyis a Sas-köd (és benne a Teremtés oszlopai) Tóth Krisztián felvételén. 102/635 GPU apo, ASI 120MM monokróm kamera, 44×70s expozíció.

Az M16 csillaghalmaza innen újabb 2,5 fok távolságra van észak felé, ezt nagyon könnyű megpillantani, de azt a ködösséget, amellyel együtt végső soron az M16-ot alkotja, csak sötétebb égbolton láthatjuk – ez a Sas-köd. Az objektumról a leghíresebb felvételt a Hubble-űrtávcső készítette, amely megörökítette a később a Teremtés oszlopainak nevezett hatalmas gázoszlopokat.

A Magyar Csillagászati Egyesület egyik legfontosabb eseménye az évente megrendezett Meteor Távcsöves Találkozó, a magyar amatőr csillagászok háromnapos sereg-szemléje. Itt találkozhatnak egymással a távoli ismerősök, kicserélhetik gondolataikat, megismerkedhetnek egymás műszereit. Tájékozódhatnak a távcsőpiac újdonságairól, és vásárolhatnak, eladhatnak, cserélhetnek bármit az Asztrobazárban. Teleszkópjukat benevezhetik a „Mutasd meg a távcsöved!” vetélkedőre. Színvonalas előadásokat hallgathatnak, amatőrműhelyek munkáiban vehetnek részt, ahol asztrofotózással, vagy akár mélyég-rajzolással kapcsolatos kérdéseikre ott helyben, gyakorlati választ kapnak. Sőt akinek van egy kis kezűgyessége, a tükörcsiszoló tanfolyamon maga készítheti el új műszerének főtükrét.



A Vállfa-aszterizmus (Cr 399) és az NGC 6802 nyílthalmaz, valamint az LBN 130 halvány szövedéke a Vulpecula csillagképben. Panik Zoltán Imre felvétele 80/400-as SkyWatcher Esprit apokromáttal készült, hűtött Canon EOS 600d fényképezőgéppel, 56×4 perc expozícióval ISO 1600-on.

Nyaranta magasan a fejünk fölött láthatjuk a Hadak Útját, a Tejutat. A városokban azonban ma már nyoma sincs a tücsökciripeléses, csillagfényes nyáréjszakák hangulatának, mindent betölt az autók zaja, a füst, a por és a sok felesleges fény. Emiatt nem láthatjuk nagyvárosainkból az ezüstösen porzó Hadak Útját, ezért is érdemes táborozni nyáron. Hiszen sötét ég alól az M13 gömbhalmaz (Herkules csillagkép) több ezer csillag halmazává bomlik fel. Onnan az M27 (Dumbbell-köd, Kis Róka csillagkép) is sokkal szebben mutat, nem is beszélve az olyan közismert, de fényszennyezett ég alól nem vagy alig látszó csodákról, mint a Fátyol-köd vagy az Észak-Amerika-köd (Hattyú).

S ha mindez nem lenne elég, a társaság és a rengeteg egyéb élmény örökre feledhetlenné teszi a táborokat.

Szent Lőrinc könnyei: a Perseidák

Szinte nincs ember, aki ne hallott volna az augusztusi hullócsillagokról, a legtöbben életük első meteorélményét nyáron szerzik, köszönhetően a kellemes időjárásnak és a szabad ég alatt töltött több időnek. Neves íróink, költőink is megemlítik az augusztusi hullócsillagokat. A meteorraj a Perseus csillagképről kapta a nevét, a rajtagok pályája visszafelé meghosszabítva ebben a konstellációban találkozik: itt vannak a rádiáspontok.

Az északi féltekén élő észlelők már július közepétől (július 17.) láthatnak Perseidákat nagyjából óránként egy rajtagot. A következő három hét során lassú emelkedés figyelhető meg az óránkénti darabszámot tekintve. Augusztus első napjaiban óránként öt rajtagot is összeszámolhatunk, augusztus 10-re pedig 15-re kúszik fel ez a szám. Ezután hirtelen emelkedéssel érkezünk el a maximumhoz (általában az augusztus 12-ről 13-ra virradó éjszaka), amikor is 50-80 hullót láthatunk óránként, majd hirtelen csökkenés következik, és augusztus 15-ére 10-es óránkénti szám tapasztalható. Az utolsó Perseidákat augusztus 24-e környékén láthatjuk, amikor egy megfigyelő átlagosan egy rajtagot láthat óránként.

A Perseidák legkorábbi említése kínai évkönyvekben történik Kr. u. 36-ban. Számos további utalásra bukkanhatunk koreai, kínai és japán feljegyzésekben, amelyek a 8–11. századból származnak. A Perseidákat Szent Lőrinc könnyeiként is emlegetik – ma is így él a népi emlékezetben. A szent ünnepe augusztus 10-re esik, alakjáról több történet is megemlékezik. Szent Lőrinc vértanú a legnagyobb tisztelettel övezett szentek közé tartozik. Vespasianus római császár üldözte az egyházat, többek között halálra ítélte II. Sixtus pápát is Kr. u. 258-ban. A császár és pénzügyminisztere Lőrinctől követelte az Egyház javainak kiadását, aki ezt megtagadta. Egyes források szerint rostélyon megégették. A számítások szerint Kr. u. 258-ban a Perseidák maximuma július 14-e körül volt, így Szent Lőrinc könnyeinek hagyománya későbbre tehető.

A raj éves megjelenésének felfedezése Adolphe Quételet nevéhez fűződik (1835). Az első észlelő, aki szisztematikusan tanulmányozta a Perseidákat E. Heis volt, aki az 1839-i maximumkor óránként 160 rajtagot állapított meg. Ettől kezdve a megfigyelők minden évben figyelemmel kísérték az aktivitás alakulását.

G. V. Schiaparelli az 1864–1866 között megfigyelt Perseida-meteorok pályáinak tanulmányozása során rájött, hogy a meteorok pályaelemei nagyon hasonlítanak az 1862-ben felfedezett periodikus üstökös, a 109P/Swift–Tuttle pályájának paramétereire. Ez volt az első eset, amikor egy üstököst meteorrajjal hoztak kapcsolatba, és valószínűleg az 1861–

1863 közötti magas aktivitási értékek az üstökös napközelségén történő áthaladásának volt köszönhető, ugyanis a kométa közelében magasabb az anyagsűrűség.

1973-ban Brian G. Marsden tanulmányozta a 109P/Swift–Tuttle üstökös pályáját. Az 1862-es visszatérés nem a legjobban észlelt perihéliumátmenet volt, és a keringési periódus bizonytalansága több évnél adódott. Az üstökös korábbi jelentkezéseit próbálta meghatározni, amelyre két lehetséges jelölt is alkalmasnak bizonyult: egy 1737-ben és egy 1750-ben jelentkezett kométa. Marsden az előző visszatérés legjobb jelöltjének az 1750-ben feltűnt üstököst választotta, így a következő megjelenés 1981-re volt tehető. Azonban ebben az évben nem jelentkezett a kométa.

Az 1990-es évek elején Marsden újabb előrejelzése szerint ha a Swift–Tuttle-üstökös megegyezett az 1737-ben megfigyelt égi vándorral, akkor az égitest legközelebb 1992 decemberében fog áthaladni napközelpontján. 1991-ben japán amatőrök észlelték a Perseidák kitörését, az aktivitás olyan erős volt, hogy a meteorok többségét nem tudták lejegyezni a hagyományos meteorészlelő módszerrel, a ZHR értéke a 400-at is meghaladta. 1992. augusztus 11-én váratlanul ismét nagy kitérést produkáltak a Perseidák, amelyet a teliholdas égen az esti szürkületben Magyarországról is több helyen megfigyeltek (Balatonkenese, Csajág). 1992. szeptember 26-án egy japán amatőr Csuruhiko Kiucsi újra felfedezte az anyaüstököt egy 25×150-es binokulárral. Habár nem a leglátványosabb láthatósága volt, jól lehetett észlelni a közel szabadszemes üstököst 1992 őszén. 1993 augusztusában az óránkénti darabszám elérte a 200-500-as értéket, és 1994-ben is az átlag felett volt a meteorok száma.

A Perseidák radiánsa rendkívül komplex. A fő kisugárzási pont az η Persei mellett van, de úgy tűnik, hogy több radiáns is aktív ugyanazon időben. 1879-ben W. F. Denning a χ és a γ Persei melletti radiánst is meghatározta. Ez utóbbi a legaktívabb a másodlagos radiánsok között, és a 20. században gyakran észlelték, főleg távcsövesen. Krími megfigyelők 1969–1971 között vizsgálták a Perseidák kisugárzási területeit és a fentebb említettek mellett két másikat is meghatároztak, amelyek az α és a β Persei mellett vannak.

A Perseidák a nyomot hagyó meteorok közé tartoznak; elsőként M. Plavec 8028 Perseidát vizsgált meg az 1933–1947 közötti időszakból, és azt találta, hogy míg 1933-ban a meteorok 45%-a hagyott maradandó nyomot, addig 1936-ban 60%, 1945-ben 35%, míg 1947-ben 53% volt a nyomot hagyó Perseidák aránya.

Az északi félteke megfigyelői szerencsések, mert a hajnali órákra a radiáns viszonylag magasra emelkedik az égbolton, a déli féltekén sokkal kevesebb rajtgot észlelhetnek. Nyáron több meteorraj is aktív, azonban a Perseidákat rendkívüli gyorsaságukról (a leggyorsabb rajok közé tartoznak: 59 km/s), jellegzetes sárgásfehér színükről és nyomot hagyó jellegzetességeikről is felismerhetjük.

A Hold csillagfedései

Dátum hó nap	UT			J	Csillag		Hold		Pozíció		Korrekció	
	h	m	s		ZC/SAO név	m	fázis	h	CA	PA	A	B
8 14	20	16	54	be	2699 V4401 Sgr	6,8	86 +	23	80 É	81	+1,8	-0,1
8 14	21	23	15	be	161665	7,0	86 +	20	73 É	74	+1,5	-0,4

Dátum hó nap	UT			J	Csillag		Hold		Pozíció		Korrekció	
	h	m	s		ZC/SAO név	m	fázis	h	CA	PA	A	B
8 15	19	25	16	be	2846	6,7	92 + 23	21 É	17	+1,7	+3,2	
8 16	0	19	46	be	2865	5,7	93 + 8	86 É	82	+0,8	-1,1	
8 19	21	46	53	be	3412 ϕ Aqr	4,2	97 - 29	-31 É	11	+0,6	+2,8	
8 19	22	26	57	ki	3412 ϕ Aqr	4,2	97 - 33	37 É	304	+2,1	-0,4	
8 19	23	6	9	ki	146591	7,5	97 - 35	78 É	262	+1,6	+0,7	
8 21	0	26	50	ki	22	7,2	91 - 41	54 É	286	+2,0	-0,3	
8 23	0	58	42	ki	303	6,4	73 - 45	74 É	269	+1,5	+0,8	
8 25	23	48	3	ki	94200	7,1	40 - 16	56 D	229	-0,1	+2,1	
8 26	0	6	2	ki	94206	7,2	40 - 20	78 É	275	+0,3	+1,3	
8 26	0	44	50	ki	94220	7,3	40 - 26	69 É	283	+0,6	+1,1	
8 27	0	20	52	ki	896	7,3	29 - 13	13 D	190	-1,2	+4,7	
8 28	0	23	10	ki	96203 NSV 17208	7,9	20 - 5	75 É	286	-0,1	+0,9	
8 28	1	35	34	ki	96261 NSV 17223	7,7	19 - 17	80 É	281	+0,2	+1,1	
8 28	2	17	34	ki	1057	6,8	19 - 24	72 É	290	+0,5	+0,9	
8 28	2	39	55	ki	96318 QY Gem	7,2	19 - 27	24 É	338	+1,6	-2,5	

Évfordulók

Száz éve született Robert Hanbury Brown

Robert Hanbury Brown (1916. augusztus 31., Aruvankadu – 2002. január 16., Andover) az intenzitás-interferometria feltalálója. Katonacsálából származott, Indiában

született, de iskoláit már Brightonban végezte, majd a londoni Imperial Collegeben szándékozott PhD-fokozatot szerezni. Ehelyett azonban az US Naval Research Laboratory hívására a tengerentúlra utazott, majd 1949-től a Jodrell Bank obszervatóriumában veselkedett neki újra a doktorátus megszerzésének, ismét eredménytelenül. Azonban felkeltette a figyelmét Bernard Lovell zenitre néző 66 méteres rádióműszere, amelyet munkatársaival együtt átalakított meridiánon mozgatható rádiótávcsövé. Ezzel a műszerrel születtek meg első jelentős eredményei, például az Andromeda-galaxis rádiósugárzásának megfigyelése. A Tejút rádióterképezése közben vetődött föl, hogy rádiótartományban végzett interferometriával sokkal jobb felbontást lehetne elérni. Az optikai csillagászatban már rég elterjedt, technikailag nehezebb módszer, a nyalábok



egyesítésén alapuló fázisinterferometria két műszer pontos beállítását és fizikailag összehangolt működését feltételezi, amit a rádiótartományban még nehezebb megvalósítani, mint optikaiban. Ezért Brown (Richard Twiss matematikussal együtt) új módszert fejlesztett ki, az intenzitás-interferometriát, amikor a jelnek csak az intenzitás-idősortát mérik meg, és utólag egyesítik képalkotó módszer keretében a méréseket. A módszer hátránya, hogy a fázisban hordozott információt elveszítjük, azonban előnye, hogy műszeresen sokkal könnyebb a megvalósítása. Brown hamarosan kimutatta, hogy a *Cygnus A* és *Cassiopeia A* rádióforrások kiterjedt objektumok (szupernóva-maradvány, illetve aktív galaxis). A mérés során az intenzitás-interferometriai módszer váratlan eredménye is kiderült: a légköri nyugtalanság (seeing) nem rontja le az interferenciaképet. A műszerteknika fejlődése során a rádiótartományban a fázisinterferometrikus módszer aratott elsőprő sikert, de mint maga Brown hívta föl a figyelmet, a seeingfüggetlenség miatt az optikai tartományban az intenzitás-interferometria máig létező választható alternatíva. Ezt 1956-ban bizonyította be, a *Sirius* sugarának megméréseivel. A következő évben Ausztráliába utazott, és a Sydney-i Egyetem Fizikai Intézetéhez tartozó Narrabri állomáson épített ki egy máig jelentős teljesítményű, koncepciójában is újragondolt optikai interferométert (SUSI, 1980-as évektől üzemel). Ez a rádiótartományban végezte csillagok méretének és felszíni intenzitásvizonyainak egyidejű mérését. Hanbury (a szakma ilyen néven ismerte) jelentős ismeretterjesztő volt, és bár szívesen mutatta be az ég csodáit az érdeklődőknek, leginkább arról szeretett előadni, hogy valójában mit csinálnak a csillagászok és miért. Elnyerte az Eddington-érmet, a Királyi Csillagászati Társaság külső tagja volt, és 1982–1985 között ő volt a Nemzetközi Csillagászati Unió (IAU) elnöke.

200 éve halt meg Johann Schröter

Johann Hieronymus Schröter (1745. augusztus 30., Erfurt – 1816. augusztus 29., Lilienthal) korának jelentős megfigyelő csillagásza volt, aki többek között a Nap granulációjának első megfigyeléséről és a Vénusz légkörének megfigyeléséről vált híressé. Ügyvédcsaládból származott, és maga is jurátusként került Göttingenbe, ahol Abraham Gottfeld Kästner igazgató hívására lépett a helyi csillagvizsgáló alkalmazásába, még mint lelkes amatőr. Zenei érdeklődése miatt fiatalon ismeretségre került Isaak Herschellel is, a „nagy” Herschel apjával. Az ismeretség később William Herschellel folytatott rendszeres, immár csillagászati témájú kapcsolattartásba fordult. Schröter karrierjének igazi fordulópontját is az Uránusz felfedezése jelentette (Herschel, 1781), aki ezután magánobszervatóriumot épített Lilienthalban. Első műszerei közül a legnagyobb egy 7 láb hosszú refraktor volt, majd Schrader kielii fizikaprofesszorral



együtt, később pedig szinte egymással vetekedve 25, 26 és 27 lábás műszereket is építettek. Schröter 1791-ben és 1797-ben adta ki a Hold topográfiáját két kötetben. Foglalkozott a belső bolygók forgásával is. A Merkúron megfigyelt, sokáig változatlan felszíni formák miatt a forgási periódust 1 napban valószínűsítette (a tényleges érték több mint 58 nap). A Vénusz periódusát hasonló módszerrel 23,3 órában állapította meg (a tényleges érték 243 nap, retrográd irányban). 1790-ben a Vénusz-sarló szarvainak alakjából következtetett arra, hogy a Vénusznak atmoszférája van; és ekkoriban figyelte meg a dichotómia néhány napos eltérését a geometriailag kikövetkeztethető helyzettől a legnagyobb kitérés időszakában (Schröter-effektus). 1785–1786-ban sötét foltok jelentek meg a Jupiter Déli Egyenlítői Sávjában. Schröter tudósítása máig megosztja a csillagásztörténészeket a lehetséges értelmezésekről (leggyakrabban becspódási esemény, vagy a sáv extrém aktivitása merült fel a lehetőségek között). A Ceres fölfedezése után Schröter obszervatóriumában alakult meg az Égi Rendőrség, amely a Mars és Jupiter közötti feltételezett bolygó további maradványait kutatta; a Juno kisbolygót Schröter segítette, Karl Ludwig Harding fedezte föl. 1813-ban a francia csapatok feldúlták az obszervatóriumot, a műszerek és az észlelések nagy része tűz martalékává vált. Az obszervatórium újjáépítése után Schröter már látásproblémákkal küzdött, majd hamarosan meg is halt. Tiszteletére két holdi alakzatot neveztek el (Schröter-kráter, Schröter-völgy), és a (4983) Schröteria kisbolygót. Az Orosz Tudományos Akadémia tagjává választotta.

250 éve született William Wollaston

William Hyde Wollaston (1766. augusztus 6., East Dereham – 1828. december 22., London) polihisztor természettudós volt, aki először figyelte meg az elnyelési vonalakat a Nap színképében. 1793-ban orvosdoktori fokozatot szerzett, ekkortól a Royal Society tagja, később titkára lett. 1800-ban felhagyott a praxissal, és a természettudományok felé fordult; többek között fölismerte az epekövek keletkezésének mechanizmusát, és tökéletesítette a szemüvegeket, a kerámiaipart, a porcelánkészítést. Készített egy camera obscurát alkalmazó leképező eszközt és egy újfajta szextánst. Két átmenetifémet fedezett föl (palládium, ródium), és leírta a wollastonit ásványt (a kalcium-szilikát egy formája). Föltalálta a goniométert, ami kristályok lapszögeinek mérésére máig használatos eszköz. Fraunhofer előtt tíz évvel figyelt föl a Nap színképének elnyelési vonalaira, de teljesen hibás magyarázatot adott a kialakulásukra (ezt a talányt csak 1859-ben tudta Gustav Kirchhoff és Robert Bunsen megoldani).



Jupiter-holdak

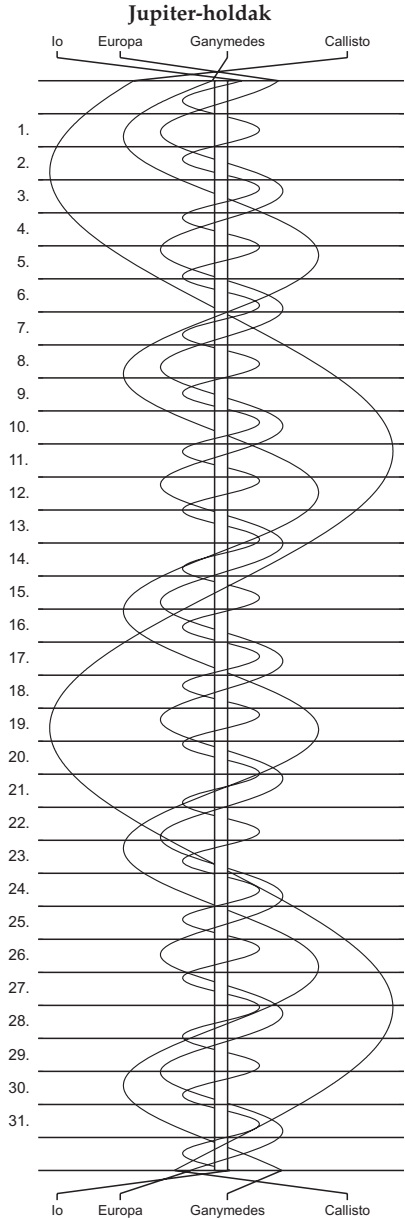
nap	UT h:m	hold	jelenség
7	19:16,0	Europa	ák
16	18:45,2	Europa	fv

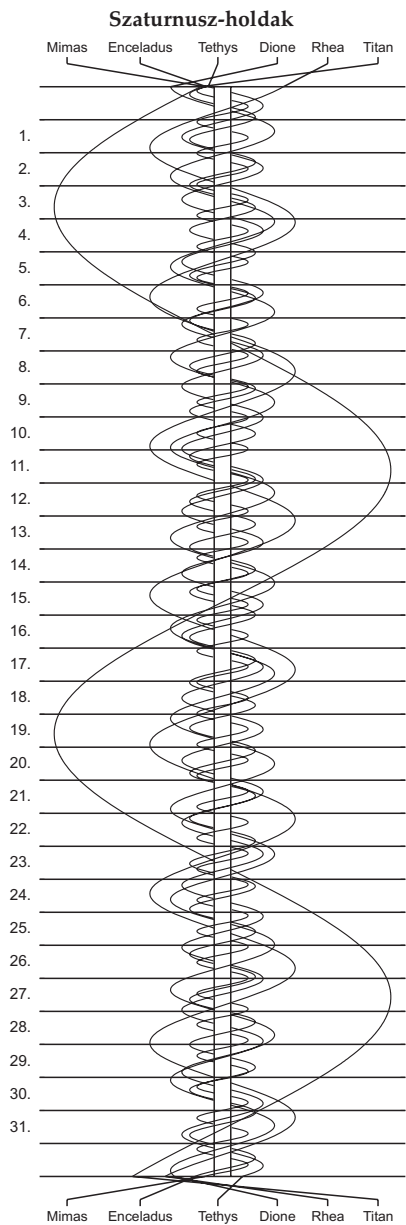
f = fogyatkozás: a hold a Jupiter árnyékában

á = átvonulás: a hold árnyéka a Jupiteren

k = a jelenség kezdete

v = a jelenség vége





$\lambda = 19^\circ, \varphi = 47,5^\circ$ **Kalendárium – szeptember**

KÖZEI

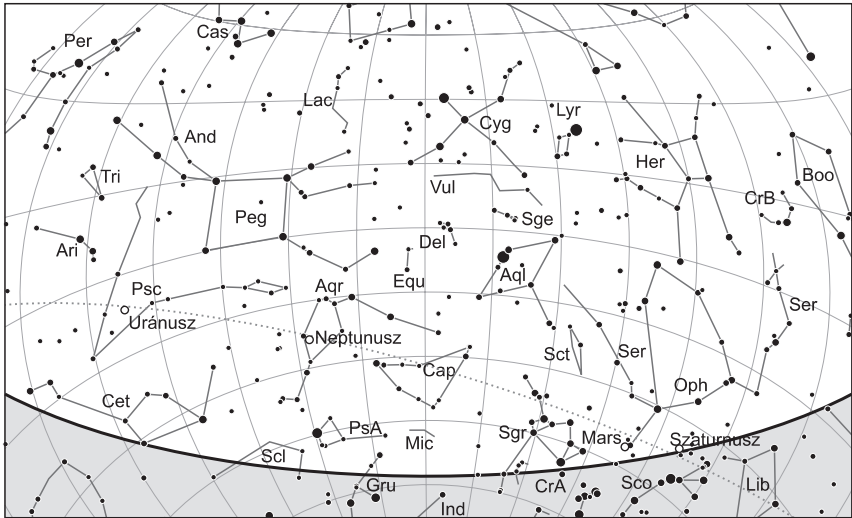
Dátum	Nap					Hold			fázis h m
	kel h m	delel h m	nyugszik h m	h_d °	E_t m	kel h m	delel h m	nyugszik h m	
1. cs 245.	5 02	11 43	18 24	50,5	-0,0	4 56	11 46	18 27	● 10 03
2. p 246.	5 04	11 43	18 22	50,2	+0,3	6 00	12 32	18 54	
3. sz 247.	5 05	11 43	18 20	49,8	+0,6	7 02	13 16	19 20	
4. v 248.	5 06	11 42	18 18	49,5	+0,9	8 04	13 59	19 46	
36. hét									
5. h 249.	5 08	11 42	18 16	49,1	+1,3	9 05	14 42	20 13	
6. k 250.	5 09	11 42	18 14	48,7	+1,6	10 04	15 26	20 42	
7. sz 251.	5 10	11 41	18 12	48,3	+1,9	11 03	16 10	21 13	
8. cs 252.	5 12	11 41	18 10	48,0	+2,3	12 00	16 56	21 49	
9. p 253.	5 13	11 41	18 08	47,6	+2,6	12 56	17 44	22 30	◐ 12 49
10. sz 254.	5 14	11 40	18 06	47,2	+3,0	13 49	18 33	23 17	
11. v 255.	5 16	11 40	18 04	46,8	+3,3	14 39	19 23	-	
37. hét									
12. h 256.	5 17	11 40	18 02	46,4	+3,7	15 24	20 15	0 10	
13. k 257.	5 18	11 39	18 00	46,0	+4,0	16 06	21 08	1 10	
14. sz 258.	5 20	11 39	17 58	45,7	+4,4	16 44	22 01	2 16	
15. cs 259.	5 21	11 39	17 56	45,3	+4,7	17 19	22 54	3 26	
16. p 260.	5 22	11 38	17 53	44,9	+5,1	17 52	23 48	4 39	○ 20 05
17. sz 261.	5 24	11 38	17 51	44,5	+5,5	18 24	-	5 55	
18. v 262.	5 25	11 38	17 49	44,1	+5,8	18 57	0 42	7 11	
38. hét									
19. h 263.	5 26	11 37	17 47	43,7	+6,2	19 32	1 37	8 28	
20. k 264.	5 28	11 37	17 45	43,4	+6,5	20 11	2 33	9 44	
21. sz 265.	5 29	11 37	17 43	43,0	+6,9	20 54	3 30	10 57	
22. cs 266.	5 30	11 36	17 41	42,6	+7,2	21 43	4 27	12 05	
23. p 267.	5 32	11 36	17 39	42,2	+7,6	22 38	5 24	13 06	◐ 10 56
24. sz 268.	5 33	11 35	17 37	41,8	+7,9	23 37	6 20	14 00	
25. v 269.	5 34	11 35	17 35	41,4	+8,3	-	7 14	14 46	
39. hét									
26. h 270.	5 36	11 35	17 33	41,0	+8,6	0 39	8 06	15 25	
27. k 271.	5 37	11 34	17 31	40,6	+9,0	1 43	8 56	15 59	
28. sz 272.	5 39	11 34	17 29	40,2	+9,3	2 47	9 43	16 29	
29. cs 273.	5 40	11 34	17 27	39,9	+9,6	3 50	10 28	16 57	
30. p 274.	5 41	11 33	17 25	39,5	+10,0	4 52	11 12	17 23	

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

szeptember

nap	Julián dátum 12 ^h UT	θ_{gr} 0 ^h UT h m s	névnapok
1.	2 457 633	22 42 21	Egyed, Egon, Ignác, Izabella, Noémi, Tamara
2.	2 457 634	22 46 18	Rebeka, Dorina, Ella, Ingrid, István, Margit, Teodóra
3.	2 457 635	22 50 14	Hilda, Gergely, Gergő
4.	2 457 636	22 54 11	Rozália, Ida, Róza, Rózsa
5.	2 457 637	22 58 07	Viktor, Lőrinc, Albert
6.	2 457 638	23 02 04	Zakariás, Bea, Beáta, Csanád, Ida
7.	2 457 639	23 06 01	Regina, Dusán, István, Menyhért
8.	2 457 640	23 09 57	Mária, Adrienn, Adorján, Adrián, Adriána, Irma
9.	2 457 641	23 13 54	Ádám, Péter
10.	2 457 642	23 17 50	Nikolett, Hunor, Erik, Miklós, Nikola, Noémi, Zalán
11.	2 457 643	23 21 47	Teodóra, Emil, Helga, Jácint, Milán
12.	2 457 644	23 25 43	Mária, Ibolya, Irma
13.	2 457 645	23 29 40	Kornél, János, Lujza
14.	2 457 646	23 33 36	Szeréna, Roxána
15.	2 457 647	23 37 33	Enikő, Melitta, Katalin, Loránd, Lóránt, Mária, Roland
16.	2 457 648	23 41 30	Edit, Ditta, Kornél, Kornélia, Lúcia, Soma
17.	2 457 649	23 45 26	Zsófia, Ildikó, Róbert
18.	2 457 650	23 49 23	Diána, József, Richárd
19.	2 457 651	23 53 19	Vilhelmina, Emília, Mária, Szabolcs, Tivadar, Vilma
20.	2 457 652	23 57 16	Friderika, Frida, Zsuzsa, Zsuzsanna
21.	2 457 653	0 01 12	Máté, Ildikó, Míra, Mirella
22.	2 457 654	0 05 09	Móric, Írisz, Ottó, Tamás
23.	2 457 655	0 09 05	Tekla, Ildikó, Ilona
24.	2 457 656	0 13 02	Gellért, Mercédesz, Gerda, Mária
25.	2 457 657	0 16 59	Eufrozina, Kende, Miklós, Nikolett, Nikoletta
26.	2 457 658	0 20 55	Jusztina, Dániel
27.	2 457 659	0 24 52	Adalbert, Albert, Károly, Vince
28.	2 457 660	0 28 48	Vencel, Bernát, Jusztina
29.	2 457 661	0 32 45	Mihály, Gábor, Gabriella, Rafael
30.	2 457 662	0 36 41	Jeromos, Felícia, Hunor, Örs, Viktor, Zsófia

14. A bizánci naptár 7525. évének kezdete



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

Bolygók

Merkúr: A hónap első felében nem figyelhető meg, 13-án alsó együttállásban van a Nappal. Ezután pár nappal már kereshető a hajnali ég alján, 20-án már egy órával kel a Nap előtt, láthatósága gyorsan javul. 28-án van legnagyobb nyugati kitérésben, $17,9^\circ$ -ra a Naptól. Ekkor már több mint másfél órával kel korábban, mint a Nap, idei legjobb hajnali láthatósága a mostani.

Vénusz: Napnyugta után fényesen látszik a délnyugati ég alján. Láthatósága lassan javul, egy órával nyugszik a Nap után. Fényessége $-3,8^m$ -ról $-3,9^m$ -ra, átmérője $10,9''$ -ről $12,0''$ -re nő, fázisa 0,92-ről 0,86-ra csökken.

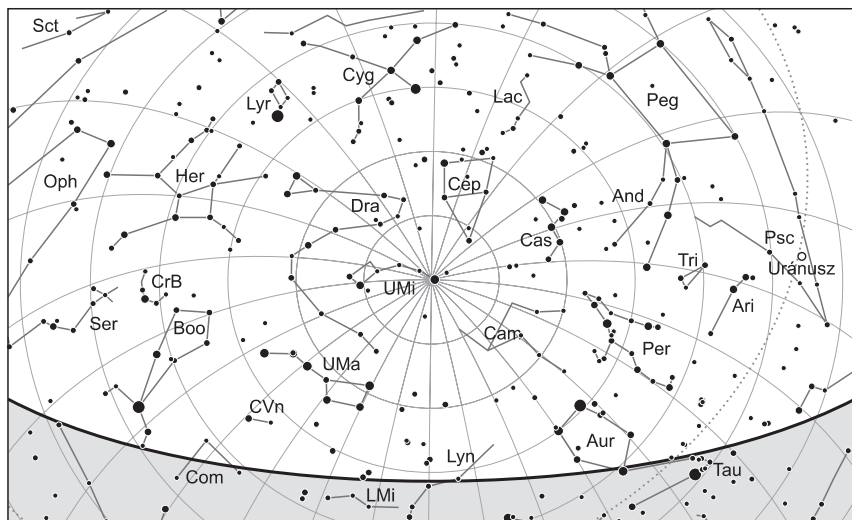
Mars: Előretartó mozgást végez előbb a Skorpió, majd 3-tól a Kígyótartó, 22-től pedig a Nyilas csillagképben. Késő este nyugszik, az esti órákban látszik a délnyugati ég alján. Fényereje $-0,3^m$ -ról $0,0^m$ -ra, látszó átmérője $10,5''$ -ről $8,8''$ -re csökken.

Jupiter: Előretartó mozgást végez a Szűz csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg, 26-án van együttállásban a Nappal. Fényessége $-1,7^m$, átmérője $31''$.

Szaturnusz: Gyorsuló előretartó mozgást végez a Kígyótartó csillagképben. Éjfél előtt nyugszik, a késő esti óráig kereshető a délnyugati égen. Fényessége $0,5^m$, átmérője $16''$.

Úránusz: A kora esti órákban kel, az éjszaka nagy részében látható. Folytatja hátráló mozgását a Halak csillagképben.

Neptunusz: Egész éjszaka megfigyelhető, 2-án van szembenállásban a Nappal. Hátráló mozgást végez a Vízöntő csillagképben.



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

Eseménynaptár (UT)

Dátum Időpont Esemény

- | | | |
|--------|-------|--|
| 09.01. | 2:11 | a 43P/Wolf–Harrington-üstökös 10'-cel nyugatra látható az 5 Cancritól (6,0 magnitúdós) a hajnali szürkületben |
| 09.01. | 9:03 | újhold (a Hold az Oroszlán csillagképben, látszó átmérője 30'24,8'') |
| 09.01. | 22:28 | a Neptunusz földközelpben, távolsága 28,9454 CSE, látszó átmérője 2,3'' |
| 09.02. | 16:09 | a Neptunusz eléri legnagyobb látszó fényességét, 7,8 magnitúdót |
| 09.02. | 16:37 | a Neptunusz oppozícióban a Vízöntő csillagképben |
| 09.03. | 2:56 | a (4) Vesta kisbolygó (8,4 magnitúdós) 11'53''-cel északkeletre látható a ζ Geminorumtól (4,0 magnitúdós) a hajnali szürkületben |
| 09.03. | 6:18 | a Hold minimális librációja ($l = 3,26^\circ$, $b = -2,35^\circ$) |
| 09.03. | 17:51 | a holdsarló, a Vénusz és a Jupiter látványos együttállása az esti szürkületben a Szűz csillagképben |
| 09.04. | 2:01 | a (218) Bianca kisbolygó (14,0 magnitúdós) elfedi az UCAC4-491-008824-et (11,1 magnitúdós) |
| 09.04. | 2:57 | a (79) Eurynome kisbolygó (11,2 magnitúdós) 12'5''-cel délre látható a π Arietistől (5,3 magnitúdós) a hajnali szürkületben |
| 09.05. | 2:59 | a (9) Metis kisbolygó (11,0 magnitúdós) 12'56''-cel délkeletre látható a 9 Cancritól (6,0 magnitúdós) a hajnali szürkületben |
| 09.05. | 18:48 | a Hold mögé belép a 95 Virginis (5,5 magnitúdós, 17%-os, növekvő holdfázis) |

Dátum Időpont Esemény

09.06.	18:23	a Marstól 48'-cel délre látható az NGC 6273 gömbhalmaz (M19, 6,8 magnitúdós) az esti szürkületben a Kígyótartó csillagképben
09.06.	18:45	a Hold földtávolban (földtávolság 405 055 km, látszó átmérője 29'30,0", 25,4%-os, növekvő holdfázis)
09.07.	3:02	a (22) Kalliope kisbolygó (11,7 magnitúdós) 9'47"-cel északra látható az IC 2157 nyílthalmaztól (8,4 magnitúdós) a hajnali szürkületben az Ikrék csillagképben
09.07.	18:21	a Marstól 45'-cel északra látható az NGC 6284 gömbhalmaz (9,0 magnitúdós) az esti szürkületben a Kígyótartó csillagképben
09.08.	17:41	a Szaturnusz 3,7°-kal délkeletre látható a 42,9%-os, növekvő fázisú Holdtól az esti szürkületben a Kígyótartó csillagképben
09.09.	11:49	első negyed (a Hold a Kígyótartó csillagképben, látszó átmérője 29'49,8")
09.09.	17:39	a Mars 7,1°-kal délre látható a 52,5%-os, növekvő fázisú Holdtól az esti szürkületben a Kígyótartó csillagképben
09.10.	3:07	a (22) Kalliope kisbolygó (11,7 magnitúdós) 5'5"-cel északnyugatra látható az NGC 2168 nyílthalmaztól (M35, 5,1 magnitúdós) a hajnali szürkületben az Ikrék csillagképben
09.10.	22:03	a Hold eléri legkisebb deklinációját $-18^{\circ}27'$ -nél (63,9%-os, növekvő holdfázis)
09.11.	0:35	a Hold maximális librációja ($l = -5,60^{\circ}$, $b = -6,27^{\circ}$)
09.12.	22:06	az (51) Nemausa kisbolygó (11,3 magnitúdós) 27,1'-cel északnyugatra látható az NGC 676 galaxistól (10,5 magnitúdós) a Halak csillagképben
09.13.	4:46	a Merkúr alsó együttállásban a Nappal (a Naptól 3,4°-kal délnyugatra)
09.14.	3:12	a (4) Vesta kisbolygó (8,3 magnitúdós) 8'53"-cel nyugatra látható az 56 Geminorumtól (5,1 magnitúdós) a hajnali szürkületben
09.15.	19:45	a Neptunusz 13'59"-cel délre látható a 98,7%-os, növekvő fázisú Holdtól a Vízöntő csillagképben
09.15.	22:54	a Hold mögé belép a λ Aquarii (3,7 magnitúdós, 99%-os, növekvő holdfázis), kilépés 23:30-kor
09.16.	0:29	a 99,2%-os, növekvő fázisú holdkorong peremétől 6'34"-cel északnyugatra látható a 78 Aquarii (6,2 magnitúdós)
09.16.	16:54	félárnyékos holdfogyatkozás kezdődik holdkeltekor, a legnagyobb fázis 18:54 UT-kor következik be, nagysága 0,909, a fogyatkozás vége 20:54 UT-kor lesz
09.16.	19:05	telehold (a Hold a Vízöntő csillagképben, látszó átmérője 32'45,6")
09.17.	2:39	a 43P/Wolf–Harrington-üstökös 39'-cel délnyugatra látható az M67-től (nyílthalmaz, 6,9 magnitúdós) a Rák csillagképben a hajnali szürkületben
09.17.	9:20	a Hold minimális librációja ($l = -2,57^{\circ}$, $b = 2,39^{\circ}$)
09.17.	16:53	a Mars eléri legkisebb fázisát 84,66%-nál a Kígyótartó csillagképben
09.18.	0:26	a (4) Vesta kisbolygó (8,3 magnitúdós) 2'52"-cel északra látható a 61 Geminorumtól (5,9 magnitúdós)

Dátum Időpont Esemény

- 09.18. 17:00 a Hold földközélen (földtávolság 361 896 km, látszó átmérője 33'1,1", 94,7%-os, csökkenő holdfázis)
- 09.18. 21:47 a 93,6%-os, csökkenő fázisú holdkorong peremétől 1'27"-cel délkeletre látható a ν Piscium (4,5 magnitúdós)
- 09.19. 3:20 a (39) Laetitia kisbolygó (11,8 magnitúdós) 8'58"-cel északra látható az NGC 2682 nyílthalmaztól (M67, 6,9 magnitúdós) a hajnali szürkületben a Rák csillagképben
- 09.19. 3:20 a (4) Vesta kisbolygó (8,3 magnitúdós) 39'-cel délre látható az NGC 2392 planetáris ködtől (8,6 magnitúdós) a hajnali szürkületben az Ikrék csillagképben
- 09.20. 0:00 a 85,7%-os, csökkenő fázisú holdkorong peremétől 7'18"-cel északra látható a 85 Ceti (6,3 magnitúdós)
- 09.20. 0:43 a 85,5%-os, csökkenő fázisú holdkorong peremétől 7'27"-cel délre látható a μ Ceti (4,3 magnitúdós)
- 09.21. 21:41 a 67,0%-os, csökkenő fázisú holdkorong peremétől 17,2'-cel északra látható az Aldebaran (α Tauri, 0,9 magnitúdós)
- 09.21. 22:30 a Hold mögé belép a σ^2 Tauri (4,7 magnitúdós, 66%-os, csökkenő holdfázis), kilépés 23:11-kor
- 09.21. 22:44 a 66%-os, csökkenő fázisú holdkorong peremétől 2'0"-cel délre látható a σ Tauri (5,1 magnitúdós)
- 09.21. 22:55 a Hold mögül kilép a 89 Tauri (5,8 magnitúdós, 66%-os, csökkenő holdfázis)
- 09.22. 14:21 őszi nap-éj egyenlőség
- 09.22. 22:17 a 55,6%-os, csökkenő fázisú holdkorong peremétől 8'54"-cel délre látható a 122 Tauri (5,5 magnitúdós)
- 09.23. 9:56 utolsó negyed (a Hold az Orion csillagképben, látszó átmérője 31'54,5")
- 09.23. 13:03 a Mars eléri legkisebb deklinációját $-25^\circ 55'$ -nél a Nyilas csillagképben
- 09.23. 15:42 a Hold maximális librációja ($l = 6,07^\circ$, $b = 6,32^\circ$)
- 09.24. 0:56 a (45) Eugenia kisbolygó (13,0 magnitúdós) elfedi az UCAC4-531-016054-et (11,3 magnitúdós)
- 09.24. 1:16 a Hold mögé belép a 26 Geminorum (5,2 magnitúdós, 42%-os, csökkenő holdfázis), kilépés 01:56-kor
- 09.24. 3:27 a (15) Eunomia kisbolygó (10,6 magnitúdós) 2'34"-cel északnyugatra látható a 81 Cancritól (6,5 magnitúdós) a hajnali szürkületben
- 09.25. 7:36 a Jupiter földtávolban, távolsága 6,4539 CSE, látszó átmérője 30,5"
- 09.26. 2:53 a 22%-os, csökkenő fázisú Hold látványos együttállása a Praesepe és az M67 nyílthalmazokkal a hajnali szürkületben
- 09.26. 3:20 a 22%-os, csökkenő fázisú holdkorong peremétől 4,5°-kal északra látható a Praesepe (nyílthalmaz, 3,1 magnitúdós)
- 09.26. 3:30 a (15) Eunomia kisbolygó (10,6 magnitúdós) 13'19"-cel délre látható a π Cancritól (5,4 magnitúdós) a hajnali szürkületben
- 09.28. 17:35 a Marstól 1,5°-kal északra látható az NGC 6523 nyílthalmaz-csillagköd komplexum (M8, 5,0 magnitúdós) az esti szürkületben a Nyilas csillagképben

Dátum Időpont Esemény

09.28.	19:27	a Merkúr legnagyobb nyugati kitérésben (17,9°-os elongáció, -0,5 magnitúdós, 7,0" átmérő, 50% fázis, Oroszlán csillagkép)
09.29.	4:10	44 óra 1 perces holdsarló 12,1° magasan a reggeli égen (a Merkúrtól 2,3°-kal nyugatra)
09.29.	4:10	a Merkúr legkedvezőbb hajnali láthatósága az évben, a polgári szürkületkori magassága 10,8°, -0,5 magnitúdós, fázisa 52%
09.29.	4:10	a Merkúr 2,3°-kal keletre látható a 3,2%-os, csökkenő fázisú Holdtól a hajnali szürkületben az Oroszlán csillagképben
09.29.	9:21	a Merkúr 1,3°-kal északkeletre látható a 2,5%-os, csökkenő fázisú Holdtól a nappali égen 18°-os elongációban a Naptól
09.29.	11:14	a (11) Parthenope kisbolygó oppozícióban (9,2 magnitúdós, Cet csillagkép)
09.30.	4:11	20 óra 0 perces holdsarló 2,4° magasan a reggeli égen (a Merkúrtól 9,2°-kal délkeletre)
09.30.	17:31	a Marstól 54°-cel északnyugatra látható az NGC 6544 gömbhalmaz (7,5 magnitúdós) az esti szürkületben a Nyilas csillagképben
09.30.	17:31	a Marstól 7°3'-cel délkeletre látható az NGC 6553 gömbhalmaz (8,3 magnitúdós) az esti szürkületben a Nyilas csillagképben
09.30.	20:39	a Hold minimális librációja ($l = 3,34^\circ$, $b = -2,79^\circ$)

Hold–Aldebaran-együttállás szeptember 21-én

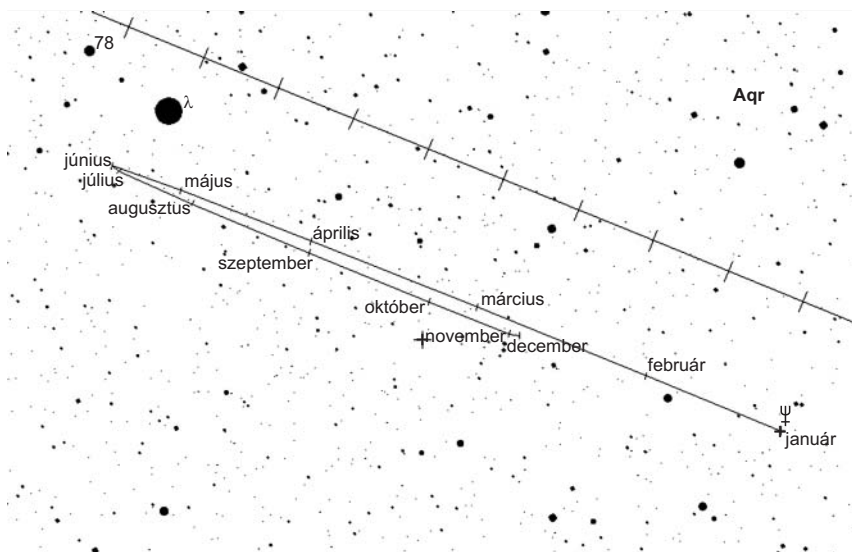
Igen szoros lesz a Hold és a Bika legfényesebb csillagának szeptember 21-i találkozója. A két égitest már holdkeltekor is közel lesz egymáshoz, de az idő előrehaladtával egyre csökken közöttük a távolság, ennek minimuma 21:35 UT-kor 35' lesz, a csillagot a Hold északi peremétől mindössze 17 ívperc választja majd el. A látványos égi párost ekkor 15° magasan láthatjuk. Az éjszaka során a Hold előbb (21:56:30 UT körül) a 89 Tau-t, majd később (22:30 UT) a σ^2 Tau-t is elfedi.

A Merkúr legkedvezőbb hajnali láthatósága

Szeptember végén és októberben a Merkúr nagyon kedvező láthatóságának lehetünk szemtanúi a hajnali égen. Szeptember 24-én a 0,5^m-s, 8,1" átmérőjű és 0,29 fázisú dagadó sarló másfél órával kel a Nap előtt, már könnyen megtalálható. Dichotómiáját hamarosan, szeptember 28-án elérő bolygó -0,3^m, 7,2" átmérő és 0,48 fázis mellett bő másfél órával kel a Nap előtt. A dagadó bolygó ezután hosszán megfigyelhető marad, október 13-án a -1,1^m-s, 5,2" átmérőjű és 0,93 fázisú telimerkúr még egy órával a Nap előtt kel.

A Neptunusz oppozíciója

Szeptember 2-án kerül oppozícióba legkülső bolygónk, 2,4"-es korongátmérő és 7,8^m fényesség mellett. A Vízöntő csillagképben járó bolygó 34°-kal emelkedik a horizont



főle, kiválóan megfigyelhető lesz. Az apró és alacsony felületi fényességű korongon nem könnyű, de annál nagyobb élményt jelentő feladat észrevenni a finom világos sávokat, apró, sávbeli fényes foltokat, és a sötétebb sávokat, bennük elnyúlt, fánkyszerű sötét foltokkal. A bolygó déli pólusa 25° -kal dől felénk, így a sávokat már enyhén íveltnek láthatjuk, illetve a déli pólust gallérként szegélyező aktivitási zóna, a Déli Poláris Alakzat (SPF) világos foltocskáit sápkaként ülhetnek a pólusra. Fotózáshoz használjunk narancsszínű vagy vörös szűrőt, ami a világos alakzatokat kiemeli a jelentősen elsötétülő koronghátterén.

Gyűrűs napfogyatkozás szeptember 1-jén

Az év harmadik fogyatkozása egy gyűrűs napfogyatkozás lesz, amely Magyarországról nem látható. Gyűrűs napfogyatkozást látni a Guineai-öbölben, Afrika középső vidékén, Madagaszkáron és az Indiai-óceán nyugati részén. Részleges fázist láthatnak Afrika részén és az Indiai-óceánon.

A félárnyék 6:13:08-kor érinti a vízfelszínt Elefántcsontparttól délre. Maga az antiumbra kúpja Szent Ilona szigetétől északnyugatra 800 kilométerre érintkezik az Atlanti-óceánnal, 7:07:50-kor. A gyűrűs fázis 2 perc 43 másodpercig tart, az antiumbra 152 kilométer széles. Az árnyékkúp Gabonnál éri el Afrikát, áthalad a két Kongón, és Tanzániában következik be 9:06:54-kor a fogyatkozás maximuma. A gyűrűs napfogyatkozás 3 perc 6 másodperces, a Nap $70,5^\circ$ magasan áll, az antiumbra 100 kilométer szélesen terül el. Az árnyékkúp délkelet felé halad tovább, átvág Mozambik északkeleti csücskén, átszeli Madagaszkárt, és az Indiai-óceánon hagyja el a földfelszínt 10:55:54-

kor, Ausztrália nyugati partjaitól 1300 kilométerre nyugatra. A félárnyék még 12:00:41-ig a Föld felszínén tartózkodik.

A Nap–Hold páros a napfogyatkozás során az Oroszlán csillagkép déli részén tartózkodik. A Hold öt és fél nap múlva lesz földtávolban, így látszó mérete kicsit kisebb az átlagosnál: 30,48'. Három hét múlva lesz az őszi nap-éj egyenlőség, a Nap látszó átmérője átlagos, 31,7'. A kettő különbsége nem sok, 1,22', ezért viszonylag rövid gyűrűs napfogyatkozást láthatnak a szerencsés megfigyelők.

Ez a fogyatkozás a 135-ös Szárosz-sorozat 39. napfogyatkozása a 71-ből.

Félárnyékos holdfogyatkozás szeptember 16-án

Az év utolsó fogyatkozása ismét egy félárnyékos holdfogyatkozás, amely Magyarországról is megfigyelhető a holdkelte utáni órákban. A tavaszi holdfogyatkozáshoz hasonlóan most sem lesz látványos a jelenség, noha a mostani nagyobb fokú lesz. Ez azonban csak annyit jelent, hogy a félárnyék okozta enyhe elsötétülés kissé erőteljesebben és hosszabban látszik.

A félárnyék 16:54:40-kor érinti a Holdat. A Dunántúl nyugati részén még fel sem kelt a Hold, de ez nem jelent semmiféle hátrányt. A félárnyék jelenlétét ugyanis csak 18:10 körül lehet észrevenni, ahogy a holdkorong bal felső sarkára lassan rátelepszik a szürkés-barnás homály. A fogyatkozás maximumára 18:54:16-kor kerül sor. Noha a Holdnak csak egy tizede lóg ki a félárnyékból, mi csak a felső felét látjuk kissé elhomályosodni. Ez a homály körülbelül 19:30-ig lesz észrevehető a holdkorong egyre kisebb részén, de a félárnyék valójában csak 20:53:57-kor hagyja el égi kísérintet. A félárnyékos fogyatkozás hossza 3 óra 59 perc 16 másodperc.

A holdfogyatkozás idején a Hold a Vízöntő és a Halak csillagkép határánál tartózkodik. Nem látszik a közelben bolygó vagy fényes csillag. A félárnyékos fogyatkozás nagysága 0,908 magnitúdó. Ekkor a holdkorong északi pereme csupán 2,09'-re van az árnyék szélétől, vagyis a Hold bal felső sarkának az elsötétülése jelentős lesz – természetesen nem annyira, mintha a teljes árnyékba lépne be. A holdkorong déli pereme 3,02'-re lóg ki a félárnyékból, szép kontrasztot adva az északi perem halványosságával. A penumbra átmérője 2,559°.

Ez a holdfogyatkozás a 147-es Szárosz-sorozat 9. fogyatkozása a 71-ből.

Üstökösök

43P/Wolf–Harrington. Az augusztusi napközelségén túljutó, de bolygónkhoz lassan közeledő vándor tartani fogja 11-12 magnitúdó körüli fényességét, miközben a hónap nagy részében a Cancer csillagképben láthatjuk délkelet felé mozogni. Csak a hónap utolsó hajnalain kerül át a Leóba, ahol rövid ideig láthatjuk majd. A szinte változatlan sajátmozgású, naponta 0,8 fokot haladó üstökös a hónap első hajnalán 10 ívperccel nyugatra látható a 6,0 magnitúdós 5 Cancritól, 10-én 38 ívperccel délkeletre kereshető a 6,0 magnitúdós 29 Cancritól, 16-án pedig fél fokkal délre lesz az 5,9 magnitúdós 50 Cancritól. Szép együttállás ígérkezik 17-én és 18-án hajnalban, amikor 1 fokon belül látható az M67-tel, galaxisunk egyik legöregebb nyílthalmazával.

144P/Kushida. Kusida Josio japán amatőr csillagász fedezte fel egy 10 cm-es távcsővel 1994. január 8-án készült fotón. A fotografikusan 13,5 magnitúdós üstökös vizuálisan jó 2 magnitúdóval fényesebb volt, és a vártnál lassabban halványodott, így vélhetően egy kitörés miatt vált könnyen észlelhetővé. Ezt támasztja alá az is, hogy 1,3-1,4 CSE körüli perihéliumtávolsága már több mint száz év óta fennáll, mégsem találták meg korábban. A 7,6 éves keringési idejű kométa 2001-es, kedvezőtlen helyzetű visszatérése csak az újrafelfedezéshez volt elegendő, ám 2009-ben egy kisebb kitörésnek köszönhetően 9 magnitúdóig fényesedett. Idei láthatósága ismét kedvezőtlenül alakul, de a 2009-es kitörés megismétlődése esetén nagyobb távcsövekkel elérhető lehet a hajnali égen.

144P/Kushida

Dátum	RA (h m s)	D (° ' ")	Δ (CSE)	r (CSE)	E (°)	m_v (m)
09.01.	08 28 45	+17 22 06	2,159	1,431	34	13,3
09.06.	08 45 08	+16 11 46	2,148	1,433	34	13,3
09.11.	09 01 12	+14 57 04	2,139	1,437	35	13,3
09.16.	09 16 53	+13 38 41	2,130	1,443	36	13,3
09.21.	09 32 13	+12 17 16	2,123	1,451	37	13,4
09.26.	09 47 10	+10 53 31	2,118	1,462	38	13,4

Augusztus 30-i perihéliuma után az ekliptika közelében halad délkelet felé a Cancer, majd a Leo csillagképekben, sajátmozgása végig napi 0,8 fok lesz, földtávolsága 2,13 CSE körül mindössze 9 millió km-rel változik egy hónap alatt. Fényessége kitörés esetén elérheti a 11-12 magnitúdót, alapfényessége azonban csak 13-14 magnitúdó körül várható. A hónap első hajnalán 1 fokkal délnyugatra látható az 5,4 magnitúdós θ Cancritól, 10-én negyed fokkal keletre mutatkozik az 5,2 magnitúdós α^1 Cancritól. Asztrofotósoknak lehet érdekes 24-e hajnala, amikor egy 15 magnitúdós galaxisokból álló csoport előtt halad el, két nappal később pedig az R Leonistól fél fokkal délre halad el.

A Hold csillagfedései

Dátum hó nap	UT			J	Csillag		Hold		Pozíció		Korrekció	
	h	m	s		ZC/SAO név	m	fázis	h	CA	PA	A	B
9 5	18	47	35	be	2022 95	Vir	5,5	17 + 3	76 É	93	+0,4	-1,6
9 6	18	35	10	be	158874		7,7	25 + 10	60 É	74	+0,8	-1,2
9 6	18	46	18	be	2123		8,0	25 + 8	59 D	136	+0,8	-2,4
9 11	20	7	11	be	2787		6,3	72 + 20	47 É	42	+1,1	+0,4
9 11	20	54	5	be	2794		6,6	72 + 16	69 D	106	+1,5	-1,5
9 11	21	10	55	be	162239		7,0	73 + 15	51 É	46	+0,8	-0,1
9 15	22	54	16	be	3353	λ Aqr	3,7	99 + 34	31 É	5	+0,2	+2,7
9 15	23	30	7	ki	3353	λ Aqr	3,7	99 + 31	-29 É	306	+2,4	-2,7
9 19	23	48	32	ki	398		6,5	86 - 48	29 É	319	+3,0	-2,6

Dátum hó nap	UT			J	Csillag		Hold		Pozíció		Korrekció	
	h	m	s		ZC/SAO név	m	fázis	h	CA	PA	A	B
9 20	23	37	39	ki	93548	7,9	76 - 42	56 D 226	+0,7	+2,1		
9 21	22	10	51	ki	695 NSV 16115	6,6	66 - 21	61 D 235	+0,0	+2,0		
9 21	22	30	13	be	704 σ^2 Tau	4,7	66 - 24	-50 D 124	+0,7	+0,5		
9 21	22	54	44	ki	699 89 Tau	5,8	66 - 28	77 D 251	+0,4	+1,7		
9 21	23	11	25	ki	704 σ^2 Tau	4,7	66 - 31	35 D 209	+0,0	+2,8		
9 23	0	47	16	ki	858 NSV 16630	7,0	54 - 38	61 D 239	+0,6	+2,1		
9 23	23	7	14	ki	1011	7,3	43 - 13	69 D 252	-0,1	+1,6		
9 24	1	4	15	ki	95985	7,9	42 - 32	37 D 220	+0,2	+3,0		
9 24	1	15	38	be	1029 26 Gem	5,2	42 - 33	-43 D 141	+1,3	-0,7		
9 24	1	42	53	ki	96002	8,1	42 - 38	54 D 238	+0,7	+2,3		
9 24	1	55	55	ki	1029 26 Gem	5,2	42 - 40	30 D 213	+0,4	+3,6		
9 24	2	33	46	ki	96034	7,9	42 - 46	75 É 288	+1,3	+0,5		
9 24	23	58	13	ki	97030	7,8	32 - 12	85 D 272	+0,0	+1,3		
9 25	1	8	14	ki	97083 BN Gem	6,9	32 - 23	76 D 264	+0,3	+1,6		
9 25	1	31	38	ki	97098	8,3	32 - 27	64 É 304	+0,8	+0,4		
9 25	3	10	34	ki	97137 V0346 Gem	8,3	31 - 42	77 D 265	+1,1	+1,4		
9 26	1	23	35	ki	97901	7,4	22 - 16	49 É 323	+0,5	-0,3		
9 27	2	17	11	ki	X 14308	8,9	14 - 14	72 É 304	+0,3	+0,5		
9 27	2	47	3	ki	98580	7,5	14 - 19	88 É 288	+0,4	+0,9		
9 27	3	15	15	ki	1399	6,9	14 - 24	81 É 295	+0,6	+0,7		
9 28	3	11	9	ki	118221	8,2	7 - 13	23 É 356	+0,7	-4,2		
9 28	3	22	40	ki	118218	7,8	7 - 15	57 É 322	+0,4	-0,3		

Évforduló

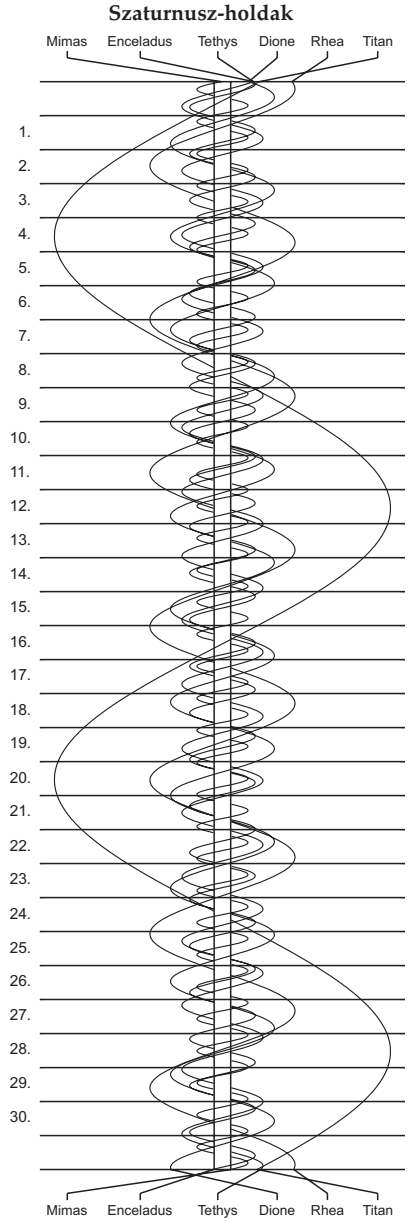
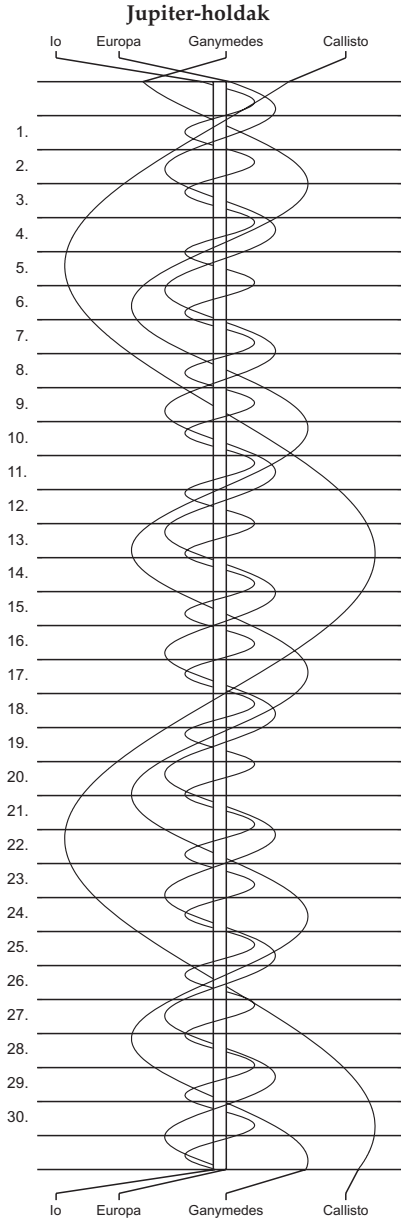
150 éve hunyt el Karl Hencke

Karl Ludwig Hencke (1793. április 8., Driesen – 1866. szeptember 21., Marienwerder) két kisbolygó felfedezéséről ismertté vált amatőr csillagász, aki kis obszervatóriumában akkor találta meg az ötödik és hatodik kisbolygót a Naprendszerben, amikor már senki nem számított újabb kisbolygókra. Hencke postásként majd postamesterként dolgozott szülővárosában, a mai lengyelországi Drezdenkóban, ahol 1821 körül építette föl magánobszervatóriumát. Hamarosan megkereste korának legnagyobb csillagászeit. Johann Encke nagylelkű támogatásban részesítette a postamestert, és hosszasan leveleztek. Hencke munkáját segítette, hogy 45 évesen nyugdíjazták, így sok időt tudott a csillagászatra fordítani. Első jelentős eredménye az 1845. júniusi üstökös (C/1845 L1) független fölfedezése. Ezt a sikert azonban hamarosan túlragyogta az (5) Astraea kisbolygó megpillantása december 8-án. Miután az Égi Rendőrség megtalálta az első négy kisbolygót, 1807-re úgy gondolták, a Mars és Jupiter közötti térség teljesen föl van térképezve. 38 éven keresztül nem is történt újabb kisbolygó-fölfedezés. Maga Hencke sem gondolta, hogy kisbolygót pillantott meg, a területről származó térképen nem szereplő 9 magnitúdós égitestet változó-csillagnak vélte, és egy ideig nem is kereste föl újra. Egyébként is a Vestáról akart



pozícióméréseket végezni... Csak akkor kereste föl ismét a „csillagot”, amikor rájött, hogy az égnek ezen a részén nem talált egyetlen változócsillagot sem, és az ellenőrzés során tapasztalta a tekintélyes elmozdulást. 1847-ben aztán fölfedezte a (6) Hebe kisbolygót is, ami nyilvánvalóvá tette, hogy a főívi régióban még számos további kisbolygó keringhet. Hencke észleléseit először a Berlińi Akadémia kiadásában megjelent térképek alapján végezte. A gyakorlati munka során azonban rájött e térképek fogyatékoságára, és saját maga kezdett az ég térképezésébe. 349 oldalnyi térképlapon juttatta el észleléseit a Berlińi Akadémia számára, amely az eget a -28 fokos deklinációig ábrázolta. Térképezési munkálatai alatt talált még öt változócsillagot is (R Del, R Cam, S Cep, S CrB, U Her). 1847-ben Argelander felter-

jesztette Henckét a Bonni Egyetem tiszteletbeli doktora címére, valamint megkapta a Porosz Akadémia aranyérmét, a Vörös Sas érmet, a francia akadémiától pedig kétszer a Lalande-díjat.



CSILLAGÁSZATI SZAKKÖR

14-19 éveseknek
a Polaris Csillagvizsgálóban

Foglalkozások csütörtökönként
18.00-19.30h között,
Szakkörvezető: Horvai Ferenc

Megismerheted a csillagképeket

Könnyen, hamar elsajátíthatod
a távcsövek használatát

Előadások csillagászatról, űrkutatásról,
aktuális égi eseményekről

Részese lehetsz a csillagászok
fantasztikus közösségének
(kirándulások, táborok stb.)



További információk: <http://polaris.mcse.hu>
e-mail: polaris@mcse.hu
Cím: 1037 Budapest, III. kerület, Laborc u. 2/c



$\lambda = 19^\circ, \varphi = 47,5^\circ$ **Kalendárium – október**

KÖZEI

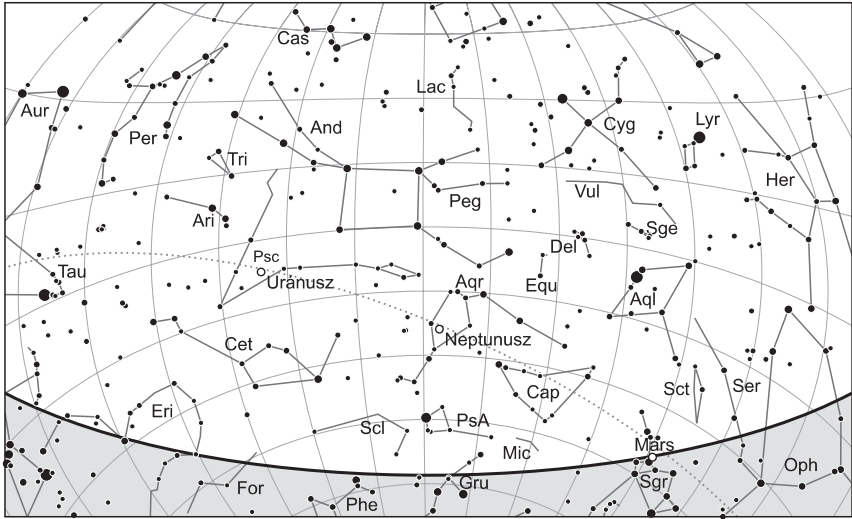
Dátum	Nap					Hold			fázis
	kel h m	delel h m	nyugszik h m	h_d °	E_t m	kel h m	delel h m	nyugszik h m	
1. sz 275.	5 43	11 33	17 23	39,1	+10,3	5 54	11 56	17 49	● 1 11
2. v 276.	5 44	11 33	17 21	38,7	+10,6	6 55	12 39	18 15	
40. hét									
3. h 277.	5 45	11 32	17 19	38,3	+10,9	7 55	13 22	18 43	
4. k 278.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

A nyári időszámítás alatt a KÖZEI-ben megadott időpontokhoz egy órát kell adni. A téli időszámítás – dőlt betűvel szedve – kezdete október 30-án 2^h KÖZEI-kor.

október

nap	Julian dátum 12 ^h UT	θ_{gr} 0 ^h UT h m s	névnapok
1.	2 457 663	0 40 38	Malvin, Rómeó, Terézia
2.	2 457 664	0 44 34	Petra, Őrs, Tamás
3.	2 457 665	0 48 31	Helga, Ignác, Mária, Terézia
4.	2 457 666	0 52 28	Ferenc, Aranka, Hajnalka
5.	2 457 667	0 56 24	Aurél, Attila, Pálma
6.	2 457 668	1 00 21	Brúnó, Renáta, Csaba
7.	2 457 669	1 04 17	Amália, Mária, Márk
8.	2 457 670	1 08 14	Koppány, Bettina, Brigitta, Etelka, Gitta, János, Mária
9.	2 457 671	1 12 10	Dénes, Ábrahám, Ábris, Andor, Elemér, Sára
10.	2 457 672	1 16 07	Gedeon, Dániel, Ferenc, Lajos, Sámuel
11.	2 457 673	1 20 03	Brigitta, Andor, Sándor
12.	2 457 674	1 24 00	Miksa, Rezső
13.	2 457 675	1 27 57	Kálmán, Ede, Fatima, Fatime, Jakab
14.	2 457 676	1 31 53	Helén, Beatrix, Dominik, Domonkos, Livia
15.	2 457 677	1 35 50	Teréz, Aranka, Aurélia, Hedvig, Tekla, Terézia, Vilma
16.	2 457 678	1 39 46	Gál, Ambrus, Aranka, Aurélia, Gellért, Hedvig, Margit
17.	2 457 679	1 43 43	Hedvig, Alajos, Ignác, Margit, Rezső, Rudolf
18.	2 457 680	1 47 39	Lukács, Ambrus
19.	2 457 681	1 51 36	Nándor, Frida, Friderika, Laura, Pál, Péter
20.	2 457 682	1 55 32	Vendel, Cintia, Irén, Irina
21.	2 457 683	1 59 29	Orsolya, Klementina, Zsolt
22.	2 457 684	2 03 26	Előd, Korinna
23.	2 457 685	2 07 22	<i>Nemzeti ünnep</i> ; Gyöngyi, Gyöngyvér, Ignác, János
24.	2 457 686	2 11 19	Salamon, Rafael, Ráhel
25.	2 457 687	2 15 15	Blanka, Bianka, János, Margit
26.	2 457 688	2 19 12	Dömötör, Amanda, Ametiszt, Armand
27.	2 457 689	2 23 08	Szabina
28.	2 457 690	2 27 05	Simon, Szimonetta, Alfréd
29.	2 457 691	2 31 01	Nárcisz, Melinda
30.	2 457 692	2 34 58	Alfonz, Fanni, Kolos, Stefánia
31.	2 457 693	2 38 55	Farkas, Kristóf

2. A zsidó naptár 5777. évének kezdete (napnyugtakor)
3. Az iszlám naptár 1438. évének kezdete (napnyugtakor)



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

Bolygók

Merkúr: A hónap első harmadában jól látható napkelte előtt a keleti látóhatár közelében, ekkor közel másfél órával kel a Nap előtt. A hónap közepére láthatósága gyorsan romlik, 20-án már eltűnik a Nap sugaraiban. 27-én felső együttállásban van a Nappal.

Vénusz: Fényesen ragyog napnyugta után az esti délnyugati égen. Egyre magasabban látszik, a hónap elején egy, a végén már másfél órával nyugszik a Napot követően. Fényessége $-3,9^m$ -ról $-4,0^m$ -ra, átmérője $12,1''$ -ről $13,9''$ -re nő, fázisa $0,85$ -ről $0,78$ -ra csökken.

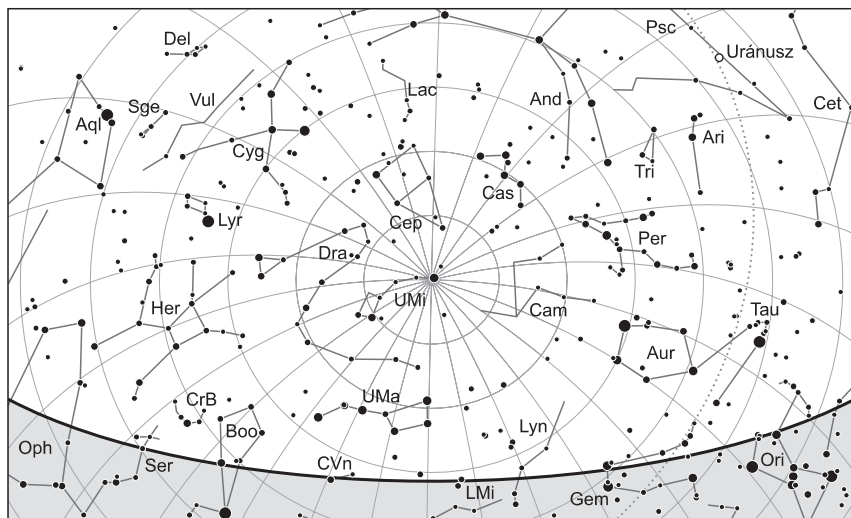
Mars: Előretartó mozgást végez a Nyilas csillagképben. Késő este nyugszik, az esti órákban látszik a délnyugati ég alján. Fényessége $0,1^m$ -ről $0,4^m$ -ra, látszó átmérője $8,8''$ -ről $7,5''$ -re csökken.

Jupiter: Előretartó mozgást végez a Szűz csillagképben. 15-én már kereshető napkelte előtt a keleti égen, ekkor már egy órával kel a Nap előtt. Láthatósága a hónap végéig sokat javul, addigra a napkelte előtti keleti égbolt feltűnő égitestévé válik. Fényessége $-1,7^m$, átmérője $31''$.

Szaturnusz: Előretartó mozgást végez a Kígyótartó csillagképben. A késő esti órákban nyugszik, még kereshető az esti délnyugati ég alján. Fényessége $0,5^m$, átmérője $16''$.

Uránusz: Egész éjszaka látható, a Halak csillagképben végzi hátráló mozgását. 15-én szembenállásban van a Nappal.

Neptunusz: Az éjszaka első felében figyelhető meg a Vízöntő csillagképben. Hajnalban nyugszik. A hónap végén hátráló mozgása lassulni kezd.



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

Eseménynaptár (UT)

Dátum Időpont Esemény

- 10.01. 0:11 újhold (a Hold a Szűz csillagképben, látszó átmérője 29'45,3")
- 10.02. 16:51 40 óra 40 perces holdsarló 3,3° magasan az esti égen (a Vénusztól 13°-kal északnyugatra)
- 10.03. 16:50 a Vénusz 4,5°-kal délre látható a 6,7%-os, növekvő fázisú Holdtól az esti szürkületben a Mérleg csillagképben
- 10.04. 11:03 a Hold földtávolban (földtávolság 406 096 km, látszó átmérője 29'25,5", 10,7%-os, növekvő holdfázis)
- 10.05. 17:21 a Marstól 49'-cel északra látható az NGC 6626 gömbhalmaz (M28, 6,9 magnitúdós) az esti szürkületben a Nyilas csillagképben
- 10.06. 16:44 a Szaturnusz 4,7°-kal délnyugatra látható a 26,8%-os, növekvő fázisú Holdtól az esti szürkületben a Kígyótartó csillagképben
- 10.06. 17:19 a Marstól 21,3'-cel északkeletre látható a λ Sagittarii (2,8 magnitúdós) az esti szürkületben
- 10.07. 17:17 a Marstól 17,3'-cel keletre látható az NGC 6638 gömbhalmaz (9,2 magnitúdós) az esti szürkületben a Nyilas csillagképben
- 10.07. 18:29 a 36,4%-os, növekvő fázisú holdkorong peremétől 51'-cel délre látható az M23 (nyílthalmaz, 5,5 magnitúdós)
- 10.08. 6:04 a Hold eléri legkisebb deklinációját $-18^{\circ}33'$ -nél (40,9%-os, növekvő holdfázis)

Dátum Időpont Esemény

- 10.08. 16:40 a Mars 6,5°-kal délre látható a 45,2%-os, növekvő fázisú Holdtól az esti szürkületben a Nyilas csillagképben
- 10.08. 17:50 a Mars, az M22 és az M28 gömbhalmazok háromszöget formázó, látványos együttállása az esti szürkületben a Nyilas csillagképben
- 10.08. 21:50 a (32) Pomona kisbolygó (11,3 magnitúdós) elfedi az UCAC4-491-000903-at (9,2 magnitúdós)
- 10.09. 3:48 a Hold maximális librációja ($l = -6,40^\circ$, $b = -5,60^\circ$)
- 10.09. 4:33 első negyed (a Hold a Nyilas csillagképben, látszó átmérője 30'18,4")
- 10.09. 17:13 a Marstól 1,6°-kal északra látható az NGC 6656 gömbhalmaz (M22, 5,2 magnitúdós) az esti szürkületben a Nyilas csillagképben
- 10.10. 0:00 a Déli Tauridák meteorraj elhúzódó maximuma, a rajtagok az éjszaka második felében, a holdnyugta után láthatók
- 10.11. 4:26 a Merkúr és a Jupiter 51'-es közelsége a Szűz csillagképben a hajnali szürkületben
- 10.11. 10:10 a Merkúr és a Jupiter legkisebb távolsága (47') a nappali égen, 12°-os elongációban a Naptól
- 10.13. 18:14 a Hold sűrölvá fedti a ϕ Aquariit az északi pereme mentén (4,2 magnitúdós, 92%-os, növekvő holdfázis)
- 10.13. 18:15 a 91,7%-os, növekvő fázisú holdkorong peremétől 6,0"-cel északra látható a ϕ Aquarii (4,2 magnitúdós)
- 10.14. 19:45 az Uránusz földközélen, távolsága 18,9511 CSE, látszó átmérője 3,7"
- 10.15. 9:36 az Uránusz eléri legnagyobb látszó fényességét, 5,7 magnitúdót
- 10.15. 10:43 az Uránusz oppozícióban a Halak csillagképben
- 10.15. 14:28 a Hold minimális librációja ($l = -2,91^\circ$, $b = 3,62^\circ$)
- 10.15. 23:09 a 99,9%-os, növekvő fázisú holdkorong peremétől 13'2"-cel délkeletre látható a 89 Piscium (5,1 magnitúdós)
- 10.16. 2:30 a (737) Arequipa kisbolygó (11,4 magnitúdós) 8'32"-cel délkeletre látható a ξ Pisciumtól (4,6 magnitúdós)
- 10.16. 4:23 telehold (a Hold a Halak csillagképben, látszó átmérője 33'20,0")
- 10.16. 20:51 a 99,2%-os, csökkenő fázisú holdkorong peremétől 7'42"-cel északnyugatra látható a 64 Ceti (5,6 magnitúdós)
- 10.16. 21:50 a 99,1%-os, csökkenő fázisú holdkorong peremétől 13'26"-cel északnyugatra látható a ξ Ceti (4,4 magnitúdós)
- 10.16. 23:34 a Hold földközélen (földtávolság 357 861 km, látszó átmérője 33'23,4", 98,9%-os, csökkenő holdfázis)
- 10.18. 22:28 a Hold mögül kilép a 48 Tauri (6,3 magnitúdós, 88%-os, csökkenő holdfázis)
- 10.18. 23:00 a 88%-os, csökkenő fázisú Hold a Hyadok csillaghalmaz előtt látható
- 10.18. 23:22 a Hold mögé belép a γ Tauri (3,7 magnitúdós, 88%-os, csökkenő holdfázis), kilépés 00:34-kor
- 10.19. 3:24 a 87,1%-os, csökkenő fázisú holdkorong peremétől 5'36"-cel délre látható a 71 Tauri (4,5 magnitúdós)
- 10.19. 3:44 a Hold mögül kilép a 70 Tauri (6,6 magnitúdós, 87%-os, csökkenő holdfázis)

Dátum Időpont Esemény

- 10.19. 4:05 a Hold mögé belép a θ^1 Tauri (3,8 magnitúdós, 87%-os, csökkenő holdfázis), kilépés a világos égen 05:07-kor
- 10.19. 4:14 a Hold mögé belép a θ^2 Tauri (3,4 magnitúdós, 87%-os, csökkenő holdfázis), kilépés a világos égen 05:01-kor
- 10.19. 4:39 a Hold súrolva fedi a γ^5 Taurit az északi pereme mentén (5,0 magnitúdós, 87%-os, csökkenő holdfázis)
- 10.19. 7:49 a nappali égen a 85,9%-os, csökkenő fázisú holdkorong peremétől $5'15''$ -cel északra látható az Aldebaran (α Tauri, 0,9 magnitúdós)
- 10.20. 1:53 a Hold mögül kilép a 111 Tauri (5,0 magnitúdós, 79%-os, csökkenő holdfázis)
- 10.20. 2:13 a (13) Egeria kisbolygó (11,4 magnitúdós) $14'22''$ -cel északra látható az o Geminorumtól (4,9 magnitúdós)
- 10.20. 3:07 a 78,3%-os, csökkenő fázisú holdkorong peremétől $37,5''$ -cel északra látható a 115 Tauri (5,4 magnitúdós)
- 10.20. 3:28 a 78,2%-os, csökkenő fázisú holdkorong peremétől $9'53''$ -cel délre látható a 117 Tauri (5,8 magnitúdós)
- 10.20. 23:36 a Hold eléri legnagyobb deklinációját $+18^\circ 37'$ -nél (69,7%-os, csökkenő holdfázis)
- 10.21. 0:00 az Orionidák meteorraj elhúzódo maximuma; a radiáns közelében látászó fogyó Hold zavarja a vizuális megfigyelést
- 10.21. 12:37 az (1) Ceres kisbolygó oppozícióban (7,4 magnitúdós, Cet csillagkép)
- 10.21. 16:11 a Hold maximális librációja ($l = 7,25^\circ$, $b = 5,59^\circ$)
- 10.22. 19:14 utolsó negyed (a Hold a Rák csillagképben, látszó átmérője $31'24,2''$)
- 10.22. 22:41 a (18) Melpomene kisbolygó oppozícióban (8,0 magnitúdós, Cet csillagkép)
- 10.25. 2:38 a Hold mögé belép a 31 Leonis (4,4 magnitúdós, 26%-os, csökkenő holdfázis), kilépés 03:50-kor
- 10.26. 3:05 a 18,5%-os, csökkenő fázisú holdkorong peremétől $21,9''$ -cel délre látható az 56 Leonis (5,9 magnitúdós)
- 10.27. 19:25 a Merkúr felső együttállásban a Nappal (a Naptól $30'$ -cel északkeletre)
- 10.28. 4:50 a Jupiter $2,2^\circ$ -kal délkeletre látható az 5,8%-os, csökkenő fázisú Holdtól a hajnali szürkületben a Szűz csillagképben
- 10.28. 10:46 a Jupiter $36'$ -cel délnyugatra látható a 4,7%-os, csökkenő fázisú Holdtól a nappali égen 25° -os elongációban a Naptól
- 10.28. 18:26 a Hold minimális librációja ($l = 3,46^\circ$, $b = -3,66^\circ$)
- 10.29. 4:52 36 óra 46 perces holdsarló $9,5^\circ$ magasan a reggeli égen (a Jupitertől $9,8^\circ$ -kal keletre)
- 10.29. 4:52 a Spica, a holdsarló és a Jupiter látványos együttállása a hajnali szürkületben a Szűz csillagképben
- 10.29. 13:22 a Mars napközelben, távolsága 1,3812 CSE
- 10.29. 16:03 a Vénusz és a Szaturnusz $3,0^\circ$ -os közelsége a Kígyótartó csillagképben az esti szürkületben

Dátum Időpont Esemény

10.30.	16:38	a Marstól 2'5"-cel északnyugatra látható az 53 Sagittarii (6,3 magnitúdós) az esti szürkületben
10.30.	17:38	újhold (a Hold a Mérleg csillagképben, látszó átmérője 29'24,7"), a 2016-os év legkisebb újholdja
10.31.	16:00	22 óra 22 perces holdsarló 1,8° magasan az esti égen
10.31.	19:29	a Hold földtávolban (földtávolság 406 662 km, látszó átmérője 29'23,0", 1,2%-os, növekvő holdfázis)

Hold–Regulus-együttállás október 25-én

Az Oroszlán legfényesebb csillaga, a Regulus alkot szép párost égi kísérőnkkel ezen a hajnalon. A duót trióvá a 4,4 magnitúdós 31 Leo egészíti ki, amelyet a 27%-ban megvilágított Hold 02:37 UT-kor elfed. A Hold magassága 20° felett lesz a keleti horizont felett.



Látványosnak ígérkezik a Hold–Regulus-együttállás október 25-én, amikor a 31 Leo fedésére is sor kerül

Hyadok-fedés október 19-én hajnalban

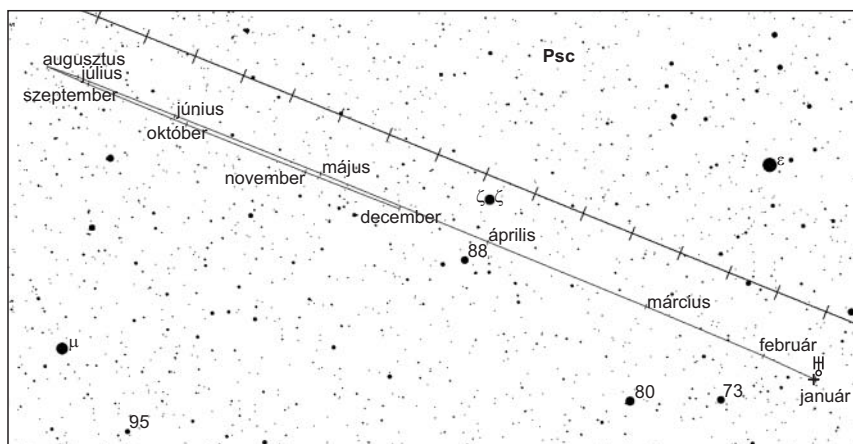
Éppen három nappal vagyunk túl a teleholdon, így az éjszakai eget még a nagy égi lámpás fogja uralni. Éjfél körül lép be a Hyadokba, amikor elfedi a 3,7 magnitúdós γ Taurit. A csillag belépése a világos oldalon is látványos lesz (erre még világidőben 18-án kerül sor), a kilépés a sötét oldalon „fényrobbanásként” fog hatni. A V alakú halmaz déli csillagsorán vonul végig a Hold, bár a nagy fázis miatt csak a legfényesebb halmaztagok fedése figyelhető meg. A 75 Tauri Budapestről a Hold északi pólusa fölött halad el 1'-re. Súroló fedés a Nagykanizsa–Szekszárd–Szeged vonalon lesz, ettől északra szoros közelítés látható a fényes, hajnali égen, hiszen ekkor a Nap már csak 6 fokkal lesz a horizont alatt. A θ^1 és θ^2 csillagok kilépésére napkelte pillanataiban kerül sor. Akik még bírják az októberi reggelt, napkelte után másfél órával megfigyelhetik, amint a Hold elvonul az Aldebaran alatt. Magyarországról nézve a csillag a legnagyobb közelítés idején 1-2'-re lesz északra a holdperemtől. A súroló fedés vonala Horvátországon halad keresztül, a Drávától nagyjából 40 km-re délre. A 140 fokos elongáció miatt könnyen látható lesz a vörös óriáscsillag a nappali ég ellenére.

A fedések időpontjai Budapesten

Dátum hó nap	UT			E	Csillag		Nap alt	Hold		CA °	PA °
	h	m	s		név	m		alt	az		
10 18	23	22	28	D	γ Tau	3,7		51	135	-87N	84
10 19	0	33	58	R	γ Tau	3,7		57	162	70S	247
10 19	3	43	41	R	70 Tau	6,6		47	236	78S	255
10 19	4	5	19	d	θ^1 Tau	3,8	-11	44	241	-72S	105
10 19	4	14	10	D	θ^2 Tau	3,4	-10	43	243	-49S	129
10 19	4	38	8	m	75 Tau	5,0	-6	39	250	4N	354
10 19	5	1	21	R	θ^2 Tau	3,4	-2	35	254	41S	219
10 19	5	7	15	R	θ^1 Tau	3,8	-1	34	256	65S	242
10 19	7	48	51	M	α Tau	0,9	22	9	285	1N	357

Oppozícióban az Uránusz

A bolygó október 15-én kerül oppozícióba 3,7^m-es korongátmérő és 5,7^m fényesség mellett. A Halak csillagképben járó, éjfél előtt delelő bolygó 51°-kal emelkedik a horizont fölé, kiváló lehetőséget adva a megfigyelésre. A világos türkizes bolygón nagyon alacsony kontrasztú világos és sötét sávok mintázata, kisebb diszkrét világos foltok bukkanhatnak fel. A bolygó északi pólusa jelentősen, 34°-kal billen felénk, így ha sikerül igen alacsony kontrasztú sávokat megpillantanunk a bolygón, azok íveltsége már megfigyelhető. Fotózáshoz a nagyméretű műszer és a jó seeing mellett használjunk narancs, vörös, esetleg IR szűrőt, amivel a világos foltok kontrasztja megnő az elsötétített bolygókorongon. Észlelésünkön ne feledjük el pontosan bejelölni a nyugati irányt, anélkül a pólusok tájolása lehetetlen lesz!



Perihéliumban a Mars, a porviharok időszaka

A bolygó október 29-én kerül napközelségbe ($L_s = 251$). A zsugorodó déli pólussapka apró részletei jól látszanak, így az egyre kisebb Novus Mons és a szélesedő Rima Australis. Az apró pólussapka közepe látványosan arrébb csúszik a déli pólustól, így a déli pólussapka nem látszik pontosan szemben az északival. A Syrtis Major keskenyedni kezd. Zúzvara bukkanhat fel a sivatagokban, orografikus felhők előfordulhatnak. Sok globális porvihar származik ebből az évszaktól. Érdeemes tehát a világos narancssárga foltok után kutatni, amelyek vörös szűrővel látszanak a legvilágosabbnak. Bár a korongátmérő hó végére 7,6"-re csökken, nagyobb távcsövekkel még részletes megfigyelések készíthetők.

Üstökösök

43P/Wolf–Harrington. A mérések szerint 3,6 km-es szilárd magú üstökös folytatja délkelet felé mozgását a Hydra, majd a Sextans csillagképben. Mivel már augusztus közepeán áthaladt napközelpontján, egyre gyorsabban távolodik csillagunktól, így hiába közeledik lassan bolygónkhoz, fényessége apadni kezd, fél magnitúdót gyengülve 12 magnitúdó alá halványodik. Csillagszegény területen mozog, mégis több támpont is adódik megtalálásához, 5-én hajnalban fél fokkal északkeletre láthatjuk a 4,7 magnitúdós HD 83425-től, 9-én 55 ívperccel délre jár a 6,3 magnitúdós 4 Sextantistól, másnap pedig a 6,0 magnitúdós 7 Sextantist közelíti meg 38 ívpercre északról. Számos halvány galaxis között haladva 25-én fél fokkal északra, másnap pedig 25 ívperccel keletre lesz az 5,2 magnitúdós δ Sextantistól.

144P/Kushida. A napközelen általában gázkómát mutató üstökös pályája mentén a Spitzer-űrtávcsővel porösvényt sikerült kimutatni 2007-ben, ami korábbi kitörések nyoma lehet, amilyenek 1994-ben, illetve 2009-ben is történtek. Az ugyanezen mérések alapján mindössze 1,6 km-es magú üstökös ebben a hónapban is folytatja délkeleti irányú mozgását a Leo csillagképben, de közben egy hétre átlátogat a Sextansba. A Naptól már egy hónapja távolodó kométa földtávolsága továbbra is csak minimális mértékben változik 2,1 CSE körül, sajátmozgása napi 0,76 és 0,66 fok között csökken. Fényessége nagyon bizonytalan, 11–14 magnitúdó között bárhol lehet, 9-én hajnalban 42 ívperccel északkeletre látható a 6,1 magnitúdós 43 Leonistól, három nappal később 52 ívperccel délnyugatra mutatkozik a 48 Leonistól, 22-én és 23-án pirkadatkor pedig a 4,9 magnitúdós 58 Leonistól fél fokkal délnyugatra, majd délkeletre kereshetjük.

Őszi tejutas éjszakák

A hosszabbodó őszi éjszakák a vénasszonyok nyara idején még gyakran párosulnak derült égbolttal, akár november közepén is kialakulhat még szép időjárás. Az ősz egyértelműen a Tejút ideje, melynek északi szakasza a zenitben delel, itt a Cassiopeia nagy W-je és a Cepheus „házikója” mellett felismerhetjük a Perseus Y alakját, benne számos fényes csillaghalmazzal. Azt se feledjük, hogy az északi nyári csillagképek még kora ősszel is kellemesen észlelhetők, így a Cygnus csodálatos nyílthalmazai és ködei, a

Lyra, az Aquila, sőt a Scutum vidéke is elérhető még pár hétig. A Hercules is csak október közepén merül az északi horizont alá.

Dél felé haladva az Andromeda csillagláncá és a Pegasus „hokiütője” urálja az égboltot, még délebbre a kissé kietlen „vizes” csillagképek: a Cetus, az Aquarius és a Pisces tűnnek elő sötétebb égről. Ezen a tájékon néhány szép galaxis akadhat távcsővégre: a Sculptorban ott a tőlünk kissé alacsonyan látható NGC 253, egy 7 magnitúdós galaxis, az Aquariusban a Csiga-köd (a Földhöz legközelebbi planetáris köd, amelynek fényessége 6,5 magnitúdó) és az M2 gömbhalmaz, a Capricornusban az M30, egy szokatlanul sűrű gömbhalmaz.

Az Andromedában találjuk az egyik legismertebb és legszebb mélyég-objektumot, az Andromeda-galaxist, avagy az M31-et (fényessége 3,5^m) és kísérőit (M32 és M110, 8-9 magnitúdósak). Sötétebb égen bármilyen binokulárral és távcsővel felejthetetlen látványt nyújtanak. Nem messze, a Triangulumban található az M33, mely szintén a Lokális Csoport része, akárcsak az Andromeda-galaxis és saját Tejútrendszerünk (és még néhány tucat törpe csillagváros). A Pegasusban az M15 gömbhalmazt és az NGC 7331 jelzésű 10 magnitúdós galaxist kereshetjük fel, amely az Andromeda-köd kistestvéreként látszik, hiszen sokkal nagyobb távolságban van tőlünk. A Cassiopeia és a Cepheus csillagképek mitikus párosa a nyílt csillaghalmazok és gázködök kifogyhatatlan tárháza, több tucat fényes és sok tucat halványabb halmaz várja, hogy távcsövünkkel megkeressük őket. Csak néhányat említünk: NGC 7510, NGC 7380, NGC 7160, M52, NGC 457, NGC 663, NGC 7789, M103. Továbbhaladva a Tejút mentén délkelet felé, a Perseus és a



Lubai Csaba felvétele az NGC 7380-ról és ködösségéről („Varázsló-köd”). 25 T, CentralDS Astro40D kamera, 32×5 perc ISO 1000-n.



Tóth Krisztián fényképe az NGC 7331-ről és háttérgalaxisairól. 102/635 GPU apo, ASI 120MM kamera, 103×35 s expozíció.

Cassiopeia határán „beleütközünk” a Perseus-ikerhalmaz fényes, kettős foltjába. A két csillaghalmaz – katalógusszámuk NGC 869 és 884 – fizikai kapcsolatban áll egymással, koruk azonos, távolságuk a Földtől 7200 fényév. A Perseus látványossága még az M34 és az NGC 1528 halmaz is, de az NGC 1023-at megtekintve egy 9-10 magnitúdós, látványos csillagvárossal is találkozhatunk erre felé.

A Hold csillagfedései

Dátum hó nap	UT			J	Csillag		Hold		Pozíció		Korrekció	
	h	m	s		ZC/SAO név	m	fázis	h	CA	PA	A	B
10 4	17	37	27	be	2200	7,5	12 +	5	73 É	82	+0,6	-1,4
10 7	17	44	24	be	2573	7,2	36 +	17	64 É	63	+1,3	-0,5
10 8	17	39	56	be	2718	6,7	45 +	21	80 D	95	+1,7	-0,8
10 8	20	8	39	be	161842 NSV 24594	6,9	46 +	6	78 D	97	+0,9	-1,6
10 9	17	59	52	be	2865	5,7	55 +	23	46 É	37	+1,3	+0,8

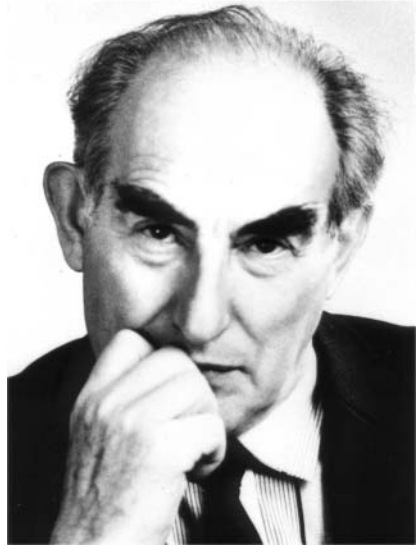
Dátum hó nap	UT			J	Csillag		Hold		Pozíció		Korrekció	
	h	m	s		ZC/SAO	név	m	fázis	h	CA	PA	A
10 10	17	49	4	be	163639		7,8	65 + 26	73	É	59	+1,6 +0,7
10 10	18	55	54	be	2997		7,2	66 + 25	69	D	98	+1,8 -0,7
10 10	20	59	17	be	3005		6,2	66 + 15	28	D	139	+2,4 -4,0
10 11	19	35	11	be	3142		7,1	76 + 28	56	É	39	+1,1 +0,8
10 12	20	35	29	be	3286		7,2	85 + 31	47	D	111	+2,1 -1,2
10 13	21	19	21	be	3432		6,2	92 + 36	29	D	126	+2,7 -2,3
10 14	19	11	57	be	22		7,2	97 + 34	33	É	2	+0,1 +3,4
10 16	17	53	6	ki	303		6,4	99 - 14	69	É	301	+0,5 +0,7
10 17	20	24	5	ki	462		6,0	95 - 31	40	D	217	+0,3 +2,3
10 18	0	38	49	ki	477		7,8	95 - 55	79	É	277	+1,7 -0,5
10 18	22	28	14	ki	626	48 Tau	6,3	88 - 44	76	D	253	+1,0 +1,5
10 18	23	22	26	be	635	γ Tau	3,7	88 - 51	-87	É	84	+1,3 +1,0
10 19	0	33	58	ki	635	γ Tau	3,7	88 - 57	70	D	247	+1,4 +1,1
10 19	3	43	41	ki	659	70 Tau	6,6	87 - 47	78	D	255	+1,3 -0,5
10 19	23	51	53	ki	94476		7,8	79 - 49	28	D	209	+0,6 +3,4
10 20	1	18	34	ki	94513		7,9	79 - 58	17	D	197	+0,9 +4,9
10 20	1	52	50	ki	806	111 Tau	5,0	79 - 60	31	D	211	+1,3 +3,1
10 20	20	59	8	ki	944		5,9	70 - 13	82	D	266	+0,0 +1,4
10 20	23	41	26	ki	95554		7,6	69 - 39	82	D	266	+0,9 +1,3
10 21	3	30	33	ki	95703		7,5	68 - 61	76	É	289	+1,7 -0,9
10 22	1	32	12	ki	1116		7,2	58 - 47	68	D	257	+1,2 +1,5
10 22	23	11	39	ki	97677	NSV 17801	7,3	48 - 15	58	É	315	+0,4 +0,1
10 23	0	48	36	ki	1246		6,4	47 - 30	43	D	236	+0,5 +2,7
10 24	4	7	43	ki	1378		8,4	35 - 50	81	D	278	+1,6 +0,5
10 25	2	37	42	be	1486	31 Leo	4,4	26 - 27	-82	É	102	+0,8 +1,1
10 25	3	50	13	ki	1486	31 Leo	4,4	26 - 39	89	É	291	+1,2 +0,4
10 27	2	44	27	ki	119002		8,6	11 - 9	66	É	318	+0,2 -0,1
10 28	3	33	58	ki	1791	KQ Vir	8,8	6 - 7	80	D	287	+0,3 +1,0

Évfordulók

Száz éve született Vitalij Ginzburg

Vitalij Lazarevics Ginzburg (1916. október 4., Moszkva – 2009. november 8., Moszkva) a szovjet asztrofizika egyik legnagyobb alakja, Jakov Zeldovics és Joszif Sklovskij mellett. A 2003-as fizikai Nobel-díj egyik kitüntetettje (a szupravezetés és szuperfolyékonyság elméletéért). Részt vett a szovjet hidrogénbomba megépítésében is. Csillagászati tevékenysége a kozmikus sugarak eredetére, a Nap nemtermális sugárzásaira, a szupernóva-maradványokra, aktív galaxisokra, kvazárookra és a kompakt objektumokra egyaránt kiterjedt. Moszkvai zsidó családban született, és középfokú tanulmányai után egy röntgenlaboratórium asszisztenseként dolgozott. Innen került a Moszkvai Állami Egyetemre, ahol 1938-ban végzett fizikusként, 1940-ben szerzett kandidátusi fokozatot, és 1942-ben a tudomány doktora lett. 1940-től a Szovjet Tudományos Akadémia Lebe-

gyev Fizikai Intézetében helyezkedett el, Igor Tamm irányítása alatt, majd 1971-től Ginzburg lett az intézmény vezetője. Korai munkáiban plazmafizikával foglalkozott és a rádióhullámok terjedésével a földi magnetoszférában. Csillagászati objektumok nemtermális tulajdonságait vizsgálva felismerte, hogy a Rák-ködben kiterjedt nemtermális sugárforrás helyezkedik el. Elvetette, hogy a Cygnus A ütköző galaxisokból állna, és egyetlen, galaxis méretű nemtermális sugárforrással magyarázta a rádiómegfigyeléseket. 1965-ben kimutatta, hogy az intergalaktikus anyag forró, legalább százezer kelvin hőmérsékletű. Ezt Maarten Schmidt észlelései, valamint James Gunn és Bruce Peterson interpretációja hamarosan meg is erősítette. Ugyanebben az évben érvelt amellett, hogy a kozmikus sugárzás szupernóva-maradványokban keletkezik, amellyel Walter Baade és Fritz Zwicky



elképzeléseit élesztette újjá. Ginzburg a szovjet tudósok közül Lev Landau mellett máig a legidézettebb kutató. 1953-tól tagja volt az akadémiának, elnyerte a Lenin-rendet és a Sztálin-díjat. 1974-ben angliai előadókörútra hívták, de nem hagyhatta el a Szovjetuniót. 1970-ben alapító elnöke volt az IAU Nagyenergiás Asztrofizika csoportjának, de az ülések legtöbbször szintén nem tudott részt venni. Ginzburg filozófiai nézetei a hivatalos ideológiának is megfelelő militáns ateizmus talaján álltak, a szovjet korszakban számos egyházkritikus közleményt jegyzett a napi sajtóban. A rezsim bukása után is rendszeresen ostromozta az orosz ortodox egyházat, amiért az egyház exkommunikálta („kiátkozta”), az új hatalom szemében pedig kegyvesztett lett. 2009-ben halt meg szívbetegségben, a diplomácia ekkorra már túllépett a korábbi ellentéteken – temetésén Dmitrij Medvegyev orosz elnök képviselte az államot.

Száz éve született John O’Keefe

John Aloysius O’Keefe (1916. október 13., Lynn – 2000. szeptember 8., Sioux Falls) naprendszerkutató, „az űrgeológia nagyapja” (ahogy Eugene Shoemaker hívta), az űrgeodézia atyja volt. Római katolikus családból származott, és ezt egész életében nagyon fontosnak tartotta. Iskoláit a Harvardon és a Chicagói Egyetemen végezte, ahol állományba is került. 1938-ban ő fejtette meg az R CrB fényváltozásának rejtélyét, a csillagból időnként kiáramló, kondenzálódó grafitfelhők gyorsan közismertté váltak, amint erről a Times magazin is beszámolt. A háború alatt a Haditerképzési Szolgálatnál helyezkedett el, ahonnan 1958-ban a NASA Goddard Centerbe hívták. Az ötvenes években kidolgozott egy közelítő-mikroszkópiai eljárást, amely akkor nem vált rutinszerű mikroszkópiai technikává, ám továbbfejlesztése, a pásztázó alagút-mikroszkópia 1986-ban fizikai Nobel-díjat ért. 1955-ben tett javaslatot arra, hogy az azonos



pályán keringő műholdak kölcsönös helyzetéből a Föld gravitációs alakját meg lehet határozni. A tényleges mérés az űrkorszak egyik első „tisztán tudományos” felfedezése lett, és ismertté vált, hogy a Föld gravitációs potenciáljának jelentős harmadrendű tagja van. A „körte alakú” Föld hasonlóan népszerű pályát futott be, mint az R CrB fényváltozása. O’Keefe részt vett az Apollo-programban, tőle származott a Holdon hagyott tükrök ötlete, amely máig nagyon pontos távolságmérést tesz lehetővé. 1975-től a tektitek vizsgálata kötötte le a figyelmét. Haláláig meg volt róla győződve, hogy a tektitek heves holdi vulkanikus tevékenységből származnak, elméletét könyvben foglalta össze (a ma elfogadott nézet szerint ezek földi meteoritbecsapódáshoz köthető olvadékok). 1995-ben nyugdíjazták Parkinson-kórja miatt, majd öt év múlva májrákban hunyt el. Nevét egy kisbolygó őrzi és a Jarkovszkij–O’Keefe–Radzijevszkij–Paddack-jelenség, amely a kisbolygók forgásvektorának változásait írja le sugárzási térben. O’Keefe nagyszívű, lelkesítő személyiség volt. Szilárdan hitt az életörömben és az emberiségben. Az erős antropikus elven nyugvó híres mondása tükrözi derűs életfilozófiáját: „A természeti törvények mércéi szerint az ember a világegyetem kényeztetett, babusgatott, dédelgetett kedvence. Az univerzum nyilvánvalóan azért lett teremtvé, hogy emberek éljenek benne.”

Jupiter-holdak

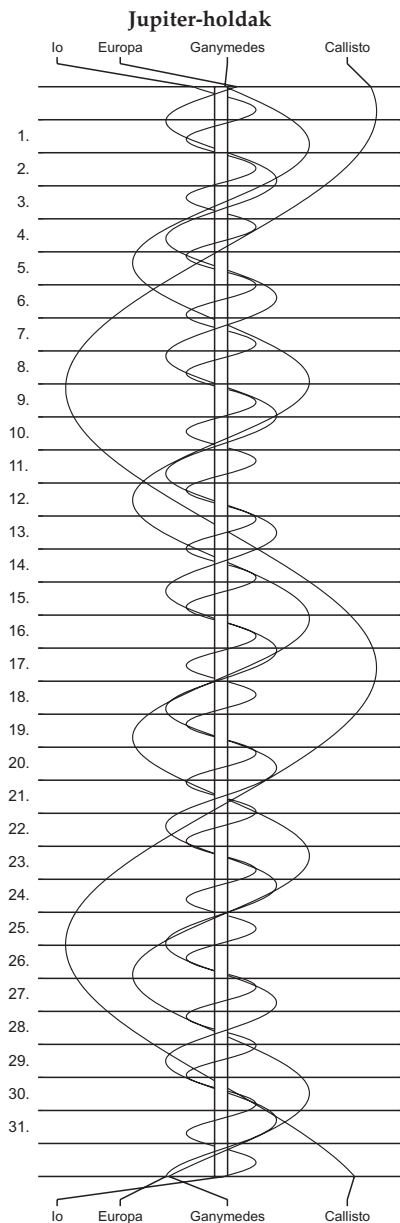
nap	UT h:m	hold	jelenség
8	4:12,8	Io	ák
25	4: 5,2	Ganymedes	ev
31	4:23,8	Io	ák

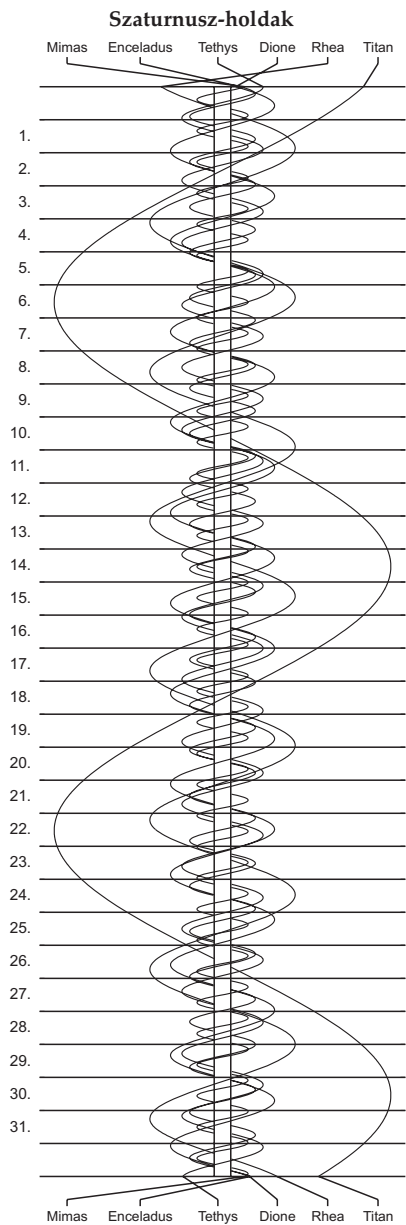
á = átvonulás: a hold árnyéka a Jupiteren

e = előtte: a hold a Jupiter korongja előtt

k = a jelenség kezdete

v = a jelenség vége





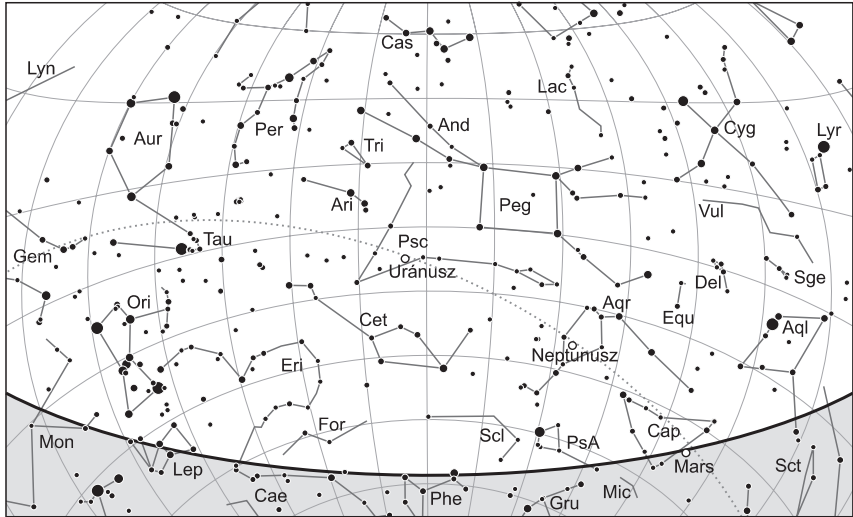
$\lambda = 19^\circ, \varphi = 47,5^\circ$ **Kalendárium – november**

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. k 306.	6 28	11 27	16 26	27,9	+16,5	7 45	12 49	17 47	
2. sz 307.	6 29	11 27	16 25	27,6	+16,5	8 42	13 35	18 24	
3. cs 308.	6 31	11 27	16 23	27,3	+16,5	9 37	14 22	19 05	
4. p 309.	6 32	11 27	16 22	27,0	+16,5	10 28	15 10	19 52	
5. sz 310.	6 34	11 27	16 20	26,7	+16,5	11 15	15 59	20 45	
6. v 311.	6 35	11 27	16 19	26,4	+16,4	11 58	16 48	21 43	
45. hét									
7. h 312.	6 37	11 27	16 18	26,1	+16,4	12 36	17 38	22 45	☉ 20 51
8. k 313.	6 38	11 27	16 16	25,8	+16,3	13 12	18 28	23 52	
9. sz 314.	6 40	11 27	16 15	25,5	+16,2	13 44	19 18	–	
10. cs 315.	6 41	11 28	16 14	25,2	+16,1	14 16	20 10	1 02	
11. p 316.	6 43	11 28	16 12	24,9	+16,0	14 47	21 03	2 15	
12. sz 317.	6 44	11 28	16 11	24,7	+15,9	15 19	21 58	3 31	
13. v 318.	6 46	11 28	16 10	24,4	+15,8	15 55	22 55	4 49	
46. hét									
14. h 319.	6 47	11 28	16 09	24,1	+15,6	16 35	23 55	6 07	☉ 14 52
15. k 320.	6 49	11 28	16 08	23,9	+15,4	17 21	–	7 25	
16. sz 321.	6 50	11 28	16 07	23,6	+15,3	18 13	0 56	8 38	
17. cs 322.	6 51	11 29	16 05	23,4	+15,1	19 13	1 58	9 43	
18. p 323.	6 53	11 29	16 04	23,2	+14,9	20 17	2 57	10 39	
19. sz 324.	6 54	11 29	16 03	22,9	+14,6	21 23	3 54	11 25	
20. v 325.	6 56	11 29	16 03	22,7	+14,4	22 29	4 48	12 04	
47. hét									
21. h 326.	6 57	11 30	16 02	22,5	+14,2	23 34	5 38	12 38	☉ 9 33
22. k 327.	6 59	11 30	16 01	22,3	+13,9	–	6 25	13 07	
23. sz 328.	7 00	11 30	16 00	22,1	+13,6	0 37	7 10	13 33	
24. cs 329.	7 01	11 30	15 59	21,9	+13,3	1 39	7 53	13 59	
25. p 330.	7 03	11 31	15 58	21,7	+13,0	2 40	8 36	14 24	
26. sz 331.	7 04	11 31	15 58	21,5	+12,7	3 40	9 19	14 50	
27. v 332.	7 05	11 31	15 57	21,3	+12,4	4 40	10 02	15 18	
48. hét									
28. h 333.	7 07	11 32	15 56	21,1	+12,1	5 39	10 46	15 49	
29. k 334.	7 08	11 32	15 56	21,0	+11,7	6 37	11 32	16 24	☉ 13 18
30. sz 335.	7 09	11 32	15 55	20,8	+11,4	7 33	12 19	17 03	

november

nap	Julián dátum 12 ^h UT	θ_{gr} 0 ^h UT h m s	névnapok
1.	2 457 694	2 42 51	<i>Mindenszentek</i> ; Marianna, Benigna
2.	2 457 695	2 46 48	Achilles, Viktor
3.	2 457 696	2 50 44	Győző, Bálint, Ida, Szilvia, Valentin
4.	2 457 697	2 54 41	Károly, Karola, Karolina, Sarolta
5.	2 457 698	2 58 37	Imre
6.	2 457 699	3 02 34	Lénárd
7.	2 457 700	3 06 30	Rezső, Ernő, Karina, Rudolf
8.	2 457 701	3 10 27	Zsombor, Kolos
9.	2 457 702	3 14 24	Tivadar, Tihamér
10.	2 457 703	3 18 20	Réka, András, Ariel, Tünde
11.	2 457 704	3 22 17	Márton, Martin
12.	2 457 705	3 26 13	Jónás, Renátó, Emil, Krisztián, Levente, Tihamér
13.	2 457 706	3 30 10	Szilvia, Jenő, Miklós
14.	2 457 707	3 34 06	Aliz, Klementina, Vanda
15.	2 457 708	3 38 03	Albert, Lipót, Dezső, Richárd
16.	2 457 709	3 41 59	Ödön, Ágnes, Alfréd, Gertrúd, Margit, Péter
17.	2 457 710	3 45 56	Hortenzia, Gergő, Ede, Gergely, György, Hilda, Ildikó
18.	2 457 711	3 49 53	Jenő, Jolán, Ottó, Péter
19.	2 457 712	3 53 49	Erzsébet
20.	2 457 713	3 57 46	Jolán, Amália, Ödön, Zoltán, Zsolt
21.	2 457 714	4 01 42	Olivér, Amália, Mária
22.	2 457 715	4 05 39	Cecília, Csilla, Mária
23.	2 457 716	4 09 35	Kelemen, Klementina, Dániel
24.	2 457 717	4 13 32	Emma, Flóra, János, Virág
25.	2 457 718	4 17 28	Katalin, Karina, Katarina, Katica, Katinka, Kitty, Liza
26.	2 457 719	4 21 25	Virág, Lénárd, Péter, Szilveszter
27.	2 457 720	4 25 22	Virgil, Jakab
28.	2 457 721	4 29 18	Stefánia, Jakab
29.	2 457 722	4 33 15	Taksony
30.	2 457 723	4 37 11	András, Andor, Amália, Endre



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

Bolygók

Merkúr: A hónap nagyobb részében a Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. 20-a után már kereshető napnyugta után a délnyugati látóhatár közelében, de ekkor még csak fél órával nyugszik a Nap után. Ez az érték a hónap végére ötven percre javul, ami nagyban növeli a megfigyelhetőségét.

Vénusz: Az esti délnyugati ég feltűnően ragyogó égiteste. A hónap elején bő másfél, a végén közel három órával nyugszik a Nap után, kitűnő megfigyelhetőséget biztosítva. Fényessége $-4,0^m$ -ról $-4,2^m$ -ra, átmérője $14,0''$ -ről $16,7''$ -re nő, fázisa $0,78$ -ról $0,69$ -ra csökken.

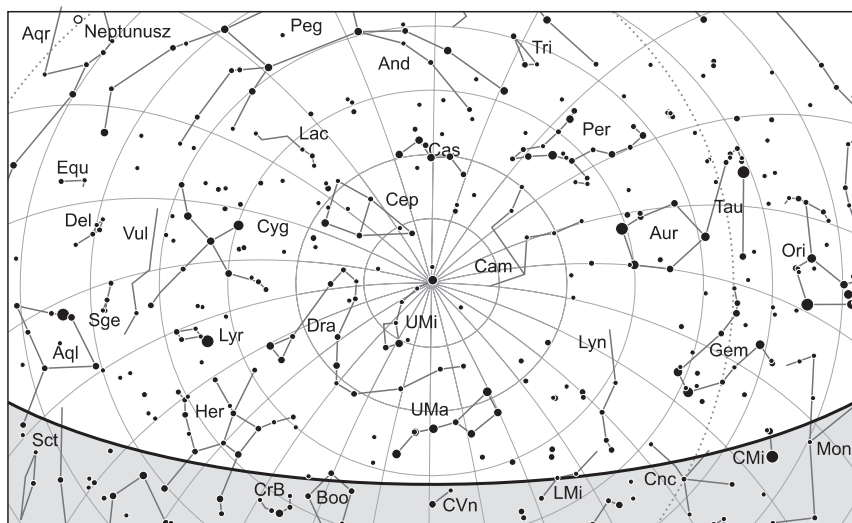
Mars: Előretartó mozgást végez a Nyilas, majd 8-tól a Bak csillagképben. Késő este nyugszik, az esti órákban látszik a délnyugati ég alján. Fényessége $0,4^m$ -ról $0,6^m$ -ra, látszó átmérője $7,5''$ -ről $6,5''$ -re csökken.

Jupiter: Előretartó mozgást végez a Szűz csillagképben. Kora hajnalban kel, a hajnali órákban feltűnően látszik a délkeleti égen. Fényessége $-1,7^m$, átmérője $32''$.

Szaturnusz: Előretartó mozgást végez a Kígyótartó csillagképben. A hónap első felében még kereshető napnyugta után a délnyugati ég alján, utána belevész az alkonyati fénybe. Fényessége $0,5^m$, átmérője $15''$.

Ura-nusz: Az éjszaka nagy részében kereshető a Halak csillagképben. Hajnalban nyugszik. Hátráló mozgása a hónap végén lassulni kezd.

Neptunusz: Az éjszaka első felében figyelhető meg a Vízöntő csillagképben. Éjfél körül nyugszik. Mozgása 20-án vált hátrálóból előretartóra.



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

Eseménynaptár (UT)

Dátum Időpont Esemény

- 11.01. 3:18 két Jupiter-hold (Europa és Ganymedes) árnyéka látható a bolygó korongján 04:39 UT-ig
- 11.01. 15:59 46 óra 21 perces holdsarló $6,4^\circ$ magasan az esti égen (a Vénusztól 18° -kal északnyugatra, a Szaturnusztól 14° -kal nyugatra)
- 11.01. 16:35 a (134340) Pluto törpebolygó $16,3'$ -cel északra látható az o Sagittariitól ($3,8$ magnitúdós) az esti szürkületben
- 11.02. 15:57 a holdsarló, a Vénusz és a Szaturnusz egy vonalba rendeződve látványosan együttáll az esti szürkületben a Skorpió csillagképben
- 11.02. 15:57 a holdsarló az esti szürkületben a Kígyótartó csillagképben
- 11.03. 15:13 a (79) Eurynome kisbolygó oppozícióban ($9,6$ magnitúdós, Kos csillagkép)
- 11.03. 15:56 a Vénusz $7,3^\circ$ -kal délnyugatra látható a $13,5\%$ -os, növekvő fázisú Holdtól az esti szürkületben a Kígyótartó csillagképben
- 11.03. 16:32 a (8) Flora kisbolygó ($11,1$ magnitúdós) $5'50''$ -cel keletre látható a 24 Sagittariitól ($5,5$ magnitúdós) az esti szürkületben
- 11.04. 13:05 a Hold eléri legkisebb deklinációját $-18^\circ44'$ -nél ($19,7\%$ -os, növekvő holdfázis)
- 11.04. 16:31 a (8) Flora kisbolygó ($11,1$ magnitúdós) $6'26''$ -cel délre látható az NGC 6656 gömbhalmaztól (M22, $5,2$ magnitúdós) az esti szürkületben a Nyilas csillagképben

Dátum Időpont Esemény

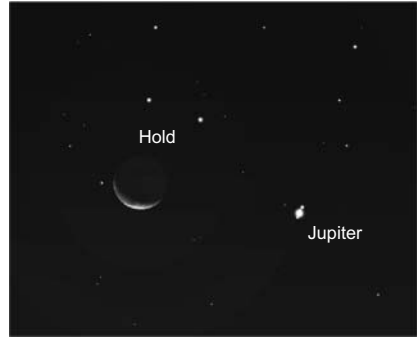
- 11.04. 17:07 a 20,9%-os, növekvő fázisú holdkorong peremétől 57'-cel északkeletre látható az M25 (nyílthalmaz, 4,6 magnitúdós)
- 11.05. 17:07 a Hold mögül kilép a 43 Sagittarii (4,9 magnitúdós, 29%-os, növekvő holdfázis)
- 11.06. 11:37 a Hold maximális librációja ($l = -6,76^\circ$, $b = -4,37^\circ$)
- 11.06. 15:52 a Mars $5,0^\circ$ -kal délre látható a 38,3%-os, növekvő fázisú Holdtól az esti szürkületben a Nyilas és a Bak határán
- 11.07. 10:00 a Leonidák meteorraj maximuma a délelőtti órákban, de a hajnalban látható rajtagok megfigyelését a fényes Hold nehezíti
- 11.07. 16:27 a (8) Flora kisbolygó (11,1 magnitúdós) $9'9''$ -cel délre látható a 26 Sagittariitól (6,2 magnitúdós) az esti szürkületben
- 11.07. 19:51 első negyed (a Hold a Vízöntő csillagképben, látszó átmérője $30'55,0''$)
- 11.08. 4:29 a Jupitertől $33'$ -cel északra látható az NGC 4691 galaxis (11,1 magnitúdós) a hajnali szürkületben a Szűz csillagképben
- 11.08. 16:26 a Marstól $23,4'$ -cel nyugatra látható az NGC 6864 gömbhalmaz (M75, 8,6 magnitúdós) az esti szürkületben a Nyilas csillagképben
- 11.09. 15:48 a Neptunusz $57'$ -cel nyugatra látható a 69,2%-os, növekvő fázisú Holdtól az esti szürkületben a Vízöntő csillagképben
- 11.09. 19:35 a 70,8%-os, növekvő fázisú holdkorong peremétől $10'59''$ -cel északnyugatra látható a λ Aquarii (3,7 magnitúdós)
- 11.10. 22:09 a Hold mögé belép a 24 Piscium (5,9 magnitúdós, 89%-os, növekvő holdfázis)
- 11.12. 2:42 a (29) Amphitrite kisbolygó (10,9 magnitúdós) $22,9'$ -cel északra látható az NGC 3351 galaxistól (M95, 9,7 magnitúdós) az Oroszlán csillagképben
- 11.12. 19:25 a (2) Pallas kisbolygó (10,1 magnitúdós) $10'37''$ -cel délnyugatra látható a 15 Aquariitól (5,8 magnitúdós)
- 11.12. 19:39 a 95,2%-os, növekvő fázisú holdkorong peremétől $5'25''$ -cel délkeletre látható a ν Piscium (4,5 magnitúdós)
- 11.12. 22:21 az (57) Mnemosyne kisbolygó (11,3 magnitúdós) $1'4''$ -cel északnyugatra látható az NGC 520 galaxistól (11,4 magnitúdós) a Halak csillagképben
- 11.13. 3:40 a Hold minimális librációja ($l = -2,78^\circ$, $b = 5,11^\circ$)
- 11.13. 21:02 a 99,1%-os, növekvő fázisú holdkorong peremétől $12,3''$ -cel északra látható a 85 Arietis (6,3 magnitúdós)
- 11.13. 21:44 a 99,1%-os, növekvő fázisú holdkorong peremétől $13'44''$ -cel délre látható a μ Ceti (4,3 magnitúdós)
- 11.14. 4:37 a (29) Amphitrite kisbolygó (10,9 magnitúdós) $5'11''$ -cel keletre látható az NGC 3368 galaxistól (M96, 9,3 magnitúdós) a hajnali szürkületben az Oroszlán csillagképben
- 11.14. 11:21 a Hold földközéleben (földtávolság 356 509 km, látszó átmérője $33'31,0''$, 99,8%-os, növekvő holdfázis)
- 11.14. 13:52 telehold (a Hold a Bika csillagképben, látszó átmérője $33'31,0''$), a 2016-os év legnagyobb teleholdja
- 11.14. 14:34 a Vénusz eléri legkisebb deklinációját $-25^\circ35'$ -nél a Nyilas csillagképben

Dátum Időpont Esemény

- 11.16. 16:18 a (704) Interamnia kisbolygó (12,0 magnitúdós) 15,3'-cel északkeletre látható a Palomar 8 gömbhalmaztól (10,9 magnitúdós) az esti szürkületben a Nyilas csillagképben
- 11.16. 19:43 a Hold mögül kilép a 130 Tauri (5,5 magnitúdós, 92%-os, csökkenő holdfázis)
- 11.16. 20:01 a Hold súrolva fedi a SAO 94874-et az északi pereme mentén (Bika csillagkép, 7,3 magnitúdós, 92%-os, csökkenő holdfázis)
- 11.17. 9:28 a Hold eléri legnagyobb deklinációját +18°49'-nél (88,4%-os, csökkenő holdfázis)
- 11.17. 16:17 a Vénusztól 7'36"-cel északra látható a λ Sagittarii (2,8 magnitúdós) az esti szürkületben
- 11.19. 0:18 a Hold maximális librációja ($l = 7,67^\circ$, $b = 4,28^\circ$)
- 11.19. 1:36 a Hold mögül kilép az 5 Cancri (6,0 magnitúdós, 73%-os, csökkenő holdfázis)
- 11.19. 16:15 a Vénusztól 1,6°-kal északnyugatra látható NGC 6656 gömbhalmaz (M22, 5,2 magnitúdós) az esti szürkületben a Nyilas csillagképben
- 11.20. 23:12 a Hold mögül kilép a 18 Leonis (5,7 magnitúdós, 53%-os, csökkenő holdfázis)
- 11.20. 23:59 a Hold mögül kilép a 19 Leonis (6,4 magnitúdós, 53%-os, csökkenő holdfázis)
- 11.21. 4:06 a (105) Artemis kisbolygó (13,6 magnitúdós) elfedi az UCAC4-406-054143-at (10,9 magnitúdós)
- 11.21. 8:33 utolsó negyed (a Hold az Oroszlán csillagképben, látszó átmérője 30'46,7")
- 11.23. 15:34 a Merkúr és a Szaturnusz 3,4°-os közelsége a Kígyótartó csillagképben az esti szürkületben
- 11.24. 4:40 a 23,5%-os, csökkenő fázisú holdkorong peremétől 3'56"-cel délnyugatra látható az η Virginis (3,9 magnitúdós)
- 11.25. 2:51 a 16,5%-os, csökkenő fázisú holdkorong peremétől 3'32"-cel északra látható a 48 Virginis (6,6 magnitúdós)
- 11.25. 5:29 a Jupiter 2,1°-kal nyugatra látható a 15,7%-os, csökkenő fázisú Holdtól a hajnali szürkületben a Szűz csillagképben
- 11.25. 19:29 a Hold minimális librációja ($l = 3,41^\circ$, $b = -4,66^\circ$)
- 11.27. 20:08 a Hold földtávolban (földtávolság 406554 km, látszó átmérője 29'23,5", 2,7%-os, csökkenő holdfázis)
- 11.28. 5:33 30 óra 45 perces holdsarló 7,2° magasan a reggeli égen
- 11.28. 16:10 a Vénusztól 3'49"-cel keletre látható a χ^2 Sagittarii (7,3 magnitúdós) az esti szürkületben
- 11.28. 16:10 a Vénusztól 4'56"-cel délkeletre látható a χ^1 Sagittarii (5,0 magnitúdós) az esti szürkületben
- 11.28. 21:37 a (444) Gyptis kisbolygó (11,5 magnitúdós) 18,7'-cel délkeletre látható az NGC 718 galaxistól (11,7 magnitúdós) a Halak csillagképben
- 11.29. 12:18 újhold (a Hold a Kígyótartó csillagképben, látszó átmérője 29'27,6")
- 11.30. 15:30 27 óra 12 perces holdsarló 4,1° magasan az esti égen (a Merkúrtól 8,9°-kal északnyugatra, a Szaturnusztól 4,2°-kal északkeletre)

Hold–Jupiter-együttállás november 25-én

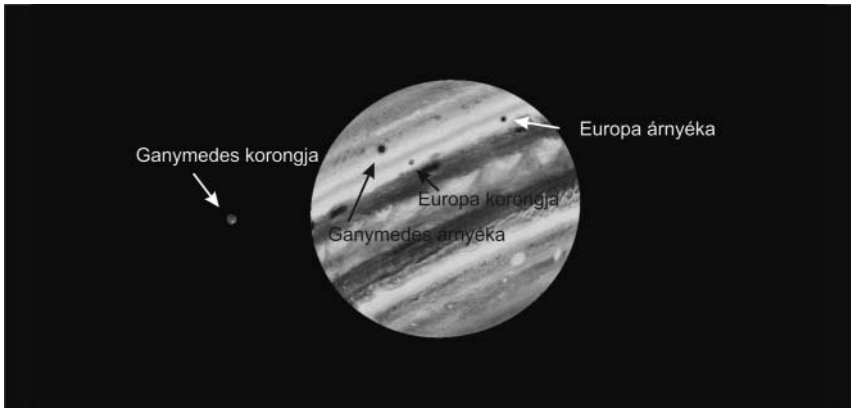
Igazán nem panaszkodhattunk az év korábbi szakaszaiban sem, ám a november 25-i hajnali Hold–Jupiter-együttállás az egyik legszebbnek ígérkezik. A fogyó Hold csak 16%-ban lesz megvilágítva, így a hamuszürke fény erősnek ígérkezik. A jelzett időpontban csak $1,4^\circ$ -ra lesz tőle a Jupiter (a Hold peremétől kicsivel több mint 1° -ra), a két égitest lenyűgöző látványt fog nyújtani binokulárokkal, vagy akár kisebb nagyítású távcsövekkel. A Hold és a bolygó könnyen fényképezhető lesz, egy DSLR kamerával, akár hosszabb (600–1000 mm) fókuszu távcsövekkel érdemes fotózni a párost.



A november 25-i Hold–Jupiter-együttállás a hajnali égen: a Hold csekély fázisa és a kis távolság miatt igen látványos lehet.

Az Europa és a Ganymedes árnyéka egyszerre látható a Jupiter korongján november 1-jén

A Jupiter megjelent a hajnali égen, így a holdak jelenségeit is megfigyelhetjük. Mivel még a Nap túloldalán tartózkodik az óriásbolygó, mérete sokkal kisebb, mint tavasszal, az oppozíció idején. Most az Europa és a Ganymedes vesz részt az árnyékvetésben. A bolygó kelésekor már az Europa hold árnyéka a Jupiteren lesz, később csatlakozik hozzá a Ganymedes árnyéka is. Nagyjából 80 percen keresztül lesz látható egyidejűleg a két kis sötét folt az óriásbolygón.



3:12,9 az Europa korongja érintkezik a bolygó keleti peremével
 3:18,2 a Ganymedes árnyéka megjelenik a Jupiter keleti peremén
 3:18,2 – 4:39,6 **mindkét hold árnyéka a bolygón**
 4:25,6 az Io kilép a Jupiter korongja mögül
 4:39,6 az Europa árnyéka elhagyja a bolygó nyugati peremét

Hold–Aldebaran-együttállás november 15-én

Ha az időjárás engedi, szép látványt fog nyújtani ezen az estén a Bika csillagképben járó telihold, amely alig egy fokra lesz az 1 magnitúdós Aldebarantól. Mivel a jelenség alatt a páros közel lesz a horizonthoz, látványos éjszakai tájképek lesznek készíthetők.

Üstökös

43P/Wolf–Harrington. A hónapok óta távolodó üstökös fényessége 12,5 és 13 magnitúdó között csökken, miközben folytatja délkelet irányú mozgását a Sextans, pár napig a Leo, majd a Crater csillagképekben. A naponta 0,7 fokot elmozduló égitest 9-én hajnalban 22 ívpercre északkeletre látható a 14 magnitúdós NGC 3481 galaxistól, 19-én negyed fokkal délnyugatra lesz a 13,5 magnitúdós NGC 3636–3637 galaxispárostól, 22-én és 23-án fél fokra délnyugatra, illetve délre kereshető a 4,8 magnitúdós ϵ Crateristól, végül a hónap utolsó hajnalán fél fokra délre megközelíti az 5,5 magnitúdós ι Craterist. Ezt követően a távolodó üstökös elindul Jupiter felé vezető útjára, amelyet 2019. március 6-án 0,065 CSE-re fog megközelíteni. Keringési periódusa közel 3 évvel, perihéliumtávolsága pedig 1 CSE-vel fog megnőni, és az évszázad végéig nem is nagyon változik.

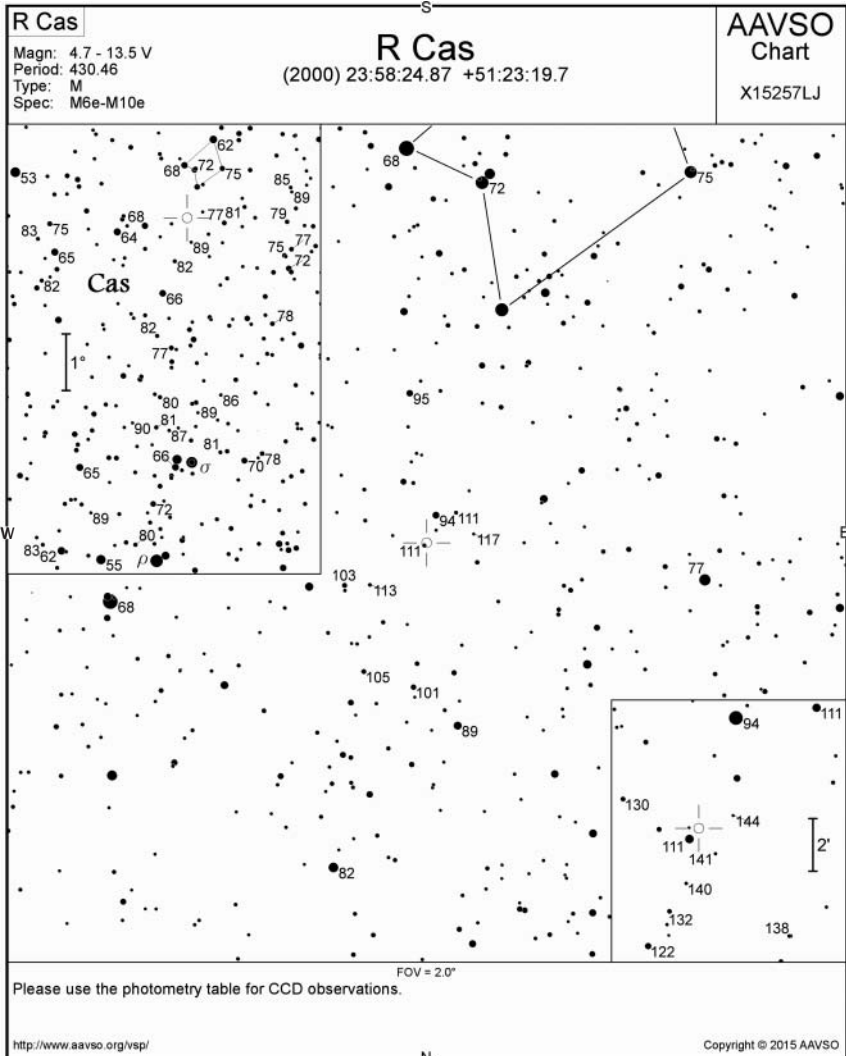
Haldokló vörös óriás: az R Cassiopeae

A mira típusú változók egyetlen periódussal jellemezhető fénygörbéi ellenére fényváltozásuk közel sem olyan szabályos, mint például a klasszikus cefeida csillagoké. Legtöbb miránál ciklusról ciklusra jelentkező fénygörbeváltozásokat tapasztalunk, amelyek jelentkehetnek amplitúdóban, illetve periódusban. Ezek egyik legfeltűnőbb reprezentánsa a Cassiopeia csillagkép számtalan mirája között is elsőként felfedezett R Cassiopeae. Legutóbbi két maximuma jól példázza a fényességváltozás szélsőséges anomáliáit: míg 2013 végi maximuma során alig érte el a 7^m-s fényességet, addig 2015-ben megközelítette a 4^m-t, ezáltal a ritkaságszámba menő, maximumban szabad szemmel is jól megfigyelhető változók között tarthatjuk számon. Népszerűségét növeli, hogy fényessége minimumban sem esik jelentősen 12^m alá, így fénymenete egészen kis távcsövekkel is végigkövethető.

Az R Cas a hosszabb periódusú ($P = 430$ nap) mirák közé sorolható. Fénygörbéje jellegzetesen fűrészfogszerű, felszálló ága jóval meredekebb, mint a leszálló, ráadásul gyakran kialakul egyfajta „púp” a fénygörbe különböző pontjain, bizonyítékot szolgáltatva a mirák néhol teljesen kaotikus oszcillációjára.

A csillag M színképtípusú, oxigénben gazdag, élete végén járó vörös óriás, sugara mintegy 340-szerese Napunkénak. Érdekessége, hogy – pontosan nem tisztázott okok-

ból – tömegvesztése jelentős, mintegy $10^{-7} M_{\odot}/\text{év}$. A csillagot körülölelő, mintegy 12 km/s sebességgel táguló porfelhő igen nagy kiterjedésű, mintegy 3 ívperc átmérőjű. A fiatal, körülbelül 10 000 éves, csupán infravörös tartományban látszó képződmény, aszimmetrikus tágulásából következtetve valószínűleg kölcsönhatásban van az interstelláris anyaggal.



A Hold csillagfedései

Dátum hó nap	UT			J	Csillag		Hold		Pozíció		Korrekció	
	h	m	s		ZC/SAO név	m	fázis	h	CA	PA	A	B
11 3	17	19	57	be	2531	7,5	13 + 6	43 É	41	+0,3	-0,1	
11 5	17	6	38	ki	2814 43 Sgr	4,9	29 + 18	-72 É	279	+1,6	-1,2	
11 5	18	26	12	be	162502	7,7	29 + 10	30 É	20	+0,0	+1,2	
11 10	22	9	2	be	3514 24 Psc	5,9	81 + 27	56 D	99	+1,3	-1,6	
11 13	20	9	49	be	398	6,5	99 + 47	79 É	36	+0,8	+2,2	
11 15	21	51	38	ki	94138	7,6	97 - 51	41 D	230	+1,0	+2,0	
11 16	0	48	12	ki	94187	7,2	97 - 58	73 D	261	+1,5	-0,1	
11 16	2	30	0	ki	741	5,5	96 - 47	81 D	269	+1,2	-1,0	
11 16	19	42	49	ki	878 130 Tau	5,5	92 - 22	32 D	219	-0,1	+2,4	
11 16	22	38	52	ki	94961	7,6	91 - 50	86 D	273	+1,3	+0,8	
11 17	4	1	30	ki	95174	7,7	90 - 43	89 D	276	+1,0	-1,3	
11 17	23	30	54	ki	96318 QY Gem	7,2	83 - 49	34 D	224	+1,0	+3,0	
11 18	1	52	15	ki	96393	7,6	83 - 61	61 D	251	+1,7	+0,8	
11 18	4	10	38	ki	96487	7,2	82 - 50	31 D	222	+1,9	+1,5	
11 18	21	47	35	ki	97338	7,4	74 - 23	74 D	267	+0,3	+1,4	
11 19	0	43	18	ki	97439	7,5	74 - 50	90 É	284	+1,4	+0,4	
11 19	1	28	58	ki	97470	8,0	73 - 55	49 D	243	+1,6	+1,9	
11 19	1	36	12	ki	1210 5 Cnc	6,0	73 - 55	9 D	203	+1,9	+9,0	
11 19	2	50	43	ki	97512	7,4	73 - 59	45 É	329	+1,3	-2,7	
11 20	2	33	46	ki	98270	8,1	63 - 54	62 D	259	+1,8	+1,1	
11 20	23	11	38	ki	1439 18 Leo	5,7	53 - 16	50 É	330	+0,5	-0,7	
11 20	23	58	49	ki	1441 19 Leo	6,4	53 - 23	84 D	284	+0,6	+1,0	
11 23	2	15	20	ki	1668	7,5	32 - 24	34 D	237	+1,1	+3,4	
11 23	4	45	46	ki	118917	7,3	32 - 43	26 D	230	+3,0	+4,2	
11 24	4	42	6	ki	119340	8,3	23 - 35	40 É	345	+0,6	-2,1	
11 26	3	59	51	ki	139581	7,3	9 - 12	44 É	341	+0,1	-1,2	
11 26	4	30	48	ki	1985	6,9	9 - 16	83 É	303	+0,6	+0,4	

Évfordulók

300 éve halt meg Gottfried Wilhelm Leibniz

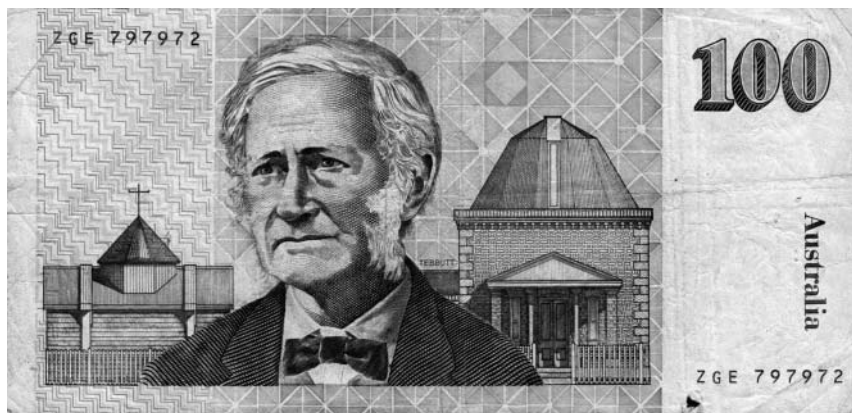
Gottfried Wilhelm Leibniz (1646. július 1., Lipcse – 1716. november 14., Hannover) az egyik legjelentősebb polihisztor volt, matematikus, fizikus, filozófus, jogász, diplomata, történész. Életpályájának most csak csillagászati aspektusaira koncentrálnunk. Leibniz a lipcsei egyetemen végzett jogot, és németországi vándorlások után 1672–1676 között Párizsban élt diplomáciai szolgálatban. Ekkor ismerkedett meg a kartézianus eszme-rendszerrel, és itt dolgozta ki a matematikai kalkulus elméletét is (amelyet csak később közölt, amikor már Newton is eljutott ezekre az eredményekre – de még a Principia előtt, amiből végeláthatatlan elsőbbségi vitáik keletkeztek). Párizsi hatásokra jutott el saját gravitációelméletéhez, amely a Descartes-féle örvényelmélet továbbgondolása. Az

akkoriban népszerű őrvenylemeleekben a bolygómozgásokat azzal magyarázták, hogy a tömegek (Nap, bolygók) körül az éter őrvenylő mozgásba kezd, és magával ragadja a belesodródó bolygókat, holdakat, üstökösöket stb. Leibniz a descartes-i őrvenylemetet azért tartotta jobbnál a newtoni elmélettel szemben, mert az utóbbiból nem derül ki, hogy a gravitációnak mi a forrása, és természetéről sem ad számot. Newton a gravitációt mint az anyag „primitív tulajdonságát”, másra vissza nem vezethető jellegzetességét kezeli, tisztán matematikai eszközökkel, amit a párizsi iskola a szemléletesség hiánya miatt nem tudott elfogadni. Azonban Descartes elmélete nem adta vissza helyesen a Kepler-törvényeket. Leibniz ezért módosította az őrvenyek sebességterét, és talált egy számára kielégítő elméletet. Azonban már a kortársak számára is nyilvánvalóvá váltak az elmélet gyengeségei, maga Christiaan Huygens is kritizálta (aki a saját őrvenyleméteiben hitt leginkább). Leibniz még megválaszolta Huygens üstökösökre vonatkozó kérdését (az üstökösök nem kerülnek az őrvenyek csapdjába, mert nem töltenek elég időt ehhez az őrvenyekben), de abban már nem egyeztek meg, hogy a Leibniz által feltételezett három erőhatás (nehézség, sodrás, centrifugális erő) miért szükséges a gravitáció leírásához, miért nem elegendő a Descartes által preferált két, vagy a newtoni egyetlen erőhatás. Ugyanakkor Leibniz számára is világos volt, hogy elmélete erősen excentrikus pályák esetén nem adja vissza a Kepler-törvényeket, így például az üstökösök mozgását a perihélium közelében. Az elmélet filozófiailag is hiányos, hiszen éppen a nehézségi komponens eredetéről nem mond semmit – pedig ennek megértése volt a fő inspiráció a munka megkezdésekor. Leibniz gravitáció-elmélete gyengére sikerült, ez azonban nem homályosítja el matematikai és filozófiai géniuszát. Történeti munkái is jelentősek, korában ezeket értékelték a legtovább. 1700-ban ért élete csúcsára mint a Porosz Akadémia első elnöke. Nagy törést jelentett azonban számára, hogy Erős Ágost választófejedelem öccse, Georg Ludwig, a későbbi I. György angol király személyes nézeteltérés miatt nem vitte magával Hannoverből a londoni udvarba. Leibniz öregkora keserű volt, pártfogói elhagyták, betegségek kínozták, és nagy szegénységben, elfeledve halt meg 70 éves korában.



Száz éve halt meg John Tebbutt

John Tebbutt (1834. május 25., Windsor, Ausztrália – 1916. november 29, Windsor) a késő 19. század legfontosabb ausztrál csillagásza volt. Nemzetközi viszonylatban is legfőbb közepesnek mondható obszervatóriumát példátlan lelkesedéssel és hatékonysággal üzemeltette, és bár hívták a Sydney Obszervatórium igazgatói székébe is,



Tebbutt haláláig megmaradt amatőrnek. Farmerszaládban született, és maga is ősei foglalkozását folytatta. Csillagászati ismereteit autodidakta módon sajátította el. Az 1850-es évektől szabad szemmel, kisebb látcsövekkel, szextánsokkal végezte megfigyeléseit, és ebben az időben kezdte el kiterjedt ismeretterjesztő munkásságát: sydney-i újságok közölték csillagászati tárgyú írásait. Az 1861. év jelentette a fordulópontot Tebbutt csillagászati karrierjében: május 13-án fölfedezte az év nagy üstökösét. Ez az üstökös meglehetősen hírhedtté is vált, amikor kiderült, hogy a Föld átmegegy majd az üstökös csóváján... A siker hatására a felfedező úgy döntött, hogy műszerfejlesztésbe és obszervatórium építésébe kezd. Első műszerei között egy 8 centiméteres refraktort és egy 5 centiméteres passzázműszert találunk. 1874–1894 között, a Windsor Obszervatórium kiépítése során három további 11–20 cm közötti apertúrájú refraktort szerzett be. Megfigyelési programjának középpontjában az üstökösök álltak, élete során 50 periodikus üstökösről készített megfigyeléseket. Az Encke-üstökös kiemelkedik a szériából: 8 visszatérését sikerült követnie, és három esetben Tebbutt érdeme volt az újrafelfedezés is. Egy további üstökös felfedezésével is megörvendeztette őt a szerencse 1881-ben (C/1881 K1). Az üstökösökön kívül a Naprendszer más égitestjei is foglalkoztatták. Megfigyelte az 1874-es Vénusz-átvonulást, 1866–1899 között hat(!) Merkúr-átvonulást és 11 fogyatkozást. Követte az η Carinae fényváltozását 1854–1889 között, és felfigyelt az 1880 körüli „kis kitérésre”. Az R Carinae mira változó nyolcveves adatsora alapján meghatározta a periódust. Követte 133 kettőscsillag pozícióját, folyamatos lefedettségű asztrometriai adatsort vett föl 26 kisbolygóról, mérései segítségével sikerült a pontos pályát meghatározni. Tebbutt szerzői életműve is tekintélyes: 2 könyvet, 8 monográfiát, 2 könyvfejezetet, 323 ismeretterjesztő cikket jegyez, ezeken túl pedig 1863–1898 között havi rendszerességű időjárás-jelentésekkel is ellátta a Sydney Obszervatóriumot. Tagja volt a Royal Astronomical Societynek és ausztrál tudományos társaságoknak, és számos kitüntetést kapott. A Holdon krátert neveztek el tiszteletére, az ő arcképe került az 1984-es ausztrál 100 dolláros bankjegyre. Obszervatóriumának két épülete ma is áll, ott ma az unokái által 1989-ben alapított múzeum működik.

Jupiter-holdak

nap	UT h:m	hold	jelenség
1	3:12,9	Europa	ek
	3:18,2	Ganymedes	ák
	4:25,6	Io	mv
	4:39,6	Europa	áv
8	3:30,8	Io	fk
	4:38,1	Europa	ák
9	3: 0,2	Io	áv
	3:41,8	Io	ev
10	3:25,8	Europa	mv
16	2:40,1	Io	ák
	3:27,6	Io	ek
	4:53,9	Io	áv
17	2:53,4	Io	mv
19	4: 8,5	Ganymedes	fv
	4:45,0	Ganymedes	mk
23	4:33,9	Io	ák
24	4:34,5	Europa	fk
	4:51,7	Io	mv
25	2: 9,8	Io	ev
26	3:21,3	Europa	ev
	5:18,2	Ganymedes	fk

f = fogyatkozás: a hold a Jupiter árnyékában

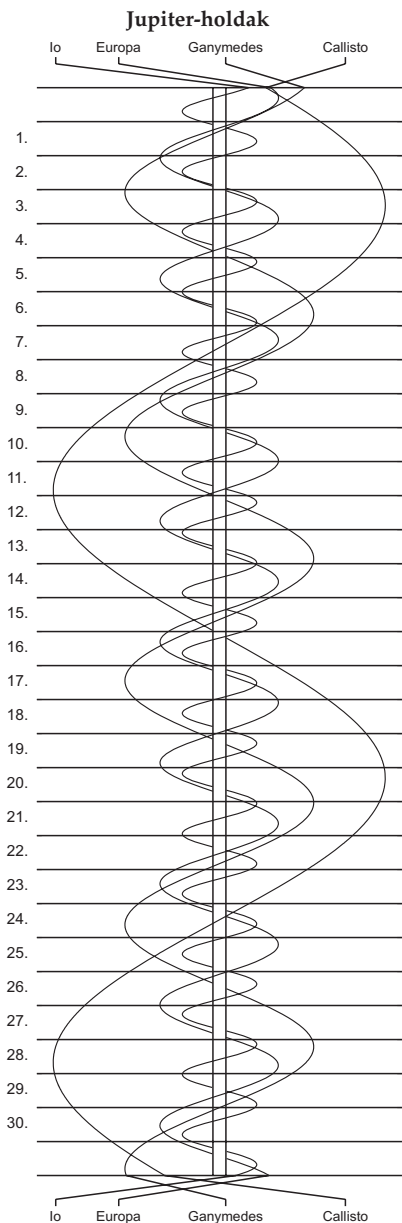
á = átvonulás: a hold árnyéka a Jupiteren

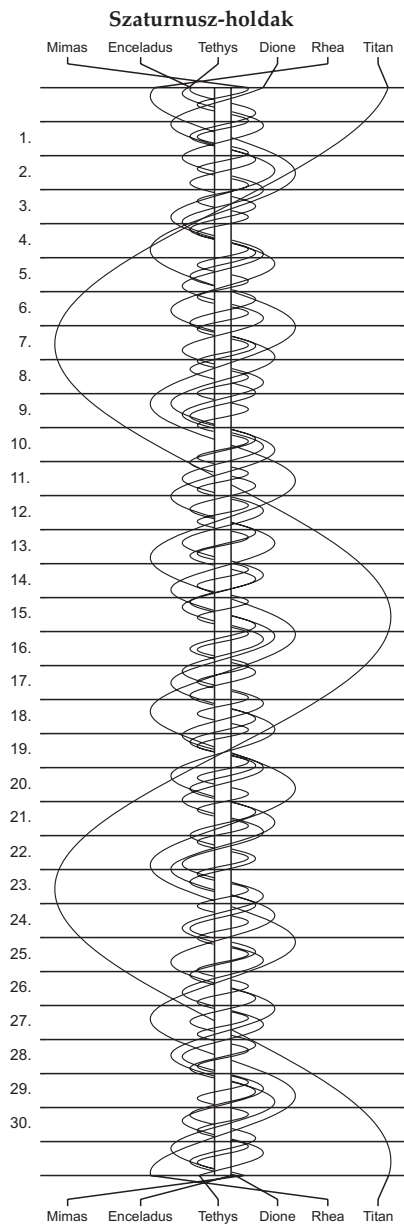
e = előtte: a hold a Jupiter korongja előtt

m = mögötte: a hold a Jupiter korongja mögött

k = a jelenség kezdete

v = a jelenség vége





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

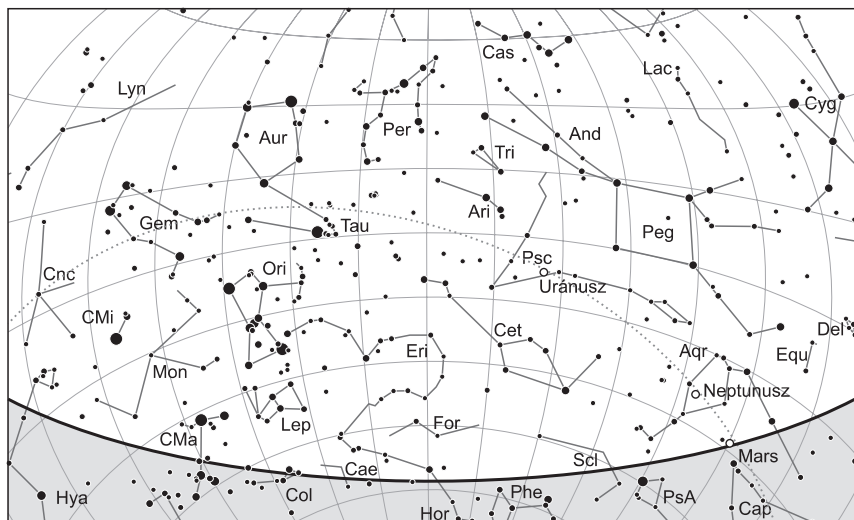
Kalendárium – december

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 336.	7 10	11 33	15 55	20,6	+11,0	8 26	13 07	17 49	
2. p 337.	7 12	11 33	15 55	20,5	+10,6	9 15	13 56	18 39	
3. sz 338.	7 13	11 34	15 54	20,4	+10,2	9 59	14 45	19 35	
4. v 339.	7 14	11 34	15 54	20,2	+9,8	10 38	15 35	20 36	
49. hét									
5. h 340.	7 15	11 34	15 54	20,1	+9,4	11 14	16 24	21 40	
6. k 341.	7 16	11 35	15 53	20,0	+9,0	11 46	17 13	22 47	
7. sz 342.	7 17	11 35	15 53	19,9	+8,6	12 17	18 02	23 56	☉ 10 03
8. cs 343.	7 18	11 36	15 53	19,8	+8,1	12 47	18 52	–	
9. p 344.	7 19	11 36	15 53	19,7	+7,7	13 17	19 44	1 08	
10. sz 345.	7 20	11 37	15 53	19,6	+7,2	13 49	20 38	2 22	
11. v 346.	7 21	11 37	15 53	19,5	+6,8	14 25	21 34	3 38	
50. hét									
12. h 347.	7 22	11 37	15 53	19,4	+6,3	15 07	22 34	4 55	
13. k 348.	7 23	11 38	15 53	19,4	+5,8	15 55	23 36	6 10	
14. sz 349.	7 24	11 38	15 53	19,3	+5,4	16 51	–	7 21	○ 1 06
15. cs 350.	7 25	11 39	15 53	19,2	+4,9	17 54	0 38	8 23	
16. p 351.	7 25	11 39	15 54	19,2	+4,4	19 02	1 38	9 16	
17. sz 352.	7 26	11 40	15 54	19,2	+3,9	20 10	2 35	10 01	
18. v 353.	7 27	11 40	15 54	19,1	+3,4	21 18	3 29	10 37	
51. hét									
19. h 354.	7 27	11 41	15 55	19,1	+2,9	22 24	4 19	11 09	
20. k 355.	7 28	11 41	15 55	19,1	+2,4	23 28	5 06	11 37	
21. sz 356.	7 28	11 42	15 56	19,1	+1,9	–	5 50	12 03	☉ 2 56
22. cs 357.	7 29	11 42	15 56	19,1	+1,4	0 30	6 34	12 29	
23. p 358.	7 29	11 43	15 57	19,1	+0,9	1 31	7 17	12 54	
24. sz 359.	7 30	11 43	15 57	19,1	+0,5	2 31	8 00	13 21	
25. v 360.	7 30	11 44	15 58	19,2	–0,0	3 30	8 44	13 51	
52. hét									
26. h 361.	7 30	11 44	15 59	19,2	–0,5	4 29	9 29	14 24	
27. k 362.	7 31	11 45	15 59	19,2	–1,0	5 26	10 15	15 02	
28. sz 363.	7 31	11 45	16 00	19,3	–1,5	6 21	11 03	15 45	
29. cs 364.	7 31	11 46	16 01	19,4	–2,0	7 12	11 53	16 34	● 7 53
30. p 365.	7 31	11 46	16 02	19,4	–2,5	7 58	12 42	17 29	
31. sz 366.	7 31	11 47	16 03	19,5	–3,0	8 40	13 32	18 29	

december

nap	Julián dátum 12 ^h UT	θ_{gr} 0 ^h UT h m s	névnapok
1.	2 457 724	4 41 08	Elza, Arnold, Blanka, Ede, Natália, Natasa, Oszkár
2.	2 457 725	4 45 04	Melinda, Vivien, Aranka, Aurélia, Dénes
3.	2 457 726	4 49 01	Ferenc, Olívia
4.	2 457 727	4 52 57	Borbála, Barbara, Boróka, Péter
5.	2 457 728	4 56 54	Vilma, Ábel, Csaba, Csanád, Dalma
6.	2 457 729	5 00 51	Miklós, Nikolett, Nikoletta
7.	2 457 730	5 04 47	Ambrus
8.	2 457 731	5 08 44	Mária, Emőke, Mátyás
9.	2 457 732	5 12 40	Natália, Ábel, Georgina, György, Györgyi, Péter, Valéria
10.	2 457 733	5 16 37	Judit, Lívía, Loretta
11.	2 457 734	5 20 33	Árpád, Dániel
12.	2 457 735	5 24 30	Gabriella, Franciska, Johanna
13.	2 457 736	5 28 26	Luca, Otília, Éda, Elza, Lúcia
14.	2 457 737	5 32 23	Szilárda
15.	2 457 738	5 36 20	Valér, Dezső, Mária
16.	2 457 739	5 40 16	Etelka, Aletta, Alida, Beáta, Tihamér
17.	2 457 740	5 44 13	Lázár, Olimpia
18.	2 457 741	5 48 09	Augusztá, Dezső, Mária
19.	2 457 742	5 52 06	Viola
20.	2 457 743	5 56 02	Teofil, Ignác, Krisztián
21.	2 457 744	5 59 59	Tamás, Péter
22.	2 457 745	6 03 55	Zénó, Anikó
23.	2 457 746	6 07 52	Viktória
24.	2 457 747	6 11 49	Ádám, Éva, Adél, Alinka, Ervin, Hermina, Noémi
25.	2 457 748	6 15 45	<i>Karácsony</i> ; Eugénia, Anasztázia
26.	2 457 749	6 19 42	<i>Karácsony</i> ; István, Dénes, Előd, Stefánia
27.	2 457 750	6 23 38	János
28.	2 457 751	6 27 35	Kamilla, Ármin, Gáspár
29.	2 457 752	6 31 31	Tamás, Tamara, Dávid, Gáspár
30.	2 457 753	6 35 28	Dávid, Dénes, Hunor, Margit, Zalán
31.	2 457 754	6 39 24	Szilveszter, Darinka, Katalin, Kitti, Melánia



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

Bolygók

Merkúr: A hónap elején láthatósága fokozatosan javul, napnyugta után kereshető a délnyugati látóhatár közelében, közel egy órával nyugszik a Napot követően. 11-én van legnagyobb keleti kitérésben, $20,8^\circ$ -ra a Naptól. A hónap közepén van megfigyelésre legkedvezőbb helyzetben, ekkor egy és negyed órával nyugszik később a Naphoz képest. Ezután láthatósága gyorsan romlik, 20-a után már eltűnik a Nap fényében, 28-án alsó együttállásban van a Nappal.

Vénusz: Az esti délnyugati ég ragyogó fényű égiteste, késő este nyugszik. A hónap elején három, a végén négy órával nyugszik a Nap után, ez az idei legkiválóbb észlelési lehetősége. Fényessége $-4,2^m$ -ról $-4,4^m$ -ra, átmérője $16,8''$ -ről $21,5''$ -re nő, fázisa $0,69$ -ról $0,57$ -ra csökken.

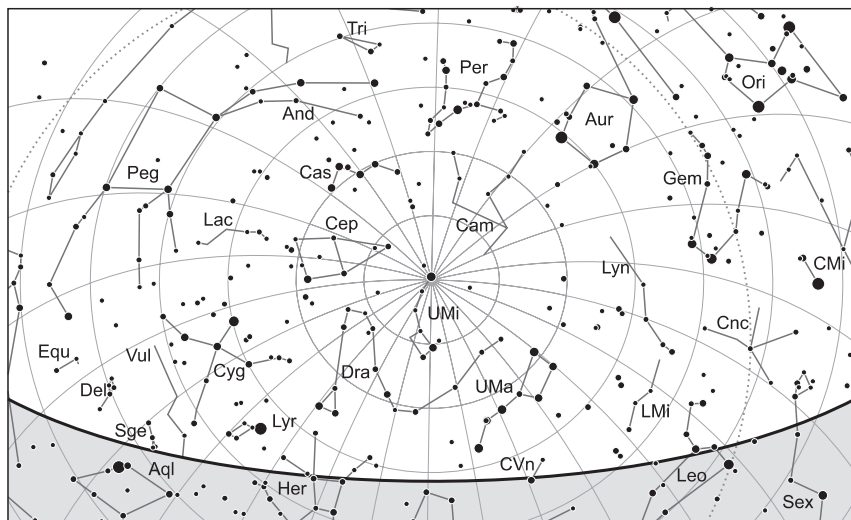
Mars: Előretartó mozgást végez a Bak, majd 15-től a Vízöntő csillagképben. Késő este nyugszik, az esti órákban látszik a délnyugati ég alján. Fényessége $0,6^m$ -ról $0,9^m$ -ra, látszó átmérője $6,5''$ -ről $5,7''$ -re csökken.

Jupiter: Előretartó mozgást végez a Szűz csillagképben. Éjfél után kel, az éjszaka második felében látható a délkeleti-déli égen mint feltűnő égitest. Fényessége $-1,9^m$, átmérője $34''$.

Szaturnusz: A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. 10-én együttállásban van a Nappal. Folytatja előretartó mozgását a Kígyótartó csillagképben. Fényessége $0,5^m$, átmérője $15''$.

Uránusz: Az éjszaka első felében kereshető a Halak csillagképben. Éjfél után nyugszik. Egyre lassuló hátráló mozgása 29-én ismét előretartóvá változik.

Neptunusz: Az esti órákban figyelhető meg, előretartó mozgást végez a Vízöntő csillagképben. Késő este nyugszik.



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

Eseménynaptár (UT)

Dátum Időpont Esemény

- 12.01. 15:30 a Merkúr $7,7^\circ$ -kal délnyugatra látható a 4,3%-os, növekvő fázisú Holdtól az esti szürkületben a Nyilas csillagképben
- 12.01. 19:57 a Hold eléri legkisebb deklinációját $-18^\circ 54'$ -nél (5,0%-os, növekvő holdfázis)
- 12.02. 17:32 a Merkúr eléri legkisebb deklinációját $-25^\circ 50'$ -nél a Nyilas csillagképben
- 12.02. 19:44 a Hold maximális librációja ($l = -4,95^\circ$, $b = -5,02^\circ$)
- 12.03. 15:29 a Vénusz $5,3^\circ$ -kal délre látható a 15,3%-os, növekvő fázisú Holdtól az esti szürkületben a Nyilas csillagképben
- 12.03. 16:08 a Marsból $14^\circ 25''$ -cel nyugatra látható az ι Capricorni (4,3 magnitúdós) az esti szürkületben
- 12.03. 20:23 a (4) Vesta kisbolygó (7,3 magnitúdós) $1,9^\circ$ -kal nyugatra látható a Praesepétől (M44, 3,1 magnitúdós) a Rák csillagképben
- 12.04. 16:10 a Hold sűrűn fedve a ZC 3036-ot a déli pereme mentén (Bak csillagkép, 7,0 magnitúdós, 23%-os, növekvő holdfázis)
- 12.04. 21:58 a (14) Irene kisbolygó (10,7 magnitúdós) $29,6'$ -cel északra látható az NGC 3239 galaxistól (11,3 magnitúdós) az Oroszlán csillagképben
- 12.05. 15:29 a Mars $3,6^\circ$ -kal délnyugatra látható a 32,2%-os, növekvő fázisú Holdtól az esti szürkületben a Bak csillagképben
- 12.06. 15:29 a Neptunusz $3,5^\circ$ -kal keletre látható a 42,3%-os, növekvő fázisú Holdtól az esti szürkületben a Vízöntő csillagképben

Dátum Időpont Esemény

12.06.	16:08	a Vénuszról 52'-cel északra látható az NGC 6864 gömbhalmaz (M75, 8,6 magnitúdós) az esti szürkületben a Nyilas csillagképben
12.07.	9:03	első negyed (a Hold a Vízöntő csillagképben, látszó átmérője 31'31,2'')
12.08.	22:36	a Hold sűrűlva fedi a 10 Ceti az északi pereme mentén (6,4 magnitúdós, 66%-os, növekvő holdfázis)
12.09.	20:18	a 76,4%-os, növekvő fázisú holdkorong peremétől 37,5''-cel délkeletre látható a 89 Piscium (5,1 magnitúdós)
12.09.	22:36	az Uránusz 3,3°-kal északra látható a 77,4%-os, növekvő fázisú Holdtól a Halak csillagképben
12.10.	7:44	a Szaturnusz földtávolban, távolsága 11,0308 CSE, látszó átmérője 15,0''
12.10.	14:53	az év legkorábban bekövetkező napnyugtája
12.10.	16:08	a Marstól 13'34''-cel északra látható a 45 Capricorni (6,0 magnitúdós) az esti szürkületben
12.10.	19:08	a 85,2%-os, növekvő fázisú holdkorong peremétől 10'26''-cel északnyugatra látható a 64 Ceti (5,6 magnitúdós)
12.11.	4:39	a Merkúr legnagyobb keleti kitérésben (20,8°-os elongáció, -0,5 magnitúdós, 6,7'' átmérő, 62% fázis, Nyilas csillagkép)
12.11.	5:07	a (9) Metis kisbolygó (10,4 magnitúdós) 13'12''-cel északra látható az 52 Leonistól (5,5 magnitúdós) a hajnali szürkületben
12.12.	11:01	a Hold minimális librációja ($l = -0,76^\circ$, $b = 6,49^\circ$)
12.12.	20:04	a Hold mögé belép a 48 Tauri (6,3 magnitúdós, 98%-os, növekvő holdfázis)
12.12.	21:45	a 98%-os, növekvő fázisú Hold a Hyadok csillaghalmaz előtt látható az éjszaka folyamán
12.12.	22:15	a Hold mögé belép a γ Tauri (3,7 magnitúdós, 98%-os, növekvő holdfázis), kilépés 23:03-kor
12.12.	23:29	a Hold földközelpontban (földtávolság 358 461 km, látszó átmérője 33'20,1'', 98%-os, növekvő holdfázis)
12.13.	1:06	a Hold mögé belép a 70 Tauri (6,5 magnitúdós, 98%-os, növekvő holdfázis)
12.13.	1:50	a 98%-os, növekvő fázisú holdkorong peremétől 10'29''-cel délre látható a 71 Tauri (4,5 magnitúdós)
12.13.	2:28	a Hold mögé belép a θ^1 Tauri (3,8 magnitúdós, 98%-os, növekvő holdfázis), kilépés 03:13-kor
12.13.	2:35	a Hold mögé belép a 75 Tauri (5,0 magnitúdós, 98%-os, növekvő holdfázis)
12.13.	2:54	a Hold sűrűlva fedi a θ^2 Taurit a déli pereme mentén (3,4 magnitúdós, 98%-os, növekvő holdfázis)
12.13.	3:26	a 98,7%-os, növekvő fázisú holdkorong peremétől 14'20''-cel délre látható a 80 Tauri (5,6 magnitúdós)
12.13.	3:38	a 98,7%-os, növekvő fázisú holdkorong peremétől 11'41''-cel délre látható a 81 Tauri (5,5 magnitúdós)
12.13.	23:08	a 99,8%-os, növekvő fázisú holdkorong peremétől 10'14''-cel délre látható a 111 Tauri (5,0 magnitúdós)

Dátum Időpont Esemény

- 12.14. 0:00 a Geminidák meteorraj erős maximuma, de a telehold nagyon megnehezíti a megfigyelést
- 12.14. 0:06 telehold (a Hold a Bika csillagképben, látszó átmérője 33'14,6")
- 12.14. 16:52 a Merkúr dichotómiája (20,2°-os keleti elongáció, 7,3" látszó átmérő)
- 12.14. 21:38 a Hold eléri legnagyobb deklinációját +18°56'-nél (98,7%-os, csökkenő holdfázis)
- 12.15. 15:29 a Merkúr esti láthatósága, a polgári szürkületkori magassága 5,3°, -0,2 magnitúdós, fázisa 46%
- 12.16. 3:54 a Hold mögül kilép a 74 Geminorum (5,0 magnitúdós, 93%-os, csökkenő holdfázis)
- 12.17. 16:09 a Hold maximális librációja (l = 7,31°, b = 2,31°)
- 12.19. 2:37 a 69,5%-os, csökkenő fázisú holdkorong peremétől 8'46"-cel dényugatra látható a 44 Leonis (5,6 magnitúdós)
- 12.20. 6:29 kezdetét veszi az év legrövidebb nappala
- 12.20. 14:55 kezdetét veszi az év leghosszabb éjszakája
- 12.20. 17:45 a (193) Ambrosia kisbolygó (11,7 magnitúdós) elfedi az UCAC4-683-028990-et (11,8 magnitúdós)
- 12.21. 1:56 utolsó negyed (a Hold a Szűz csillagképben, látszó átmérője 30'9,7")
- 12.21. 10:44 téli napforduló
- 12.22. 5:54 a Jupiter 6,1°-kal délkeletre látható a 38,9%-os, csökkenő fázisú Holdtól a hajnali szürkületben a Szűz csillagképben
- 12.22. 10:00 az Ursidák meteorraj maximuma, az éjszaka második felében a fogyó Hold zavarja a megfigyelést
- 12.23. 16:47 a Hold minimális librációja (l = 3,25°, b = -5,44°)
- 12.24. 22:04 a (22) Kalliope kisbolygó (10,1 magnitúdós) elfedi a UCAC4-620-034515-öt (9,2 magnitúdós)
- 12.25. 5:55 a Hold földtávolban (földtávolság 405 870 km, látszó átmérője 29'26,4", 14,5%-os, csökkenő holdfázis)
- 12.28. 5:56 24 óra 57 perces holdsarló 4,2° magasan a reggeli égen (a Szaturnusz-tól 5,6°-kal északkeletre)
- 12.28. 5:56 a Szaturnusz 5,6°-kal dényugatra látható a 1,2%-os, csökkenő fázisú Holdtól a hajnali szürkületben a Kígyótartó csillagképben
- 12.28. 16:13 a Merkúr alsó együttlásban a Nappal (a Naptól 2,4°-kal északra)
- 12.28. 16:15 az Uránusz 29,8'-cel dényugatra látható a 88 Pisciumtól (6,0 magnitúdós) az esti szürkületben
- 12.29. 3:32 a Hold eléri legkisebb deklinációját -18°58'-nél (0,2%-os, csökkenő holdfázis)
- 12.29. 6:53 újhold (a Hold a Nyilas csillagképben, látszó átmérője 29'54,3")
- 12.30. 15:38 32 óra 45 perces holdsarló 6,4° magasan az esti égen
- 12.30. 16:17 a (349) Dembowska kisbolygó (11,2 magnitúdós) 10'26"-cel északnyugatra látható az 56 Aquariitól (6,4 magnitúdós) az esti szürkületben
- 12.30. 16:17 a (2) Pallas kisbolygó (10,3 magnitúdós) 4'47"-cel nyugatra látható a 30 Aquariitól (5,5 magnitúdós) az esti szürkületben

Hold–Aldebaran-együttállás december 13-án

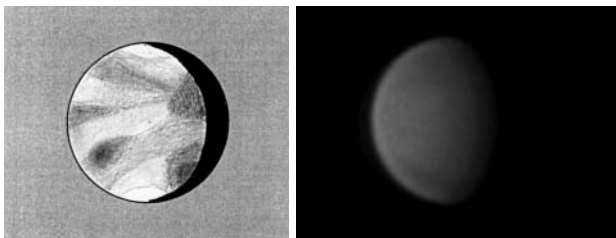
Bár a téli éjszakák, különösen a hajnalok, gyakorta ködösek, talán megfigyelhetjük a szürkület kezdete előtt a Hyadok csillagai között az Aldebaranhoz közelítő égi kísérőnket. A telihold 4:00 UT-kor már csak 10° magasan tartózkodik majd, de a fényes csillagtól már csak $1,7$ fokra lesz, az Aldebaran és a θ^1 és θ^2 Tau között.

A december 13-i hajnali Aldebaran-közelítéskor a teleholdat a Hyadok csillagai között, 10° magasan láthatjuk a nyugati horizont felett.



Ragyogó Vénusz az esti égen

A hónap során a Vénusz feltűnő égitestként ragyogja be esti egünket. December 15-én a $-4,2^m$ fényességű, $0,64$ fázisú és $18,7''$ -es fogyó Vénusz kiválóan megfigyelhető, 3,5 órával nyugszik a Nap után az esti égen. Jó körülmények között, sötét égen próbálkozhatunk a korong UV és IR fotózásával, megfigyelésével. A nagyobb korongméret, de a még elegendően nagy megvilágított korongfelület jó lehetőséget ad a bolygó felhőmintázatának vizsgálatára.



Észlelések a fogyó esti Vénuszról 2015-ből. Cseh Viktor, 2015.01.30 15:54 UT, 13 T, W38A szűrő és Békési Zoltán 2015.03.26. 16:40 UT, 30T, IR szűrő.

Üstökös

45P/Honda–Mrkos–Pajdušáková. Ezt a földközeli égitestek közé tartozó, szokatlanul rövid keringési idejű, vélhetően 1 km-nél nem nagyobb magú üstököst Honda Minoru (1913–1990) japán amatőr csillagász fedezte fel 1948. december 3-án egy 15 cm-es tükrös távcsővel, 9 magnitúdós fényességnél. Perihéliumtávolsága $0,6$ CSE, keringési ideje $5,2$ év körül ingadozik, ám öreg kora miatt csak a Nap közvetlen közelében fényesedik fel, talán ezért nem találták meg korábban. Nevében két csehszlovák csillagász nevét is

megtaláljuk, akik a mai szabályok szerint biztosan nem kapnák meg az elnevezést. Ludmilla Pajdušáková napokkal Honda után látta meg az égitestet, de a térkép alapján a közeli M83-nak nézte. Kollégája, Antonín Mrkos jött rá a tévedésre, miután híret vettek Honda felfedezésének, csak ezután jelentette be a független megtalálást, amit – talán a háború utáni európai felfordulás közepette – hivatalos felfedezésnek ismert el az akkor még Koppenhágában működő Csillagászati Táviratok Központja.

Az augusztusban jelentkező Alfa Capricornidák meteorraj szülőégitestjeként is számon tartott üstökös rendkívüli időszakot él át, ugyanis előző, 2006-os visszatérése alkalmával 9 millió km-re megközelítette bolygónkat, mostani visszatérésekor pedig ismét rendkívüli közelségben, 13 millió km-re fog elhaladni mellettünk. Az 5,26 éves keringési idő alapján az is egyértelmű, hogy két egymás utáni napközelség esetén ez csak úgy lehetséges, ha egyszer a napközelség felé menet, egyszer pedig onnan jövet történik a közelítés. Így is van, 4 fokal hajlása miatt pályája mindkét helyzetben közel húzódik bolygónkhoz, amit most maximálisan ki is használ. Míg 2006-ban a Nap felé közeledve jött el mellettünk, most távolodóban vehetjük szemügyre igen közelről. Ráadásul, míg 2006-ban csak a déli féltekéről látszott a közelség alatt, most mi leszünk kedvezőbb helyzetben, így a 2017 februárjára eső közelítés során 7–8 magnitúdós, kiterjedt égitestként láthatjuk.

45P/Honda–Mrkos–Pajdušáková

Dátum	RA (h m s)	D (° ' ")	Δ (CSE)	r (CSE)	E (°)	m_v (m)
12.01.	19 21 16	-24 41 23	1,275	0,811	40	12,2
12.06.	19 37 23	-24 09 34	1,201	0,742	38	11,3
12.11.	19 54 10	-23 28 19	1,118	0,678	37	10,4
12.16.	20 11 17	-22 36 49	1,027	0,621	36	9,4
12.21.	20 28 08	-21 35 01	0,927	0,575	35	8,5
12.26.	20 43 46	-20 24 14	0,822	0,544	34	7,8
12.31.	20 56 58	-19 07 06	0,713	0,533	32	7,3

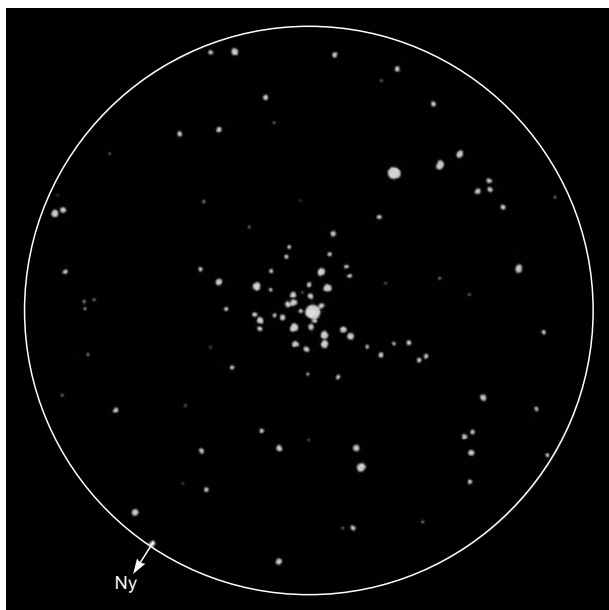
Vizuális láthatósága azonban már ebben a hónapban megkezdődik, az év utolsó napjaiban már fényes, bár nehezen elérhető égitestként láthatjuk az alkonyi, délnyugati égen. A korábbi láthatóságaihoz hasonlóan minden bizonnyal rendkívüli ütemben fog fényesedni, a hó eleji 12–13 magnitúdóról a hó végére 7–8 magnitúdóig juthat. A Sagittariusban, majd a Capricornusban mutatkozó üstökös horizont feletti magassága a csillagászati szűröklet közepén egész decemberben 6–8 fok körül alakul, így csak a hónap második felében van reális esély megpillantására, amikor fényessége átlépi a 10 magnitúdót. A naponta 0,8–0,6 fokot elmozduló üstökös 14-én este 1 fokkal délre látható az M75 gömbhalmaztól, három nappal később pedig az 5,9 magnitúdós 4 Capricornitól fél fokkal délnyugatra érdemes keresni.

A téli Tejút mentén

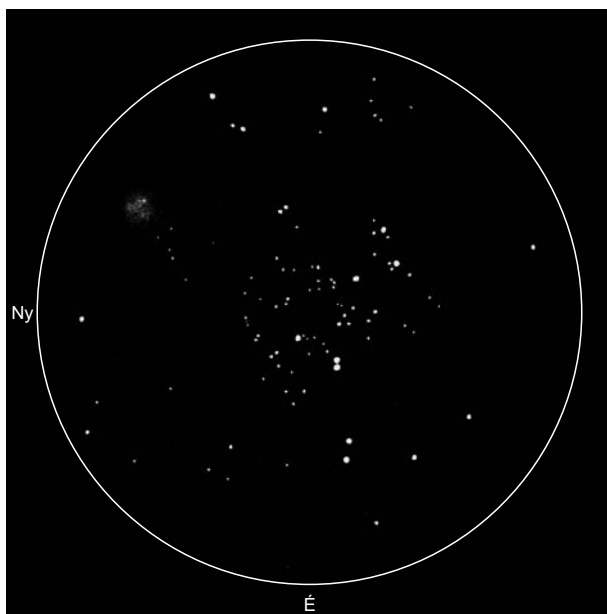
A téli hónapokban nincs könnyű helyzetben az amatőr csillagász, hiszen a gyakori borús égbolt mellett a hideggel is meg kell küzdenie. Ha néha-néha felnyílik a felhőfátyol, azonnal leszáll a köd, amely hetekig meg is marad. De a legbarátságatlanabb téli

időben is akad egy-két szép, derűs éjszaka, ilyenkor a hosszú, 13 órás sötétség idején igen sok célpontot vehetünk szemügyre – ha bírjuk a hideget.

A téli éjszakák egyértelmű emblémája az Orion. Ez a négyszög alakú, jellegzetes csillagkép egy álló emberalakot formáz, amelyben számos mélyég-objektumra lelhetünk. Rögtön a leghíresebb és legszebb az Orion-köd (M42-43) komplexuma. A szabad szemmel is felsejlő köd még telihold mellett is észlelhető, sötét égbolt alatt és egy ködszűrő hatására akár fényképszerű látvány is élénk tárulhat. Sokan hajlamosak az Oriont „egyobjektumos” csillagképnek tartani, holott számos csillaghalmaz és gázköd található még itt – vegyünk elő egy csillagtérképet, és bizonyosodjunk meg magunk erről. Tőle északra a Bika (Taurus) jellegzetes V alakjának hegyénél található a jellegzetesen vörös színű Aldebaran. Környezetében számos halvány csillag alkotja a Hyadok csillaghalmaz 5 fok átmérőjű foltját, melyet szabad szemmel is felbonthatunk. Innen néhány fokkal északnyugatra ragyog az északi ég egyik legfényesebb, legszebb és legközelebbi csillaghalmaza, a Plejádok (Fiastyúk), amely Charles Messier katalógusába M45-ként került be. Ennek oka az volt, hogy Messier szerette volna kora legteljesebb katalógusát összeállítani, egyúttal túlszárnyalni elődjét, Lacaille-t. Hogy utóbbi törekvése sikerülhessen, az ókor óta ismert csillaghalmazt, a Plejádokat, valamint a Rák csillagképben lévő Méhkast is katalógusába illesztette – előbbit M45, utóbbit M44 katalógusszámmal. A ζ Tau-tól ÉÉNy-ra bő 1 fokkal fedezzük fel nagyobb binokulárral, kis távcsővel a láng alakú M1-et, amely listájának létrehozására ihlette Messier-t.



Az M35 és az NGC 2158 párosa Németh László rajzán. 130/650T, 43x, 70 íperces látómező.



Cseh Viktor látványos és pontos rajza az NGC 2362-ről (Canis Maior csillagkép). 130/650 T, 103×, 30 ívperces látómező.

A Szekeres (Auriga) három Messier-objektumával és néhány fényesebb NGC-halmazzal büszkélkedhet, de gázködök is fellelhetők benne. A három halmaz, az M38, M36 és M37 ebben a sorrendben egy észak-dél irányú vonalba rendeződik, néhány fokra egymástól. Közeliükben találjuk az IC 405 és IC 410 emissziós ködösségeket, ezeket fényképezőgéppel kereshetjük fel elsősorban, de nagyobb binokulárokkal akár vizuálisan is megfigyelhetők.

A Gemini (Ikrek), Castornak és Polluxnak állít emléket. A Dioszküroszoknak nevezett testvérpár Zeus és Léta gyermekei, a rómaiak kedvelt istenei voltak. A csillagkép nyugati szélén, az Orion és a Bika határa közelében találjuk az 5^m-s fényességével szabad szemmel is kivehető M35-öt, amely binokulárokkal és kistávcsövekkel is fel-emelő látványt nyújt, részben felbontható csillagaira. Közeliében az NGC 2158-at, ezt a 9^m-s, igen sűrű nyílthalmazt találjuk. Igen érdekes a kontraszt a könnyen bontható M35 és utóbbi között. A halványabb, távoli halmazocska 7 cm-es átmérőjű távcsővel már kereshető.

A Monoceros (Egyszarvú) tejutas csillagkép, ennek ellenére nincs 4^m-nál fényesebb csillaga, így szabad szemmel, különösen városból nem vagy alig ismerhető fel. Távcsővel azonban számos látványos csillaghalmazra és ködre akadhatunk a területén. Ilyen a Rozetta-köd, amely 5^m-s, és benne egy 4^m-s csillaghalmaz (NGC 2244) található, valamint az NGC 2264 (Karácsonyfa-halmaz), amely szokatlan nevét alakjáról kapta.

Délebbre a Nagy Kutya (Canis Maior) jelenlétére általában csak a Sirius utal, ha rossz vagy fényszennyezett az égbolt. Ez a csillag az állócsillagok között a legfényesebb a maga $-1,43$ magnitúdós fényességével. A csillagképben számos fényes és halványabb nyílt csillaghalmaz található, lévén erre húzódik a Tejút sávja. Az M41 mindjárt a Siriustól 4 fokkal délre található, $4,5^m$ körüli fényességével vidéki égen szabad szemmel is látszik, és binokulárokkal, kis távcsövekkel is remek látványt nyújt. Az NGC 2362 sokkal délebbre van, de fényessége még magasabb is: $4,1^m$, de ez javarészt egyetlen $4,5$ magnitúdós tagjától származik. Ezt a csillagot a többi halmaztag úgy veszi körül, mint tyúkanyót a kiscsibéi.

A Hold csillagfedései

Dátum hó nap	UT			J	Csillag		Hold		Pozíció		Korrekció	
	h	m	s		ZC/SAO név	m	fázis	h	CA	PA	A	B
12 2	16	48	17	be	162180	V4197 Sgr	8,2	9 + 6	48 D	121	+1,3	-2,3
12 3	16	13	7	be	163128		8,8	15 + 17	54 D	112	+1,7	-1,7
12 3	17	33	47	be	2915		8,4	15 + 8	62 É	48	+0,4	-0,3
12 5	19	21	3	be	3186		6,7	33 + 11	52 É	33	+0,2	+0,4
12 6	17	26	39	be	3313		6,5	43 + 31	66 É	44	+1,1	+0,6
12 7	18	57	33	be	146724		7,0	54 + 32	80 D	76	+1,4	-0,5
12 8	22	28	41	be	55	10 Cet	6,4	66 + 15	18 É	354	-0,2	+5,5
12 11	18	18	8	be	462		6,0	92 + 45	26 D	129	+2,1	-0,8
12 11	22	26	9	be	477		7,8	93 + 49	85 É	61	+1,3	+0,2
12 12	16	19	6	be	608		6,0	97 + 20	79 É	52	+0,0	+1,9
12 12	20	4	9	be	626	48 Tau	6,3	98 + 53	30 D	122	+1,9	-0,7
12 12	22	15	4	be	635	γ Tau	3,7	98 + 57	23 D	128	+1,9	-2,2
12 12	23	2	33	ki	635	γ Tau	3,7	98 + 54	-58 D	209	+1,3	+2,2
12 13	1	5	58	be	659	70 Tau	6,6	98 + 38	41 D	109	+0,8	-1,8
12 13	2	27	36	be	669	θ^1 Tau	3,8	98 + 25	27 D	122	+0,2	-2,3
12 13	2	34	16	be	672		6,7	98 + 24	68 D	81	+0,4	-1,1
12 13	2	34	49	be	667	75 Tau	5,0	98 + 24	60 É	29	+0,9	+0,9
12 13	2	41	43	be	671	θ^2 Tau	3,4	98 + 22	-5 D	154	-0,4	-4,8
12 13	3	2	26	ki	671	θ^2 Tau	3,4	98 + 19	-48 D	196	+1,0	+2,3
12 13	3	12	42	be	677		4,8	98 + 18	68 D	81	+0,2	-1,1
12 13	3	13	23	ki	669	θ^1 Tau	3,8	98 + 17	-80 D	228	+0,4	-0,2
12 13	3	17	34	be	680		6,5	98 + 17	58 D	91	+0,1	-1,3
12 14	17	49	24	ki	951		6,6	99 - 17	74 D	280	+0,2	+1,1
12 14	23	46	44	ki	95715		7,7	98 - 61	70 D	272	+1,6	-0,1
12 16	3	54	3	ki	1158	74 Gem	5,0	93 - 41	32 É	345	-0,1	-4,2
12 16	19	39	25	ki	1258		6,7	89 - 14	84 É	293	+0,2	+0,8
12 17	2	34	21	ki	1284		6,3	87 - 56	15 D	213	+3,2	+4,9
12 18	2	7	49	ki	1405		6,9	79 - 55	78 É	302	+1,5	-1,0
12 18	4	12	23	ki	1413		6,8	78 - 49	50 É	330	+0,8	-2,7
12 20	2	17	30	ki	118741		8,0	59 - 42	41 D	244	+2,1	+2,4

Dátum hó nap	UT			J	Csillag		Hold		Pozíció		Korrekció	
	h	m	s		ZC/SAO név	m	fázis	h	CA	PA	A	B
12 21	0	22	48	ki	1732	6,8	50	- 18	84	É 299	+0,6	+0,5
12 21	3	16	40	ki	1740	7,7	49	- 40	47	É 336	+0,9	-1,8
12 23	4	27	4	ki	1952	8,6	30	- 31	89	D 292	+1,4	+0,2
12 25	3	28	3	ki	159048	8,5	15	- 8	82	D 282	+0,6	+1,1
12 25	4	23	53	ki	159068	8,8	14	- 15	87	É 292	+0,9	+0,7
12 26	4	58	28	ki	159619	8,1	8	- 12	37	D 235	+1,7	+3,0
12 31	16	20	51	be	163719	8,5	5	+ 9	46	D 116	+1,2	-2,3
12 31	16	45	27	be	163727	9,2	5	+ 5	32	D 130	+1,4	-3,3

Évfordulók

400 éve konstruálta meg tükrös távcsövet Niccoló Zucchi

Bár az első jól működő (gazdája megelégedésére szolgáló) tükrös távcsövet Isaac Newton készítette 1668-ban, korábban is történtek említésre méltó próbálkozások a homorú tükrök csillagászati alkalmazására. Ezek közül az első ismert kísérlet *Niccoló Zucchi* (1596, Parma – 1670, Róma) 1616-



P. NICOLAUS Zucchius S. J

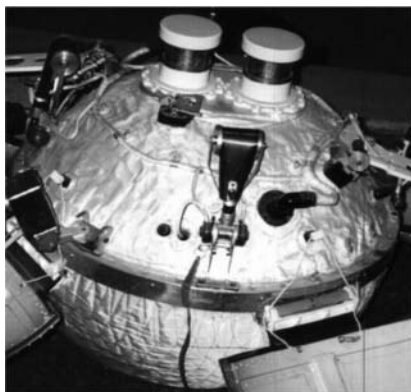
ban megépített műszere. Már „az optika atyja”, Alhazen (Ibn al-Haitham, 965, Bászra – 1040, Kairó) leírta, hogy a homorú tükrök képalkotása a lencséhez hasonló fénymenetet követ. Alhazen munkája a középkorban elterjedt, és további kísérleteket ihletett (Grosseteste, Roger Bacon). Így természetesnek tűnt az a fölvetés, hogy a lencsés távcsövek megépítése és sikeres csillagászati alkalmazásai után a homorú tükörből készült objektívet is kipróbálják. A várható előnyök – színi hiba elmaradása, egy felület megmunkálása – kezdetben is egyértelműek voltak. Nehézséget okozott azonban a megfelelő optikai rendszer felismerése: hiszen a tükör ugyanoda veri vissza a képet, ahonnan a fény is érkezik, így a kép megtekintéséhez további ügyeskedésre van szükség. Niccoló Zucchi jezsuita csillagász 1616-ban készített egy bronztükrös műszert, a tükröt a fényútban némileg ferdén

helyezte el – így a „ferde tükrös” rendszerben a kép a bejövő sugárnyaláb peremén jött létre, és az észlelő feje nem takarta el a megfigyelt objektumot. Ezt a képet Zucchi szórólencséből konstruált okulárral vizsgálta. A műszer valóban alkotott képet, azonban a keletkezett kép a súlyos kómahiba miatt nem volt értékelhető. Maga Zucchi sem ismer-

te föl a leképezési hiba valódi okát (a tükörben kereste, de nem találta a bajt), ekkor be is fejezte kísérleteit. Kísérleteiről később, 1652-ben számolt be optikai tárgyú könyvében. Bár 1620-ban Galilei is publikálta a tükrös objektív ötletét talán Zuchitól függetlenül, a reflektorok építésének története Zucchi sikertelen kísérletei után hosszú időre megakadt, egészen James Gregory 1663-ban publikált életképes fölvetéséig (a műszert Robert Hooke építette meg 1672-ben), valamint Isaac Newton 1668-as konstrukciójáig, új korszakot nyitva a távcsőépítésben.

50 éve szállt le a Holdon a Luna–13

1966. december 24-én sikerült a második lágy leszállás a Holdon. A Luna–13 konstrukciója pontosan követte a sikeres előd, a Luna–9 felépítését. A hasznos teher 1200 kg, ebből 110 kg tömeg jutott a leszállóegységre. A leszálló műszeregyüttes és támogatása egy 60 cm-es gömbben foglalt helyet, amelyen négy lenyitható szárny és négy rúdantenna volt. A szondát december 21-én indították Bajkonurból, Molnyija-M hordozórakétával. A landolásra 79 órányi repülés után került sor az Oceanus Procellarum területén, egy névtelen kráterben, a Luna–9 leszállóhelyétől 400 km-re. A szonda felszereléséhez tartozott három dinamográf és két panorámakamera. Látóterébe 1,5 méteres kihajtható tartósínen céziumizotópos gamma-sugaras sűrűségmérőt és a talajszilárdság mérésére alkalmas penetrométert helyeztek el, amely a holdi talajra jellemző paramétereket először mérte meg. A felszíni szondával egy héten át 9-szer létesítettek összeköttetést. A kamerák közül csak az egyik üzemelt: öt panorámaképet készített. A kapcsolatot a szondával december 30-án szűnt meg.



Jupiter-holdak

nap	UT h:m	hold	jelenség
1	3:38,2	Io	fk
2	1:55,2	Io	ek
	3: 9,5	Io	áv
	4: 8,0	Io	ev
3	1:34,6	Europa	ák
	3:33,5	Europa	ek
	4: 7,4	Europa	áv
7	1:52,4	Ganymedes	áv
	3:24,5	Ganymedes	ek
8	5:31,2	Io	fk
9	2:49,8	Io	ák
	3:53,1	Io	ek
	5: 2,9	Io	áv
10	3:15,9	Io	mv
	4: 7,9	Europa	ák
12	3:49,0	Europa	mv
14	3: 6,4	Ganymedes	ák
16	4:43,3	Io	ák
17	1:52,3	Io	fk
	5:12,3	Io	mv
18	1:24,6	Io	áv
	2:31,3	Io	ev

nap	UT h:m	hold	jelenség
19	1:39,2	Europa	fk
24	3:45,2	Io	fk
25	1: 5,1	Io	ák
	2: 1,8	Ganymedes	mk
	2:15,5	Io	ek
	3:17,9	Io	áv
	4:27,2	Io	ev
	4:27,6	Ganymedes	mv
26	4:14,7	Europa	fk
28	0:54,7	Europa	ek
	1: 2,7	Europa	áv
	3:20,6	Europa	ev
31	5:38,1	Io	fk

f = fogyatkozás: a hold a Jupiter árnyékában

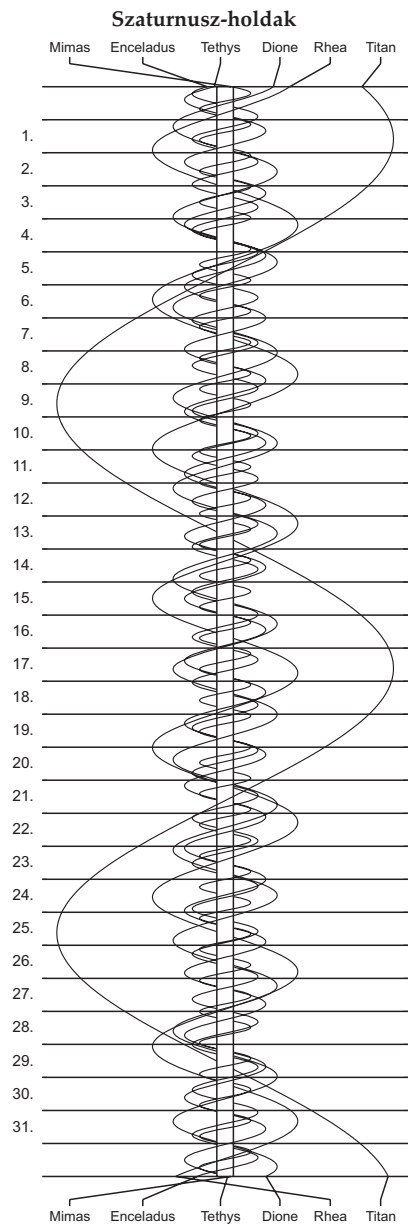
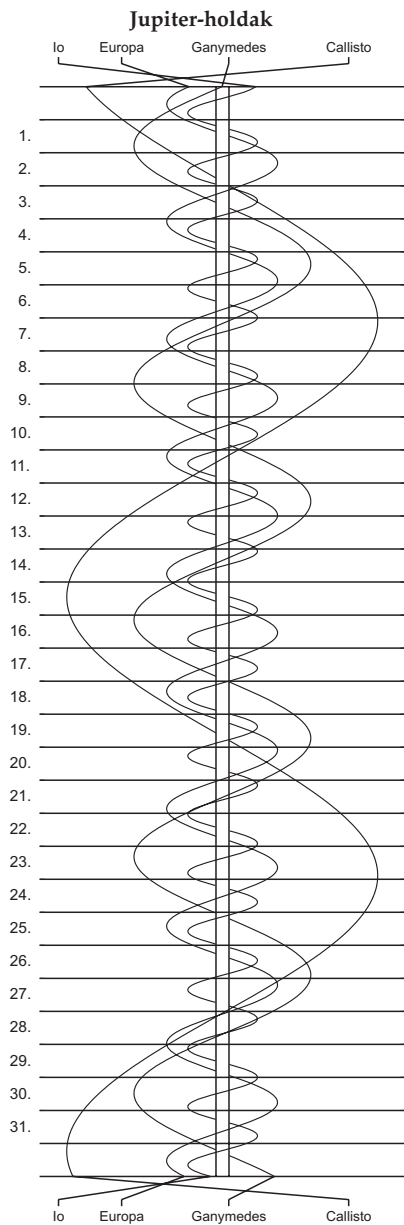
á = átvonulás: a hold árnyéka a Jupiteren

e = előtte: a hold a Jupiter korongja előtt

m= mögötte: a hold a Jupiter korongja mögött

k = a jelenség kezdete

v = a jelenség vége



A Magyar Csillagászati Egyesület

várja tagjai sorába mindazokat, akiket a csillagászat bármely területe érdekel! Kiadványokkal, rendezvényekkel, honlapokkal, tanácsokkal segítjük tagjainkat és az érdeklődőket, hogy csillagászati ismereteket sajátíthassanak el, megfigyeléseket végezhesenek és kapcsolatot teremthessenek a hasonló érdeklődésűekkel. Tagjaink bekapcsolódhatnak helyi és szakcsoporthajaink tevékenységébe.

Polaris Csillagvizsgáló

Egyesületünk az óbudai Polaris Csillagvizsgálóban (1037 Budapest, Laborc u. 2/c) rendszeres távcsöves bemutatókat, szakköri foglalkozásokat, előadás-sorozatokat tart. Kérésre kihelyezett távcsöves bemutatókat, előadásokat is vállalunk.

Kiadványainkból

A **Meteor** havonta tájékoztat a csillagászat eredményeiről, a magyar amatőr csillagászok megfigyeléseiről, az egyesületi programokról. Tanácsokat ad megfigyelések végzéséhez, asztrofotózáshoz, távcsőépítéshez stb. **Csillagászati évkönyvünkben** a hazánkból megfigyelhető égi jelenségek előrejelzései mellett ismeretterjesztő cikkek, intézményi beszámolók olvashatók. Nélkülözhetetlen segédeszköz az amatőr csillagászok és a csillagászat iránt érdeklődők számára. A Meteort és a Csillagászati évkönyvet tagjaink illetményként kapják.

Táborok, észlelőhétvégék

Nyári táborainkat zavaró fényektől távoli megfigyelőhelyeken tartjuk. Kitűnő lehetőséget biztosítanak a csillagászat elméleti és gyakorlati alapjainak elsajátítására – minden korosztály számára.

Elérhetőségeink: Magyar Csillagászati Egyesület, 1300 Budapest, Pf. 148., telefon/fax: (1) 240-7708, <http://www.mcse.hu>, e-mail: mcse@mcse.hu

Belépési nyilatkozat

MCSE-tagtoborzó 2016

Név:

Cím:

Szül. dátum: E-mail:

A rendes tagdíj összege nem változott, 2016-ra is 7300 Ft, illetmény: Meteor csillagászati évkönyv 2016 és a Meteor című havi folyóirat 2016-os évfolyama.

A tagdíjat átutalással kérjük kiegyenlíteni (bankszámlaszámunk: 62900177-16700448), a teljes név és cím megadásával.

CIKKEK

BALÁZS LAJOS
Konkoly Thege Miklós
és az asztrofizika forradalma¹

„... amint minden korszakra a maga teendőivel új korszak, új teendőkkel következik, úgy változik a munkatér, melyen a lelkesedés leginkább megnyilvánul. Más volt a negyvenes években, mikor nemzetünk, Akadémiánk nagy alapítójának szavára öntudatára ébredt, más volt az ötvenes és hatvanas években, mikor nemzetiségünket külerőszak ellen kellett védeni, és más lett a hatvanas évek óta, mióta létünk biztosítva lévén, annak megerősítésén kívül még arra is kell törekednünk, hogy a művelt nemzetek sorában mennél előkelőbb állást foglaljunk. De új korszakokkal új emberek jönnek, az apát a fiú követi, az államférfit, a költőt a tudomány munkása váltja fel, s velük változik a forma is, melyben e lelkesedés kifejezésre jut, bár annak forrása mindig ugyanaz marad, az igaz hazaszeretet...”

(Eötvös Loránd, 1890)

A professzionális csillagászat kezdetei
Magyarországon

1635-ben megnyitotta kapuit Nagyszombatban a jezsuiták által alapított egyetem, és ezzel kezdetét vette Magyarországon a csillagászat rendszeres felső szintű oktatása is. Az egyetem 1665-től kezdve évente jelentetett meg csillagászati naptárakat, 1756-ban pedig egy obszervatórium is megkezdte működését. Az itteni megfigyeléseket rendszeresen közzé-

¹ A Konkoly Thege Miklós halálának 100. évfordulója alkalmából közölt cikk Balázs Lajos, Vargha Magda és Zsoldos Endre (2009): Fifty Years of the Konkoly Observatory, in *Cultural Heritage of Astronomical Observatories – From Classical Astronomy to Modern Astrophysics*, ed. Gudrun Wolfschmidt, Proc. of the International ICOMOS Symp., Hamburg, 2008; International Council on Monuments and Sites, Berlin, Hendrik Bäßler-Verlag (Monuments and Sites XVIII) tanulmányának felhasználásával készült.



1. ábra. A Gellért-hegyen 1815-ben megnyitott és Budavár 1849-es ostroma során megszemmisült csillagvizsgáló.

tették, az igazgató, Weiss Ferenc, több külföldi partnerrel folytatott rendszeres levelezést. Mária Terézia rendeletére az egyetem 1777-ben Budára, a királyi várba költözött, és az obszervatórium a palota tornyában kapott helyet, ahol ugyancsak Weiss Ferenc vezetésével 1780-ban kezdett működni.

A 19. század elejére ez a csillagda már igen rossz állapotban volt, és 1813-ban József nádor engedélyt adott a Gellért-hegyen a kor színvonalának mindenben megfelelő, új csillagvizsgáló építésére. A létesítmény megnyitására 1815. október 19-én ünnepélyes keretek között, I. Ferenc király, osztrák császár, I. Sándor orosz cár és III. Frigyes Vilmos porosz király jelenlétében került sor (1. ábra). Az intézmény rendszeres kapcsolatban állt a korabeli európai csillagvizsgálókkal, de Buda várának

1849-es ostroma során a csillagda súlyosan megrongálódott, majd a romjait eltávolították (egyések szerint felrobbantották). A pusztulást követően több mint húsz évig nem volt Magyarországon a csillagászat tudományának méltó helyet adó intézmény.

Az asztrofizika születése – új korszak a magyarországi csillagászatban

Amit a kozmoszból megismertünk, döntően a hozzánk érkező, a látható fényt is magában foglaló, elektromágneses sugárzás által hordozott információ megfejtéséből tudjuk. A síkhullám formájában a megfigyelőhöz érkező sugárzást négy fizikai mennyiség jellemez: irány, amplitúdó, hullámhossz és polarizáció. A csillagászat történelmileg a bejövő sugárzás irányával foglalkozott, és ennek a földrajzi helymeghatározásban, illetve a navigációban volt alapvető szerepe.

Már Isaac Newton észrevette a 18. században, hogy a fehér fény különböző színű sugarak keveréke. Az első színeképelemző készüléket azonban Joseph von Fraunhofer építette 1815-ben. Ő fedezte fel a Nap színeképében megfigyelhető, róla elnevezett sötét Fraunhofer-vonalakat is. A kisugárzott fény és az azt létrehozó anyag tulajdonságai közötti kapcsolatot megértésében alapvető fordulatot hozott Gustav Kirchhoff és Robert Bunsen 1859-ben közzétett felfedezése a színeképelemzésről. Megállapították, hogy a gázok vonalas színeképéből egyértelműen következtetni lehet anyagi minőségükre. A felfedezés szerint tehát közvetlen kapcsolat van a színeképben megfigyelhető vonalak és az azokat kibocsátó gáz kémiai összetétele között. A felfedezés alapján Kirchhoff sikerrel értelmezte a Nap színeképében megfigyelhető Fraunhofer-féle sötét vonalakat, amelyeket az ott jelen levő gázok, elsősorban a hidrogén és a hélium hatásával magyarázott.

A fenti eredménnyel csaknem egy időben látott napvilágot másik alapvető felfedezése is, amely szerint egy adott λ hullámhosszon a testek által kisugárzott $e(\lambda)$ energia, illetve az $a(\lambda)$ fényelnyelő képesség

$$\frac{e(\lambda)}{a(\lambda)} = B(\lambda)$$

hányadosa független a forrás anyagi minőségétől. Abban az esetben, ha a test minden ráeső fényt elnyel, azaz $a(\lambda) \equiv 1$, akkor $e(\lambda) = B(\lambda)$. Az a test tehát, amely minden ráeső fényt elnyel, olyan fényt bocsát ki ma-

gából, amelynek színeképe éppen ennek a $B(\lambda)$ függvénynek felel meg. Minthogy olyan test, amely minden ráeső fényt elnyel, abszolút fekete, a $B(\lambda)$ színeképnek megfelelő sugárzást feketetest-sugárzásnak nevezték el. $B(\lambda)$ konkrét alakját Kirchhoffnak azonban nem sikerült meghatároznia.

Kirchhoff fenti két felfedezése a kisugárzott fény és a kibocsátó forrás fizikai jellemzői közötti összefüggésről áttörést jelentett. Minthogy a korábban mondottak szerint az égitestek a hozzánk érkező elektromágneses sugárzás révén adnak hírt magukról, a színekép elemzésén keresztül megnyílt az út az égitestekben uralkodó fizikai viszonyok tanulmányozására. Megszületett az *asztrofizika*.

Amikor ez a korszakalkotó felfedezés történt, Kirchhoffnak volt egy magyar doktorandusza is, Hoffmann Károly, aki tanulmányait 1860–63-ban végezte Heidelbergben. Kirchhofftól azt a feladatot kapta, hogy az új elmélet segítségével azonosítsa a Nap színeképében látható sötét vonalakat. Hoffmann Heidelbergben nyerte el doktori fokozatát is, de hazatérve már nem foglalkozott asztrofizikával, hanem geológusként szerzett nemzetközi hírnevet.

Heidelbergben abban az időben több magyar diák is megfordult. Ezek közül leghíresebb talán Eötvös Loránd volt, aki Kirchhofftól elméleti elektromosságtant és rugalmasságtant hallgatott, illetve vezetésével fizikai laboratórium gyakorlatokon vett részt. A diákok közül később többen a Magyar Tudományos Akadémia tagjai lettek. Ezek közé tartozott Kőnig Gyula, Réthy Mór, Schuller Alajos, Szily Kálmán és Wartha Vince. Így a kvantitatív spektroszkópia tudománya az ősforrástól közvetlenül került Magyarországra. Robert Bunsen és Gustav Kirchhoffot később a Magyar Tudományos Akadémia tiszteleti tagjává választotta.

Kirchhoff és Bunsen forradalmi felfedezésének korában Magyarországon nem volt hivatásos csillagászat. A Gellért-hegyen épült csillagvizsgáló Budavár 1849-es ostroma során lényegében megsemmisült, helyére 1852-ben a Citadella épült, és ezzel a professzionális csillagászat Magyarországon megszűnt. Így vált alapvető jelentőségűvé, amikor Konkoly Thege Miklós 1871-ben megnyitotta magán-csillagvizsgálóját Ógyallán.

A 1870-es évekre már forradalmi változásokat hozott a csillagászatban Kirchhoff és Bunsen alapvető felfedezése. Lehetővé vált, hogy színeképük alapján megvizsgálhassuk az égitestek kémiai összetételét, illetve azokat a fizikai viszonyokat, amelyek nyomán a színekép létrejött. Az ezt megelőző időben ugyanis a csillagászat az égitesteknek az égbolton elfoglalt helyzetét, illetve az abban történt esetleges változásokat vizsgálta. Ezen alapult a

térképészet, illetve a navigáció a tengereken. Ehhez kapcsolódtak az égi mechanika matematika problémái is. (Például Carl Gauss, a neves matematikus fizetését a Göttingenben lévő csillagda igazgatójaként kapta). A színképelemzés korszakalkotó jelentőségét Konkoly Thege azonnal felismerte, és az újonnan létrehozott ógyallai csillagvizsgáló fő profiljával az asztrofizikai vizsgálatokat választotta.

Konkoly tudományos pályájának kezdete

Konkoly Thege Miklós Budapesten született 1842. január 20-án. Szülei gazdag ógyallai földbirtokosok voltak, akik azt szerették volna, ha fiuk politikai pályára megy, ezért Konkoly a pesti egyetem jogi fakultására iratkozott be. Érdeklődési köre azonban a matematikához, fizikához, illetve a csillagászhoz vonzotta. Nagy hatással volt rá az egyetem fizikatanára Jedlik Ányos, akinek nevéhez a dinamó felfedezése fűződik. 1860-ban beiratkozott a Berlieni Egyetem csillagász szakára, de szüleinek engedve jogi tanulmányait is folytatta. Csillagászati tanulmányait Johann Franz Encke vezetésével folytatta, akinek a keze alól egy sor neves csillagász került ki. Közéjük tartozott Konkoly kortársai közül Mädler, Galle, Spörer, Gould. A tanítványok közül Rümker, Krüger, Förster, Hoffman, Tietjen kiváló tanárok is voltak. Konkoly 1862-ben szerzett diplomát a Berlieni Egyetemen. Ezt követően körutat tett Európa különböző csillagvizsgálóiban (Göttingen, Heidelberg, Párizs, Greenwich).

Hazaérkezését követően 1863-ban megnősült, 1870-ben elvesztette újszülött második fiát, majd a következő évben hatéves idősebb fiát is. Valószínű, hogy ezek a tragédiák is fontos szerepet játszottak abban, hogy életét egyre inkább a csillagászat tudománya határozta meg. 1871 nyarán kastélya északi oldalán a tetőn kis kupolát épített, ahol egy Bardou-féle 4 hüvelykes távcsövet felállítva kezdte el további életében szakadatlanul folytatott csillagászati megfigyeléseit. Ezt az eseményt tekinthetjük az ógyallai csillagvizsgáló születésének.

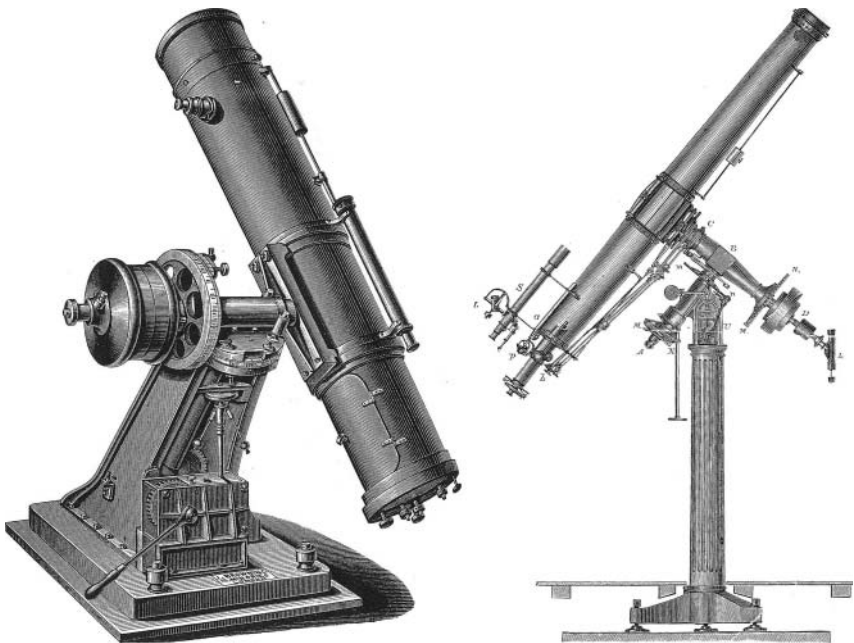
Konkoly már 1872-ben hozzáfogott első távcsövével a napfoltok és a protuberanciák rendszeres megfigyeléséhez. Ettől az évtől kezdve a csillagvizsgálóban folyó tudományos munkáról évi beszámolót jelentetett meg a Magyar Tudományos Akadémia Értekezéseiben. 1874-ben a kastély parkjában álló fürdőházat átépítette. Az épület tetején lévő kupolába egy 162 mm-es Mertz-féle lencsés távcső került. Az épület mellett létesített észlelőtoronyban helyezte üzembe 1874 májusában az Angliából érkezett Browning-féle 10 és fél hüvelykes tükrös teleszkó-

pot. Ezzel a távcsővel első munkája egy üstökös spektroszkópiai vizsgálata volt (2. ábra).

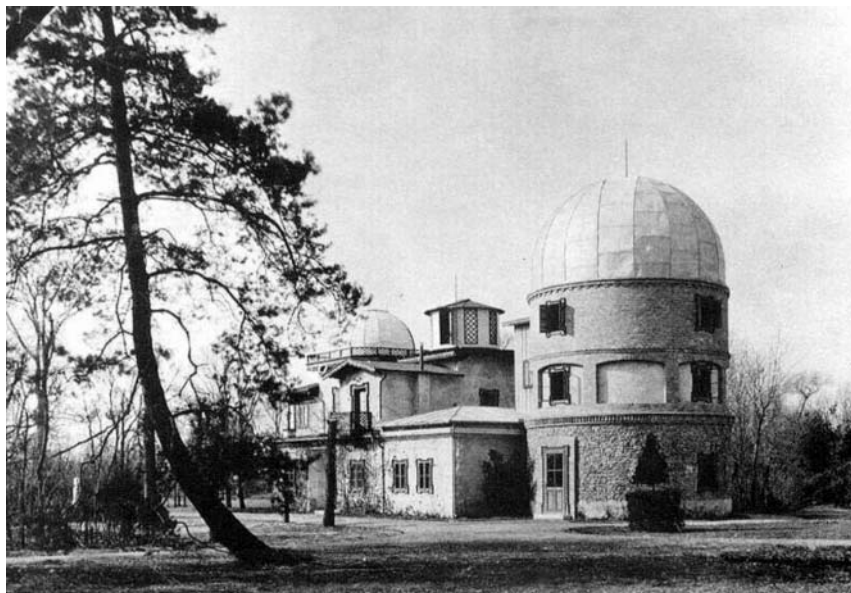
A tükrös távcső nem váltotta be a hozzá fűzött reményeket. A reflexiót adó ezüstfelülete hamar tönkrement, gyakran kellett felújítani. A távcsövet 1881-ben Gothard Jenő herényi csillagásznak adta el, és helyére egy 10 hüvelykes Mertz-optikát vásárolt. A mechanikát saját műhelyében készítette el. A távcső nem fért el a Browning-távcső számára épített toronyban, ezért ezt a tornyot lebontatta, és a fürdőházból átalakított csillagda épületét az új műszer befogadására alkalmas toronnyal egészítette ki. Ezzel kialakult az obszervatórium hagyományosan ismert alakja (3. ábra).

Konkoly obszervatóriumának főbb tudományos mérföldkövei a kezdetől az első évtized végéig:

- 1871: az első Bardou-féle 4 hüvelykes távcső üzembe állítása,
- 1872: a rendszeres napfoltmegfigyelések kezdete,
- 1874: új épület készült a 10,5 hüvelykes Browning-féle tükrös teleszkóp befogadására; ezzel a távcsővel kezdték el az üstökösök megfigyelését.



2. ábra. Az 1874-ben üzembe állított 10,5 hüvelykes Browning-reflektor (balra), illetve az 1882-ben felszerelt 10 hüvelykes Mertz-refraktor (jobbra).



3. ábra. Az ógyallai csillagvizsgáló az 1880-as években.

- 1875: a meteorok megfigyelésére országos hálózatot szerveztek. A megfigyeléseket Ógyallán értékelték ki.
- 1879: Konkoly a Jupiter vörös foltjának észlelését felveszi az intézet programjába.
- 1879: megjelenik az első évkönyv, amely összefoglalja az első időszak megfigyeléseit.
- 1882: az új 10 hüvelykes Mertz-távcső elkezd működését.

Ez a meglepően gyors fejlődés elképzelhetetlen lett volna a korszerű műszerezettség nélkül.

Tudományos élet Ógyallán

Ógyallán néhány év alatt jelentős csillagászati kutatómunka indult meg, amelyről rövid időn belül a külföld is tudomást szerzett. Erre a *Vierteljahrschrift*ben megjelent évi jelentések is kiváló alkalmat adtak, de Konkoly legtöbb írása a Kielben kiadott *Astronomische Nachrichten*-ben jelent meg.



4. ábra. Konkoly Thege Miklós és Hermann Kobold az ógyallai obszervatóriumban.

Az ógyallai csillagvizsgáló vezetőjeként Konkoly már a kezdeti években közeli kapcsolatba került a londoni Royal Astronomical Societyvel (RAS) is. A *Monthly Notices*-ben az RAS ülésein elhangzó előadásai rendre megjelentek. Ezek közül az első kettőt (1873-ban és 1874-ben) a Társaságban John Browning olvasta fel. Harmadik előadását a Társaság elnöke, H. M. Christie tolmácsolta a Merkúr bolygónak a Nap előtti 1878-as átvonulásáról. 1881. január 14-én az RAS választott tagja lett. Négy ízben az üléseken személyesen is megjelent Londonban, és maga olvasta fel előadásait.

A *Magyar Tudományos Akadémia Értekezéseiben* a csillagvizsgálóban folyó tudományos munkáról már 1872-től fogva évi beszámolót jelentetett meg. Az Akadémia munkáját 1876-ban levelező tagsággal ismerte el. Ezután hét évvel tiszteleti tag lett.

Szigorú szabálynak számított az ógyallai csillagvizsgálóban, hogy de-
rült éjszakákon mindig észlelni kellett. Borult időben azonban a Konkoly-
kastélyban vidám vendégségek voltak, ahol politikusok, hazai és külföldi
tudósok, írók, költők, zenészek mellett természetesen a csillagda munka-
társai is részt vettek.

Konkoly meghívására Hermann Kobold német csillagász az 1880–1883-
as éveket Ógyallán töltötte (*4. ábra*). Így ír igazgatójáról és az ott folyó
munkáról:

„Konkoly Berlinben természettudományokat, ezek közül is elsősor-
ban fizikát és kémiát tanult. Sok más képessége is volt, többek közt
kiváló technikai érzékel volt megáldva. A dunai gőzhajókra érvényes
kapitányi bizonyítvánnyal is rendelkezett. Egy gazdasági épületben lévő
műhelyben volt egy olyan esztergapad, amelyen Konkoly is szívesen
dolgoztatott. Maga készítette rajzok alapján több fizikai és csillagászati
műszer készült itt. Ezek közül az én időmben egy kis passzázsműszer és
a 10 hüvelykes refraktor mechanikája került befejezésre ebben a mű-
helyben. Ezt a refraktort a strassburgi nagy távcső mintájára alkották...
Belépésemkor a csillagvizsgáló tudományos tevékenysége szinte kizáró-
lag az asztrofizika területére korlátozódott, tekintettel Konkoly hajla-
maira és az obszervatórium műszerezettségére. Számos kiváló minőségű
műszere volt ebben a csillagvizsgálóban, ezek spektroszkópiai, fotomet-
riai és kolorimetriai vizsgálatok és mérések céljára voltak alkalmasak.
Másfajta megfigyelések is folytak az obszervatóriumban, így például
rajzok készültek a bolygók felszínéről, a Napon lezajló jelenségeket is
rendszeresen követtük, és meghatároztuk a napfoltok helyét és számát
annak korongján, ezenkívül még munkánkat más állomásokéval össze-
hangolva meteorrajokat vizsgáltunk.”

Műszerpark

Az 1880-as évek elején Konkoly obszervatóriumának már jelentős számú kiváló műszere volt. Többeket közülük Ógyallán készítettek. Az alábbi lista rövid válogatás ezekből az eszközökből:

Távcsövek:

10,5" Browning-reflektor, 10" Mertz-refraktor, 6" Mertz-refraktor, 3" Rheinfelder & Hertl-féle refraktor napfoltok észlelésére.

Kronográfok, órák:

4 kronográf, 7 ingaóra, 4 kronométer.

Spektroszkópok:

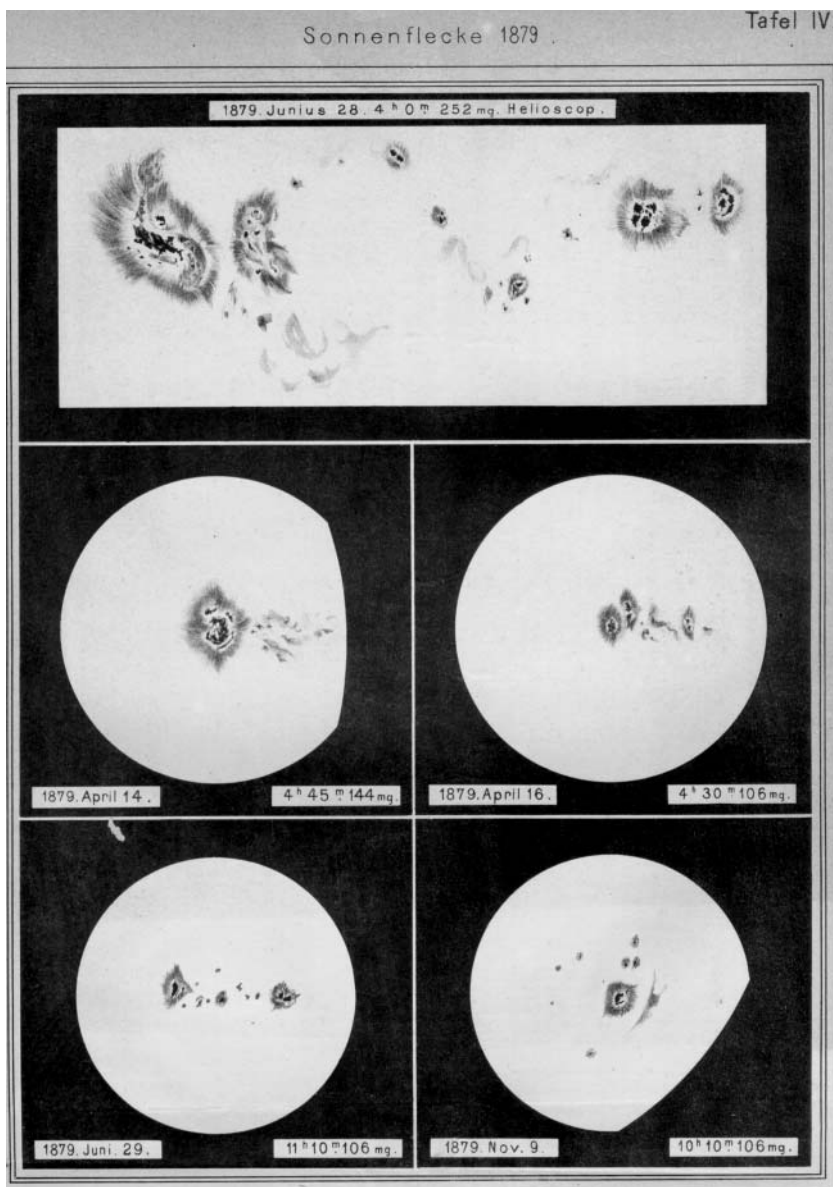
12 csillagászati spektroszkóp, 4 laboratóriumi spektroszkóp, 3 mobil spektroszkóp.

Napfizikai kutatások az obszervatóriumban

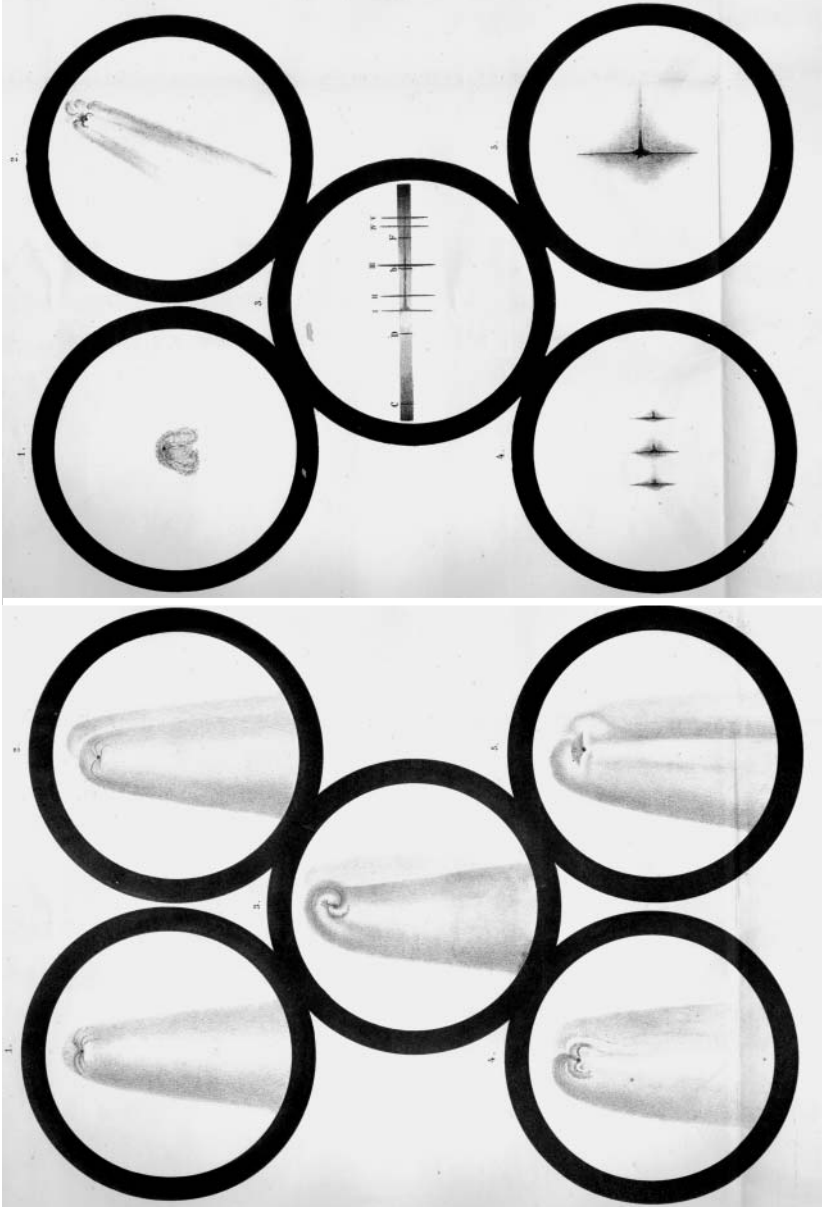
Jóllehet a napfoltokat már Galilei felfedezte, és ettől kezdve a csillagászok folytonos érdeklődése kísérte, rendszeres megfigyelésük mégis csak a 19. század második felében kezdődött. Ógyallán 1872-ben indult, és attól kezdve rendszeres volt a megfigyelésük. 1880-ban kezdtek heliocentrikus koordinátákat publikálni. 1885-től Wolf-féle napi relatívszámokat számoltak egészen 1872-ig visszamenőleg az obszervatóriumban készített rajzok alapján (5. ábra). Az 1872–1884 évekre készített teljes sorozatot kiegészítették a zürichi relatívszámokkal, és közzétették az intézet kiadványaiban. Az 1885-ös évtől kezdődően Konkoly rendszeresen elküldte a napfoltokról kapott adatokat Zürichbe. Rudolf Wolf 1893-ban bekövetkezett halála után a Magyarországról érkező adatok jelentőssé váltak.

Az észleléseken túlmenően Konkoly jelentősen hozzájárult a napfizikához szükséges műszerpark megteremtéséhez is. 1905-ben fotheliográfot helyezett üzembe, és két spektrográfot épített a Napon lejátszóó jelenségek vizsgálatára.

Konkoly jelentős szerepet játszott az országban más napmegfigyelőhelyek létrehozásában. Ezek közül a legjelentősebb a kalocsai Haynald Obszervatórium létrehozása volt. Ennek az intézetnek 1885-ben Fényi Gyula lett az igazgatója, és 28 éven át rendszeresen készített rajzokat a Napon látható kitörésekről, amelyekről ebben az időszakban ez a sorozat a legteljesebb észlelési anyag.



5. ábra. Ógyallán készített napfoltrajzok.



6. ábra. Az 1881 III jelű üstökösről, illetve színekéről Ógyallán készített rajzok.

Üstökösök, meteorok, kisbolygók

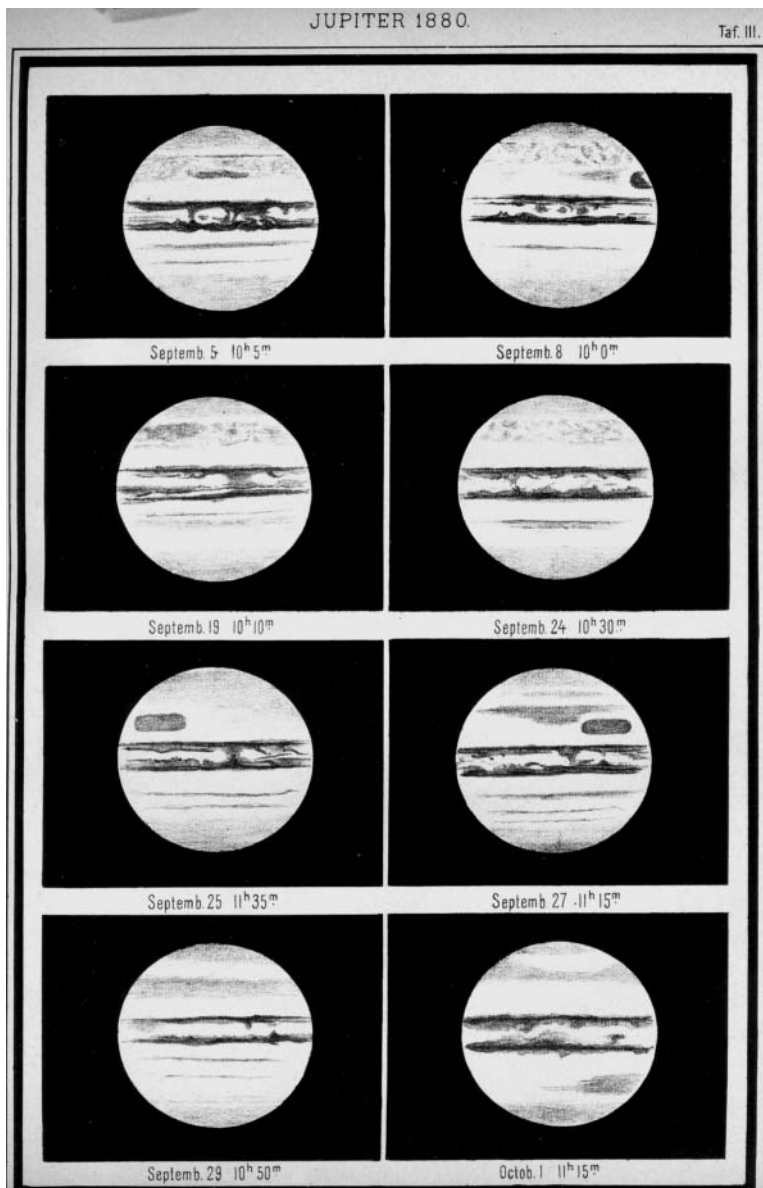
Történelmileg az üstökösök megfigyelése babonás hiedelmekkel kapcsolódott össze. Később mozgásuknak a vizsgálata az égi mechanika fontos feladatává vált. Fizikai természetük vizsgálatát azonban csak a spektroszkópiai megfigyelések tették lehetővé. Konkoly 1874-ben kezdte el a rendszeres spektroszkópiai vizsgálatokat. A világon az első között készített színeképeket üstökösökről. Ezen égitestek fizikai természetének a feltárásában úttörő szerepe volt (6. ábra).

Az üstökösök fizikai természetének vizsgálatánál Konkoly hangsúlyozta a laboratóriumi mérések jelentőségét. A laboratóriumban különböző nyomásnál és hőmérsékletnél gázkeverékek színeképét vizsgálta és megpróbálta reprodukálni az üstökösök spektrumát. Néhány olyan esetben, amikor a mért vegyület veszélyes volt (például a cian vizsgálatánál), a Budapesti Egyetem jól felszerelt laboratóriumában végezte a méréseket. Összehasonlítva a megfigyelt, illetve a laboratóriumban kapott színeképeket Konkoly hasonlóságot talált az üstökösök és a szénhidrogének spektruma között.

Konkoly saját maga negyven üstökösöt figyelt meg (6. ábra), amelyek közül huszonhét esetben színeképeket is készített. Ezért minden önteltség nélkül megállapíthatta, hogy az üstökösök megfigyelése és színképi vizsgálata területén előkelő helyet foglalt el a csillagászok között. Az első spektroszkópiai üstökösészlelésének célpontja a Coggia-üstökös volt 1874-ben, míg az utolsó, amelynek megfigyelésében személyesen is részt vett, az 1910-ben látható Halley-üstökös volt.

Konkoly kedves csillagászati területe volt a meteorok megfigyelése is, különös tekintettel a színeképükre. Gyakran megfigyelte a nátriumnak a folytonos színeképre vetülő karakterisztikus vonalát, illetve alkalmanként a magnézium, lítium, vas és egyéb elemek, valamint a szénhidrogének jelenétét. A színképi megfigyelések alapján arra következtetett, hogy kapcsolat van az üstökösök és a meteorok között.

Edmund Weissnek, a bécsi csillagászati intézet igazgatójának a kérésére a meteorok térbeli helyzetének meghatározására megfigyelőhálózatot szervezett. Saját intézetén túlmenően Konkoly több állomást szerelt fel a szükséges műszerekkel (mikroszkóp, időalap). A megfigyeléseket Ógyallán értékelték ki. A hálózatból érkező adatok alapján lehetővé vált a meteorok sebességének és térbeli helyzetének a megállapítása. A kapott adatokat elemezve Konkoly kapcsolatot talált a meteoráramok és az üstökösök között. A rendszeres megfigyelések sorában nevezetes esemény volt Ógyallán az 1872. november 27-én bekövetkezett meteorhullás, amikor percenként 38 meteort észleltek.



7. ábra. A Jupiter vörös foltjáról Ógyallán készített rajzok.

Konkoly és munkatársai rendszeresen vizsgálták távcsövekkel és meridiánkörökkel a kisbolygókat. A megfigyeléseket kiegészítették a pálya meghatározásával, és figyelembe vették a szekuláris perturbációkat is. A kutatók nemzetközi színvonalának elismeréseként két kisbolygót neveztek el róla, illetve az intézetről: (1445) Konkolya, (felfedező: Kulin György, 1938, Budapest), valamint (1259) Ógyalla (Karl Reinmuth, 1933, Heidelberg).

Bolygók kutatása

Konkoly csillagászati kutatásainak fontos része volt a bolygók, különösen a Jupiter és a Mars felszínének a megfigyelése. Nem sokkal a Jupiter vörös foltjának 1878-as megjelenése után a foltot több éven keresztül követték megfigyelésekkel egészen addig, amíg újra elhalványodott (7. ábra). Az 1879–1885 években Konkoly és munkatársai 54 rajzot készítettek, amelyek lehetővé tették a bolygó forgásidejének a meghatározását. Amikor Hermann Kobold Ógyallán dolgozott, a bolygóészlelések zömét ő végezte. A megfigyeléseket rendszeresen publikálták az intézeti közleményekben.

1902-ben Massányi Ernő további 24 megfigyeléssel egészítette ki ezt a gyűjteményt, aki Jupiter forgásidejének meghatározása mellett az egyenlítői sávban tapasztalható aktivitást is vizsgálta. Megfigyelései alapján elvetette azt az elképzelést, hogy az egyenlítői sávbeli aktivitást a Nap aktivitásának változása okozza, de nem volt elegendő megfigyelése annak eldöntéséhez, hogy van-e kapcsolat a bolygó keringési idejével.

A csillagszínképek megfigyelése

Konkoly az asztrofizika egyik legfontosabb témájának tartotta a csillagok színképének vizsgálatát. Az igen gazdag műszerparknak köszönhetően a csillagok spektroszkópiai vizsgálata az obszervatórium tudományos tevékenységének egyik meghatározó területe lett. Ebben az időben Kirchhoff és Bunsen alapvető felfedezésétől indítva Hermann Vogel, a potsdami csillagvizsgáló igazgatója 1875-ben programot indított, amelyet 1883-ban fejezett be, és amelynek során 6,5 magnitúdóig az északi égbolt 0° – 20° közötti deklinációjú zónájában minden csillagról készített színképet (8. ábra). Ezt a programot a Lund Obszervatóriumban Nils Dunér folytatta. Továbbá a vörös csillagokról, amelyekről akkoriban azt tartották, hogy az alacsony hőmérsékletük miatt a legöregebbek, katalógust adott ki 1885-ben.

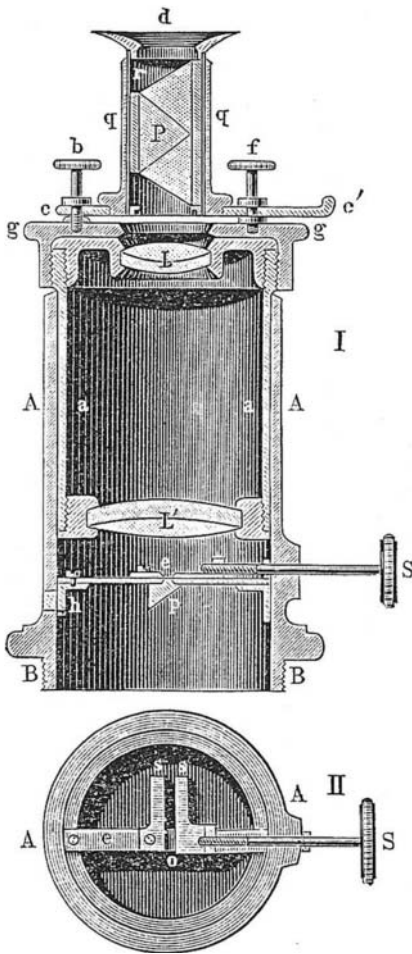
Ezen vizsgálatok alapvető indítéka az volt, hogy az égbolton a további részletesebb vizsgálatokhoz egy átfogó spektroszkópiai adatbázist hozzanak létre. Konkoly úgy döntött, hogy csatlakozik a Vogel által kezdeményezett vizsgálathoz. Az elvégzett megfigyelések alapján már 1877-ben 160 csillag színeképét publikálta, és 1883-ban kiegészítette Vogel északi féltekén folytatott vizsgálatait a déli égbolt -15° – 0° deklinációjú zónájával. A spektroszkópiai megfigyelések zömét 1883–1886-ban Kövesligethy Radó végezte. A vizsgálatokhoz a 6 hüvelykes Mertz-refraktorra szerelt Zöllner-féle spektroszkópot használta. Az 1887-ben közzétett katalógus 7,5 magnitúdóig 2022 csillagot tartalmazott.

A csillagszíneképek elméleti vizsgálata, Kövesligethy spektrálmélete

A tudománytörténeti munkák általában nem tartják lényegesnek Konkoly ógyallai intézetében folyt elméleti kutatásokat. Ennek valószínűleg az az oka, hogy Konkolyt alapvetően az észlelési munka és a hozzá kapcsolódó műszertechnikai háttér kialakítása foglalkoztatta. A spektroszkópiai megfigyeléseket azonban a Bécsi Egyetem akkori diákja, Kövesligethy Radó végezte, akit a csillagok színeképének pusztán észlelése nem elégített ki, és foglalkozni kezdett azzal a kérdéssel, hogyan lehet a megfigyelt színeképből kiolvasni azokat a fizikai okokat, amelyek az égitestben a sugárzást létrehozták.

Kövesligethy 1881-től a Bécsi Egyetemen fizikát tanult, és 1884-ben a csillagok színeképének elméletéből doktorált. Az volt a véleménye, hogy az égitestek sugárzását leíró elméletben a termodinamikának ugyanolyan fontos szerep jut majd, mint a mozgásuk magyarázatában a newtoni mechanikának. Doktori dolgozatában felállított egy egyenletet, amely leírja az égitestek folytonos sugárzását a hullámhossz, illetve a hőmérséklet függvényében. Az eredmények érdekes mellékterméke volt az úgynevezett Wien-féle eltolódási törvény, amelynek az a lényege, hogy a sugárzás maximumához tartozó hullámhossz és a sugárzó test hőmérsékletének szorzata állandó. Az eredmény lehetővé tette, hogy becslést adjon az égitestek hőmérsékletére (8. ábra).

Spektrális egyenletének levezetésére Kövesligethy több feltevést tett, amelyek a korabeli elméleti fizikával összhangban voltak. (1) A sugárzást kibocsátó anyag kölcsönható részecskékből áll. (2) A közöttük ható erő a távolság négyzetével fordítva arányos. (3) A sugárzási teret egy feltételezett anyag, az éter képviseli. (4) Az éter szintén kölcsönható részecskékből



8. ábra. Az ógyallai spektrálprogramban használt okulárspektroszkóp.

Max Planck oldotta meg a hatáskvantum fogalmának bevezetésével. A fentiekben azonban már utaltunk arra, hogy a problémát 15 évvel Planck felfedezése előtt Kövesligethy már megoldotta. Első ránézésre Kövesligethy 1885-ben közzétett spektrálegyenletének levezetésénél használt, illetve a 15 évvel később Planck által alkalmazott feltevések között semmi hasonlóság nincs. A két egyenletet azonban egymásra rajzolva meglepő

áll. (5) A fény az éterrészecskék rezgésének tovaterjedése. (6) Termodinamikai egyensúly van az éter, illetve a sugárzó anyagot alkotó részecskék rezgési energiája között.

E feltevésekből kiindulva a sugárzás egy adott λ hullámhossza és $L(\lambda)$ intenzitása között az alábbi összefüggést kapta:

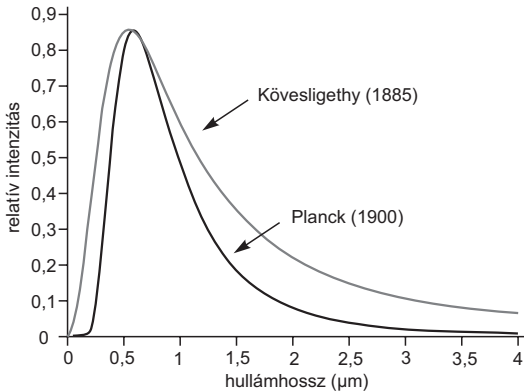
$$L(\lambda) = \frac{4}{\pi} \mu \Lambda \frac{\lambda^2}{(\lambda^2 + \mu^2)^2}.$$

A fenti egyenletben μ azt a hullámhosszat jelenti, amelynél a sugárzás intenzitása maximális, Λ pedig a teljes kisugárzott energia.

Ahogy korábban írtuk, Kirchhoff 1860-ban megjósolta az úgynevezett feketetest-sugárzás létét, de nem tudta meghatározni a $B(\lambda)$ függvény konkrét alakját. Kövesligethy hangsúlyozta, hogy az ő spektrálegyenlete a Kirchhoff-féle problémát is megoldja.

Kövesligethy és Planck eredményének egybevetése

A tudománytörténetben teljesen elterjedt nézet, hogy a feketetest-sugárzás Kirchhoff-féle problémáját



9. ábra. Kövesligethy Radó 1885-ös és Planck 1900-as spektrálegyenletének grafikus összehasonlítása. A két egyenlet matematikai alakja teljesen különböző, grafikus alakjuk mégis meglepően hasonló. Mindkét görbe véges kisugárzott energiát mutat. A tudománytörténet szerint Planck volt az első, aki a kvantumhipotézis bevezetésével a feketetest-sugárzás egyenletére véges energiájú megoldást adott, de ebben Kövesligethy 15 évvel megelőzte őt.

hasonlóságot találunk dacára annak, hogy matematikai megfogalmazásuk teljesen különböző (9. ábra).

Planck a korabeli statisztikus termodinamika legmodernebb eredményeit használta a feketetest-sugárzást leíró egyenlete levezetéséhez, amit kiegészített az energia kvantáltságának forradalmi feltevésével. Kövesligethy úgy gondolta, hogy a sugárzást teret különálló, de egymással kölcsönható éterrészcskék rezgése okozza, amelyek energiája azonban nem kvantált. Ilyen módon nem lehet őt Planck előfutárának tekinteni. Tudománytörténeti tény azonban, hogy először adott a Kirchhoff-problémára olyan megoldást (15 évvel Planck előtt), amely a teljes hullámhossztartományban véges intenzitást ad.

A Wien-féle eltolódási törvény felfedezése – az égitestek felszíni hőmérséklete

Feltételezve a sugárzást kibocsátó test részecskéinek hőmozgása, illetve az éterrészcskék rezgési energiájának statisztikus azonosságát Kövesligethy az 1885-ben közzétett egyenletéből a termodinamika első főtételét felhasználva levezette az egyenletében szereplő μ paraméter és a sugárzó közeg hőmérsékletének a kapcsolatát. Úgy találta, hogy az a hullámhossz, amely-

nél a sugárzást leíró $L(\lambda)$ görbe eléri a maximumát, fordítva arányos a kibocsátó közeg hőmérsékletével. Ezzel az eredménnyel valójában 8 évvel megelőzte Wien, aki 1893-ban tette közzé a róla elnevezett törvényt.

Kövesligethy összehasonlította a Nap folytonos színképét az olvadt platináéval, és az egyenletében szereplő μ paraméter, valamint a hőmérséklet között felfedezett összefüggéssel becslést adott a Nap felszíni hőmérsékletére.

Konkoly támogatta Kövesligethy elméleti munkáját, aki számára ehhez az ógyallai intézet ideális környezetet biztosított. Egyenletét az Akadémián szintén Konkoly mutatta be, és a teljes levezetés megjelent az Akadémia közleményeiben. Szintén Konkoly támogatásával 1890-ben Halléban német nyelven könyvet jelentetett meg spektráleméletéről, amelynek függelékében részletesen foglalkozik az asztrofizikában használt eszközök elméletével.

Kövesligethy munkája azonban még saját intézetében is teljesen visszhang nélkül maradt. Valószínűleg ez a tény is jelentős szerepet játszott abban, hogy a századfordulón háttérbe fordított az elméleti asztrofizikának, és tudását a földrengések vizsgálatában kamatoztatta, amelyben viszont jelentős nemzetközi sikereket ért el.

Konkoly munkásságának hatása a korabeli asztrofizikára

Az 1872-es esztendővel kezdődően Konkoly eredményeit rendszeresen közzétette az *Astronomische Nachrichten*ben, majd 1879-ben elindította saját intézetének tudományos közleményeit. Rendszeresen kicserélte észlelési eredményeit más obszervatóriumokkal, és levelezési kapcsolatban volt külföldi kollégákkal, a spektroszkópia területén például Angelo Secchivel, William Hugginsszal, Hermann Vogellel, Johann Zöllnerrel, a napfoltok megfigyelése kapcsán pedig Gustav Spörerrel.

Személyes kapcsolatainak köszönhetően a német *Astronomische Gesellschaft* 1898-ban Budapesten tartotta közgyűlését. Fontos szerepet játszott más magyarországi obszervatóriumok létrehozásában: 1877-ben Kalocsán, 1881-ben Herényben (ma Szombathely része), illetve 1886-ban Kiskartalon.

1890-ben Konkoly a Magyar Meteorológiai Szolgálat igazgatója lett, de e munkája mellett továbbra is sok támogatást nyújtott az ógyallai obszervatóriumnak. 1890-től az obszervatórium állami tulajdonba adásáig terjedő időszakban a Meteorológiai Szolgálat munkatársai is rendszeresen részt vettek a csillagvizsgáló munkájában.

A Magyar Királyi Astrophysikai Observatórium

Csillagvizsgálójának megalapítása után néhány évvel Konkoly már rájött arra, hogy Magyarországon csak egy állami intézmény lenne képes biztosítani a folyamatos csillagászati kutatást. Ezért már 1878-ban kísérletet tett rá, hogy csillagvizsgálóját felajánlja a létesítendő pozsonyi egyetemnek.

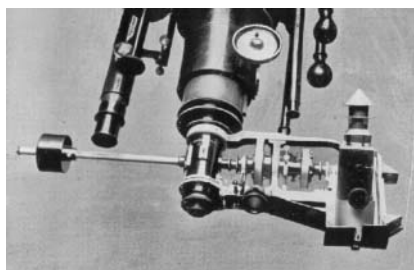
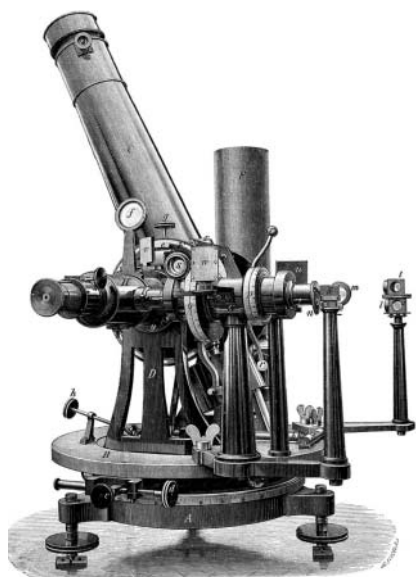
Világosan látta, hogy gyermeke nem lévén, nincs, aki intézetét örökölje, és a sok fáradsággal és anyagi áldozattal létrehozott intézet halála után veszendőbe megy. Erre több nyugati példát is látott, ami arra indította, hogy intézetét az államnak adományozza, beleértve természetesen a teljes felszerelést. Feltételül szabta, hogy az állam gondoskodik az obszervatórium rendeltetészerű működtetéséről, beleértve az alkalmazottak fizetését is. Ragaszkodott ahhoz is, hogy az intézet az ő életében ne költözzön el Ógyalláról. Feltétel volt továbbá, hogy az államosítás után is ő maradjon az igazgató, de ezért fizetését nem kért.

A hivatalos átadás-átvétel 1899. május 16-án történt meg, és az új állami intézet 1899. május 20-án a Konkoly Alapítványú Magyar Királyi Astrophysikai Observatórium néven kezdte el működését. Az intézet vezető munkatársai a következők voltak. Igazgató: Konkoly Thege Miklós, igazgatóhelyettes: Kövesligethy Radó, obszervátor: báró Harkányi Béla, munkatársak: Tass Antal, Szántó Béla. Az intézet új épületet és műszereket is kapott.

Az új állami intézet tudományos programja

A 19. század végén a csillagászati fotometria jelentősen fejlődött, és az új állami intézet csatlakozott ehhez a fejlődéshez. Elkezdték a változócsillagok rendszeres fotometriai megfigyelését. Az intézet részt vett a potsdami fotometriai programban. Rendszeresen megfigyelték a Napot. Más intézetekkel együttműködve meteorészleléseket végeztek. Az asztrofizikai obszervatórium rendszeres időszolgálatot tartott fenn a Magyar Államvasutaknak. Fontos esemény volt az intézet életében a Halley-üstökös 1910-es visszatérése. Az üstököst folyamatosan észlelték. Ez volt az utolsó üstökös, amelynek észlelésében Konkoly személyesen is részt vett.

Abból a célból, hogy a fotometriai programhoz megfelelő segédberendezésekkel is rendelkezzenek, egy Töpfer-féle ékfotométert vásároltak, valamint egy kis, illetve nagy Zöllner-fotométert. Az Ógyallán folytatott fotometriai program a Potsdamban folyó munkához kapcsolódott. A 7,5 magnitúdónál fényesebb 2122 csillag fotometriai adatait tartal-



10. ábra. Az ógyallai fotometriai programban használt nagy (fölül), illetve kis Zöllner-fotométer (alul).

mazó katalógus a -10° – 0° zónáról 1916-ban jelent meg (Photometrische Durchmusterung des südlichen Himmels enthalten alle Sterne der BD bis zur Grösse 7.5 Teil I Zone 0° bis -10° Declination). A Harvard Obszervatóriumban készült mérésekkel összehasonlítva az Ógyallán végzett mérések átlagosan mindössze 0,1 magnitúdóval tértek el (10. ábra).

Felhasználva Chandler, Hartwig, Pickering katalógusait 1900. szeptember 19-től hosszú periódusú változócsillagokról rendszeres megfigyeléseket végeztek, illetve időnként programba vettek néhány rövid periódusú változót is. Az első sikert 1902-ben érték el, amikor a Nova Perseiről közzétették a Harványi Béla által készített 195 mérést. A Nova Aquilaeről 1918-ban végzett méréseket az *Astronomische Nachrichten*ben közölték.

A magyar állam anyagi támogatásával 1905-ben egy fotoheliográfot vásároltak, amit 1908-ban egy 20 cm-es Heyde-refraktor követett. 1913-ban döntöttek egy 60 cm-es tükrös távcső beszerzéséről a német Heyde cégtől. Az új állami intézetnek egy nagyobb központi épületre

is szüksége volt, amelyet 1913-ban adtak át rendeltetésének. A fejlődés sajnos 1914-ben az első világháború kitérésével megszakadt.

A helyzet fokozatosan romlott. Az intézet alapítója és igazgatója, Konkoly Thege Miklós 1916-ban meghalt. Az Osztrák–Magyar Monarchia 1918-ban összeomlott, amelynek következtében Ógyallát elcsatolták Magyarországtól, és az újonnan alakult Csehszlovák Köztársasághoz került. A kulturális minisztérium utasítására a műszereket leszerelték, és 1919 elején átszállították Magyarországra.

Utószó

Konkoly obszervatóriumának jogutódjaként a magyar kormány döntésének köszönhetően a budapesti Svábhegyen új intézet létesült. Az első műszerek, egy passzázstávcső, illetve egy újonnan épült kupolában az Ógyaláról átszállított 20 cm-es Heyde-refraktor 1922 őszén kezdte el működését. A főépület 1924–1926-ban épült, míg a Heyde cégnél 1913-ban megrendelt távcső a rendelés megújítása után 1928-ban kezdte meg működését. Az új intézet igazgatója az ógyallai obszervatóriumot Konkoly halála után vezető Tass Antal lett.

Konkoly Thege Miklós és a hozzá hasonló emberek nemzetünk kulturális fejlődése iránt érzett elkötelezettsége jelentősen hozzájárult az ógyallai intézet első 50 évében a sikeres működéshez. Ez az elkötelezettség hívta életre a Konkoly örökségét folytató új intézetet is, példát adva a magyar kultúra életerejére és európai értékeire.

Irodalom:

- Eötvös Loránd, 1964, Elnöki megnyitó beszéd a Magyar Tudományos Akadémia ötvenedik Közgyűlésén, 1890. május 11., in *Eötvös Loránd a tudós és művelődéspolitikus írásai*ból. Sajtó alá rendezte Környei Elek, Budapest, Gondolat Kiadó, 109–110.
- Kobold, Hermann Albert, 2004, Blätter der Erinnerung. Leaves of Memory – an autobiography. *The Journal of Astronomical Data* 10, 1. 18.
- Konkoly Thege, M., 1999, The Brief History of the Astrophysical Observatory of the Konkoly Foundation, Komárom Vol. 1. 1913. 15–22. In *The Konkoly Observatory Chronicle*, Budapest.
- Konkoly, N. von, 1999, Letters to Gotha in 1862–1883. Staatsarchiv Weimar, Staatsministerium Gotha, in *The Konkoly Observatory Chronicle*, Budapest, 67–69.
- Konkoly, N., von, 1872, Sternschnuppenfall am 27. November 1872., *Astronomische Nachrichten* 80, 283–284.
- Konkoly, M., von, 1873, Die Spuren eines ansehnlichen Meteors, *Astronomische Nachrichten* 82, 289–290.
- Konkoly, N., von, 1879a, Spectra von 160 Fixsternen. *Beobachtungen angestellt am Astrophysikalischen Observatorium in O Gyalla in Ungarn*, Band I, 34–47.
- Konkoly, N., von, 1879b, Spectroskopische Beobachtung des Cometen Brorsen, *Astronomische Nachrichten* 95, 193–196.
- Konkoly, N., von, 1880, Beobachtungen des Cometen Hartwig (1880d), *Astronomische Nachrichten* 98, 311–314.
- Konkoly, N., von, 1887, Spectroskopische Beobachtung der Sterne zwischen 0° und –15° bis zu 7.5ter Grösse. *Beobachtungen angestellt am Astrophysikalischen Observatorium in O Gyalla*. Band VIII, II. Theil.
- Kövesligethy, R., 1890, Grundzüge einer theoretischen Spektralanalyse, Halle, Druck und Verlag, H. W. Schmidt
- Vargha, Magda, 1999, The Konkoly Observatory Chronicle in Commemoration of its Centenary. Budapest, Konkoly Observatory Monographs, No. 3.

TÓTH IMRE
Az üstökösök megismerésének
mérföldkövei 2.
ÜSTÖKÖSKUTATÁS AZ ÚRKORSZAKBAN

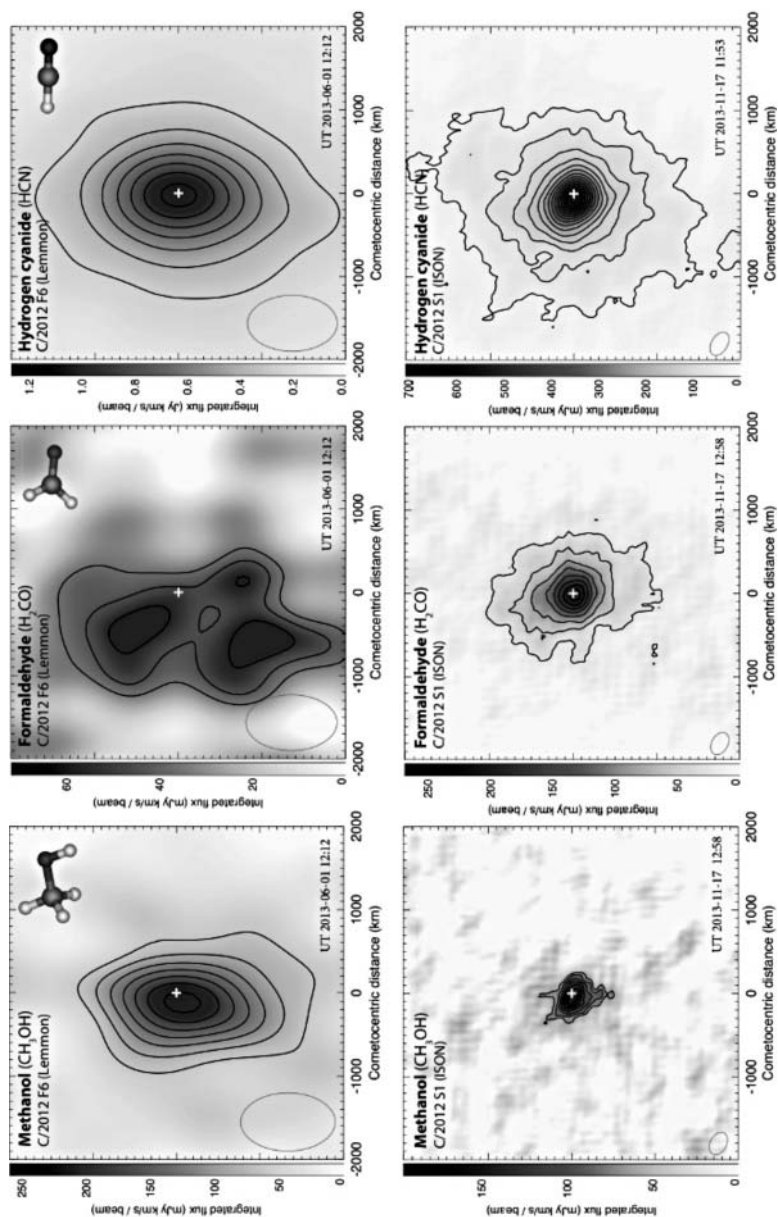
Az üstökösök a Naprendszer őseredeti, egyszerű felépítésű kis égitestjei, amelyek szinte még érintetlenül őrzik bolygórendszerünk kialakulása fizikai-kémiai viszonyainak lenyomatát, és így szinte „időkapszulák” a Naprendszer kialakulásának megismerésében. Az üstökösök vizsgálatának öt korszakát lehet megkülönböztetni. Az első négy korszak mérföldköveit foglalja össze a Meteor Csillagászati Évkönyv 2015-ös kötete 242–264. oldalán megjelent cikk.

Az üstökösök űreszközökkel, űrtávcsövekkel, helyszíni vizsgálatokat végző űrszondákkal folytatott vizsgálatai jelentik az üstökösök megismerésének ötödik, e sorok írásakor is tartó korszakát, amelynek eddigi fontosabb fejleményeit és főbb eredményeit ismertetem, közte a még folyamatban levő Rosetta programét.

Bevezetés

Az üstökösök első modelljei és közvetlen megismerésük között több évtized telt el. Először az üstökösök távolról jól megfigyelhető kómáját és csóváit vizsgálták. Az úrkorszak kezdetén, az 1950-es évek második felétől az üstökösöket is egyre korszerűbb földi, később a világűrbe telepített csillagászati megfigyelőeszközökkel tanulmányozták, sőt az 1970-es évektől földi laboratóriumokban is modellezték az üstökösanyagot és az üstökösök lehetséges felszíni folyamatait. A kísérleti asztrokémia keretében földi laboratóriumokban előállították az üstökösök lehetséges poranyagának modelljét.

Az üstökösök rádiósugárzását már az 1950-es évektől észlelték, elsőként az Arend–Roland-üstökösről. Később azonban sikertelen maradt az Ikeya–Seki-, valamint a Bennett-üstökös rádiósugárzásának megfigyelése. Sikeres volt viszont 1973-ban a Kohoutek-üstökös rádiócsillagászati megfigyelése 18 cm-es hullámhosszon: a hidroxil-gyököt (OH) sikerült kimutatni. A Kohoutek-üstökös aktivitásának időbeli alakulását a 2,8, 3,71 és 11,1 cm-en rádióinterferometriai módszerrel is megfigyelték.



1. ábra. Üstökösnefigyelések az ALMA antennarendszerekkel a 339–362 GHz tartományban a metanol, formaldehid és hidrogén-cianid eloszlásáról a C/2012 F6 (Lemmon) (felső sor) és C/2012 S1 (ISON) üstökös (alsó sor) gázkömájában. (Martin Cordiner, NASA/GSFC és munkatársai alapján.)

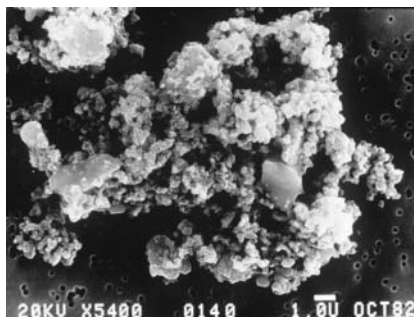
A 20. század utolsó harmadában egyre több üstököst figyeltek meg egyre korszerűbb eszközökkel az ultraibolyától a rádiótartományig. Így egyre több kémiai elemet, molekulát és ezek gyökeiket, illetve izotóp-összetevőket mutattak ki bennük, miközben a csillagközi és csillagok körüli anyag kémiai összetételének a Naprendszer üstökösei összetételével való összehasonlítása is lehetővé vált. A molekulák roto-vibrációs (forgási és rezgési) átmenetei az ultraibolyától az infravörösön át a rádiótartományig fontos információt adnak az üstökösök kialakulási körülményeiről. A csillagközi anyagban és a Naprendszer ősködében a porszemcsék felületére tapadt atomok bonyolult molekulákat képeztek, és jegek formájában a porszemcsékhez kötődtek. A Halley-üstökös 1986-os napközelsége után több hosszú keringési idejű, illetve közvetlenül az Oort-felhőből érkezett üstökös, például a P/Borsen–Metcalf, a C/Austin, C/Levy, és a látványos P/Swift–Tuttle megfigyeléséből születtek új eredmények. Később a Földről jól megfigyelhető, fényes, nagy aktivitású üstökösök, például a Hyakutake és Hale–Bopp megfigyelése adott új ismereteket. Sok új, összetett molekulát sikerült felfedezni. Az izotópok és izomerek tulajdonságainak finom részleteire is fény derült. Az üstökösökben az eddigi legnagyobb molekulásúlyú (62) etilén-glikolt ($C_2H_6O_2 = HO-CH_2CH_2-OH$) a Hale–Bopp-üstökösben mutatták ki 1997-ben a 106–263 GHz között található átmeneti állapotján a rádiószinképbén. Ezt, a fagyálló alapanyagát is adó és az asztrobiológusok szerint biomolekulát a csillagközi anyagban is megfigyelték. A hidrogén-cianid (HCN) és hidrogén-izocianid (HNC) izomerek, a vízbeli hidrogén orto-para állapotának aránya, valamint a deutérium/hidrogén (D/H) arány egyaránt az üstökösök kialakulási körülményeire utalnak. A Hyakutake és Hale–Bopp magja például 20–30 K-en, tehát nagyon alacsony hőmérsékleten alakult ki a Naprendszer ősködében.

A 21. század első évtizedére az optikai és infravörös-spektroszkópia nagy szubmilliméteres és rádióteleszkópok alkalmazásával egészült ki. A szubmilliméteres tartományban az üstökösök anyagát alkotó alapvető molekulák energiaszintjei közötti finom átmenetek figyelhetők meg, továbbá az üstökösök körüli por is tanulmányozható. Bár a hőmérsékleti zaj igen nagy, az üstökösök alacsony hőmérsékletű magjának mérete is meghatározható (1. ábra).

Az üstökösök kitörésére és az üstökösök teljes szétesésére ma még nincs minden tekintetben megnyugtató modell, de az egyik legvalószínűbb folyamat a mag belsejében a vízjég fázisátalakulása amorfból kristályossá. Ez jól magyarázza a Halley-üstökös váratlan kitörését 1991-ben 14,3 CSE-re a Naptól, túl a Szaturnusz pályáján. A 2007-ben szuperkitörésen átesett 17P/Holmes-üstökös visszatérő szuperkitöréseinek magyarázatára 2012-

ben egy több kémiai komponensből álló üstökösanyag részletes háromdimenziós hőmodelljét készítették el, amelyben kulcsszerepet kap az, hogy amorf vízjégbe zárt szén-monoxid, szén-dioxid és ammónia gázok erős szublimációja mintegy 30 évenként ismétlődő hatalmas kitöréseket tud okozni. Az üstökösanyagok teljes szétesése szétaprózódással és a kisebb magtöredékek szublimációjával, további aprózódásával mehet végbe, ahogyan például a C/1999 S4 (LINEAR) vagy a C/2012 S1 (ISON) Oort-felhővel kapcsolatos üstökösöknél történt. Az üstökösanyagok szétesésének másik megfigyelt formája az, amikor néhány nagyobb magtöredékre esik szét az eredeti mag, miként a 73P/Schwassmann–Wachmann 3 üstökös esetében. A megfigyelt magtöredékek az eredeti mag belső szerkezetét jelzik, és az üstökösanyagok eltérő kialakulási folyamataira utalnak. A nem árapályerők hatására szétessett üstökösök szétesési mechanizmusának részleteit még nem ismerjük.

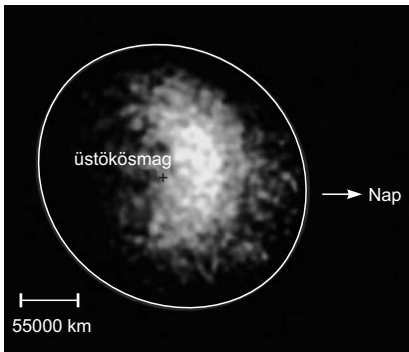
A csillagközi és csillagok körüli anyag, valamint az üstökösök egyedülálló természetes asztrofizikai laboratóriumok az extrém alacsony hőmérsékleten lejátszódó fizikai és kémiai folyamatok tanulmányozására. Ilyen állapotok földi laboratóriumokban nem vagy csak nagyon közelítőleg állíthatók elő. Bizonyos folyamatok szimulációját azonban földi laborokban is meg lehet kísérelni. Az 1970-es évektől Jerome Mayo Greenberg laboratóriumában jeges-poros szemcséket állított elő, amelyek az üstökösök egyszerű felépítésű, őseredeti poranyagát modellezzik. Ezek a porszemcsék nagyon hasonlóak a Brownlee által az 1970–80-as években vizsgált, üstökös eredetű meteoritikus porszemcsékhez, amiket a NASA által tudományos kutatási célra alkalmazott U2-es repülőgépek porcsapdái gyűjtöttek be nagy magasságban (2. ábra). Az amorf–kristályos fázisátalakulásokkal és a gázok jegekben történő csapdába ejtésével és tárolásával kapcsolatban Bar-Nun végzett fontos laboratóriumi kísérleteket az 1980–90-es években. Fontos kísérletek történtek mikrogravitációs környezetben az egyes porszemcsékből összeálló aggregátumok tanulmányozására is Levasseur-Regourd vezetésével. A kísérletekből lehetőség nyílt az üstököspor optikai tulajdonságainak (fénypolarizáció és fényszórás) vizsgálatára is.



2. ábra. A Halley-üstökös meteoritikus anyagának egy porszemcséje, amit a NASA nagy magasságban repülő U2-es repülőgépeinek porcsapdája gyűjtött be 1982 októberében az Orionidák meteorraj idején. A kép alján levő vonalszakasz egy mikrométernek felel meg.

Az üstökösök gázkómája, hidrogénkoronája, ionsóvája tanulmányozásában jelentős előrelépések történtek a földi légkörön túlról végzett megfigyelések által. A fényes üstökösöket a földfelszínről felbocsátott ballonokkal, illetve rakétákkal (például Aerobee sorozat) legfeljebb 100 km magásra feljuttatott teleszkópokkal, kamerákkal is megfigyelték az 1960-as évektől. Ilyen volt a Bennett-, Tago–Sato–Kosaka- és Kohoutek-üstökösök ultraibolya és infravörös tartományban történt megfigyelése. Eközben és később mesterséges holdak (OGO, OAO, IUE, Asztron) teleszkópjaival is megfigyelték az üstökösöket az UV-tartományban. Jelentős eredmény volt az üstökösök nagy kiterjedésű hidrogénkoronájának kimutatása és vizsgálata a Lyman- α (121,6 nm) környékén. A porcsóvához hasonlóan a gázkóma is elgörbül a sugárnyomás hatására. Ezt később az üstökösök hidrogénkoronájának alakjában is megfigyelték az ultraibolya tartományban az OAO, OGO és IUE csillagászati mesterséges holdakkal.

Az üstökösök ionsóvájának megfigyelése a napszél és az üstökösplazma kölcsönhatásairól, illetve a bolygóközi űridőjárásról ad információt. Az ionsóva vizsgálatára rendszeres megfigyelési programot indítottak az 1970-es évektől. Az üstökösök ionsóvájának földi megfigyelése több esetben szimultán történtek bolygóközi űrszondák részecske- és mágnesestér-méréseivel. Erre jó példa az ESA/NASA Ulysses űrszondájának méréseivel egyidejűleg végzett földi megfigyelések. Eredményül összefüggést lehetett megállapítani a napszél heliografikus szélességtől és napaktivitástól függő paramétereit (sebesség, részecskesűrűség), illetve az üstökösök ionsóvájának szerkezete és kinematikai viselkedése között.



3. ábra. A ROSAT röntgensillagászati mesterséges holddal végzett megfigyelések alapján kimutatták az üstökös röntgensugárzását, elsőként a Hyakutake-üstökös kómájának Nap felőli oldalán. A Nap iránya a röntgenkóma domború része felé van. (NASA GSFC, MPE)

Az üstökösök fizikája területén jelentős felfedezés is történt. 1996-ban a Hyakutake-üstökös földközelségéhez közeli napokban a ROSAT röntgensillagászati mesterséges hold a kóma Nap felőli oldaláról eredő röntgensugárzást mutatott ki a 0,1–1 keV energiatartományban (3. ábra). Ezenkívül az RXTE (Rossi X-ray Timing Explorer) röntgensillagászati hold proporcionális számológép detektora a 2–60 keV tartományban, valamint az EUVE (Extreme Ultraviolet Explorer) spektro-

métereit is észlelték a jelenséget a 70–180 eV energiatarományban. Az üstökösök lágyröntgen-sugárzásának felfedezése új röntgenforrástípust jelentett. Mai ismereteink szerint a több lehetséges fizikai folyamat közül a napszél részecskéivel történő töltéscserés kölcsönhatás során fellépő fékezési sugárzás adja a megfigyelt lágyröntgen-, illetve extrém UV-sugárzást.

Az IRAS (Infrared Astronomical Satellite) mesterséges hold 1983-ban több új üstökösöt és kisbolygót fedezett fel, amelyeket az MTA Csillagászati Kutatóintézete piszkéstartói Schmidt-teleszkópjával is nyomon követünk, közte a Földtől 0,031 CSE közelségben elhaladt C/1983 H1 (IRAS-Araki-Alcock) üstökösöt. Fontos felfedezést tett az IRAS, amikor az üstökösök pályája mentén szétszórt és sávokba rendeződött poranyagot (porösvényt) figyelte meg a 2P/Encke, 10P/Tempel 2, 22P/Kopff, 29P/Schwassmann-Wachmann 1 és 65P/Gunn üstökösök pályája mentén. Ez is alátámasztja azt, hogy az üstökösök jelentős mértékben hozzájárulnak a bolygóközi por és meteoritikus anyag folyamatos utánpótlásához. Az ESA ISO (Infrared Space Observatory) mesterséges holdja Föld körüli pályáról 1995 és 1998 között, a NASA Spitzer infravörös-úrteleszkópja 2003 és 2009 közötti megfigyeléseiből több mint száz ekliptikai üstökös magjának méretét, albedóját és termális tulajdonságait lehetett meghatározni. Az ESA Herschel infravörös űrobszervatóriuma a Föld L2 pontja közelében 2009 és 2013 közötti alacsony hőmérsékleti (kriogén) fázisában figyelte meg az üstökösöket. Az infravörös űrteleszkópok mellett fontos szerepük van a NASA KAO (Kuiper Airborne Observatory) és SOFIA (Stratospheric Observatory for Infrared Astronomy) repülőgépek fedélzetén lévő infravörös-műszereknek. A Mauna Kea csúcsán lévő IRTF (Infrared Telescope Facility), ugyanott az UKIRT (United Kingdom Infrared Telescope) és más nagy teleszkópok (CFHT, Keck, Gemini, Subaru), valamint az ESO nagy távcsövei (például VLT) a földi légkör által nyitott infravörös ablakokon keresztül is tudnak észlelni. Az ezekkel végzett spektroszkópiai megfigyelések alapján több új molekulát azonosítottak üstökösökben (például etánt (C_2H_4), a Hyakutake-, majd a Hale-Bopp-üstökösöknél).

A NASA WISE (Wide-field Infrared Survey Explorer) űrszondája, illetve ennek kiterjesztett programja, a NEOWISE (Near-Earth Object WISE) hatékony infravörös kamerájával kisbolygókat és üstökösöket is megfigyelt, sőt felfedezett 18 új üstökösöt is. Az üstökösök felfedezésében jelentős szerepet kaptak az erre szakosodott hagyományos és fél-automata, automata teleszkópokkal folytatott keresőprogramok (Spaceguard, LONEOS, NEAT, LINEAR, Pan-STARRS, ISON). Az üstökösök és kisbolygók keresése, felfedezése és pályájuk minél pontosabb meghatározása a Földdel való esetleges ütközések előrejelzésére miatt is alap-

vető fontosságú, amire például a D/Shoemaker–Levy 9 darabjainak 1994-es Jupiterbe csapódása is figyelmeztetett. Bár jelenleg nem ismerünk a közeljövőben bolygónkkal ütköző természetes égitestet, de a lehetőséggel számolnunk kell.

A Napot szorosan megközelítő (napsúroló) üstökösök megfigyelése a teljes vagy gyűrűs napfogyatkozásokon kívül csak űreszközökkel lehetséges. A NASA SOLWIND űrszondája készített először felvételeket egy napsúroló üstökösről 1979-ben, a C/19791 Q1 (SOLWIND-1)-ről. Ezt még kilenc ilyen üstökös felfedezése követte 1984-ig. A NASA Solar Maximum Mission (SMM-1) űrszondája 1987 és 1989 között szintén tíz új napsúroló üstököst talált. Eddig a legtöbb napsúroló üstököst a NASA 1995 óta a Föld és Nap közötti L1 pontban működő SOHO (Solar and Heliospheric Observatory) napkutató űrszondájának LASCO koronográfja figyelte meg. A Kreutz-, Kracht-, Marsden-, Meyer-csoportok tagjait és sporadikus napsúrolók többségét a SOHO találta. A legemlékezetesebb a Lovejoy- és az ISON-üstökös napközelen történt szétaprózódásának megfigyelése volt. Az újabb napkutató szondák, így a NASA STEREO (Solar Terrestrial Relations Observatory), SDO (Solar Dynamics Observatory), valamint a japán Hinode (korábban Solar-B) is megfigyeli a Nap közelébe kerülő üstökösöket. A Napot szorosan megközelítő üstökösök felszínére erősen szublimál, és a magok gyakran szétesnek, ami az üstökösök szerkezetének és kémiai összetételének megismerését teszi lehetővé.

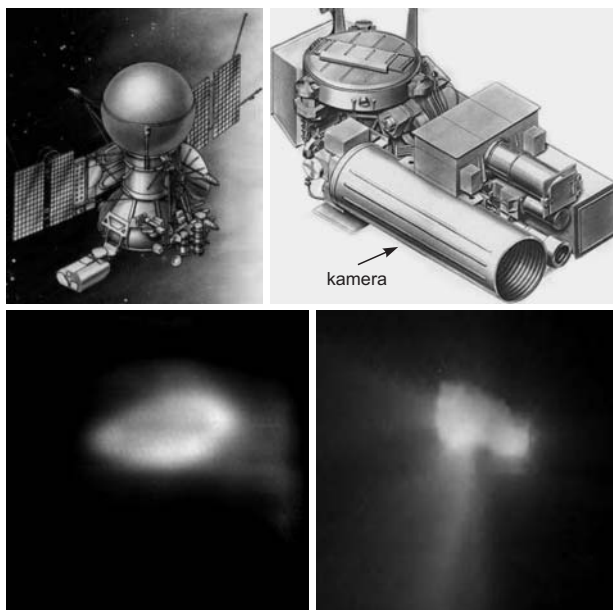
Az üstökösök méretét, forgási paramétereit, albedóját, színét, hőtani tulajdonságait a látható fényben és termális infravörösben végzett megfigyelésekkel lehet távolról megismerni. Ideális esetben az üstökösök körül nincs a megfigyelését zavaró kóma, és aszteroidának mutatkozik, amelyre könnyen elvégezhető fotometriai mérések. Azonban még a nagy naptávolságban lévő üstökösök is aktívak, és a magot kóma veszi körül. A Hubble-űrteleszkóppal (HST) 1991 óta folyamatosan végzett megfigyelésekkel a halvány üstökösök fénye elkülöníthető a fényes kómáktól. A HST, ISO, Spitzer megfigyeléseinek kombinálásával az ekliptikai üstökösök méreteloszlása meghatározhatóvá vált. Továbbá az ekliptikai üstökösök eredetét a magok színeloszlásának más ősi, kis égitestek színeinek eloszlásával összehasonlítva az adódott, hogy a Kuiper-övből eredhetnek. Ez egy a korábbi égi mechanikai modellektől független, azokat megerősítő eredmény az üstökösök fizikai tulajdonságai alapján.

Az üstökösök megfigyelésére kedvező alkalom az is, amikor földközelségbe kerülve radarcsillagászati eszközökkel detektálni lehet a róluk visszaverődő radarjeleket. A nehézség az, hogy a radarmegfigyeléseknek korlátot szab a megfigyelő – radar üzemmódban működő rádiótávcső – és

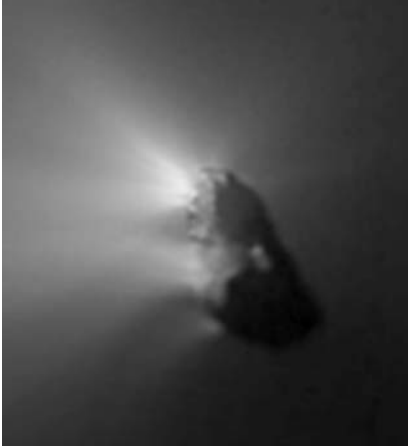
az üstökös távolsága, ugyanis az antenna által felfogott visszaérkező jel erőssége az üstökös távolságának negyedik hatványával fordítottan arányos. Radarral elsőként a 2P/Encke üstököst sikerült megfigyelni 1980-ban az arecibói óriás rádióteleszkóppal. Azt is radarral sikerült kimutatni 2007-ben, hogy a 8P/Tuttle üstökös magja elnyúlt alakú. A földfelszíni radarmegfigyelések jól segítettek a NASA DIXI/EPOXI űrszonda programját: a 103P/Hartley 2 üstökös magjáról jóval a találkozás előtt készült megfigyelések kuglibábura emlékeztető alakú magot mutattak.

Üstökösök közeli vizsgálata űrszondákkal

Az üstökösök kutatásának űrszondákkal végzett vizsgálata a Halley-üstökös mellett elrepülő (fly-by) űrszondák küldetésével kezdődött 1986-ban, amikor a tudomány történetében először közeli felvételek készültek egy



4. ábra. A VEGA-1 és -2 két egyforma űrszonda (balra fent) a Halley-üstökös magját 1986. március 6-án, illetve 10-én közelítette meg. Balra lent a VEGA-1 felvétele, jobbra lent a VEGA-2 magtól legközelebbre készített felvétele látható. A VEGA szondák televíziós képfelvevő rendszere (jobbra fent) elektronikája, fedélzeti szoftvere és földi optikai kalibrációja magyar fővállalkozásban készült.



5. ábra. Az ESA Giotto űrszondája 1986. március 14-én került legközelebb, 596 km-re a Halley-üstökös magjához. Az üstököshöz legközelebbi pályaszakaszon a Giotto és a Halley 68 km/s relatív sebességgel találkozott. A bemutatott kép több képből összeállított kompozit.

International Sun-Earth Explorer) szondája átrepült a 21P/Giacobini-Zinner ekliptikai üstökös kómáján, és plazmafizikai méréseket végzett a napszél-üstökös kölcsönhatás tanulmányozására, de nem készített felvételeket az üstökös magjáról. A Halley-üstökös magja 15×7×7 km-es



6. ábra. A Halley-üstökös magja első közelítésű felszíni térképe a VEGA-1 és -2, valamint a Giotto űrszondák felvételei alapján (Stooke, 1996).

üstökös magjáról a VEGA-1 és -2, valamint a Giotto üstökösszondák képfelvevő kameráival. A VEGA szondák televíziós képfelvevő rendszere, szoftvere, valamint az optikai és fotometriai kalibrációja magyar fővállalkozásban készült az MTA KFKI Részecske és Magfizikai Kutatóintézetében (RMKI), a fedélzeti adatgyűjtő egysége pedig KFKI-BME együttműködésben készült. A VEGA-1 1986. március 6-án 8889 km-re közelítette meg az üstökös magját, a VEGA-2 pedig március 9-én 8030 km-es legközelebbi távolságban repült el a magtól. A Giotto 1986. március 14-én 596 km-re repült el az üstökös magjától. Ezt megelőzően 1985-ben a NASA ICE (International Comet Explorer, korábbi nevén ISEE-3,

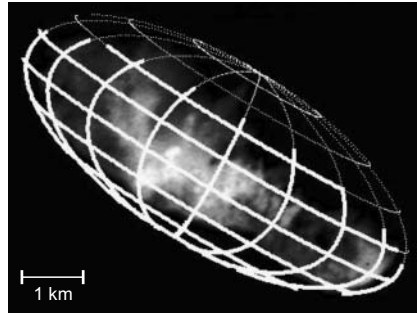
szondája átrepült a 21P/Giacobini-Zinner ekliptikai üstökös kómáján, és plazmafizikai méréseket végzett a napszél-üstökös kölcsönhatás tanulmányozására, de nem készített felvételeket az üstökös magjáról. A Halley-üstökös magja 15×7×7 km-es tengelyméretű ellipszoiddal közelíthető, de valójában szabálytalan alakú, igen kis (0,04) fényvisszaverő képességű. Erős poraktivitás volt megfigyelhető, és felvetődött, de akkor még nem volt biztos, hogy a mag éjszakai oldaláról is van anyagkiáramlás (4–6. ábra).

A Halley-üstökössel kapcsolatos eredményeket több összefoglaló munka is ismerteti, amelyekben nemcsak az üstökös magról szerzett új ismeretekről van szó, hanem az üstökös környezetéről (semleges

gáz, plazma, mágneses mező), valamint a napszél-üstökös kölcsönhatásról is. Ezzel kapcsolatban is sok jelentős magyar eredmény született, hiszen a VEGA szondák fedélzetén lévő részecskedetektor (Tünde-M), plazmadektor (Plazmag-1) jelentős magyar részvétellel készült az MTA KFKI Atomenergia Kutatóintézetében.

A Halley-üstökössel való találkozása után a Giotto űrszonda 1992-ben a 26P/Grigg-Skjellerup üstökös közvetlen közelében végzett méréseket, de addigra sajnos már nem működött a képfelvévő rendszere. Ezután kilenc évet kellett várni a következő űrszondás üstökösmegközelítésre. Az első ionmeghajtású űrszonda, a NASA Deep Space-1 űrszondája 2001. szeptember 22-én a 19P/Borrelly-üstökös magjától 2200 km-re repült el, és közeli felvételeket sikerült készítenie. A Borrelly-üstökös magja egy $8,0 \times 3,2 \times 3,2$ km-es tengelyméretű ellipszoiddal közelíthető a Deep Space-1 megfigyelései alapján. Ezzel igen jól egyezik a HST 1994-ben végzett megfigyeléseiből kapott $8,8 \times 3,6 \times 3,6$ km-es tengelymérettel. A Borrelly-üstökös magja is kis albedójú (0,03), igen sötét égitest. Változatos felszíni formák, sötét és még sötétebb folatok vannak rajta. Egyenes anyagkiáramlások voltak megfigyelhetők. Aktív területei különálló lapos mélyedések, amelyek többsége nem becsapódási kráter, bár néhány kráter is van a felszínen (7. ábra).

A NASA Stardust űrszondája a 81P/Wild 2 üstökös porkómáján átrepülve üstökösport gyűjtött be aerogél anyagba ágyazva, és egy kapszulában visszajuttatta azt a Földre. Az üstökös mag mellett 2004. január 2-án 237 km-es legközelebbi távolságban repült el. A mag jellegzetes felszíni alakzatai alapján viszonylag fiatal, kevésbé erodálódott felszínű üstökös. A felszíni mélyedései nem kráterek, hanem aktív területek. A terminátor közelében az éjszakai oldalon anyagkiáramlások voltak megfigyelhetők. A porminta laboratóriumi vizsgálata meglepő eredményt adott: az üstökös anyagában kőzetalkotókat is találtak, amelyek a Naprendszer belső vidékein, a Naphoz közel keletkezettek, miközben a jeges-poros üstökös-

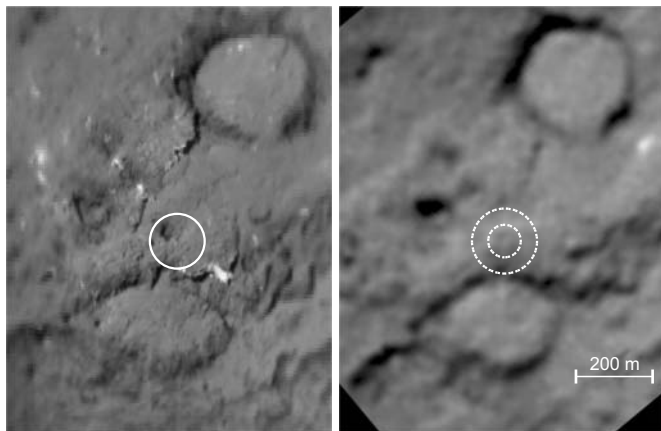


7. ábra. A 19P/Borrelly-üstökös magjáról a NASA Deep Space-1 űrszondája által készített legközelebbi kép 2001. szeptember 22-én. Ezt körülveszi a HST 1994-es megfigyelései alapján az üstökös magját forgási ellipszoiddal közelítő modell koordinátahálózata. (Modell: Lamy, Tóth és mások, 1998. A DS1-kép forrása: Soderblom és mások, 2001, 2002; Oberst és mások 2002.)

anyag a Naptól távol állt össze. Ezt a látszólagos ellentmondást azzal lehet feloldani, ha feltételezzük, hogy az ősi Naprendszerben radiálisan kifelé, a Naptól távolodó erős anyagáramlások voltak, amelyek segítették a jeges-poros egyszerű üstökösanyag és a kőzetalkotók keveredését.

A NASA Deep Impact űrkísérlete során egy 370 kg-os réztömböt navigáltak a 9P/Tempel 1 üstökös magjába 10 km/s sebességgel, hogy az ütközés következtében kidobódott üstökösanyagot és a becsapódási alakzatot (krátert vagy mélyedést) tanulmányozzák. A becsapódás 2005. július 4-én történt. Ez volt az első ember készíttette tárgy, amely egy üstökösrag felszínét elérte. A szonda továbbrepülő része 500 km-re közelítette meg az üstökös magját. A kidobott anyagfelhő elemzése lehetővé tette a mag felszín alatti rétegéből származó üstökösanyag összetételének meghatározását. Eszerint nemcsak vízjég, hanem széndioxidjég is van ott, ami szintén erős gázkibocsátási aktivitásra képes. A kristályos szilikátok kimutatása várható volt, de újdonság volt a karbonátok és agyagásványok (vizes alumínium-filloszilikátok) kimutatása is. Ezek kialakulásához víz is kellett, ami a korai Naprendszerben végbement nagymértékű keveredésre, illetve az üstökösragban végbement átalakulási folyamatokra utal. A 9P/Tempel-üstökös magja 7,6×4,9 km-es méretű, piramisra emlékeztető tömb. A HST PC2 kamerával 1999-ben, illetve az ACS kamerával 2004-ben meghatározott 7,42×4,72 km méret jól egyezik ezzel. Az üstökösön lokalizált aktív területek vannak. Nagyobb területű lapos, sima, kis magasságba emelkedő „táblahegyek” (mesa területek) és lapos, mélyebb területek is vannak a felszínen, amelyek kialakulása nem teljesen tisztázott (8. ábra).

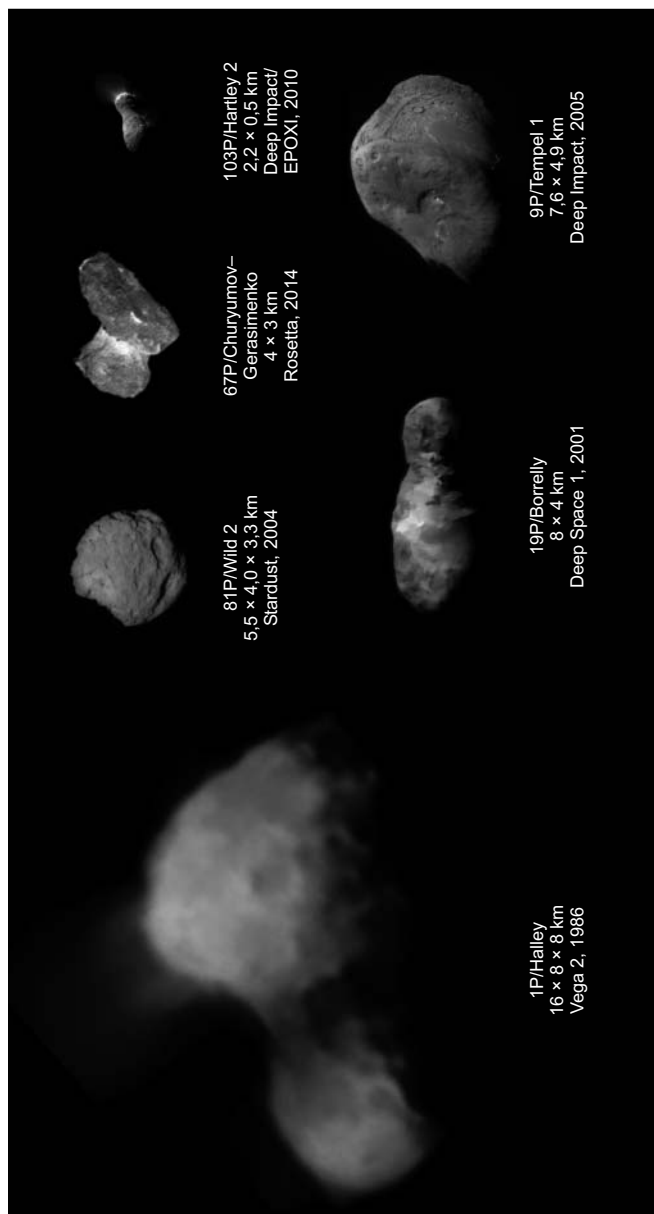
A Deep Impact idején a Tempel 1 üstökös felszínén kialakult mesterséges becsapódási alakzatot elfedte a becsapódáskor felszabadult optikailag átlátszatlan por- és gázfelhő, illetve a továbbrepülő szondáról rövid idő alatt megszűnt a rálátás a becsapódási helyre. A NASA Stardust űrszondája, miután sikeresen a Földre továbbította a Wild 2 üstökösénél gyűjtött port tartalmazó kapszulát, elegendő hajtóanyaga volt még ahhoz, hogy a Tempel 1 üstököst elérje. A Stardust szonda új küldetésének neve Stardust-NExT (Stardust – New Exploration of Tempel 1) program lett, amelynek keretében 2011. február 15-én 181 km-es távolságra megközelítve az üstökös magját. A képfelvételeken sikeresen azonosítható volt a Deep Impact kísérlet becsapódási mélyedése. A 150 méter átmérőjű és lapos aljzatú mesterséges kráter alján fényes, visszahullott anyag halmozódott fel. Ez megerősítette, hogy a Tempel 1 magja laza, porózus szerkezetű. Ezenkívül a Stardust-NExT az üstökösrag további, addig nem látott felszíni részét is feltérképezte. A 9P/Tempel 1 magja volt az első, amit két



8. ábra. A NASA Deep Impact űrkísérlete során a 9P/Tempel 1 üstökös magjába próbatetest csapódott. Balra a becsapódás előtt a mag felszínéről 2005-ben készített felvétel, a kör a becsapódás várható helyét jelöli, ebben mintegy 50 méter átmérőjű sötét bucca látható. Jobbra a becsapódás által létrehozott mesterséges kráter – a külső, mintegy 150 méteres kör annak karimája, a belső pedig a kráter aljzata – a NASA Stardust űrszondája (Stardust-NEXT) által 2011-ben készített felvételén.

egymást követő napközelsége idején is űrszonda látogatott meg. Ezzel az üstökös felszínén bekövetkezett változásokat is ki lehetett mutatni, egyedülálló módon (8. ábra).

A Deep Impact űrszonda a Tempel 1 üstökössel való sikeres találkozás után új célüstököst kapott, a 103P/Hartley 2-t. A program új elnevezései az új részfeladatokra utalnak: DIXI (Deep Impact eXtended Investigation) az újabb üstökös helyszíni vizsgálatára, illetve EPOCH (Extrasolar Planet Observation and Characterization) exobolygók keresésére csillagok fotometriai megfigyelése által. A két új rövidítésből lett az EPOXI összevont név. Az üstökös magot 2010. november 4-én 700 km-re közelítette meg. A mag méretét az ISO ISOCAM műszerével 1996-ban ($0,73 \pm 0,13$ km), majd a Herschel infravörös-obszervatóriummal 2008-ban ($0,58 \pm 0,08$ km), valamint a HST-vel 2010-ben (0,75 km), illetve az arecibói rádiótvádcsővel radar üzemmódban 2010-ben (két komponensből összetett, befűződéses test, hossz tengelye: 2,2 km) is meghatározták még az EPOXI-elrepülés előtt. Az EPOXI közeli képfelvételeiből merőlegesséig közeli rálátás idején a hossz tengely vetülete 2 km, azaz a valódi méret ennél kissé hosszabb, jó egyezésben a földi radarcsillogászati megfigyelésekkel. Az üstökös mag felszíne rendkívül változatos: a kuglibábura emlékeztető alak befűződésénél („nyakánál”) nagyon sima, de még ott is méteres rögök és mélyedések



9. ábra. Űrszondákkal közeli tanulmányozott hat üstökös mag, főbb jellemzőinek összehasonlítása. Az üstökösök méretét és az egyes Űrszondák elnevezését tüntettük fel a montázszon. A 9P/Tempel 1 üstökös magját még a Stardust-NExT Űrszonda is meglátogatta 2011. február 15-én. (Fotók: Halley: RAS/T. Stryk. Borrelly: NASA/JPL/T. Stryk, Tempel 1 és Hartley 2: NASA/JPL/UMD, Churyumov-Gerasimenko: ESA/Rosetta/MPS/UPD/LAMI/IAA/ISS/INTA/UPM/DASP/IDA, Wild 2: NASA/JPL.)

vannak. A test két végénél pedig nagyon durva, rögökkel, buckákkal, mélyedésekkel és gödrökkel tarkított a felszín. Az EPOXI-megfigyelések megerősítették az ISO űrtávcsővel 1996-ban kapott eredményt, hogy az üstökös magjának csaknem a teljes felülete aktív. Sőt az EPOXI-adatokból az is kiderült, hogy a Hartley 2 hiperaktív üstökös, amelynek magjából nagy mennyiségű és nagy sebességű gáz áramlik ki a napközelség környékén, akár futball-labda méretű jeges-poros felszíni darabok emelkednek fel és szöknek meg. A mag összetett forgómozgást végez, vagyis nem a legnagyobb főtengelyes tengelye körül forog. Az is bizonyossá vált, hogy az aktivitásnak nemcsak a felszín közeli vízjég szublimáció a hajtómotorja, hanem a felszín alatt kis mélységben lévő széndioxid-jég heves szublimációja is segíti a mag erős aktivitását, amely a mag éjszakai oldalán is jelen van, és különösen a terminátor közelében erős.

Az űrszondákkal eddig végzett helyszíni vizsgálatokból is meglepő az, hogy mennyire sokfélék az üstökösök. A sokféleség a magok méretének, alakjának és felszínének és más fizikai jellemzőinek nagyfokú eltéréseiben nyilvánul meg (9. ábra). Több kérdést kell még megválaszolni az üstökösök és a velük szoros kapcsolatban levő más, egyszerű felépítésű kis égitestekkel kapcsolatban, ugyanis az üstökösaktivitás mechanizmusának részletei ma még nem vagy csak kevésbé ismertek: hogyan néz ki egy üstökös mag belseje, miért térnek el oly nagymértékben egymástól az üstökösök? Az is érdekes, hogy a ma ismert fő forrásvidékek (Oort-felhő, Kuiper-öv) mennyire eltérő fizikai és kémiai tulajdonságú üstökösöket tartalmaznak, sőt az is kérdés, hogy lehetnek-e Naprendszeren kívülről érkezett üstökösök. A kisbolygók főövének ott helyben keletkezett üstökösei aktivitásának mi lehet a mechanizmusa, és az mennyiben tér el a klasszikus üstökösök aktivitásától, egyáltalán hogy néz ki egy főövbeli üstökös belseje? Az is a közeljövő nagy átvizsgáló programjainak feladata, hogy feltérképezzék a transzneptun övezet, a belső és külső Oort-felhő térbeli szerkezetét.

A Rosetta űrprogram: leszállás egy üstökös mag felszínére

Az üstökösök közvetlen közelről történő kutatásának következő mérföldköve az ESA Rosetta programja, amelynek során az űrszonda 2014 májusában megkezdte a 67P/Churyumov–Gerasimenko (67P) üstökös megközelítésére irányuló manővereket: 2014. augusztus 6-án pályára állt annak magja körül, és több mint egy évig folyamatosan követi az üstökös mag aktivitásának alakulását a Naphoz közeledő pályaszakaszon. A Phi-

lae elnevezésű leszállóegység pedig 2014. november 12-én simán leszállt az üstökösrag felszínére, és ott helyszíni méréseket végzett, illetve képfelvételeket készített. A Rosetta program e sorok írásakor is tart. Itt csupán az eddig elért eredményeket foglaljuk össze.

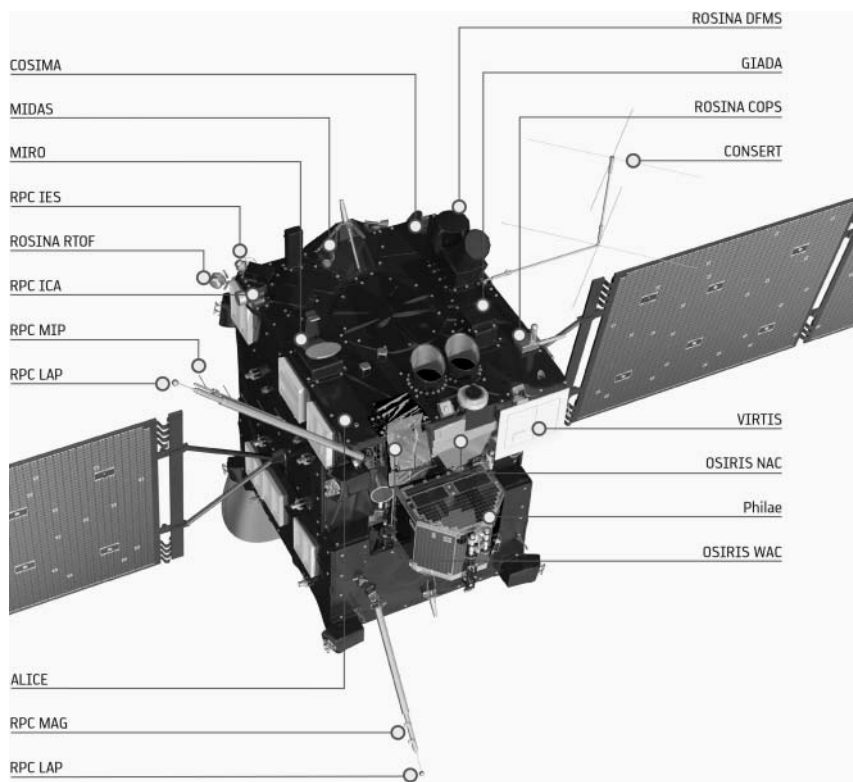
A Rosetta program célja, műszerei és a magyar részvétel

A Rosetta 1993-tól az ESA Horizon 2000 programjának bolygó kutatási alapmissziója lett. A Rosetta üstökösprogram az üstökösrag körül keringő egységből és az üstökösrag felszínére sima leszállást végző leszállóegységből áll. Ez utóbbi a korábbi Champollion, illetve RoLand (Rosetta Lander) név helyett a Philae nevet kapta. A program megvalósításában az ESA-n kívüli országok és űrkutatási szervezetek (például NASA) is részt vesznek. A Philae leszállóegység legfontosabb berendezései és műszerei elkészítésében magyar mérnökök és kutatók is részt vettek.

A Rosetta legfontosabb tudományos céljai a következők:

- Az üstökösrag alakjának eddigi legprecízebb meghatározása 0,2–1 méter pontossággal;
- Az üstökösrag tömegének, térfogatának és átlagsűrűségének 1%-os pontosságu meghatározása;
- A mag belső szerkezetének kifürkészése. A mag felszínének részletes geológiai és geomorfológiai vizsgálata, feltérképezése, a felszíni alakzatok tanulmányozása, a mélyedések, kiemelkedések, kráterek, repedések, törések stb. azonosítása;
- Az üstökös aktivitási mechanizmusának megértése, a kigázosodási források, aktív területek azonosítása, az aktivitás nyomon követése;
- A felszín szerkezetének, porozitásának, kémiai és ásványi összetételének meghatározása, a felszín mechanikai, hőtani és elektromos tulajdonságainak vizsgálata;
- A felszíni törmeléktakaró feltérképezése, az eróziós folyamatok tanulmányozása;
- Azt is ki kell deríteni, van-e a mag körüli valamilyen nagyobb kísérő;
- A mag körüli gáz- és porkóma, a magból kiáramló gáz és por megfigyelése. Ki kell deríteni, hogy mi a kapcsolat az anyagáramok és a felszíni aktív területek között. A gáz és por kémiai összetételének, valamint a porrészecskék fizikai tulajdonságainak meghatározása.

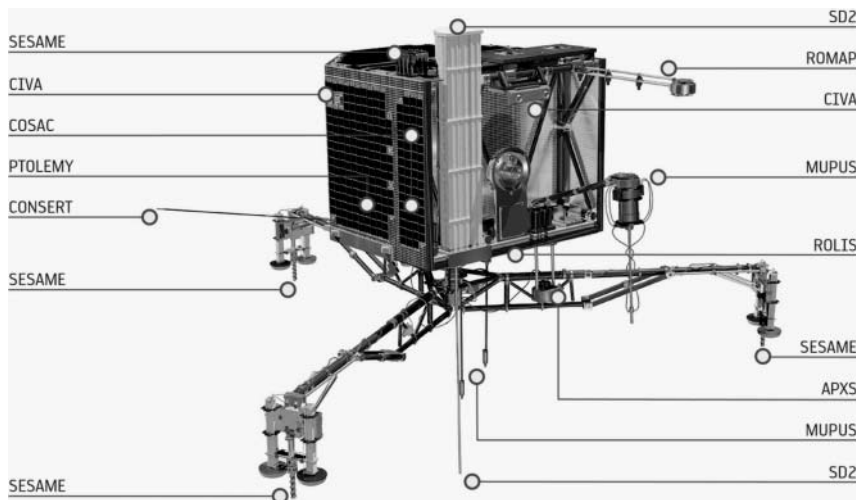
Az imént vázolt tudományos célok elérését a keringő egységen 11, a leszállóegységen pedig 9 műszer szolgálja (10–11. ábra). A Philae központi vezérlő és adatgyűjtő számítógépét az MTA Wigner Fizikai Kutatóközpontban, illetve az SGF Kft.-ben fejlesztették ki. A leszállóegység elektromos tápellátó rendszere a BME Szélessávú Hírközlés és Villamosságtan



10. ábra. A Rosetta-szonda műszerei. A 32 m fesztávolsággal két oldalra kinyúló napelemtábláknak csak a szondához közeli részei láthatók. (ESA, CNES)

Tanszék Űrkutató Csoportjának jelentős közreműködésével készült. A Philae pordetektora és plazmadetektora fejlesztésében és megépítésében, illetve ezek földi kalibrációjában és tesztelésében az MTA Energiatudományi Kutatóközpont mérnökei és kutatói vettek részt.

A Rosetta az eredeti tervek szerint 2003. január 12-én indult volna út-
nak egy Ariane-5G hordozórakétával a 46P/Wirtanen üstököshöz. Azon-
ban még a Rosetta tervezett startja előtt 2002. december 11-én a francia
Hot Bird-7 távközlési hold felbocsátása után az Ariane-5ECA Vulcan-2
elnevezésű első fokozata hibája miatt a rakétát biztonsági okokból fel-
kellett robbantani. Az Ariane-5 következő startja a Rosetta indítása lett
volna, de a hordozórakéta kijávitásáig el kellett halasztani a szonda start-



11. ábra. A Rosetta Philae leszállóegysége műszerei és elhelyezésük a felszíni minilaboratóriumon. (ESA)

ját. A Rosetta indítása végül többszöri halasztás után 2004. március 2-án történt az új célként kijelölt 67P üstököshöz.

A Rosetta a fő kisbolygóöv külső pereme és a Jupiter pályája közötti távolságban randevúzott a 67P üstökössel, de ehhez négy hintamanővert hajtott végre: háromszor a Föld és egyszer a Mars mellett elrepülve. Az első Föld-megközelítés 2005. március 4-én volt. A Rosetta távolról készített felvételeket a NASA Deep Impact szondája célüstököséről, a 9P/Tempel 1 üstököséről 2005. június 30-tól kezdve az üstököstől 80 millió km távolságból, majd a Deep Impact űrkíséret során becsapódott próbatest által keltett gáz- és porfelhőt figyelte meg távolról 2005. július 4-én. A Marshoz nagyon közel, a felszínétől 250 km-re repült el 2007. február 25-én, s közben a szonda „háttára” rögzített Philae panorámakamerájával látványos felvételeket készített a vörös bolygóról. A Föld melletti második elrepülés 2007. november 13-án történt, és e hintamanőver után a főövbeli (2867) Steins kisbolygó közeli vizsgálata vált lehetővé. A Steins kisbolygó mellett 800 km távolságban repült el 2008. szeptember 5-én. Ezután ismét visszatért a Föld közelébe. A Föld melletti utolsó hintamanőverre 2009. november 12-én került sor, amelynek segítségével a főövbeli (21) Lutetia kisbolygó közelében el tudott repülni 2010. július 10-én 3168 km minimális távolságban. A kisbolygók melletti elrepülések eredményeinek ismertetése túlmutat e cikk keretein.

A Rosetta űrszonda nagy felületű, összesen 64 négyzetméteres nap-
elemtáblái sem tudták volna biztosítani a szonda berendezéseinek és
műszereinek energiaellátását a Jupiter pályájának távolságában, sőt azon
túl, mintegy 800 millió kilométerre a Naptól ugyanis a 67P üstökössel való
találkozáshoz az űrszonda pályája naptávolpontjának a Jupiteren is túl
kellett lennie. Ezért energiatakarékossági okokból a pálya Jupiteren túli
szakaszán a szondát előre eltervezve 2011. június 8-án „hibernálták”,
berendezéseit kikapcsolták, és csak 2014. január 20-án élesztették újra, 673
millió kilométeres (közel 5 CSE) naptávolságban, ahol már elegendő nap-
energia éri a napelemeket ahhoz, hogy fokozatosan vissza lehessen kap-
csolni a műszereket. Ekkor a Rosetta már csak 9 millió kilométerre volt a
67P üstököstől, és finom pályamanőverekkel olyan lassan közeledett a
céljához, hogy csak 2014. augusztus 6-án kezdett pályára állni az üstökös-
mag körül.

Mit tudtunk meg eddig a 67P üstökösről a Rosetta megérkezése előtt és után?

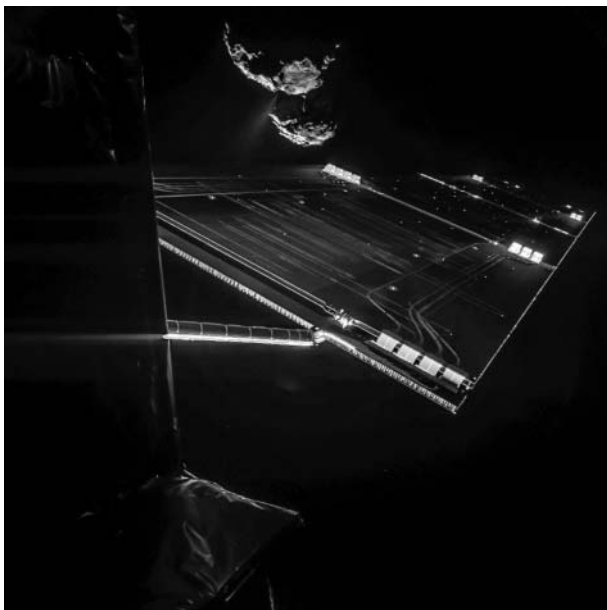
A Rosetta új célüstököse, a 67P/Churyumov–Gerasimenko magja a 46P/
Wirtanen üstököséhez képest jóval nagyobb. Ugyanis a HST WFPC2 ka-
merájával még a Rosetta startja előtt egy évvel, valamint a NASA Spitzer
infravörös-úrtávcsövével körülbelül egy héttel a Rosetta startja előtt sike-
rült az üstököst megfigyelni, a magja fő fizikai jellemzőit és porkibocsá-
tási aktivitását meghatározni. A HST-megfigyelésekből az üstökös mag ef-
fektív rádiusza 2 km. Elnyújtott ellipszoid alakú testet feltételezve, amely-
nek fél nagytengelyei $a > b = c$, a megfigyelt fénygörbe alapján $a = 2,41$
km, $b = c = 1,5$ km adódott. A mag tengely körüli forgása a fő tehetetle-
nségi nyomaték tengelye (c -tengely) körül történik $12,41 \pm 0,41$ óra szino-
dikus periódussal. A HST-megfigyelések idején, amikor a 67P még a kis-
bolygók főövében közeledett a Naphoz, az üstökös mag porkibocsátási
aktivitása mintegy 4 kg/s volt. A Spitzer-úrtávcsövel végzett megfigye-
lések alapján az üstökös mag albedója 0,04 körüli, jó egyezésben sok más
üstökös magra érvényes albedóértékkel. A 67P úrtávcsöves megfigyelései
alapján az üstökös mag átlagos tömegsűrűsége 350 kg/m^3 , ami még biz-
tonságosan kis érték ahhoz, hogy a Philae ne rongálódjon meg az esetleg
túl nagy leérkezési sebesség esetén. Ha a 67P magjának sűrűsége megha-
ladta volna az 500 kg/m^3 -t, az összetörés kockázata jelentősen megnőtt
volna. Nagy földi teleszkóppal is történtek fotometriai megfigyelések a
67P üstökös magjáról.

A Rosetta a 2014. január 20-i felébresztése után 2014. március 20–21-én készítette az első felvételeit a 67P üstökösről. Az üstökös naptávolsága ekkor 4,30 CSE, földtávolsága pedig 4,53 CSE volt, miközben a Naphoz legközelebb (1,24 CSE távolságra) csak 2015. augusztus 13-án került. A fotókon az üstökös csillagszerűnek látszott, az üstökösökre jellemző kóma és csóva nélkül. Ennek magyarázata a nagy naptávolság, hiszen még nem indult meg a vízjég szublimációja, ami a legfontosabb az aktivitáshoz. Bár más illékony gázok jegei (szén-dioxid, szén-monoxid) is jelen lehetnek az üstökösök magjában, s ezek a nagy naptávolságban is képesek szublimációra, úgy látszik, ezek akkor még nem aktivizálódtak.

Az üstökösaktivitás első jelei

A Rosetta űrszonda 2014. április 27. – május 4. között készített felvételein tanúi lehetünk a 67P üstökös nagy naptávolságban kezdődő aktivitásának, a porkóma és porcsóva kifejlődésének, ami a csóvás égi vándorok titkainak megismerésében egyedülálló megfigyelés, ugyanis ilyen még nagy földi teleszkópokkal sem lehetett eddig megfigyelni. A Naphoz közeledő jeges-poros kis üstökös mag felszínéről a jegek szublimációja következtében gáz és por szabadul ki, kialakítva a gáz- és porkómát, illetve a gáz- és porcsóvát. Április végén a 67P magjáról hirtelen, néhány napon belül porkitörés történt, amelynek során főleg mikronos méretű porszemcsék néhányszor 10 m/s, de legfeljebb 300 m/s sebességgel kerültek ki az üstökös porkómájába, amelynek kiterjedése elérte a 2000 kilométert. A kitörés következtében a kómába kikerült porból csóva is kialakult, amelynek hossza idővel jól láthatóan nőtt. A kitörés után a porkiáramlás lecsökkent, de az üstökös kismértékű aktivitása megmaradt. Nem sokáig kellett várni az újabb kitörésre, sem az azután már állandósult, illetve egyre növekvő aktivitásra. Ugyanis a 67P 2014. június 20-án ismét kitört, és jelentős mennyiségű port dobott ki a kómájába. Később kiderült, hogy a mag két összetevőjét összekötő „nyaki” rész, későbbi hivatalos elnevezéssel Hapi–Seth–Anuket régiók környéke a porkibocsátás fő forrásvidéke.

A 67P vízmolekulákból álló gázkómájának kimutatása a Rosetta MIRO (Microwave Instrument on Rosetta Orbiter) műszerének 2014. június 6-i méréseivel történt. Ekkor az űrszonda már 360 ezer km-re megközelítette az üstököst, amely 3,93 CSE naptávolságban volt a Jupiter és Mars pályája között. A MIRO a mikrohullámokat érzékelő kis rádiótávcső, amely alkalmas az üstökös többféle gázmolekulájának (például víz, szén-monoxid, ammónia, metanol) kimutatására. A mérések idején az üstökös magból másodpercenként $(0,5-4) \times 10^{25}$ vízmolekula áramlott ki, 760 ± 120 m/s se-



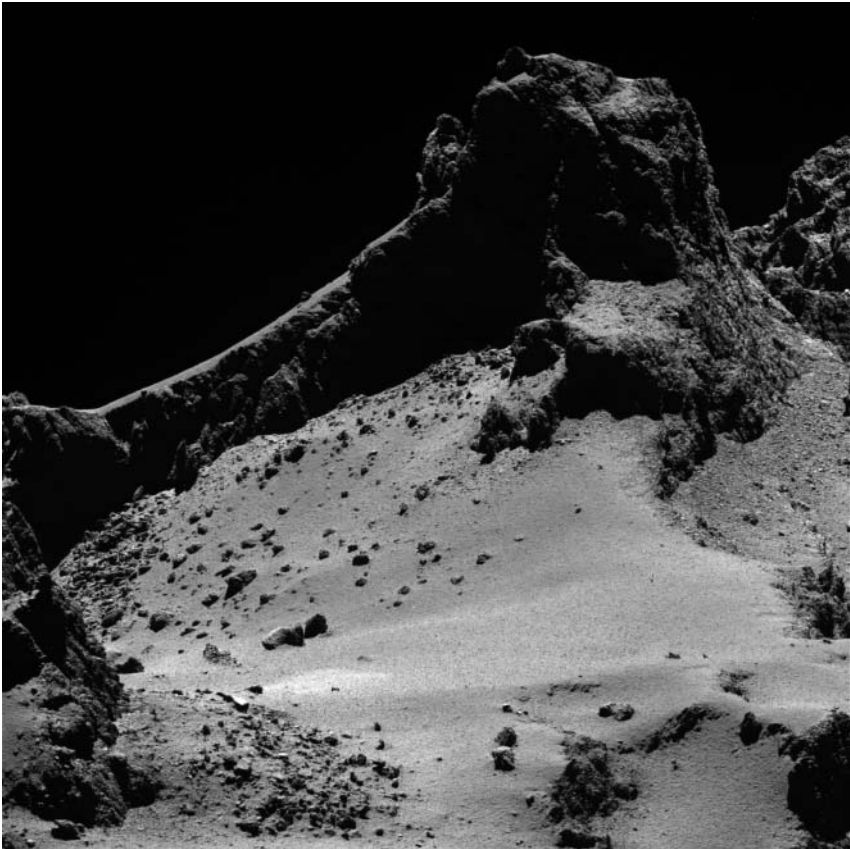
12. ábra. Egy üstökösrag és egy űrszonda napelemtáblája egy látómezőben. A Rosetta-szondához még rögzített állapotban levő Philae leszállóegység panorámakamerájával 2014. október 7-én 16 km-ről készített kép a 67P üstökös magjáról. A mag felszínéből kilövellő poráram a mag két összetevője közötti „nyaki” részből balra lefelé kinyúló halvány porsugaraként látszik. (ESA Rosetta Philae/CIVA)

bességgel. Ez jelentős vízkibocsátásnak felel meg közel 4 CSE távolságra a Naptól. A vízkibocsátás mértéke azonban nem állandó, várhatóan nőni fog a Naphoz közeledve.

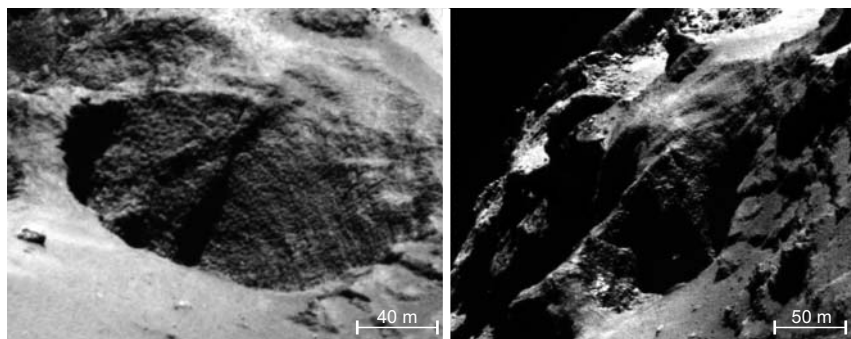
A 67P felszíni hőmérsékletének első mérései

A 67P üstökös magjának átlagos felszíni hőmérsékletét sikerült meghatározni akkor, amikor még a Rosetta-szonda közeledőben volt hozzá, de még nem állt körülötte pályára. A VIRTIS (Visual and Infrared Imaging Spectrometer for the Rosetta) képalkotó spektrométerrel 2014. július 13–21. között készültek megfigyelések. Ekkor a szonda üstököstől való távolsága 14 ezerről 5 ezer kilométerre csökkent, miközben az üstökös 3,7 CSE-re volt a Naptól és 2,7 CSE-re a Földtől. Ilyen távolságban csak tizedannyi napenergia éri az üstökösrag felszínét, mint a Földét. A VIRTIS megfigyelései szerint a 67P magjának felszíni hőmérséklete $-70\text{ }^{\circ}\text{C}$, ami $20\text{--}30\text{ }^{\circ}\text{C}$ -kal magasabb a nagy naptávolság alapján várható

értéktől. A feltűnően magas hőmérséklet oka az lehet, hogy az üstökös-mag sötét poros-jeges anyaga lényegében lefoga a mag teljes felszínének kigázosodási aktivitását, és így a mag felszínén csak viszonylag kisebb felületek lesznek aktívak. A 67P magja melegebb annál, mint ha tiszta vízjég borítaná a felszínét, tehát valamilyen sötétebb szennyezőanyag van a jég tetején, megnövelve az elnyelt napsugárzás mennyiségét. Hasonlót a Halley, illetve más üstökös-magok közelében elrepült űrszondák megfigyelései is mutattak.



14. ábra. A 67P üstökös magja kisebbik összetevőjének felszíni részlete (a Hatmehit, Ma'at, Nut, Serget régiók vidéke) az OSIRIS kamerájával 2014. október 14-én 8 km-ről készített felvételen. A legkisebb alakzat mérete (egy képelem a felszínen) 15 cm-nek felel meg. (ESA/Rosetta/MPS, OSIRIS Team)



15. ábra. Példa a 67P üstökös magjának felszínén található poros-jeges tömbökre. Az OSIRIS felvétele 40-50 méteres kiterjedésű kiemelkedéseket mutat a Seth régió területén. A bal oldali képen a tömb árnyékos oldala fordul a kamera felé. Az optikai csalódás, ha egy pillanatra mélyedést látunk kiemelkedés helyett. (ESA/Rosetta/MPS OSIRIS)

A Rosetta-szonda MIRO (Microwave Instrument on the Rosetta Orbiter) műszerével 0,5 mm és 1,6 mm-es hullámhosszakon történt mérései szerint a 67P üstökös magjának hőtehetetlensége igen alacsony, ami alacsony hővezető képességű, poros, porózus felszínre utal, hasonlóan más üstökös-magokéhoz. Az üstökösrag 12,4 órás tengely körüli forgási ideje alatt a felszínnek csak 1-2 centiméteres felső rétege melegszik fel, a hő nem tud mélyebbre hatolni a kis égitest belsejébe. Az üstökösrag a napközelség körüli hónapokban is legfeljebb 1 méter mélységig tud felmelegedni.

A 67P üstökös magjának alakja és felszíni részletei

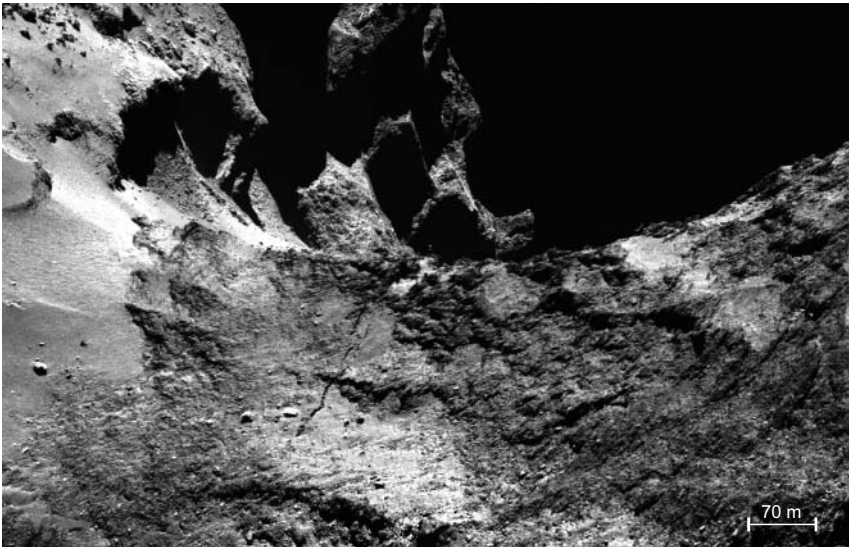
A Rosetta űrszonda 2014. június 19-én már 20 000 km-nél is közelebbre került az üstököshöz. Két nappal korábban az OSIRIS képfelvévő rendszerének kis látószögű kamerájával egy képelemnél nagyobbak látszott az üstökös magja, vagyis először látszott kiterjedt objektumként az égitest. Ekkor az üstökös porkibocsátási aktivitása csekély volt, így a mag fénye közvetlenül észlelhető volt, nem zavarta fényes vagy átlátszatlan kóma. Június 20-án viszont ismét porkitörés történt.

A 2014. július 14-i felvételek pedig megmutatták az üstökösrag valódi alakját, és ez meglepetéssel szolgált. A felvételeken az égitest furcsa, látványosan két kisebb testből összetett alakja rajzolódott ki, növelve a szonda leszállógysége előtt álló kihívást. A későbbi felvételek alapján az üstökösrag egy torz cérnaorsó alakjára emlékeztet. Az ilyen, két komponensből összetett kis égitest nem ismeretlen a Naprendszerben: például a 19P/Borrelly, 103P/Hartley 2 ekliptikai üstökösragok alakja, illetve a 8P/

Tuttle Oort-felhőből eredő üstökös magja is „érintkező kettős”. Lehet, hogy a 67P is két kisebb test összetapadásával jött létre. A (25143) Itokawa vagy a (4769) Castalia két kis testből összetapadt kisbolygók is hasonló példák lehetnek. A 67P magjának két kisebb komponense igen „lágyan”, legfeljebb 3 m/s relatív sebességgel ütközhetett és állhatott össze, ha az összetapadás magyarázza a mag létrejött alakját.

Azonban nemcsak két kis test összetapadása eredményezhet a 67P magjához hasonló alakot, hanem az üstökösrag napközeli erős aktivitása, anyagvesztése is, amidőn a Nap szinte „leesztergálja” az üstökösragot a felszínének egy sávja mentén egyre mélyebben. Nagyobb anyagvesztéssel járó kitörések is soványítják az üstökösrag felszínének egy részét.

A fentiekén kívül az is elképzelhető, hogy egy nagyobb ütközés következtében szakadt le anyag az üstökösből, illetve az üstökös a nagybolygókat szorosan megközelítette, és azok árapályhatása szakított le anyagot róla. E két utóbbi esemény azonban kevésbé valószínű a 67P esetében. Inkább a mag keletkezésével, illetve fejlődésével kapcsolatos belső okokra vezethető vissza a mai alakja.



16. ábra. A 67P üstökös magja két összetevőjét összekötő „nyaki” részen, a Hapi régióban az Anuket régió felé húzódó 500 méter hosszú árok az OSIRIS felvételén. A Hapi régió sima felszínét valószínűleg nagyon finom por borítja, de rengeteg kisebb-nagyobb poros-jeges tömb is van a felszínén, ezek por-kilövellések forrásai is egyben. (ESA/Rosetta/MPS OSIRIS)

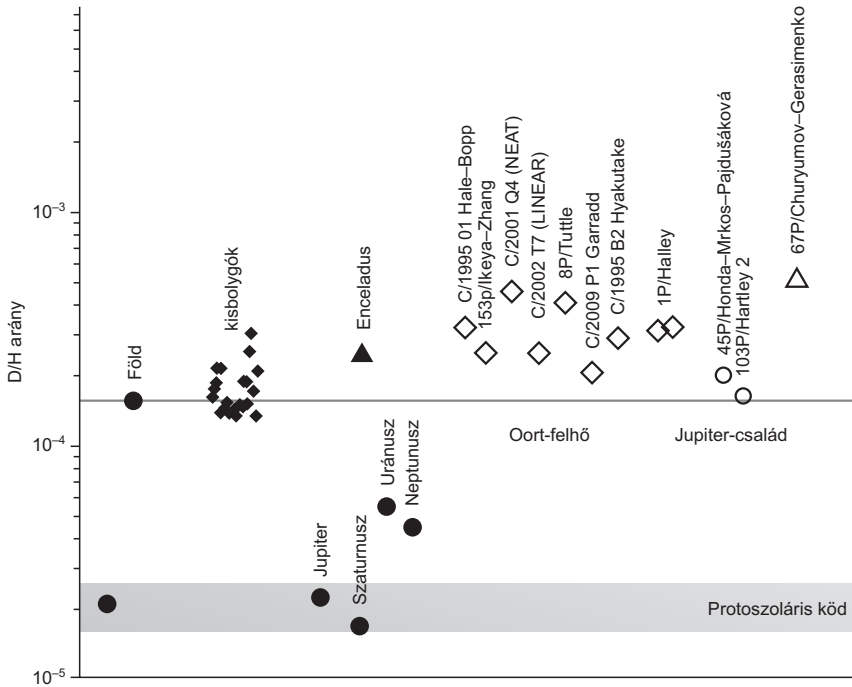
A közelebbi képfelvételek alapján megállapítható, hogy a nyaki részt, a gallért finom por, kisebb méretű porszemcsék alkotják, mint a mag felszínének legnagyobb részét. A 67P magjának két tömbje és a nyaki rész eltérő szerkezetű lehet: utóbbi viszonylag simább, míg a két tömb durvább felszínű, hasonlóan, mint a 103P/Hartley 2 üstökös magjánál (12–16. ábra, amelyből a 13. a színes mellékletben található).

Több mint tízévi, 6,4 milliárd kilométeres bolygóközi út után a program 2014. augusztus 6-án újabb fontos eseményéhez érkezett: a szonda sikeresen pályára állt a 67P üstökös magja körül. Ez a pálya nem a Kepler-féle klasszikus ellipszis, hanem nagyon összetett, ugyanis a körülbelül 3×5 km-es üstökösrag csekély tömege nem képes a szondát „holdjává” tenni, és az üstökösrag körüli pályán tartani. Ezért a szonda úgynevezett „piramisszerű” pályákon mozog a hajtóművének rendszeres bekapcsolásával. Ez a pálya különböző élhosszúságú tetraéderek kissé ívelt éléből tevődik össze, és a csúcspontokban pályakorrekciókat hajt végre a szonda, vagyis a hajtóművével rásegítve marad a mag közelében. A pályakorrekciók után a tetraéder egy másik oldaléle mentén folytatja tovább a lassú mozgását az üstökösrag közelében, s eközben képeket készít, illetve műszerei az üstökösrag környezetében végeznek méréseket. A bonyolult pálya kialakítása a sok pályakorrekció miatt rendkívül hajtóanyag-igényes. Szerencsére a Rosetta tökéletes startja és az útközben végzett hintamanőverek során igen kevés üzemanyagot kellett elhasználni, így van bőven hajtóanyag a további pályamanőverekhez.

A 67P üstökös gáz- és poranyaga

A ROSINA (Rosetta Orbiter Sensor for Ion and Neutral Analysis) az üstökösragból a kómába került gázmolekulákat keresi, és szinte a szonda „orrának” tekinthető, de nem kutya vagy ember módjára „szimatol”, hanem két tömegspektrométerrel elemzi az üstökösrag környezetének molekuláris összetételét a mag közvetlen közelében. A ROSINA tömegspektrométere 2014 augusztusában gyűjtött adatokat a deutérium (nehézhidrogén) és a hidrogén arányának (D/H) meghatározására. A deutérium (D) a hidrogén (H) egy izotópjá, amelynek magjában a proton mellett még egy neutron is van és körülöttük egy elektron. A deutériumnak a hidrogénhez viszonyított tömegaránya megmutatja, hogy a Naprendszer kialakulása idején milyen hőmérsékleten, a Naptól milyen távolságban, milyen régióban, mikor jött létre a víz.

A földi vízkészlet eredetének magyarázatához közelebb vihetnek a Naprendszer különböző égitestjeiben meghatározott D/H arányok összehasonlítása a földiével. A ROSINA mérései szerint a D/H arány $(6,5 \pm 0,7) \times 10^{-4}$,



17. ábra. Az üstökösökre és a Naprendszer más égitestjeire eddig meghatározott D/H arányok összehasonlítása: nagybolygók (●), kisbolygók (◆), az Enceladus (▲), Oort-felhőbeli üstökösök (◇), Jupiter-család üstökösei (○), valamint a 67P (△). (ESA Rosetta/ ROSINA)

ami mintegy négyszerese a földi óceánok átlagos D/H arányának. Fontos kérdés az, hogy a 67P üstökösnél meghatározott D/H arány hogyan viszonylik más üstökösök D/H arányához. Az ESA Herschel infravörös-úrteleszkóp-jával történt megfigyelések szerint a Jupiter-családhoz tartozó – így a Kuiper-övből származó 103P/Hartley 2 üstökösben a D/H $(1,61 \pm 0,24) \times 10^{-4}$, ami a földi óceánok átlagos D/H arányának felel meg. Ugyancsak a Herschel mérései szerint a Jupiter-családhoz tartozó 45P/Honda-Mrkos-Pajdušáková üstökösben a D/H arány 2×10^{-4} , ami szintén nagyon közel van a földi óceáni D/H arányhoz. Az Oort-felhő üstököseire $(2,96 \pm 0,25) \times 10^{-4}$ közepes D/H arányt állapítottak meg eddig.

Összefoglalva: a kisbolygók és a Jupiter-család bizonyos üstököseinek D/H aránya a földiével nagyon jól egyezik, vagyis ezen égitestek egy része hozzájárulhatott a földi vízkészlet kialakulásához. Ezzel szemben a

67P üstökös meglepően nagy D/H aránya azt jelenti, hogy ez az üstökös valószínűleg egészen más régióban keletkezett az ősi Naprendszerben, mint a Jupiter-család eddig megfigyelt üstökösei (17. ábra).

Sikerült kimutatni a kétatomos nitrogént (N_2) a ROSINA mérései alapján, amiből közvetve kiderült, hogy a 67P üstökös magja az ősi Naprendszer nagyon alacsony hőmérsékletű tartományában jött létre. Az N_2 alapvető fontosságú az asztrofizikában, asztrokémiában, a csillagközi anyag, illetve a Naprendszer őstörténetének vizsgálatában. A Naprendszer ősködében ez a nitrogén leggyakoribb előfordulása. A Naptól távol kialakult üstökösök és az azokat felépítő üstökösök-kezdemények (kometezimálok), valamint bolygócsírák (planetezimálok) belsejében ugyanis atomos nitrogén, illetve nitrogénmolekula halmozódott fel. A dolog jelentőségét az adja, hogy a nitrogén a bonyolult szerves molekulák egyik alapelve. Korábban üstökösökben nitrogént csak vegyületekben mutatták ki, például hidrogén-cianid (HCN) és ammónia (NH_3) formájában.

A mérésekből egyidejűleg kimutatható volt a N_2 és szénmonoxid-molekula (CO) is. Ez a két molekula közel azonos hőmérsékleten került csapdába az üstökösök jegeibe: vagy ketrecszerű kristályrács szerkezetében vagy pedig amorf vízjégben maradt bezártan, és őrződött meg mostanáig, hogy a 67P jelenlegi napközelsége felé közeledve kiszabaduljon a felszíni jeges anyagból. A molekuláris nitrogén $-253^\circ C$ körüli hőmérsékleten tud csak így csapdába kerülni és megőrizni a jeges üstökösanyagban, hasonlóan a Plútó és a Triton jegeihez. Az N_2 és CO gyakorisági arányának meghatározásával az üstökösök kialakulási helyére jellemző hőmérsékletet lehet behatárolni.

A ROSINA méréseit elemző kutatócsoport $N_2/CO = (5,70 \pm 0,66) \times 10^{-3}$ értéket határozott meg a gyakorisági arányra. Ez nagyon alacsony érték: a Naprendszer kialakulása előtti ősködben 25-ször több nitrogén volt a szén-monoxidhoz képest, ami azt jelenti, hogy a 67P magja nagyon alacsony hőmérsékleten alakult ki, valahol az ősi Kuiper-öv nagyon hideg vidékén, hasonlóan a Plútó vagy a Triton kialakulási hőmérsékletéhez. A Rosetta mérései alátámasztják azt is, hogy a földi nitrogén forrásai nem lehetnek a 67P-hez hasonló égi vándorok.

A ROSINA egyik spektrométere által felvett tömegspektrum jól mutatja a kén 34-es izotópját (^{34}S), illetve a kénhidrogén ($H_2^{32}S$) molekulát. 2014 októberéig a ROSINA kimutatta a víz (H_2O), szén-monoxid (CO), széndioxid (CO_2), ammónia (NH_3), metán (CH_4), metanol (CH_3OH) molekulákat, amelyek közül a H_2O , a CO és a CO_2 alapvető szerepet játszik az üstökös kigázosodási aktivitásában, a gázkóma kialakításában, s ezzel együtt a por felemelésében a felszínről, azaz a porkóma létrejöttében. További

molekulák kimutathatók is voltak a nagy naptávolság ellenére: formaldehid (CH_2O), hidrogén-szulfid vagy kénhidrogén (H_2S), hidrogén-cianid (HCN), kén-dioxid (SO_2) és szén-diszulfid (CS_2).

A Rosetta-szonda nagy (3-4 CSE) naptávolságban kezdte meg az üstökös-por tanulmányozását. A korábbi helyszíni üstökösszondák a porkómán gyorsan átrepülve csak rövid ideig tudták vizsgálni az üstökösport, de a Rosetta a korábbiakhoz képest hosszú időtartamú vizsgálatokat tud végezni a mag közvetlen közelében. A Rosetta GIADA (Grain Impact Analyser and Dust Accumulator) becsapódási érzékelője 2014. augusztus 1-jén találkozott a 67P üstököstől származó első porszemcsével, amikor a szonda még 814 km-re volt az üstökös-magtól. Az először detektált porrészecskék néhány század milliméteresek voltak. Egyébként a GIADA 0,35 mm méretig tud porszemcséket (mikrometeorokat) vizsgálni. Maga a Rosetta teste negatív statikus elektromos töltésre tett szert az üstökös közelében, emiatt a negatív töltésű porrészecskéket eltaszítja magától, ezért azok nem vizsgálhatók, tehát elektromos töltés szerint kiválasztási effektus lép fel a por tanulmányozásánál. A „pehelyszerű” porszemcse-aggregátumok 20-szor nagyobb elektromos töltést kaphatnak, mint az egyszerű, kompaktabb porszemcsék, és a szondával azonos előjelű töltésük nem érik el a porcsapdákat.

A MIDAS (Micro-Imaging Dust Analysis System) atomierő-mikroszkópja (AFM) rendkívül finom tűjével letapogatja a beérkező porszemcsét, és annak alapján nagy felbontású térbeli képet készít róla. A MIDAS AFM műszere az első ilyen mikroszkóp űrszonda fedélzetén. Az üstökösök porrészecskéinek ismert méreteloszlása alapján sok mikronos vagy annál kisebb porszemcsét vártak, de a MIDAS első porszemcséje a vártnál jóval nagyobb volt.

A COSIMA (Cometary Secondary Ion Mass Analyser) műszerrel az üstökös közvetlen közelében, a mag körüli kómában 2014. augusztus és 2015. március között gyűjtött porminták mikroszkópos szerkezeti vizsgálata és kémiai összetételük meghatározása történt. Ebben az időszakban ily módon mintegy 12 000 egyedi porszemcsét gyűjtött be és vizsgált a COSIMA. A legtöbbször 50 μm -nél nagyobb volt. A szemcsék kisebb porrészecskékből álló aggregátumok igen gyenge belső összetartó erővel. Meglepő, hogy a porszemcsékhez nem tapadt, és a belsejükben sem volt vízjég vagy más gázok jegei. A porszemcsék tehát „szárazak” voltak. Az üstökösök aktivitása és a keletkezési elméletek alapján azt várnánk, hogy a por és jég együtt van a porszemcsékben. A COSIMA által nagy naptávolságban begyűjtött porszemcsék a 67P előző napközelsége idején már elvesztették jégartalmukat. Az üstökös-mag felszínén levő vékony porkérget a

Rosetta odaérkezése idején beindult kigázosodási aktivitás fel tudta emelni, és a gáz felgyorsította a szemcséket néhány m/s sebességre. A porréteg elvesztése után várható, hogy az üstökösrag jeges területei kerülnek a napfényre, és ott a kigázosodási aktivitás könnyebbé válhat.

A 67P üstökös magja közelében megfigyelt kisebb-nagyobb portömbök nem számítanak újdonságnak, ugyanis a Deep Impact szonda által 2010-ben a 103P/Hartley 2 üstökös magja közelében készített felvételein jól megfigyelhető, hogy magból cm-dm méretű jeges-poros tömbök, „hógolyók” távolodnak a mag felszínétől. „Felfelé havazik az üstökösön” – fogalmazta meg találóan a jelenséget ismertető egyik hír.

Fontos jellemző adata egy üstökös összetételének és lehetséges aktivitása mértékének a por/gáz tömegarány, amely arról is információt ad, hogy az üstökösrag milyen körülmények között alakulhatott ki, hogyan alakult a fejlődése azután, és azt is jelzi, hogy mennyire alkalmazható a klasszikus „piszkos hógolyó” modell az üstökös magjára, arra a modellre ugyanis az arány 0,1-1 közötti. A Rosetta mérései alapján 3-4 CSE naptávolságban a 67P por/gáz tömegaránya 4 ± 2 . Ez azt jelenti, hogy a víz mellett a széndioxid és szén-monoxid is hozzájárul a gáz tömegéhez, mert ha csak víz lenne, akkor 6 ± 2 lenne az arány. Az üstökösrag alacsony átlagos tömegsűrűségét (470 kg/m^3) az illóanyagokhoz képest nagy portömeg mellett üreges belső szerkezettel lehet magyarázni. A Rosetta rádiókísérletei alapján viszont nincsenek nagyméretű üregek a mag belsejében, tehát a mag nagy porozitását a poros-jeges anyag kis skálájú mikroporozitása adja.

A 67P felszínének jellemzői

A Rosetta megérkezését követő első három hónapban 3-7 méteres felbontással készültek felvételek, de egyes kisebb területekről 15-80 centiméteres felbontású képek is születtek. Mindezek nyomán elkészült a felszín nagy méretskálájú geomorfológiai térképe, amelyen 19 felszíni egység különböztethető meg. A kutatók már el is neveztek egyes felszínformákat, amihez elsősorban az ókori Egyiptomhoz kötődő valós vagy mitikus személyek, földrajzi helyek neveit használják.

A 67P felszíni régiói a geológiai tulajdonságok szerint öt kategóriába sorolhatók. Ezek a következők:

- A: por által borított felföldek;
- B: viszonylag kemény anyagú felszín gödrökkel és kör alakú alakzatokkal;
- C: nagyméretű mélyedések (depressziók);
- D: sima felföldek;
- E: tömör, alulról a felszínre került szabadon álló részek.

A 67P tizenkilenc felszíni régióját mutatja be a 18. ábra a színes mellékletben. Az öt geológiai/szerkezettani kategóriát a színek különböztetik meg. A 67P magja igen változatos, meghökkentő felszíni formákkal.

Több helyen repedések, hosszabb-rövidebb barázdák láthatók. Az egyik ilyen a mag két összetevőjét elválasztó nyaki árok, mintegy 500 méter hosszan. A 67P üstökös újabb példa arra, hogy egymáshoz képest mennyire eltérőek és sokfélék az üstökösök, jóllehet mindegyikük a Naprendszer kialakulásának korai szakaszából fennmaradt őseredeti, egyszerű felépítésű kis égitest. Jelen sorok írásakor az üstökösök felszínének mintegy 70%-át ismerjük (a Nap által eddig megvilágított részeket).

Az, hogy a 67P üstökös magjának déli „féltekéje” és déli pólusvidéke erős besugárzást kap az üstökös napközelsége körüli hetekben 2015 augusztusában, azt is jelenti, hogy a déli félteke felszínéről fogynak jobban a poros-jeges anyagok. A mag lehetséges por/gáz tömegaránya és a mag déli féltekéjén várható felszíni hőmérséklet figyelembevételével úgy becsülik, hogy a napközelség körül keringésenként a déli félteke aktív felszíne mintegy 20 méteres felszíni réteget veszíti el. Ezzel szemben az északi félteke aktív felszíne legfeljebb 1 méteres réteget veszíti.

A Rosetta-szonda 2015. február 14-én került legközelebb az üstökösök mag tömegközéppontjához, mintegy 6 km-re közelítve meg a kis égitestet.



19. ábra. A 67P üstökös magján egy hirtelen kitérés előtt még nyugodt a mag nagyobbik összetevőjének éjszakai oldala, az Imhotep régió („talp”, a képen hozzánk közelebbi, sötét oldal). A képet az OSIRIS készítette 2015. március 12-én 06:13 UT-kor. (ESA/Rosetta/MPS OSIRIS)



20. ábra. Az előző kép után 2 perccel, 2015. március 12. 06:15 UT-kor készített képen az Imhotep régió területén egy fordított V alakban szétágazó porkilövellés jelent meg. Tanúi lehetünk az éjszakai oldalon az üstökösaktivitás hirtelen felélénkülésének. (ESA/Rosetta/MPS OSIRIS)

A megközelítés, illetve az eltávolodás során sok részletes képfelvétel készült a felszínről. A 2015. augusztus 13-i napközelségig több hasonló megközelítést terveztek, de az üstökös egyre növekvő aktivitása miatt a Rosetta eredeti programját váratlanul módosítani kellett: 2015. április elején a szondát biztonságos, a magtól 100 km-re húzódó pályára vezérelték. Ezért a korábban tervezett 6-10 km-es „szoros” megközelítések egyelőre elmaradnak.

Érdekes megfigyelés történt 2015. március 12-én: az OSIRIS kameraja „tetten érte” amint egy kiáramlás beindul az Imhotep régió területén. A 06:13 UT-kor készült felvételen az éjszakai oldalon lévő Imhotep még sötét, és nincs anyagkiáramlás róla, majd a két perccel későbbi felvételen fordított V alakban anyagáramok törnek elő a felszínről (19–20. ábra).

A Philae leszállása és első mérési eredményei

2014. november 12-én reggel, 08:35-kor (fedélzeti időben GMT-ben) a Philae leszállóegység levált a Rosetta-szondáról. Ekkor a 67P üstökös 2,99 CSE naptávolságban és 3,41 CSE földtávolságban volt. A Philae ROMAP (Rosetta Lander Magnetometer and Plasma Monitor) kísérletének magnetométerét – amelynek célja az üstökös környezetében a mágneses tér, sőt az üstökösmező esetleges saját mágneses terének a mérése – a műszerek közül elsőként, a leválás előtt két órával bekapcsolták. Egy órával később, valamint a leválást követően még három alkalommal – az üstökös magjától különböző távolságokban – a SESAME (Surface Electric Sounding and Acoustic Monitoring Experiment) kísérlet pordetektorával (DIM) is végeztek méréseket. A Philae ROLIS (Rosetta Lander Imaging System) kamerája gyakorlatilag az üstökösmező felé nézett, és a hét óráig tartó leereszkedés során folyamatosan felvételeket készített a közeledő magról. A Philae 15:34:04 GMT-kor érte el az üstökösmező felszínét, száz méteren belül a kijelölt helytől. Azonban sem a Philae talajhoz nyomását biztosító fúvóka, sem az ott-tartást biztosító horgonyok kilövőszerkezete nem lépett működésbe. A leszállóegység ezért elhagyta a felszínt, „visszapattant”, és többszöri talajérintés után fedélzeti időben 17:31:17 GMT-kor érte el végső pozícióját a mag felszínén – a tervezett leszállóhelytől (az első érintés helyétől) több mint egy kilométerre (21–23. ábra).

Mivel a landoláskor a leszállóegység talajhoz rögzítése nem sikerült, az előzetes tervhez képest a szonda biztonsági üzemmódban folytatta a méréseket, azaz nem került sor olyan kísérletekre, amelyekhez mechanikai műveletet – például a leszállóegység elforgatását, fúrást, mechanikus szerkezet kinyitását – kellett volna végrehajtani. A végső leszálló-

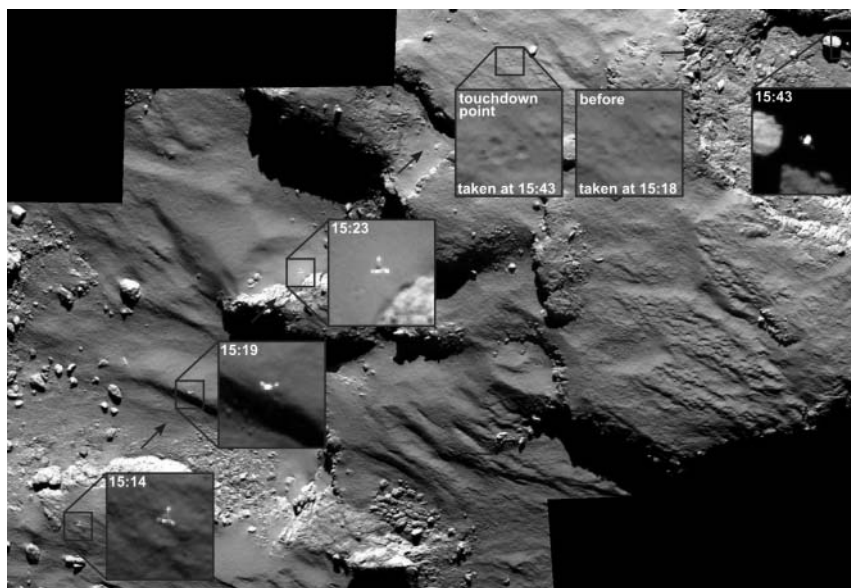


21. ábra. Már csak 40 méterre a felszíntől: a Philae leszállóegység ROLIS kamerájával a kijelölt leszállóhely felé közeledve készített felvétel. A jobb felső részen látható tömb körülbelül 5 méteres. (ESA Rosetta Philae/ROLIS/DLR)

hely eddigi rekonstrukciója szerint a Philae egy kisebb mélyedésben vagy legalábbis „falakkal” határolt helyen állapodott meg. Ez behatárolta a második akkumulátor élettartamát is, és így a tudományos program folytatásához szükséges energia hamar kifogyott. 2014. november 15-én megszűnt a rádiókapcsolat a Philae és Rosetta között. Előtte még maradéktalanul a Földre tudta küldeni a Rosetta-szondán keresztül a teljes első felszíni programfázisa mérési adatait, köztük a talajfúrás sikerének megerősítését.

A Philae a végső leszállóhelye gyenge megvilágíthatósága ellenére küldött már panorámaképeket a CIVA (Comet Infrared and Visible Analyser) kamerarendszerével, fedélzeti műszereinek többsége pedig megkezdte az értékes mérési adatok gyűjtését. A nehézségek ellenére a Rosetta leszállóegységének első 54 órás működése sikeres volt az üstökös-mag felszínén. Fontos tény, hogy a meghatározó magyar közreműködéssel épült energiaellátó rendszer és a fedélzeti adatgyűjtő számítógép is jól működött.

A Philae tudományos műszerei közül a több elemből álló MUPUS (Multi-Purpose Sensors for Surface and Subsurface Science) a felszínen és a közvetlenül a felszín alatt levő üstökösanyagot vizsgálta. Egyes érzékelői a végül ki nem eresztett rögzítőszigonyokban voltak, de a hőmérséklet mérését végző, az egység testén elhelyezett műszer mindvégig dolgozott. Az utolsó helyen a felszínre érkezve $-153\text{ }^{\circ}\text{C}$ volt a hőmérséklet, ami fél óra alatt 10 fokot süllyedt. Ezután a műszer belemélyedett a felszín anyagába. A kalapáló mozgást adó mechanikus berendezés a legnagyobb teljesítménye mellett sem volt képes néhány milliméternél mélyebbre ütni, amiből azt a következtetést vonták le, hogy a felszínt borító 10-20 cm vastag porózus anyag alatt a jéghez hasonló keménységű réteg található – hasonlóan ahhoz, amit a SESAME/CASSE akusztikus jelei mutattak. Nagyobb mélységekben nem állhat tömör jégből, nyilván többé-kevésbé



22. ábra. Így pattogott a Philae: az OSIRIS kamerájával készült felvételsorozat a Philae eredetileg kijelölt leszállási területéről, amelyen a leszállóegység is látszik. A bal alsó sarokban fedélzeti időben 15:15–15:23 UTC között készült képeken a Philae kinyitott három lábbal a leszállás felé közeledik a pályáján. A 15:18 UTC-kor készült felvétel az első érintés előtti állapotot örökítette meg, míg a 15:43-as képen ugyanazon a területen a Philae három talpának nyoma látszik. Eközben 15:43-kor már az első visszapatтанás után a Philae egy árnyékos, sötét terület felett repült el (jobb felső kis kép), és még messze volt a második landolás helyétől, ami ezen a képen nem látható. (ESA/Rosetta/MPS OSIRIS Team)



23. ábra. A CIVA kamerarendszerrel 2014. november 13-án készült panorámakép a végső leszállóhelyről, a 67P üstökös mag felszínének Abydos nevű területéről. A leszállómodul egyik lábának teteje is látszik. (ESA Rosetta Philae/CIVA)

üreges, porózus az üstökös mag, hiszen az űrszonda össztömeg- és térfogatmérései alapján átlagsűrűsége csak $0,4 \text{ g/cm}^3$. A COSAC (Cometary Sampling and Composition Experiment) műszerrel szerves anyagok nyomára is bukkantak, feltehetően az üstökös magból eltávozó gázban. Az 54 óra alatt gyűjtött és a Földre sugárzott mérési adatok, képek tudományos elemzése megkezdődött.

Bár nem a Philae az ember alkotta első eszköz, amely egy üstökös mag felszínét elérte, de a rendeltetése és viszonylag sima leszállása kétségtelenül egyedivé teszi. A Deep Impact űrkísérlés során még 2005-ben egy próbatetet irányítottak nagy sebességgel a 9P/Tempel 1 üstökös magja felszínébe, amelynek becsapódása következtében az üstökös mag néhány száz méter mély és körülbelül száz méter átmérőjű becsapódási kráter keletkezett az üstökös magon. A mélyről kidobott üstökösanyag így távolról, a Deep Impact szonda műszereivel tanulmányozhatóvá vált. Ez hatékony módszer, viszont roncsolja a felszínt, illetve az ütközés következtében az eredeti anyag egy része átalakul a magas hőmérséklet és az ütközés mechanikai hatásai miatt.

A Philae megtalálása és „felébredése”

A Philae feléledésének esélye 2015 tavaszán jött el, amikor a leszállóhely ismét napfényt kapott. A leszállómodul műszereinek és berendezéseinek működéséhez $-45\text{ }^{\circ}\text{C}$ feletti hőmérséklet szükséges. Március közepén még túl hideg volt, május első felében ismét megkísérelték a Philaevel való kapcsolatfelvételt, de ez akkor sem sikerült. A Philae 2014. novemberi elhallgatása utáni első rádióüzenetét 2015. június 13-án küldte. A Rosetta mintegy 200 km távolságból vette a Philae rádiójeleit, és a szonda reléállomásként azonnal a Földre továbbította azokat.

Ez a rádióüzenet 85 másodpercig tartott, és 300 adatsomagot tartalmazott. A rádiókapcsolat idején az üstökös 1,45 CSE-re volt a Naptól és 2,05 CSE-re a Földtől, vagyis a rádiójeleknek 16,8 percre volt szükségük, hogy az üstököstől a földi rádióantennákhoz megérkezzenek. Kiderült, hogy a Philae már napok óta ébren volt, de a leszállóhelye egén a Rosetta-szondával mint reléállomással csak június 13-án este tudott kapcsolatba lépni. A kapcsolatfelvétel előtti néhány napban a Philae memóriájában már több mint 8000 adatsomagnyi információ gyűlt össze.

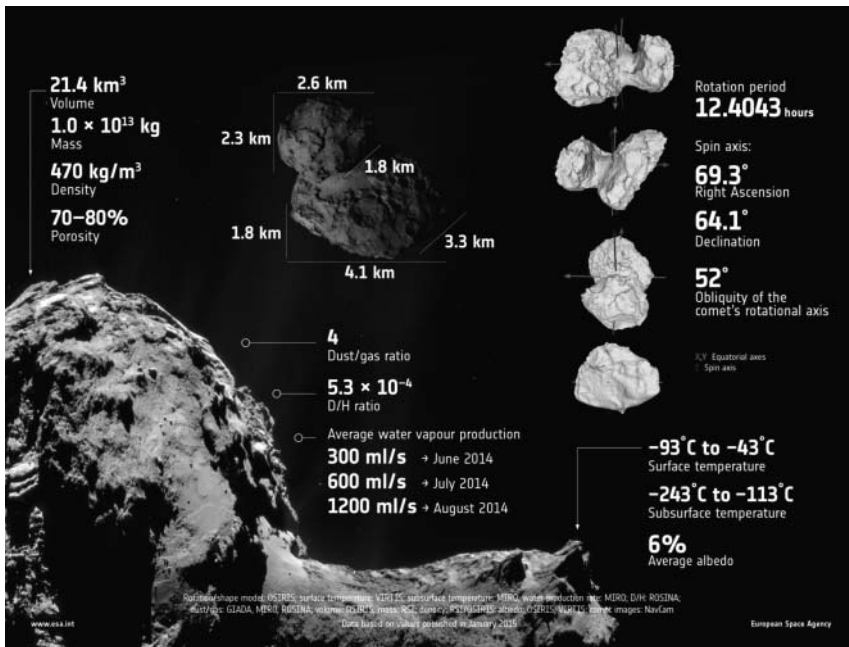
A Philae sikeres „felébredése” után a szakemberek a leszállóegység programjának újratervzését végzik, valamint a Rosetta-szonda pályáját úgy módosítják, hogy a további kapcsolattartáshoz megfelelő és gyakori rádióablakok biztosítva legyenek, hogy a 67P üstökös napközelsége körüli időben az üstökös aktivitásának izgalmas fejleményeit nyomon lehessen követni, de a szondában se tegyen kárt az üstökös növekvő porkibocsátási aktivitása.

A 67P üstökös magnetoszférájának születése

A Rosetta és a Philae mérései szerint az üstökös magjának nincs saját mágneses tere. Az üstökösrag közelében csak a napszél által szállított mágneses tér mutatható ki.

A napszél plazmaanyaga és a benne fagyott mágneses tér csak addig tud az üstökösrag felszínéig akadálytalanul lehatolni, amíg az üstökös magjából szublimációval kiszabadult gázok és ionjaik nyomása ellent nem áll a napszél nyomásának. Az a tartomány, ahol a napszél és üstökösanyag érintkezik, és nyomásuk kiegyenlíti egymást, viszonylag vékony felület (kontakt diszkontinuitás). E felületen belül az üstökösrag felé az üstökös anyaga, míg a felületen kívül a Nap felé eső részen a bolygóközi plazma dominál. Az üstökösrag felé közeledve a bolygóközi mágneses tér erővonalai összesűrűsödnek, kikerülnek a kontakt diszkontinuitási felületet, nem tudnak beljebb hatolni a mag felé. A kontakt felület körül a mágneses tér a Nappal ellentétes irányban megerősödve tovább nyúlik,

kialakítva a plazmacsövát. A napszél-üstökös kölcsönhatás által az üstökös körül időlegesen kialakult mágneses tér az üstökös magnetoszférájának tekinthető. A 67P üstökös közelében az RPC-ICA (Rosetta Plasma Consortium/Ion Composition Analyser) műszer által végzett mérések szerint az első hónapokban a kontakt diszkontinuitás 28-40 km-re volt az üstökös magjától a Nap felőli oldalon. Várható, hogy ez a felület majd távolabbra kerül a magtól, amint az üstökös mag vízkibocsátási aktivitása nő a napközelség felé. Még 2015. március végén is ebben a néhány száz kilométeres távolságban volt ez a felület a magtól, amikor a Rosettát körülbelül 100 km-re kellett távolítani az üstökös magtól, s emiatt a műszerei egyelőre nem tudják a kontakt diszkontinuitási felület közelében a méréseket folytatni. A Rosetta plazmamérései tehát már nagy naptávolságban jelezték az üstökös mag erősödő vízkibocsátási aktivitását.



24. ábra. A 67P alapvető jellemzői: térfogat, tömeg, átlagos sűrűség, porozitás (balra fent), a mag két összetevőjének méretei (fent középen), a tengely körüli forgás periódusa, a forgástengely térbeli iránya ekvatoriális koordinátákban, a forgástengely hajlásszöge az üstökös pályasíkjához (jobbra fent), a por/gáz tömegarány, a vízkibocsátás mértéke (középen lent), valamint a felszíni hőmérséklet és a felszín fényvisszaverő képessége (jobbra lent). (ESA/Rosetta)

A 67P üstökös magjának általános tulajdonságai

Foglaljuk össze röviden, hogy az első félévben mit tudtunk meg a 67P üstökös magjának általános tulajdonságairól, aktivitásáról. A legfontosabb adatok a 24. ábrán láthatók. A 67P magja két részből összetett test: a kisebbik közelítőleg $2,6 \text{ km} \times 2,3 \text{ km} \times 1,8 \text{ km}$ méretű, a nagyobbik pedig $4,1 \text{ km} \times 3,3 \text{ km} \times 1,8 \text{ km}$ -es. Az üstökösrag térfogata $21,4$ köbkilométer, átlagos sűrűsége 470 kg/m^3 . Ez az érték azt jelenti, hogy az üstökösrag térfogatának $70\text{-}80\%$ -a porózus, üreges szerkezetű lehet, de nincsenek benne nagy üregek, hanem laza szerkezetű, poros-jeges az anyag. 2014 augusztusában $1,2$ liter víz jutott a kómába másodpercenként, miközben az üstökös még távol, $3,63$ CSE-re volt a Naptól. A 67P üstökös magja nehésvízben gyakoribb (a D/H arány jóval nagyobb), mint a Jupiter-család többi üstökösének magja, ami azt jelentheti, hogy a 67P a korai Naprendszer más régiójában alakult ki a Jupiter-család többi üstököséhez képest. A 67P üstökös magja a nitrogénmolekula megfigyelése alapján nagyon alacsony hőmérsékleten alakult ki. Az üstökös magjának anyaga rossz hővezető és alacsony a hőtehetetlensége, hasonlóan az eddig megismert többi üstökösragéhoz. Az 67P üstökös magjának nincs saját mágneses tere.

A Rosetta után: űrszondákkal üstökösökhöz a közeljövőben

A közeljövőben üstökösökhöz küldendő űrszondák programja és műszerezettsége sokban hasonlít a Rosetta kutatási programjához és műszercsomagjához. Azonban a programoknak új elemei is vannak. A közeljövőben csak a NASA tervez helyszíni űrszondás üstökösvizsgálatokat.

A NASA Discovery 2000 programja keretében meghirdette a Comet Odyssey üstökösszonda programot, amely azóta is csak tervezés alatt áll, és a tervet többször is módosították a program 2000-es bejelentése óta. A Comet Odyssey program újabb, 2004-es változata szerint a Rosetta program eredetileg kijelölt célpontja, a 46P/Wirtanen üstökös (röv. 46P) magja körüli pályára állított szondával hosszú ideig tanulmányozták volna az égitestet és annak aktivitását. A szonda 2009-ben indult volna útnak, 2013-ban érkezett volna a 46P üstököshöz és $4,5$ hónapig folytatta volna az üstökös megfigyelését.

A NASA sikeres Deep Impact, valamint Stardust üstökösprogramjai és ezek kiterjesztett küldetései (DIXI/EPOXI és Stardust-NEXT) után, 2010-ben ismét előkerült a Comet Odyssey program. Az újabb terv célja anyag-

mintát hozni a Földre egy üstökösrag felszínéről, mégpedig annak közel eredeti hőmérsékletét megtartva mélyhűtött állapotban egy speciális kapszulában -70 és -30 °C közötti hőmérsékleten. Az anyagmintának a hosszú bolygóközi út alatt biztonságosan alacsony hőmérsékleten tartásához új technológia kellett. A Stardust 2004-ben a 81P/Wild 2 üstökös kómáján $6,1$ km/s sebességgel átrepülve a porcsapdáiban összesen csak körülbelül 1 mg tömegű port gyűjtött össze, a porminta szemcséinek hőmérséklete a porcsapdába történő nagy sebességű becsapódásuk következtében körülbelül 2000 K-re emelkedett, s emiatt a jég eredeti összetevői nem őrződhetek meg a földi laboratóriumi vizsgálatokra. A Comet Odyssey mintavevővel megérinti majd az üstökösrag felszínét, mintát vesz, és a begyűjtött anyaggal eltávolodik az üstököstől. A szonda két egyforma hosszú mintavevő karján lévő forgó kefe az üstökösrag felszínéről három másodperc alatt összesen 800 cm³ térfogatú jeges-poros anyagmintát gyűjt majd be. Az üstökösrag felszínét alkotó anyag minimális átlagsűrűségét $0,2$ g/cm³-nek feltételezve, ez legalább 160 gramm begyűjtött mintának felel meg, ami jóval több a Stardust által visszahozott üstököspor tömegénél. A 2010-es terv szerint a Comet Odyssey szonda 2017 decemberében indulna el a 9P/Tempel 1 üstököshöz (röv. 9P), amihez 2022 júniusában érkezne meg, és az üstökösrag közelében 300 napot töltene el annak részletes tanulmányozásával. A felszíni anyagmintavétel után a szonda visszaindulna a Földre a megtöltött kapszulával, és 2027 májusában érkezne vissza bolygónkra. Mint tudjuk, a 9P üstököst már két űrszonda is közvetlen közelről vizsgálta: a NASA Deep Impact szondája egy mesterséges becsapódást is előidéző aktív űrkíséret során 2005-ben, valamint a Stardust-NEXT 2011-ben. Ha tehát a Comet Odyssey sikeresen tanulmányozni tudja majd 2022-ben a 9P üstököst, akkor ugyanazt az üstökösragot már három különböző napközelsége idején is sikerülne közelről vizsgálni, lehetővé téve a mag hosszú időskálán végbemenő felszíni változásainak nyomon követését is.

2011-ben egy teljesen újszerű űrprogramot is jóváhagyott a NASA a Discovery Programja keretében. A Comet Hopper (röv. CHopper), vagyis „üstökösszöcske” szonda keringő- és leszállóegységből is állna: az üstökösragra leszállna, és utána onnan eltávolodna, „felugrana”, majd a mag egy másik helyén ismét landolna, onnan ismét felszállna és így tovább. A CHopper űrszondának öt tudományos műszere lesz: a CHIRS (CHopper Infrared Spectrometer) infravörös színeképelemző, a CHIMS (CHopper Ion/Neutral Mass Spectrometer) tömegspektrométer, CHI (CHopper Imager) kamera, CHEX (CHopper Heating Experiment) anyagvizsgálatot fűtéssel végző berendezés, PanCams (Panoramic Cameras) panorámaké-

peket készítő képfelvevők. A tervek szerint a CHopper 2016-ban indulna útnak a 46P/Wirtanen üstökös felé, amelynek magja körül 2022-ben állna pályára, és utána megkezdene a felszínének különböző helyeire való leszállásokat, majd „felugrásokat”, a felszín távoli térképezését és a műszeres méréseket. A szonda programjának tervezett időtartama az indítástól számítva 7,3 év lenne. Az üstököshöz akkor érkezne, amikor az 4,5 CSE távolságra van a Naptól, és a program utolsó leszállása akkor lenne, amikor az üstökös 1,5 CSE naptávolságban van. Tehát az igen aktív és kisméretű 46P üstököst a Naphoz közeledő pályaszakaszon tanulmányozná. Az üstökös napközelségéhez közeledve a szonda tervezett leszállásai és felugrásai gyakoribbá válnának, mint a Naptól távolabbi pályaszakaszon, hogy a mag növekvő aktivitásának különböző felszíni megnyilvánulásait többször is tanulmányozhassa, és közelebből is nyomon követhesse. Az üstökösmag felszínétől távolabb a szonda műszerei a maghoz közeli kóma szerkezetét, szerkezeti és kémiai összetételbeli heterogenitárait, ezek helyi és időbeli változásait tudná megfigyelni és követni.

A NASA Discovery programjának egyik tervezett vállalkozása, a CORE (COmet Radar Explorer) a 10P/Tempel 2 (röv. 10P) ekliptikai üstökös magjának közeli vizsgálatát tűzte ki célul elsősorban a közlőről történő radartomográfiai módszerrel. A szonda mintegy 20 km távolságból az úgynevezett RMO (Radar Mapping Orbit) pályáról radarozná az üstökös magját, így annak belső szerkezete, kémiai összetétele, tömege, tömegeloszlása, gravitációs tere feltérképezhető lenne. Az RRI (Radar Reflection Imager) képalkotó radar az üstökösmag belsejét 30 méteres felbontással tudja majd térképezni a visszavert radarjelekből, illetve a jelek sebességének és csillapodásának változásából a tomografikus módszerrel 100 méteres felbontású képet alkothat a mag belsejéről. A CORE tudományos és navigációs célú felvételeket készítő kamerája az üstökösmag térbeli modelljének elkészítését segíti, valamint a gáz- és porkibocsátási forrásoknak a mag belsejével való összefüggését fogja meghatározni. A képalkotó hőkamerája (infravörösben) a mag felszínének hőterképeit fogja ismételtelen elkészíteni, amelyekből a felszín szublimációs aktivitása, alakzatai és felszín alatti szerkezeti viszonyai és azok helytől és időtől függő változásai is nyomon követhetők lesznek. A 10P üstökös külön érdekessége, hogy a magjának tengely körüli forgási ideje perihéliumonként körülbelül 20 másodperccel nő, vagyis lassul a forgása. Ennek okára is fény derülhet a CORE-szonda helyszíni vizsgálatai által. Ugyanis az üstökösmag forgásidejének megváltozását a gáz- és porkibocsátással összefüggő rakétaszerű erőhatások, valamint a mag tehetetlenségi nyomatékának változása is okozhatja.

Ajánlott irodalom:

- Kelemen János, Tóth Imre, 1982, Az üstökösök. in *Csillagászati Évkönyv 1983*. Gondolat Kiadó, Budapest, 204–221.
- Szegő Károly, 2004, A Rosetta-űrmisszió, *Magyar Tudomány* 111, 879–885.
- Szegő Károly, Tóth Imre, 1985, A VEGA-program, *Fizikai Szemle* 35, 241–249.
- Tóth Imre, 1982, A Halley-üstökös 1985/86. évi visszatéréséről. in *Csillagászati Évkönyv 1983*. Gondolat Kiadó, Budapest, 183–248.
- Tóth Imre, 1997, Égi vándorok és hiedelmek. Üstökösökről a Hale–Bopp kapcsán, *Historia* 19, 12–15.
- Tóth Imre, 1998a, Az üstökösök lágy röntgensugárzása. Új felfedezés a Hyakutake és Hale–Bopp kapcsán, *Fizikai Szemle* 48, 218–225.
- Tóth Imre, 1998b, Fényes üstökösök 1996–1997-ben. A Hyakutake és a Hale–Bopp üzenete, *Magyar Tudomány* 105, 411–424.
- Tóth Imre, 2004, Üstökösök és kisbolygók. *Magyar Tudomány* 111, 699–709.
- Tóth Imre, 2005, Mekkora az üstökösök? *Fizikai Szemle* 55, 432–441.
- Tóth Imre, 2007, Az üstökösök új világa. in *Meteor csillagászati évkönyv 2008*. MCSE, Budapest, 183–206.
- Tóth Imre, Balázs Lajos, 1985, A Halley-üstökös, *Fizikai Szemle* 35, 408–418.

REGÁLY ZSOLT

Távoli bolygórendszerek felfedezése és keletkezése

Az utóbbi két évtizedben több mint 2000 exobolygót – a Naprendszerből távoli csillagok körül létrejött bolygót – találtak. Gyakoriságuk arra enged következtetni, hogy a Tejútrendszerben több (akár 100 milliárd) bolygó keletkezhetett, mint csillag. Az eddig felfedezett exobolygó-rendszerek lényegesen eltérnek Naprendszerünkétől, és bolygók megdöbbentő változatosságot mutatnak. Ismerünk Föld-szerű és Földnél nagyobb kőzetbolygókat, Neptunusznál kisebb vagy akár a Jupiternél tízszer nagyobb óriásbolygókat, amelyek csillaguk közvetlen közelében, vagy tőlük óriási távolságban keringenek.

A modern csillagászat egyik legfontosabb kérdése az, hogyan alakultak ki ezen bolygórendszerek, és miért fejlődtek a mi Naprendszerünkől eltérő szerkezetűvé. A távoli bolygórendszerek keletkezésének jobb megértése által az emberiséget régóta foglalkoztató kérdésekre kaphatunk választ, például arra, hogyan jött létre számunkra oly értékes planétánk a Föld, illetve vannak-e a Földhöz hasonló bolygók a Tejútrendszerben.

A kozmogónia rövid tudománytörténeti bevezetését követően bemutatjuk a csillagászati észlelési módszereket, amelyek segítségével több ezer exobolygót fedeztünk fel. Részletesen tárgyaljuk a feltárt exobolygó-rendszerek meglepően változatos szerkezeti tulajdonságait. Végezetül a modern bolygókeletkezési elméletek sikereit és válaszra váró kérdéseit mutatjuk be. Kitérünk a bolygók és protoplanetáris korongjuk között létrejövő kölcsönhatásokra is, amelyek befolyásolják a bolygórendszerek végleges szerkezetét.

A ködhipotézis születése

A kozmogónia – a Világegyetem kialakulását kutató tudományág – gyökerei a reneszánsz, sőt az ókori görög filozófusok munkásságáig nyúlnak vissza. Anaxagórasz (i. e. 5. sz.) feltevése szerint az égitestek a teret kitöltő ősi ködben születtek, mozgásukat egy alapvető erő okozza. A római

költő és filozófus, Lucretius (i. e. 1. sz.) szerint a Föld a nehezebb elemek központban történő kondenzációjából született, az éter a perifériára szorult legkönnyebb elemből, míg a Nap, a Hold és a csillagok a kettő között elterülő térrészben keletkeztek.

René Descartes a görög filozófusok elképzelését követve azt feltételezte, hogy a csillagok egy örvény középpontjában keletkeznek, és később bolygókká vagy üstökösökké válhatnak. Az isteni erő által rájuk kényszerített mozgás következtében a nehezebb testek spirális pályán az örvény középpontja felé vándorolnak. Emanuel Swedenborg 18. századi svéd természetkutató Descartes örvényhipotézisét továbbfejlesztve felismerte, hogy a Naprendszer égitestjeinek közös eredete magyarázza azok fizikai tulajdonságait, illetve mozgásuk okát. Hipotézise szerint a bolygók a Napból dobódtak ki, és az örvénnyel történő kölcsönhatásuk következtében egyre távolabb, jelenlegi pályáikra sodródtak.

Immanuel Kant hipotézisében Newton tömegvonzási törvényét alapul véve összekapcsolta a Világegyetem és a Naprendszer születését. Szerinte a galaxisok csillagai a Világot kitöltő végtelen ősi ködből kondenzálódtak. Kant azt gondolta, hogy a Naprendszer keletkezésében is hasonló erők játszottak szerepet. A Nap, az akkor ismert hat bolygó és holdjaik, valamint az üstökösösök, csakúgy mint a csillagok, ugyanabból az ősi ködből jöttek létre. A 18. század végén Pierre Simon de Laplace Kant munkásságát nem ismerve alkotta meg a ma ködhipotézisnek nevezett elképzelést. Szerinte a forró, fiatal Napot a jelenlegi bolygópályákon is túlnyúló atmoszféra vette körül, amelyből a Naprendszer bolygói kondenzációval alakultak ki. A bolygók holdjai pedig az éppen kondenzálódó bolygó körül, azonos módon keletkeztek. A 20. század közepén megszületett modern bolygókeletkezési elméletek lényegében Laplace és Kant ködhipotézisét fogalmazzák meg kvantitatív módon.

Módszerek távoli bolygók felfedezésére

Közvetlen képalkotás

A legegyszerűbb módszer, amelynek segítségével megpillanthatnánk egy távoli csillag körül keringő bolygót, a képalkotás lenne. Azonban ez némi nehézségbe ütközik, ha kiszámítjuk, hogy milyen fényesnek látnánk a csillaga fényét visszaverő bolygót az optikai hullámhossztartományban (0,3–0,7 μm). Egy R_p sugarú és A albedójú (fényvisszaverő képesség, a Földé $A \sim 0,3$) bolygó, a távolságban (csillagászati egységben, 1 CSE = a Nap–Föld-középtávolság) a csillagától, a rávetülő fénynek csupán a

$$f = 1,4 \times 10^{-4} \frac{A}{0,3} \left(\frac{R_p}{R_{\text{Föld}}} \right)^2 \frac{1}{a^2}$$

részét veri vissza. Egy Föld-szerű bolygó így 24–25 magnitúdóval lenne halványabb a csillagnál. Ez az óriási fényességkontraszt praktikusán lehetetlenné teszi a bolygó által visszavert fény detektálását.

Nagyobb szerencsével járnánk, ha a bolygó infravörös hullámsávbeli ($\lambda > 0,7 \mu\text{m}$) közvetlen sugárzását próbálnánk detektálni. Feltételezve, hogy a bolygó felszíni hőmérséklete hasonló a Földéhez ($T_p \approx 270 \text{ K}$), akkor feketetest-sugárzásának maximuma nagyjából a $20 \mu\text{m}$ -es hullámhosszra esne. Ekkor egy R_* sugarú csillag esetén a kontrasztarány

$$f = \left(\frac{R_p}{R_*} \right)^2 \frac{\exp(h\nu / k_B T_*)}{\exp(h\nu / k_B T_p)}$$

lenne, amely az előző esethez képest 4-5 magnitúdóval nagyobb. De ahhoz, hogy az infravörös tartományban meg tudjunk különböztetni egy Föld-szerű bolygót és a tőle 1 CSE-re lévő csillagát, elképesztően nagy átmérőjű, közel 50 méteres távcsőre lenne szükségünk, mivel a távcsövek felbontóképessége a hullámhosszal fordítottan arányos.

További probléma, hogy ha egy felvételen halvány fénypontot látunk a csillag mellett, az még nem jelenti azt, hogy az egy kísérő. Ahhoz, hogy ezt bizonyítsuk, további felvételeket kell készítenünk, amelyen egyértelműen kimérhető a kísérő elmozdulása, azaz annak keringése a csillag körül.

Így már érthető, hogy eddig csupán másfél tucat bolygóról – és azok is a Jupiternél nagyobb gázóriások – sikerült infravörös hullámhossztartományban képet alkotni a legnagyobb, 8-10 méteres földi távcsövekkel, például a European Southern Observatory (ESO), Large Binocular Telescope (LBT), Subaru, Gemini és a Keck Observatóriumok távcsöveivel, illetve az űrből a Hubble Space Telescope (HST) segítségével. E felfedezések is csak annak köszönhetően születhettek meg, hogy a napfizikában már korábban használt koronagrafiához hasonló módszerrel, vagy egy teljesen új technikával, a nullázó interferométerrel elhalványították a bolygónál tízmilliárdszor fényesebb csillagot.

Bolygók termikus sugárzásának közvetlen detektálásával az első óriásbolygót, a 2M1207 vörös törpecsillag körül keringő gázóriást, 2004-ben fedezték fel. A 2M1207b tömege majdnem tízszerese a Jupiterének, és olyan távol kering csillagától, mint a Plútó a Naptól. Négy évvel később már több exobolygórendszert sikerült észlelni. Ezek közül az egyik leg-

nevezetesebb a HR 8799 rendszer, ahol rögtön három óriásbolygót, két évvel később pedig még egyet fedeztek fel. Azóta még további fél tucat gázóriást sikerült felfedezni közvetlen képalkotással. Az így felfedezett eddigi legkisebb óriásbolygó, a Fomalhaut körül keringő is kétszer nagyobb, mint a Jupiter. Ám a Fomalhaut bolygójával kapcsolatosan felmerült, hogy infravörös sugárzása túl halvány egy óriásbolygóhoz képest, inkább egy neutroncsillagéhoz hasonlít.

Radiális sebesség mérése

Már a 20. század első felében felvetették, hogy egy csillag látóirányú (radiális) sebességének periodikus változásai alapján ki lehetne mutatni egy nagy tömegű kísérő, azaz egy óriásbolygó jelenlétét. Egy távoli csillag körül keringő óriásbolygó hatására a csillag hol közeledni, hol távolodni látszik tőlünk a két égitest közös tömegközéppontja körüli keringése miatt. Ezért a csillag által kisugárzott fény periodikus Doppler-eltolódást szenved. Az impulzusmegmaradás egyenletéből levezethető, hogy az M_* tömegű csillag radiális sebességének látóirányú komponense

$$v_* \sin i = \frac{M_p}{M_*} \sqrt{\frac{GM_*}{a}} \sin i$$

amplitúdóval szinuszosan oszcillál egy a távolságban, a látóiránnyal i szöget bezáró síkban körpályán keringő, M_p tömegű bolygó hatására. Az oszcilláció periódusa megegyezik a bolygó keringési periódusával:

$$P = 2\pi \sqrt{\frac{a^3}{GM_*}}$$

Ennek kimérésével a bolygó tömege meghatározható – valójában csak a lehetséges legkisebb tömeg, azaz $M_p \sin i$, mivel a pályasík ismeretlen.

A bolygók nemcsak kör-, hanem elliptikus pályán is keringhetnek csillaguk körül. Ekkor e_p excentricitású bolygópálya esetén a csillag radiális sebességének amplitúdóváltozása kissé módosul:

$$v_* \sin i = \frac{1}{\sqrt{1-e_p^2}} \frac{M_p}{M_*} \sqrt{\frac{GM_*}{a}} \sin i.$$

Így a radiális sebesség időbeli változása nem tisztán szinuszos jellegű, és a radiális sebesség amplitúdójának maximuma jóval nagyobb lehet, mint

körpálya esetén. Ez utóbbi könnyen megérthető: az elliptikus pályán a pericentrumban (a bolygó és a csillag ekkor közelítik meg a legjobban egymást) a mozgás sebessége felgyorsul. Mivel a bolygópálya excentricitását nem ismerjük, a bolygótömeg több különböző e_p feltételezésével kiszámított és a mért radiálissebesség-változások összehasonlításával becsülhető.

Egy csillag bolygója által okozott radiálissebesség-változás amplitúdója igen kicsi, a Nap–Jupiter esetén 12 m/s, míg a Nap–Föld esetén 1 m/s. Ezért az exobolygók közvetett detektálása csak akkor lehetséges, ha a csillag színeképeben egyszerre több elnyelési vonalat vizsgálunk. Az elsőként ilyen módszerrel talált exobolygó a Michel Mayor és Didier Queloz által felfedezett, mindössze 4,2 nap periódusidővel keringő, fél jupitertömegű 51 Pegasi b óriásbolygó.

Történeti érdekességként említjük meg, hogy az első, kétséget kizáró exobolygó-felfedezés Aleksandr Wolszczan és Dale Frail nevéhez köthető, akik 1992-ben meglepő módon nem egy közönséges csillag, hanem egy pulzár körül fedeztek fel bolygót, sőt egyszerre kettőt is. A PSR1257+12 jelű milliszekundumos pulzár anomális pulzusváltozásairól kimutatták, hogy azt a fentebb bemutatott jelenség, azaz a pulzárnak a bolygói hatására létrejövő reflexmozgása okozza. Az azóta pontosított mérések alapján a pulzár két bolygója közül az egyik a Földnél nagyobb (4 földtömeg), a másik a Földnél kisebb tömegű (0,02 földtömeg).

Asztrometria

Magától értetődő, hogy az előbb bemutatott jelenség alapján úgy is kimutathatjuk a szemünk elől elrejtőző bolygót, ha annak gravitációs hatását magának a csillagnak az elmozdulásából mérjük ki. Ennek segítségével – az előzőekben bemutatott módszerektől eltérően – a bolygópálya excentricitása és a pálya inklinációs szöge is meghatározható lenne. Az asztrometriai módszert gyakran alkalmazzák kettőscsillagok pályaszámítására, de ezzel a módszerrel eddig még nem sikerült bolygószerű kísérőt kimutatni. Ennek az az oka, hogy egy 10 pc távolságú csillag látszó elmozdulása közelítőleg 3 mikroívmásodperc, ha 10 földtömegű bolygója 1 CSE távolságban kering körülötte. Ez az elmozdulás még mindig kisebb, mint a jelenleg legpontosabb asztrometriai műszer, az European Space Agency Gaia-űrszondájának elméleti pontossága, ami egy 15 magnitúdós csillag esetén 10 mikroívmásodperc.

Bolygóátvonulás a csillagkorong előtt

Ha egy bolygó keringése során periodikusan elvonulni látszik csillagának korongja előtt, akkor a csillag fényességében periodikus fényességcsökkenést figyelhetünk meg. Fontos, hogy az elhalványodás amplitúdója

független a bolygó keringési távolságától, szemben az előző fejezetben tárgyalt effektussal. Mivel az elhalványodás amplitúdója csupán a bolygó és a csillag méretétől függ,

$$f = \left(\frac{R_p}{R_*} \right)^2,$$

ezért a bolygóátvonulások segítségével meghatározható a bolygó sugara. Egy Jupiter-szerű gázóriás esetén a fényességcsökkenés $f = 0,01$ magnitúdó lenne, azonban egy, a Föld átlagos sűrűségével megegyező kőzetbolygó esetén csupán

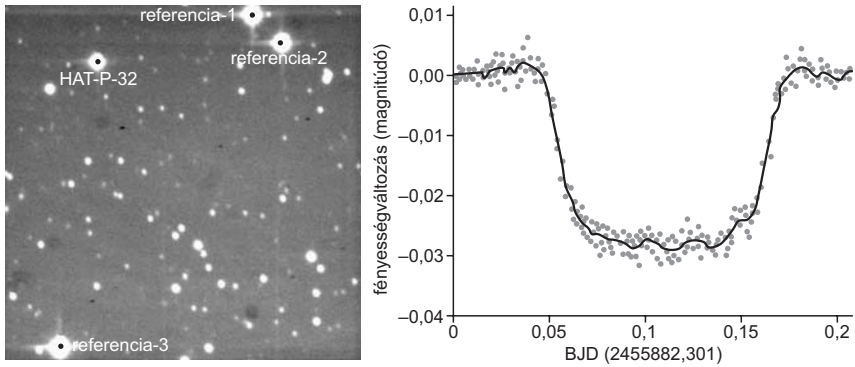
$$8,4 \times 10^{-4} \left(\frac{M_p}{M_{\text{Föld}}} \right)^{2/3} \text{ magnitúdó.}$$

A keringés során előfordulhat az is, hogy a csillag takarja el a bolygót, ekkor is csökken a csillag-bolygó rendszer együttes fényessége, mégpedig pontosan annyival, amennyi a bolygó saját fénye. Ez az úgynevezett mellékminimum csekély periodikus fényességcsökkenést eredményez, egy 1000 K felszíni hőmérsékletű óriásbolygó esetén csupán 10 mikromagnitúdónyt. A csillag fényességváltozását okozhatja az is, hogy a bolygó keringése során – a Hold fázisaihoz teljesen hasonló módon – változó nagyságú felületet látunk a csillag által megvilágítva. Emiatt a csillag fényessége folyamatosan nő a főminimumtól, majd újra csökken a mellékminimumig.

Óriásbolygók fedésének kimérése tehát nem könnyű, de elegendően pontos fotometriai módszerek segítségével, közepes vagy kis átmérőjű földi távcsövekkel is kivitelezhető. A relatív fotometriai módszernél a látómezőben feltűnő, állandó fényességű csillagok átlagos fényességét hasonlítjuk a vizsgálni kívánt csillag változó fényességéhez, így a folyamatosan jelen levő légköri zaj lényegesen csökkenthető (1. ábra).¹

Egy Föld méretű kőzetbolygó által okozott fényességcsökkenés kimérésekor a földi légkör zavaró effektusait nem tudjuk a szükséges mértékben kiküszöbölni, ezért az űrbe telepített távcsőre van szükségünk. A NASA Kepler-űrtávcsövének segítségével mára már több mint ezer exobolygót ismerhettünk meg, és még további négyezer bolygójelölt akad a négy évet felölelő adatsorokban. Azért beszélhetünk egyelőre csak bolygójelöltekről, mert hasonló periodikus fényességcsökkenést más jelenség, például a csillag korongján elvonuló, napfoltokhoz hasonló csillagfolt is okozhat.

¹ Az írás többi ábrája a színes mellékletben szerepel.



1. ábra. A HAT-P-32 jelű óriásbolygó fedése. A bal oldali ábrán a fotometriához használt állandó fényű csillagok (referencia-1, -2, -3) és a HAT-P-32 csillag, a jobb oldali ábrán annak fényességcsökkenése látható. A mérést a szerző az MTA CSFK Csillagászati Intézet Pizskéstetői Obszervatórium 50 cm-es távcsövével, ANDOR iXON 888 EMCCD-kamerával készítette.

Így a biztonság kedvéért az exobolygójelölteket radiálissebesség-méréssel is ellenőrizni kell, hogy biztosak legyünk abban, valóban bolygó okozta a csillag fényének periodikus elhalványodását.

Amint a bolygó belép a csillag korongja elé vagy kilép onnan, a csillag fényessége lineárisan csökken vagy növekszik, míg a platón további gyenge halványodás, majd fényesedés látható (1. ábra). Az első effektus annak a következménye, hogy a bolygó egyre nagyobb területet takar ki a csillagkorongból belépéskor, és egyre kisebbet kilépéskor. A második effektus azért lép fel, mert a csillagkorong a középpontja felé egyre fényesebb, így a bolygó egyre fényesebb területeket takar ki a csillagkorongból amint közeledik a csillagkorong középpontja felé, és egyre halványabbat, amint távolodik attól. A plató alakjának kimérésével így lehetőség nyílik arra, hogy megállapítsuk a bolygópálya és a csillagkorong relatív helyzetét is.

Azonban nem minden bolygót látunk elvonulni a csillag korongja előtt, hiszen a bolygópálya síkja tetszőleges lehet a látóirányhoz képest. Statisztikai számítások szerint, ha minden csillag körül keringene egy Föld típusú bolygó, akkor minden pillanatban százezerből egy csillag tranzitját észlelhetnénk. Ezért a Kepler-űrtávcső és más, földi bolygókereső projektek (például Wide Angle Search for Planets, WASP, vagy a Hungarian-made Automated Telescopes, HAT) egyszerre több százezer csillagot vizsgálva periodikusan visszatérő fényességváltozásokat keresnek. A bolygóátvonulás módszerén alapuló projektek máig 656 exobolygórendszert, összesen

1179 exobolygót fedeztek fel. A fenti számokat összevetve láthatjuk, hogy az exobolygórendszerek majd felében több bolygó is kering.

A bolygófedés módszerét ötvözve a radiálissebesség-mérésekkel a bolygók belső szerkezetét (sűrűségét) is megállapíthatjuk, ugyanis a fedés során a sugaruk, míg a radiális sebesség méréseiből a tömegük kapható meg.

Gravitációs-lencse-hatás

Az általános relativitáselmélet szerint a fénysugár eltérül egy gravitáló test környezetében, hasonlóan ahhoz, ahogyan a megváltozott törésmutatójú közegben a fény törést szenved. Egy tőlünk d_L távolságban levő M_* tömegű test a mögötte levő, tőlünk d_s távolságban elhelyezkedő csillag pontszerű képét egy úgynevezett Einstein-gyűrűbe képezi le, amelynek térbeli látszó átmérője

$$\theta_E = \frac{2}{c} \sqrt{G M_* \frac{d_s - d_L}{d_L d_s}}.$$

A Tejútrendszer 8 kpc-re levő középpontjában rengeteg csillagot láthatunk, ezért jó esélye van annak, hogy a Tejútrendszer középpontjában, illetve a hozzánk képest félúton (4 kpc) levő csillagok időnként pontosan azonos irányban látszanak. Amikor a hozzánk közelebbi csillag éppen áthalad a távoli csillag előtt, a gyűrűben megnő a fényintenzitás, ugyanis a $\theta_E = 0,001$ olyan kicsi szög, hogy magát a gyűrűt felbontani nem tudjuk. Ha a lencsecszillag körül egy nagy tömegű bolygó θ_E szögnél kisebb távolságra látszik keringeni (4 kpc távolságban levő csillagokra tipikusan néhány CSE-nek felel meg), a lassú fényességnövekedés mellett egy hirtelen kifényesedést is észlelhetünk, amikor a bolygó és a lencsecszillag éppen egy irányban látszanak.

Tehát ahhoz, hogy a Tejútrendszer közepe felé félúton keringő csillagok körüli bolygókat felfedezzük, csupán folyamatosan mérni kell a Tejútrendszer középpontjához közeli csillagok fényességváltozását. A lassú, jellemzően néhány hetes, közel 5 magnitúdós kifényesedésekben hasonló nagyságú, de gyors (a bolygótömegtől függően 1 nap Jupiter-szerű, illetve néhány óra Föld-szerű bolygók esetében) kifényesedéseket kell keresni. Részletes statisztikai vizsgálatok szerint a Tejútrendszer középpontjában levő csillagok nagy száma (közelítőleg 100 millió) miatt évente legfeljebb ötszáz gravitációs mikrolencsézési eseményt detektálhatunk. Az Optical Gravitational Lensing Experiment (OGLE) vagy a Microlensing Observations in Astrophysics (MOA) projekt keretében mára 32 bolygórendszert (két rendszerben egyszerre több bolygót is) fedeztek fel e módszer segítségével.

Távoli bolygórendszerek tulajdonságai

Vajon az előzőekben tárgyalt módszerekkel az utóbbi húsz évben felfedezett majd kétezer exobolygó (2. *ábra*) statisztikai analízise alapján Naprendszerünk mennyire hasonló a távoli bolygórendszerekhez, vagy eltérő azoktól? Tekintsük át, hogy melyek Naprendszerünk alapvető tulajdonságai: nyolc bolygó kering benne; a kőzetbolygók sugara 0,4–1 földszugár, a gázóriások sugara pedig 3,8–11,2 földszugár. A bolygók körpályán keringenek, az átlagos excentricitás kicsi: $\langle e \rangle = 0,06$; a bolygók pályasíkja nagyjából megegyezik, az átlagos inklináció $\langle i \rangle = 1,9^\circ$ -kal tér el a Naprendszer teljes perdülete által definiált síktól. A perdület nagy részét a bolygók hordozzák: $L_{Nap}/L_p = 0,5\%$; a Nap egyenlítője 6° -kal tér el a Naprendszer síkjától.

Bolygók magányos csillagok körül

Az ismert exobolygók tömegét keringési távolságuk (a) függvényében ábrázolva (2. *ábra*) rögtön szembetűnik, hogy a Naprendszerben ismeretlen bolygók is léteznek, például a Jupiternél akár tízszer nagyobb tömegű óriásbolygók, illetve néhány napos keringési idejű (tehát csillagukhoz nagyon közeli) pályákon keringő bolygók. A nagy tömegű bolygókat forró jupitereknek, a Földnél nagyobb, kis tömegű bolygókat pedig forró szuper-Földeknek nevezzük.

A 2. *ábrát* szemlélve az is látható, hogy az exobolygók nem egyenletesen töltik ki az $a-M_p$ síkot. Nagy keringési távolságokon kisebb tömegű bolygókat nem fedeztünk fel, de ez nem jelenti azt, hogy ilyenek nincsenek, csak azt, hogy a detektálási módszerek nem alkalmasak észlelésükre.² Azt azonban valóban kijelenthetjük, hogy a néhány évnél rövidebb keringési idejű, 10-100 jupitertömegű kísérőkből (vörös törpecsillagok) egy nagyságrenddel kevesebb van, mint az 1-10 jupitertömegű óriásbolygókból. Ezt az érdekes tényt vörös törpék sivatagának nevezzük. Jól látható, hogy 0,1 jupitertömegű és annál nagyobb óriásbolygó jóval kevesebb van, mint kisebb tömegű. A kis tömegű bolygók általában kis excentricitású pályán keringenek, míg nagy excentricitás csak a csillagtól távolabbi pályákon tud kialakulni.

Részletes statisztikai vizsgálatok megmutatták, hogy a Nap típusú csillagok legalább 10%-ának van óriásbolygója, és 50%-ának ennél kisebb boly-

² A Kepler-úrtávcsővel igen nehéz több éves keringési idejű (tehát a csillagtól távol keringő) és kis tömegű bolygók detektálása, mivel az ilyenek által okozott fényességcsökkenés igen kicsi, illetve az úrtávcső működési ideje alatt csak egy átvonulás figyelhető meg. A radiális sebesség mérése pedig azért érzéketlen a távol keringő bolygókra, mert a kísérő okozta tömegközéppont-eltolódás és így a csillag reflexmozgásának amplitúdója fordítottan arányos a bolygó keringési távolságával.

gója. A leggyakoribb bolygótípus tömege közel 5-10 földtömeg. Érdekes, hogy a forró jupiterek általában magánosan fordulnak elő, míg a kisebb tömegű bolygóknak nagyobb valószínűséggel vannak kis tömegű társaik.

A 3. ábrán a bolygók excentricitását ábrázoltuk a keringési periódus függvényében. Szembeötlő, hogy a több bolygót is tartalmazó rendszerekben a bolygók jellemzően kis excentricitású pályákon keringenek, míg a csak egy bolygót tartalmazó rendszerekben nagy excentricitású pályák is előfordulnak. Ez talán azzal az egyszerű ténnyel magyarázható, hogy a nagy excentricitású pályák dinamikailag instabillá teszik a többes bolygórendszereket, így ezek kisebb számban fordulnak elő.

A 4. ábrán a bolygók excentricitását ábrázoltuk a csillaguk fémtartalmának (a hidrogénnél nehezebb elemek és a hidrogén gyakorisági arányának logaritmus, $Fe/H = 0$ a Nap fémtartalma, $Fe/H < 0$ fémszegény, $Fe/H > 0$ fémgazdag) függvényében. Látható, hogy a fémekben gazdag csillagok bolygói nagyobb excentricitású pályákon keringenek, míg az alacsony fémtartalmú csillagok bolygóira kisebb excentricitású pálya jellemző. További érdekesség, hogy a fémgazdag csillagok bolygói jellemzően távolabb keringenek csillaguktól. Ez azzal magyarázható, hogy a fémgazdag csillagok körüli protoplanetáris korongban (ahol a bolygók kialakultak) nagy mennyiségű szilárd anyag volt, így több bolygó keletkezhetett, amelyek végül a kölcsönös gravitációs perturbációik révén megnövelték pályáik excentricitását.

Megvizsgálva a bolygók pályahajlását a csillaguk egyenlítőjéhez képest, a következő érdekes tényre derül fény. Azt már régóta tudjuk, hogy a csillagok forgási sebessége és felszíni hőmérséklete kapcsolatban áll egymással: 6100 K felszíni hőmérséklet felett a csillagok egyre gyorsabban forognak (5. ábra). De az igazán érdekes az, hogy a hidegebb csillagok bolygóinak pályahajlása átlagosan kicsi, míg a forróbb csillagok bolygóinak pályásíkja lényegesen eltérhet a csillag egyenlítőjétől. Sőt ismerünk olyan bolygót is (például WASP-17), amelyik a csillag forgásával ellentétes irányban kering, azaz a pályahajlás szöge nagyobb mint 90° . Ez azért furcsa, mert ha a bolygók a protoplanetáris korongból alakultak ki, akkor a csillagok és bolygók a korong kezdeti impulzusmomentumát örökölték meg. Így a bolygók pályahajlásának kicsinek kellene lennie, ugyanúgy, mint a Naprendszerben. A pályahajlási anomália talán azzal magyarázható, hogy a hideg csillagok belső szerkezete és mágneses tere eltér a forrókétól. A 6100 K hőmérséklet feletti csillagokban nem, míg a hidegebbekben vastag konvektív zóna alakul ki, így ez utóbbiaknak jóval erősebb mágneses terük lesz. Ezért a hideg csillagok forgása lelassul a mágneses fékeződés következtében, miközben bolygók pályáját igekeznek saját

egyenlítői síkjukba fordítani. Forró csillagok körüli bolygók pályahajlása nagy maradhat, hiszen erős mágneses tér hiányában a fenti jelenség nem játszik szerepet. Az azonban továbbra is kérdés, hogy mi alakította ki a bolygók kezdeti nagy pályahajlását.

Bolygók kettőscsillagok körül

Hogy tovább bővítsük a furcsaságok listáját, kettőscsillagok körül is találtak bolygókat, ahol azok a jelenlegi bolygókeletkezési elméletek szerint nem alakulhattak volna ki. Elméletileg a kísérőcsillag gravitációs perturbációja oly mértékben zavarja meg a protoplanetáris korong szerkezetét, hogy abban nem tud kialakulni bolygó. Mégis, az észlelések szerint közel hetven olyan bolygó van, amely a kettős rendszernek csak az egyik komponense körül, és öt olyan, amelyik mindkét csillag körül kering (mint Luke Skywalker Tatooine-ja).

Elméleti vizsgálatok szerint a 20 CSE-nél tágabb szeparációjú kettős-csillag-rendszerekben csupán 50%-kal kisebb az esélye annak, hogy a bolygó csak az egyik csillagot kerüli meg, nem mindkettőt. Szoros kettős rendszerekben (a szeparáció kisebb mint 20 CSE) ilyen bolygót eddig nem találtak. Érdekes, hogy az eddig ismert legnagyobb excentricitású pályán ($e \approx 0,85$) keringő bolygót egy olyan tág (> 20 CSE) kettős rendszerben fedezték fel, amelyben a bolygó csak az egyik csillagot kerüli meg.

Összesen 9, a kettős rendszer mindkét csillagát megkerülő (circumbináris) bolygót ismerünk, amelyek mindegyike a stabilitási sugár közvetlen közelében, de azon kívül kering. Erre a jelenségre az adhat magyarázatot, hogy a protoplanetáris korongban lévő gáz hatására a bolygók pályasugara folyamatosan csökken. Azokat a bolygókat, amelyek migrációjuk során a stabilitási sugárnál beljebb kerültek, óhatatlanul elnyelte valamelyik csillag, így csak olyanokat láthatunk, amelyek migrációja megállt a stabilitási sugárnál. A circumbináris bolygókkal kapcsolatban azt is tudjuk, hogy eddig mindegyik ismert bolygó pályája szinte egy síkba esik a kettőscsillag pályasíkjával. A méréseken alapuló statisztikai vizsgálatok szerint circumbináris bolygók ugyanolyan valószínűséggel keletkeznek szoros kettős rendszerekben, mint magányos csillagok körül.

Modern bolygókeletkezési elméletek

Ma azt gondoljuk, hogy a csillagok a csillagközi térben levő molekula-felhők összeomlásakor, azok középpontjában jönnek létre. A protocsillagot körülvevő felhő tovább zsugorodik, és az impulzusmomentum

megmaradása következtében egy vékony koronggá lapul, amelyet *protoplanetáris korongnak* nevezünk. A protoplanetáris korongot 99% gáz (túl-nyomórészt hidrogén) és csupán 1%-nyi por (jellemzően a csillagszéllel kifújtt mikrométeres nagyságú por, főleg szilíciumkristályokból álló szilárd szemcsék) alkotja. A korongbeli gáz vertikális sűrűségeloszlása Gauss-profil követ (a korong síkjában sűrűbb, felette egy ritka korong-atmoszféra alakul ki), míg radiális irányban sűrűségeloszlása $\Sigma \sim R^{-n}$ alakú, ahol $-1,5 < n < -0,5$.

A bolygókeletkezés *gravitációs instabilitási elmélete* szerint a csillag keletkezésében szerepet játszó gravitációs kontrakció ismétlődik meg a protoplanetáris korongban. Mindössze százezer év alatt létrejönnek az óriás gázbolygók, amelyek gravitációs vonzásuk miatt nagy mennyiségű port gyűjtenek, létrehozva azok szilárd magját. A Föld-szerű bolygók keletkezése talán azzal magyarázható, hogy a kezdetben hatalmas gázköppennyel burkolt óriásbolygók a csillaghoz közel kerülve elveszítik légkörük jelentős részét.

Ahhoz, hogy egy anyagcsomó gravitációsan instabillá váljon, és elkezdjen összeomlani, az kell, hogy saját gravitációs vonzása nagyobb legyen, mint a központi csillagé. Kvalitatíve azt mondhatjuk, hogy a protoplanetáris korong akkor válik gravitációsan instabillá, ha

$$Q = \frac{c_s}{\pi G \Sigma} < 1$$

(Alar Toomre 1964-es munkája alapján Toomre-kritérium), ahol c_s a hangsebesség, Σ pedig a gáz felületi sűrűsége. A sűrűsödő gáz felmelegedése meggátolja annak további összehúzódását. Ahhoz, hogy egy bolygó kialakulhasson, a gáznak gyorsan kell hűlnie, viszont a korong gravitációs instabilitását okozó nagy sűrűség ez ellen dolgozik. Az az elegendően nagy tömegű protoplanetáris korong, amelyik már gravitációsan instabil, túl nagy tömegű ahhoz, hogy hatékonyan tudjon hűlni. Az elmélet kvantitatív vizsgálata során arra a következtetésre jutunk, hogy a bolygók ily módon csak a csillagtól elképesztő nagy távolságra (> 40 CSE) tudnak kialakulni, kérdésessé téve a folyamat létrejöttét az olyan bolygórendszerekben, mint a Naprendszer.

Viktor Szafronov 1969-ben publikált könyvében a Naprendszer keletkezését a protoplanetáris korongban keringő 1%-nyi apró porszemcse ütközése és összetapadása során bekövetkező, közel 12 nagyságrendet átfogó méretnövekedés segítségével magyarázza. Bár Szafronov munkássága könyvének megjelenése után csak fél évtizeddel vált ismertté, a ma széles

körben elfogadott bolygókeletkezési elmélet, az úgynevezett *bolygómag-akkréciós elmélet* alapjait ez teremtette meg. Az elmélet szerint a Föld-szerű kőzetbolygók és az óriásbolygók meglehetősen összetett folyamat során keletkeznek, amelynek főbb fázisai a következők.

1. A por növekedése során a mikrométeres szemcsék összetapadnak, és milli- vagy centiméteres méretű agglomerátumokat alkotnak.
2. Az agglomerátumok ütközése során a méretnövekedés tovább folytatódik, és kialakulnak a kilométeres planetezimálok.
3. A planetezimálok gravitációs vonzásuk következtében egybeolvadnak, és kialakulnak a bolygócsírák, amelyek további ütközéseik révén Föld-szerű kőzetbolygókká növekednek.
4. Az elegendően nagy tömegű kőzetbolygók hatalmas gázköpenyt gyűjtenek, és kialakulnak az óriásbolygók.

A porszemcsék növekedése

A protoplanetáris korongbeli por szemcséi kezdetben a Kepler-féle körsebességgel, míg a gáz ennél lassabban kering a csillag körül. Az utóbbi jelenség oka az, hogy a gáz sűrűsége a csillagtól mért távolsággal csökken, és ez kifelé mutató nyomásgradienst okoz. Így a gázra nemcsak a csillag vonzóereje hat, hanem a csillagtól kifelé mutató nyomóerő is. Ezért a gáz keringési sebessége

$$v_g = v_K \sqrt{1 - n \left(\frac{c_s}{v_K} \right)^2}$$

lesz, ahol $\Sigma \sim R^{-1.5}$ a gáz felületi sűrűsége, v_K a Kepler-sebesség. A gáz keringési sebessége közelítőleg 0,2%-kal lesz kisebb, mint a körpálya sebessége, tehát a porszemcsék és a gáz közötti sebességkülönbség hatására a porra áramlásával ellentétes irányú fékezőerő hat. Ennek két fontos következménye van: a porszemcsék vertikális ülepedése és csillag felé áramlása.

A porszemcsék süllyedni kezdenek a korong síkja felé, mivel a csillag gravitációs vonzása következtében vertikális irányú erő hat rájuk. Az ülepedés állandó sebességű, mert a por süllyedését fékezni igyekszik a gázzal történő kölcsönhatás. Részletes számítások szerint a mikrométeres méretű porszemcsék néhány százezer év alatt teljes egészében lesüllyednének a korong síkjába. A gáz fékezőereje azonban annál nagyobb, minél nagyobb a porszemcse, így az eltérő méretű porszemcsék más-más sebességgel ülepednek. Ennek következtében a porszemcsék kis ütközési sebes-

ség esetén összetapadnak, míg nagy ütközési sebesség esetén szétaprózódnak. Az azonos méretű porszemcsék jellemzően kis sebességgel, míg az eltérő méretű szemcsék nagy sebességgel ütköznek. Így a mikrométeres porszemcsék mellett milliméteres vagy centiméteres porszemcsék is megjelennek, amelyek méretükkel arányosan, egyre gyorsabban süllyednek a korong síkja felé.

A porszemcsék csillag felé történő áramlása azért következik be, mert a gáz által okozott – a légellenállási erőhöz hasonló – súrlódási erő következtében a porszemcsék veszítenek energiájukból, és egyre kisebb sugarú pályára kényszerülnek. A mikrométeres porszemcsék mozgása még szorosan csatolódik a protoplanetáris korongbeli gáz csillag körüli áramlásához, de a milliméteres, illetve centiméteres szemcsék azimutális sebessége kisebb lesz a gázénál. A szemcseméret növekedésével a gáz és a por relatív sebessége egy bizonyos mérettartományig növekszik, afelett újra csökken. Ez a sebességkülönbség egy átlagos protoplanetáris korong 1-10 CSE tartományában a deciméteres és méteres nagyságú porképződményekre (planetézimálok) lesz maximális. A rájuk ható fékezőerő olyan nagy, hogy a csillag néhány ezer év alatt 10 CSE távolságból elnyelné azokat. A deciméteres és méteres planetézimálok gyors eltűnése komoly problémát jelenthet a bolygókeletkezés szempontjából, hiszen ha a méretnövekedés nem elegendően gyors folyamat, akkor nem marad elég szilárd anyag a bolygók képződéséhez.

További probléma, hogy a növekvő szemcseméret egyre nagyobb ütközési sebességet okoz. A maximális radiális sebességgel befelé áramló szemcsék átlagos ütközési sebessége elérheti a 30 m/s értéket. Ilyen ütközési sebesség esetén azonban nehéz elképzelni, hogy a szemcsék összetapadjanak, ellenkezőleg, inkább szétaprózódnak. A szemcsék koagulációját leíró integrodifferenciál-egyenletek (Marian Smoluchowski, lengyel fizikus 1916-os publikációjában jelennek meg először) megoldásai arra az eredményre vezettek, hogy egészen 100 m/s ütközési sebességig van némi esély arra, hogy a protoplanetáris korong szemcséi elérjék a néhány milliméteres átmérőt. Nagyobb méretű szemcsék ütközésénél azonban már a 10 m/s-os sebesség is azok széteséséhez vezet. Ha a szemcsék szerkezete porózus, vagy jég borítja a felszínüket, abban az esetben hatékonyan tudják elnyelni az ütközési energiát 10-20 m/s sebességig.

A planetézimálok kialakulása

Már Szafronov 1964-ben, tőle függetlenül pedig Goldreich és Ward 1973-ban felvetették annak lehetőségét, hogy a korong síkjában felhalmozódó nagy mennyiségű por gravitációsan instabillá válhat. Lineáris stabi-

litásanalízis szerint, ha a por felületi sűrűségére (Σ_d) felírt Toomre-kritérium teljesül, akkor nagyjából 3×10^{18} g tömegű, 10-20 km-es méretű planetezimálok jöhetnek létre. Mivel a korongban csak 1%-nyi por van, a gravitációs instabilitáshoz rendkívül vékony porkorongra, a korong eredeti vastagságának tízezrednyi részére van szükség. Viszont a gáz Kelvin-Helmholtz-instabilitása miatt a gázban turbulenciák jelennek meg, megakadályozva a kellően vékony porréteg kialakulását.

Újabb numerikus vizsgálatok megmutatták, hogy a porszemcsék csomósodásai a gázzal kölcsönhatva olyan turbulenciákat keltenek, amelyekben a szemcseméret növekedése felgyorsul, és rövid idő alatt akár 100-1000 km átmérőjű planetezimálok keletkezhetnek. A planetezimálok effajta növekedését gravoturbulens planetezimálkoagulációnak nevezzük, amelyben a deciméteres és méteres szemcsék csillag által történő elnyelődése elkerülhető az igen gyors szemcsenövekedéssel. A Naprendszer kis égitestei, az aszteroidák, vagy a Földre hulló meteoritok az egykori planetezimálok ütközése során keletkezettek. Ezért bár sok még a kérdőjel a planetezimálok keletkezésével kapcsolatban, a Naprendszer kis égitestjeinek létezése alátámasztja azt a hipotézist, hogy a planetezimáloknak kevesebb mint százezer év alatt kellett létrejönniük.

A kőzetbolygók kialakulása

A planetezimálok kölcsönös ütközéseik révén egyre nagyobb testekké, bolygócsírákká állnak össze. Ezt az teszi lehetővé, hogy a planetezimálok olyan pályán keletkeznek, amelynek excentricitása és inklinációja (pályahajlás a korong síkjához képest) nullától eltérő. Minél nagyobb a planetezimálok átlagos excentricitása és pályahajlása, annál gyakrabban keresztezik egymás pályáját keringésük során. Szoros megközelítések esetén a kölcsönös gravitációs vonzás hatására megnövekszik az ütközési gyakoriság. Ennek következtében minél nagyobb egy planetezimál tömege, annál gyakrabban ütközik más planetezimálokkal, és annál gyorsabban nő a tömege. Ez azt eredményezi, hogy az

$$M(t) = \frac{1}{(M_0^{-1/3} - kt)^3}$$

tömegnövekedés egyre gyorsuló ütemű.

A néhány száz kilométeres planetezimálok saját gravitációs összetartóereje elegendően nagy ahhoz, hogy két ekkora test ütközése során a keletkező kisebb darabok ne távolodjanak el egymástól, hanem gravitációsan kötött égitestet alkossanak. Észszerű tehát azt feltételeznünk, hogy a pla-

netezimálok ütközésekor tömegük nagy része egyesül. Növekedésüket lényegében csak a gravitációs erő befolyásolja, ugyanis a korongban jelenlevő gáz fékezőereje az ekkora méretű testekre már elhanyagolható. Ennek ellenére a kőzetbolygók kialakulásának modellezése komoly kihívás, mivel elképesztően nagyszámú, közel 1 millárd, átlagosan 5 km-es nagyságú planetezimál kölcsönös gravitációjának hatását (ami 3×10^{18} erőkomponens kiszámítását jelenti) kell szimultán meghatároznunk.

A tömegnövekedés nem korlátlan, mert előbb-utóbb kiürül a bolygócsíra környezete, és nem tud újabb planetezimálokat elnyelni. Az a tartomány, ahonnan egy bolygócsíra képes egyáltalán planetezimálokat elnyelni, nagyjából megegyezik a pályája mentén elhelyezkedő

$$R_H = a_{pl} \left(\frac{m_{pl}}{M_*} \right)^{1/3}$$

Hill-sugár vastagságú gyűrűvel, ahol a_{pl} és m_{pl} a bolygócsíra pályasugara és tömege. A gyűrű mérete nem lineárisan növekszik a tömeggel, így a benne lévő, még elnyelhető planetezimálok össztömege sem. Azaz létezik egy maximális tömeg, az úgynevezett izolációs tömeg, legfeljebb ekkorára nőhet meg egy bolygócsíra. Ennek nagysága

$$M_{izo} = C \sqrt{\frac{\sum_{pl}^3}{M_*}} a_{pl}^3,$$

ahol $C \approx 165$, \sum_{pl} a planetezimálok kezdeti sűrűsége a bolygócsíra keringési távolságán. A Naprendszer kezdeti állapotának megfelelő protoplanetáris korongban, a Föld távolságában ez csupán 0,07 földtömeg, míg a Jupiter távolságában már 9 földtömeg lenne.

A kőzetbolygók keletkezése tehát gyors növekedéssel indul, amelyhez az anyagot a 100-1000 km-es planetezimálok szolgáltatják. A bolygócsírák méretnövekedése megáll, amint elemésztették a pályáik közelében keringő planetezimálokat, így 10^5 - 10^6 év elteltével nagyjából 0,01-0,1 földtömegű, közel 10 Hill-sugár átlagos szeparációjú testek keletkeznek (lásd a 6. ábrán).

Ezt követően a bolygócsírák már nem izoláltan fejlődnek, hanem perturbálják egymás pályáját, aminek eredményeként összeütköznek és egybeolvadnak, vagy kiszórják egymást a korongból. Ez egy több tízmillió évig tartó kaotikus folyamat, azaz közel azonos kezdőfeltételek esetén a bolygórendszer végső szerkezete lényegesen eltérő lehet. Így ahhoz, hogy

az elméletet összevessük a Naprendszer, vagy a távoli csillagok körül megfigyelt bolygórendszerek szerkezetével, számos N -test szimulációban kialakuló bolygókonfiguráció (a 6. ábrán bemutatott modellekhez hasonló) statisztikus átlagát kell vennünk.

Az utóbbi évtizedben végzett elméleti kutatások feltárták, hogy a kőzetbolygók kialakulása erőteljesen függ a planetézimálok kezdeti sűrűségétől (Σ_p): nagyobb planetézimálsűrűség általában kevesebb és nagyobb tömegű kőzetbolygó kialakulását eredményezi. A Naprendszer kialakulását szimuláló numerikus modell (Nice-modell) csak akkor adja vissza a megfigyelt szerkezetet, ha a bolygócsírák keletkezését követően már jelen vannak a Naprendszer óriásbolygói. Ez érthető, hiszen az óriásbolygók erősen perturbálhatták a kaotikus bolygórendszert, kialakítva a kőzetbolygók ma megfigyelhető alacsony excentricitású és inklinációjú pályáit. Újabb vizsgálatok szerint a Jupiter és Szaturnusz együttes, először a Nap felé történő, majd a Mars pályájánál megforduló, kifelé történő migrációja (Grand Tack-modell) szükséges ahhoz, hogy a Mars a ma megfigyelhető helyen és 0,1 földtömeeggel keletkezzen. A modell segítségével azt is meg tudjuk magyarázni, hogy a Naprendszer távolabbi régióiból az óriásbolygók perturbációi révén miként jutott el az életet adó víz a protoplanetáris korongnak a Föld keringési távolságán elhelyezkedő, vízben szegény tartományába.

Az óriásbolygók kialakulása

Naprendszerünkben az óriásbolygók tömege 0,05-1 jupitertömegnyi, míg a távoli csillagok körül akár 10 jupitertömegű óriásbolygók is keringenek. A Naprendszer óriásbolygóinak tömegéből azonban csak elenyésző rész a szilárd mag, amely a mérések szerint (az óriásbolygók közelében elhaladó szondák pályájának perturbációjából határozható meg) a Jupiter és a Szaturnusz esetében < 10 és 15 földtömeg. Mivel a fennmaradó tömeg (például a Jupiter esetében közel 290 földtömeg) a bolygó gázköpenyében van, az óriásbolygókat gázóriásoknak is nevezzük. Egy bolygó akkor tud számottevő atmoszférát létrehozni, ha elegendően nagy tömegű ahhoz, hogy tömegvonzása következtében a gáz ne szökjön el. Ahhoz, hogy egy Nap tömegű csillag körül keringő bolygó szilárd magjának tömegével összemérhető (legalább 10%-nyi) atmoszférát legyen képes fenntartani, legalább 0,2 földtömegűnek kell lennie.

Az óriásbolygó szilárd magja a korábban bemutatott módon, a planetézimálok akkréciónja során növekszik. Mint láttuk, a szilárd mag növekedése az izolációs tömegnél megáll. A Naprendszert létrehozó protoplanetáris korongban a Jupiter jelenlegi keringési távolságában (5,2 CSE) az izolá-

ciós tömeg 10-15 földtömeg. Egy ekkora tömegű bolygómag már számottevő nagyságú gázköpenyt gyűjt. A bolygó atmoszférájának növekedése a kezdeti szakaszban még hidrosztatikai egyensúlyban van. Ennek fenntartásához az kell, hogy a planetezimálok becsapódásakor keletkező energiát és az atmoszféra zsugorodásakor felszabaduló gravitációs potenciális energiát az atmoszféra ki tudja sugározni radiatív diffúzió, vagy az atmoszférában zajló konvekció segítségével. Amint az atmoszféra tömege eléri a szilárd mag tömegét, nem tud hidrosztatikai egyensúlyban maradni, és összeomlik. Ekkor a bolygó Hill-szférájába hirtelen friss gáz áramlik a korongból, ami növeli a Hill-szféra sugarát, és a gázköpeny növekedése időben exponenciálissá válik. A tömegnövekedést így már nem az atmoszféra sugárzási képessége, hanem a protoplanetáris korongban lévő gáz mennyisége határozza meg.

Elsőként James B. Pollack 1986-ban számította ki egy, a Naprendszer kezdeti protoplanetáris korongjában keringő Jupiter tömegű óriásbolygó kialakulását. Számításai szerint a 10 földtömeg izolációs tömeget elérő bolygómag mindössze félmillió év alatt alakul ki. Az atmoszféra hidrosztatikus növekedési fázisa – amíg tömege eléri a bolygómag tömegét – majdnem 7 millió évig tart. Az ezt követő exponenciális tömegnövekedés során a bolygó jupitertömegnyi gázköpenyt gyűjt, mindössze néhány százezer év alatt. Az óriásbolygók növekedési időskáláját tehát lényegében az atmoszféra hidrosztatikai növekedési fázisa határozza meg, ami

$$\tau \approx 10^8 \frac{\kappa_g}{M_{mag}^{2,5}} \text{ év,}$$

ahol M_{mag} a bolygómag földtömeg egységeiben, míg κ_g az atmoszféra opacitása (lényegében az atmoszférában található por) cm^2/g egységeiben. Tehát, ha a gázköpeny opacitása vagy az izolációs tömeg kisebb, akkor az óriásbolygók kialakulása felgyorsulhat.

Pollack számításain alapuló újabb modellek szerint az óriásbolygók akár 3 millió év alatt is kialakulhatnak, ha a por opacitását a csillagközi anyagban megfigyelt érték 2%-ára csökkentjük. Ha a kezdeti korong tömege jelentősen nagyobb lenne, akkor az izolációs tömeg növekedne, ami ezzel arányosan megnövelné a kritikus tömeget. Viszont nagyobb planetezimálsűrűség esetén a hidrosztatikai növekedés fázisa felgyorsul, a megnövekedett kritikus tömeget rövidebb idő alatt érné el a bolygómag. Így a nagyobb planetezimálsűrűségű korongban szintén gyorsabban tud kialakulni az óriásbolygó.

A bolygók migrációja

A protoplanetáris korongban a gáz turbulens. A csillag röntgensugárzása, illetve a kozmikus térből érkező gammasugárzás gyengén ionizálja a gázt. A részlegesen ionizált gáz a turbulens áramlás és a csillag mágneses terével történő kölcsönhatás következtében folyamatosan impulzusmomentumot veszít, ami a gáz csillag felé történő lassú áramlását eredményezi. Ez olyan, mintha a protoplanetáris korongbeli gáznak viszkozitása lenne (effektív viszkozitás), annak ellenére, hogy molekuláris viszkozitása elenyésző. Ezért a protoplanetáris korongok a keletkezésüket követő nagyjából 5 millió év alatt eltűnnek, még akkor is, ha anyagukat nem emésztik fel a keletkező bolygók. Ezt mérési eredmények is igazolják, amelyek szerint az észlelhető protoplanetáris korongok száma drasztikusan csökken, ha a központi csillag életkora meghaladja az 5 millió évet. Ezért a még születőben levő bolygók a protoplanetáris korongjuk gázába ágyazódva keringenek. A korongbeli gáz és a bolygó között történő impulzusmomentum-cserének fontos következményei vannak a bolygók keringési távolsága, excentricitása és pályahajlása tekintetében.

A viszonylag kis tömegű (jellemzően < 10 földtömeg) bolygók és a protoplanetáris korongbeli gáz között létrejövő gravitációs kölcsönhatás miatt spirális alakú, a bolygóval együttmozgó sűrűséghullám keletkezik (lásd a 7. ábrát). A sűrűséghullámban felgyülemlett gáz gravitációs hatása viszont visszahat a bolygó mozgására. A bolygónak a pályáján belül, illetve azon kívül keringő anyagöbbllet impulzusmomentumot ad, vagy vesz el. A pályasugár az impulzusmomentum változásának előjelétől függően nő vagy csökken. Részletes vizsgálatok szerint a bolygópálya mérete jellemzően csökken. Ha azonban a gáz hűlése elegendően lassú, akkor a korábbiól kissé eltérő szerkezetű spirálhullámok alakulnak ki. Ekkor a bolygók migrációja kifelé is mutathat, de ez csak a korong belső (< 5 CSE) tartományában valósulhat meg.

A kis tömegű bolygók I. típusú migrációját leíró elmélet szerint a pályasugár csökkenése

$$\frac{da}{dt} \sim \frac{a^{3/2}}{h^2} \frac{M_p}{M_*} \Sigma_g.$$

A bolygómigráció annál gyorsabb, minél nagyobb a bolygó és/vagy a korong tömege, a korong vastagsága, vagy minél távolabb kering a bolygó a csillagtól. A pályasugár változását megadó differenciálegyenlet numerikus megoldása szerint a kezdetben 5 CSE távolságban kerin-

gő 1–15 földtömegű bolygót kevesebb mint 1 millió év alatt óhatatlanul elnyeli a központi csillag.

Míg a kisebb tömegű bolygó gravitációs perturbációi lényegesen nem változtatják meg a protoplanetáris korong szerkezetét, az óriásbolygók átfomálják azt. Egy Jupiter tömegű óriásbolygó és a korong közötti impulzusmomentum-csere következtében a bolygón belül keringő gáz impulzusmomentumot veszít, míg a külső tartományokban lévő nyer. Ennek következtében mind a bolygón belül, mind az azon kívül keringő gáz eltávolodik a bolygópályától, azaz rést nyit a bolygó pályája mentén (lásd a 8. ábrát). A rés azonban nem növekedhet minden határon túl, mert a gáz viszkozitása ezt megakadályozza. A rés annál szélesebb lesz, minél nagyobb a bolygó tömege, illetve minél kisebb a gáz effektív viszkozitása. A spirálhullámok nem képesek lényegesen megváltoztatni a nagy tömegű bolygó impulzusmomentumát. Viszont a korong viszkozitása jóval nagyobb, mint azt a molekuláris viszkozitás eredményezné, így a gáz folyamatosan áramlik a csillag felé, magával sodorva az óriásbolygót.

Az óriásbolygók II. típusú migrációját leíró elmélet szerint a keringési sugár változása

$$\frac{da}{dt} \sim \frac{\alpha}{a},$$

ahol α a korong effektív viszkozitására jellemző szám. Mint látható, bármilyen tömegű óriásbolygó ugyanolyan sebességgel migrál, mert pályasugarának változása független a tömegétől. Viszont minél nagyobb a korong viszkozitása, annál gyorsabban migrál az óriásbolygó. A pályasugár változását megadó differenciálegyenlet numerikus megoldása szerint (feltételezve, hogy a korongbeli gáz effektív viszkozitása $0,001 \leq \alpha \leq 0,01$) a kezdetben 5 CSE távolságban keringő óriásbolygót 1 millió éven belül elnyeli a központi csillag.

A bolygókeletkezés nyitott kérdései

A modern bolygómag-akkréciós elmélet segítségével le tudjuk írni, hogy a protoplanetáris korongok anyagának csupán 1%-át kitevő porszemcsék növekedése következtében hogyan alakulnak ki a Föld-szerű kőzetbolygók, és a Naprendszer, illetve a távoli bolygórendszerek óriásbolygói. De az ördög a részletekben rejlik. Nem értjük egészen, hogy a bolygók alapvető építőelemeinek, a méteres nagyságú planetezimáloknak csillagba történő gyors behullását mi akadályozza meg. Nem világos, hogyan jöhet-

nek létre az óriásbolygók olyan rövid idő alatt, amennyi rendelkezésükre áll a korong mindössze 5 millió éves élettartama alatt. A ma ismert elméletek szerint a kis és nagy tömegű bolygókat migrációjuk következtében szülőcsillaguk óhatatlanul elnyelné. Vajon mi menti meg őket? Egyelőre megválaszolatlan kérdés az is, hogy a kettős csillagrendszerekben megfigyelt bolygók hogyan tudtak létrejönni. A kísérőcsillag ugyanis oly mértékben perturbálja a porszemcsék pályáit, hogy ütközésük (a megnövekedett pályaeccentricitás miatt) túl nagy sebességgel történik ahhoz, hogy összetapadjanak, megakadályozva a nagyobb méretű planetézimálok kialakulását.

Cikkünk végére hagyunk egy kakuktkojást. Az Európai Déli Observatórium (ESO) 2015 elején tette közzé a HL Tau csillag körül kialakult, mindössze 1 millió éves protoplanetáris korong milliméteres hullámhossztartományban készített fényképet (lásd Kóspál Ágnes és Moór Attila cikkét a 303–317. oldalakon). A korongban számos rés látható, de bolygót – se kicsit, se nagyot – egyet sem találtak. Egyáltalán bolygók hozták létre a képen látható réseket? Ha igen, akkor hogyan jöhettek létre ilyen rövid idő alatt?

A csillagászati észlelési technikák gyors fejlődésének köszönhetően egyre többet tudunk meg a távoli bolygórendszerekről, de még bőven akad megválaszolandó kérdés. Az MTA CSFK Csillagászati Intézetének több kutatócsoportja ezen a fiatal tudományterületen végez kutatásokat.

Ajánlott irodalom

- Abruzzo, A. J., 2009, The Origins of the Nebular Hypothesis – Or, the Genesis of a Theoretical Cul-de-sac, *The General Science Journal*
- Armitage, P., 2010, *Astrophysics of Planet Formation*, Cambridge University Press
- Regály, Zs., 2015, Több, mint égen a csillag – 1. rész. Exobolygók felfedezése; 2. rész. Bolygók keletkezése, *Fizikai Szemle* 65, 233–238, 306–311.

KÓSPÁL ÁGNES – MOÓR ATTILA

Hogyan látja az ALMA a fiatal csillagok korongjait?

A csillagkörüli korongokról dióhéjban

A Nap és a hozzá hasonló csillagok, valamint bolygórendszereik keletkezése egyike az emberiség legősibb kérdéseinek. Ma ugyanez a téma a modern asztrofizika egyik legnagyobb erővel kutatott, legizgalmasabb területe. A csillagkeletkezés rendkívül bonyolult folyamat, amelyben a legkülönbözőbb méret- és időskálákon számos fizikai komponens játszik szerepet. A perdület megmaradása miatt a születőben lévő csillagokat egy anyagkorong veszi körül, amelyről por és gáz áramlik a növekvő protocsillagra (fiatal csillagok körüli korongokról Ábrahám Péter és Kóspál Ágnes adott összefoglalót a 2005-ös csillagászati évkönyvben [1]). Kezdetben a rendszer még beágyazódik egy kiterjedt burokba is, amelynek anyaga idővel részben ráhullik a korongra, részben eloszlik a csillag sugárnyomása és szele (a csillagból kiáramló részecskék) hatására. A korongban a porszemcsék összetapadnak, bolygókezdeményekké, planetezimálökká alakulnak. Ezen testek eróziója később friss porszemcséket hoz létre (ilyen bolygóközi por okozza a Naprendszerben az állatövi fényt). Egy csillagkörüli korong tipikus mérete 100-200 csillagászati egység (CSE). A legközelebbi csillagkeletkezési területek esetében ez körülbelül 1 ívmásodperc látszó méretnek felel meg. Emiatt a korongok finomszerkezetéről csak nagyon kevés információ áll rendelkezésre. Még kevésbé ismert a korongok belső dinamikája, a bennük folyó mozgások, kifelé vagy befelé irányuló transzportfolyamatok. Ahhoz, hogy megértsük a bolygók keletkezését és kölcsönhatásukat a koronggal, ezeknek a dinamikai folyamatoknak az ismerete elengedhetetlen.

A korongban a csillagtól távolodva egyre hidegebb az anyag, ennek megfelelően egyre hosszabb hullámhosszú sugárzást bocsát ki. A csillaghoz legközelebbi területek ultrabolya és látható tartományban sugároznak, távolabb már az infravörös sugárzás az uralkodó. A korong külső részeit pedig leginkább csak a szubmilliméteres és milliméteres hullámhossztarto-

mányban figyelhetjük meg. Lényeges, hogy a hullámhossz növekedésével az anyag elnyelőképesége és szórási hatékonysága egyre kisebbé válik. Emiatt optikai és infravörös tartományban csak a korong felszínét látjuk, milliméteres hullámhosszakon azonban bepillantathatunk a korong belsejébe is, és megállapíthatjuk a korongban levő por és gáz mennyiségét. A port elsősorban annak hőmérsékleti sugárzása révén tudjuk vizsgálni, ami folytonos színeképet eredményez. A gáz túlnyomó részét alkotó molekuláris hidrogént nagyon nehéz megfigyelni, így vizsgálatára leginkább olyan nyomjelző molekulákat használunk, mint a szén-monoxid (CO), szén-monoszulfid (CS), hidrogén-cianid (HCN), vagy formil-ion (HCO^+). (A molekuláris rádiócsillagászatról Tóth L. Viktor összefoglalója az 1995-ös Csillagászati évkönyvben olvasható [2]). Ezeknek a molekuláknak több rotációs átmenete esik a milliméteres hullámhossztartományba, amelyek emissziós vonalként jelentkeznek a felvett színeképben. A gázmérések külön előnye, hogy az emissziós vonalak Doppler-eltolódásának segítségével megállapítható a vonalat kibocsátó gáznak a megfigyelőhöz viszonyított sebessége, ezáltal vizsgálhatjuk a korongban az anyag mozgását.

A milliméteres ablak és az ALMA

Míg a látható tartományban vagy rádióhullámhosszakon a földi légkör átlátszó, a kettő közti infravörös és milliméteres tartományban a légkör áteresztése sávos: bizonyos sávokban jó az áteresztés (légköri ablakok), más sávokban a légkör teljesen átlátszatlan. A milliméteres észlelések esetében a mérések legnagyobb akadálya a levegőben lévő vízpára. Szerencsére, míg az oxigén és nitrogén skálamagassága 8 km, a vízgőzé csak 2 km (ilyen magasra kell menni ahhoz, hogy az adott komponens parciális nyomása felére essen). Így egy kellően száraz és magas helyre épített obszervatóriumban jól lehet a földfelszínről is milliméteres méréseket végezni. A 2011-ben munkába állt ALMA (Atacama Large Millimeter/submillimeter Array), a világ legnagyobb milliméteres antennahálózata, éppen ilyen helyen, a chilei Atacama-sivatagban, az 5000 m tengerszint feletti magasságú Chajnantor-fennsíkon található [3].

Az ALMA 54 darab 12 méter és 12 darab 7 méter átmérőjű rádióantenna együttese, amelyek jeleit összekapcsolva a rendszer egyetlen óriástávcsőként működik (1. ábra). Az antennák felülete szinte tökéletes parabola (a parabolától való eltérés kevesebb mint 20 mikrométer), és a teljes fénygyűjtő felület 6600 négyzetméter. A műszer a 0,4–3,1 mm közötti hullámhosszú sugárzást tudja detektálni a légköri elnyelés által megengedett hullám-



1. ábra. ALMA-antennák a chilei Chajnantor-fennsíkon. Előtérben a 192 antenna-alap egyike, háttérben a Magellán-felhők. (Forrás: ESO/C. Malin)

hosszablakokban, ami kiválóan alkalmas a csillagközi korongok nagy részét alkotó hideg anyag vizsgálatára. Legjobb térbeli felbontása 6 milli-ívmásodperc (ekkorának látszik egy golflabda 1500 km távolságból), amivel már a korongok apró részletei is tanulmányozhatók. Az egyik legközelebbi csillagkeletkezési területen, a 460 fényévre található Taurus molekulafelhőben ez a felbontás 0,8 CSE-nek felel meg, ami kisebb, mint a Föld pályasugarára. Az ALMA nemzetközi együttműködésben épült 1 milliárd euró költséggel, európai, észak-amerikai és kelet-ázsiai országok, valamint Chile összefogásában. Az antennák jelének összekapcsolását (interferáltatását) a világ egyik legnagyobb speciális szuperszámítógépe, az ALMA korrelátor végzi. A korrelátorban több mint 134 millió processzor van, amelyek együttesen 17 petaflop számítási sebességre képesek, azaz másodpercenként 17 000 billió számítási műveletet végeznek. Az antennákról másodpercenként 1 Gb adat érkezik, és évente körülbelül 700 Tb adatot tárolnak el az ALMA archívumában. Az archívumnak négy egymással megegyező másolata van Chilében, Németországban, Japánban és az USA-ban. Az ALMA energiaigénye 4,2 MW, éves energiafogyasztása (36,8 GWh) pedig felér egy kisebb városéval. Ezt az energiát cseppfolyós propán-butánnal működő

generátorok állítják elő a helyszínen, évente 17,3 millió liter üzemanyagot felhasználva. Az ALMA éves működtetési költsége 10 millió dollár.

Az ALMA fő erősségét a nagy fénygyűjtő felületen kívül (ami nagy érzékenységet tesz lehetővé) a nagyszámú antenna adja. Egy ilyen antenarendszer (interferométer) végső térbeli felbontását ugyanis nem az antennák átmérője, hanem az antennák közti távolság, a bázisvonal szabja meg (az interferometria alapjairól lásd Mosoni László cikkét a 2013-as Meteor Csillagászati Évkönyvben [4]). Az ALMA antennáit a Chajnantorfennsíkon egy 16 km átmérőjű területen előre megépített 192 alap bármelyikére le lehet helyezni. Az antennák mozgatását két speciálisan erre a célra épített, 28 kerekű, 130 tonnás, 700 lóerős transzporter végzi. Olyan antenna-konfigurációkat választanak, amelyekkel az antennapárok közti bázisvonalak a lehető legtöbb térbeli irányt és hosszúságot lefedik. Ezzel biztosított a legjobb képhűség, vagyis az, hogy az égi célpont legfényesebb és leghalványabb, legkiterjedtebb és legkisebb szerkezeteiről is pontos képet lehet alkotni. Bár az antennák és mérőműszerek építése, tesztelése, fejlesztése jelenleg is tart, az ALMA 2011 óta folyamatosan a csillagászközösség rendelkezésére áll, és már eddig is számos érdekes és gyakran váratlan felfedezéssel szolgált a korongok szerkezetét illetően. A továbbiakban a legjelentősebb ilyen eredményeiből adunk ízelítőt.

Születő bolygórendszerek

Az ALMA eddigi legrészletesebb, legélesebb képét a 450 fényév távolságban, a Bika csillagképben található fiatal (1 millió éves) Nap típusú csillag, a HL Tau korongjáról készítette (2. ábra a színes mellékletben). A képen korábban soha nem látott részletek tárulnak fel a fiatal csillag körüli korongban: koncentrikus fényes gyűrűk sorozata, amelyeket sötét rések választanak el egymástól. Ezek a struktúrák szinte bizonyosan a korongban formálódó bolygószerű testek következményei. Ez azért meglepő, mert ilyen fiatal csillag körül még nem várunk a megfigyelt gyűrűk kialakításához szükséges nagyméretű bolygókat. A kép tehát nemcsak azt bizonyítja, hogy a korongban bolygók keletkeznek, hanem azt is, hogy a bolygókeletkezés gyorsabban zajlik, mint korábban gondoltuk. Látható fényben a HL Tau-t jórészt eltakarja az azt körülvevő nagy tömegű por- és gázburok. Az ALMA interferometriás mérési technikájának köszönhetően azonban átlát ezen az anyagon, így tanulmányozhatóvá válik a rendszer legbelső része is. A részletgazdag kép elkészítéséhez az ALMA hosszú bázisvonalú mérési módját alkalmazták, vagyis a nagy térbeli felbontást úgy érték el, hogy bizonyos antennákat egymástól 15 km

távolságra helyeztek el. Ez páratlan koordinációt és erőfeszítést igényelt az ALMA Observatóriumban dolgozó mérnökök és kutatók nemzetközi csoportjától, de az eredmény semmilyen más műszerrel nem elérhető információt ad a csillagászoknak. A HL Tau esete azt bizonyítja, hogy a korongban létrejövő nagyobb testek valóban drámaian átformálhatják a korong szerkezetét. A bolygók ugyanis a pályájuk mentén kisöprik a törmeléket, keskeny gyűrűket és réseket hozva létre. A bolygókeletkezés eme első fázisainak megfigyelése a HL Tau rendszerben azt is megmutatja, hogyan nézhetett ki a Naprendszer, amikor 4,5 milliárd évvel ezelőtt keletkezett.

Hasonló jelenség előfordulhat a Napnál nagyobb tömegű csillagok és korongjaik esetében is. A HD 100546 egy jól ismert, 2,4 naptömegű, 340 fényév távolságra lévő fiatal csillag, amelyet egy protoplanetáris korong vesz körül. Korábbi mérések alapján számos jel utalt arra, hogy a csillagnak akár két 15-20 jupitertömegű bolygókísérője is lehet, amelyek 6-7, illetve 68 CSE távolságra keringenek. Míg a belső bolygójelölt létezésére csak indirekt bizonyítékok vannak, addig a külső bolygójelölt kapcsán közeli-infravörös felvételeken már sikerült azonosítani egy fényes csomót a korongban, az elképzelések szerint ez egy éppen formálódó, a korong anyagába még beágyazott óriás gázbolygó lehet. A korong ALMA-térképeit elemezve Catherine Walsh és munkatársai (köztük egy Cambridgeben dolgozó magyar csillagász, Juhász Attila) úgy találták, hogy a nagyméretű porsemcsék egymástól elkülönülő két gyűrűben koncentrálnak, a csillagtól 26 és 190 CSE távolságra [5]. Ezen modell alapján a csillaghoz közelebbi bolygójelölt a belső gyűrűn belül, míg a külső bolygójelölt a két porgyűrű között helyezkedne el. Számítógépes szimulációkkal megvizsgálva a bolygójelöltek és a korong együttes fejlődését az derült ki, hogy kizárólag a belső bolygó figyelembevételével nem lehetne megmagyarázni a megfigyelt korongszerkezetet, a nagyméretű porsemcsék és a gáz térbeli eloszlásának jellegzetességeit és a két gyűrű fényességkülönbségét. Ehhez mindenképpen szükséges a külső test jelenléte is. Az ALMA eredményei tehát tovább erősítik a bolygójelöltek létezését.

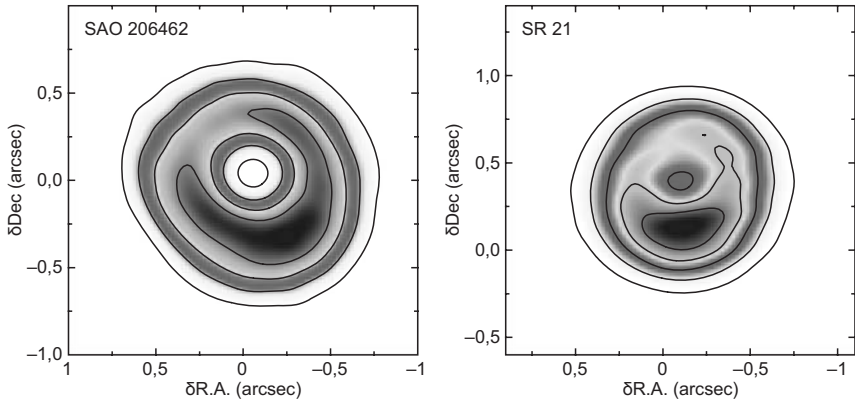
Örvények és porcsapdák

A korongok szerkezetének részletes vizsgálata arról is érdekes információt szolgáltat, hogy a korongon belül hol keletkezhetnek bolygók. A bolygókeletkezési elméletek nagy problémája, hogy nem tudjuk, hogyan növekednek a porsemcsék olyan méretűre, hogy üstökösök, planetezimálok és más szilárd testek keletkezzenek. Számos exobolygó ismert,

keletkezési mechanizmusuk azonban máig rejtély. Az ALMA segíthet választ adni arra a kérdésre, hogyan tudnak az apró porszemcsék egyre nagyobbra nőni a korongban. Számítógépes modellek szerint a növekedés úgy zajlik, hogy a szemcsék összeütköznek és összetapadnak. Ha azonban nagyobb szemcsék nagy sebességgel ütköznek, gyakran darabokra törnek az összetapadás helyett. Még ha ez nem is történik meg, a nagy szemcsék a modellek szerint gyorsan behullanak a csillagba a por és gáz közti súrlódás hatására. A növekedéshez egy olyan védett hely szükséges, ahol a szemcsék olyan nagyra nőhetnek, hogy már maguktól is túlélnek. Elméleti jóslatok szerint a korongban kialakuló örvények vagy nyomásmaximumok (gázban gazdag területek peremei) ilyen helyek lehetnek. Ez idáig azonban erre nem volt megfigyelési bizonyíték.

Nienke van der Marel és munkatársai az Oph IRS 48 nevű fiatal csillag korongját vizsgálták az ALMA rendszerrel, és azt találták, hogy a korong gázanyaga szabályos gyűrű alakban helyezkedik el a csillag körül, hasonlóan ahhoz, ahogyan a kis porszemcsék eloszlanak a korábbi infravörös mérések alapján [6]. De az ALMA által mért nagy porszemcsék egészen más képet mutatnak: a várt gyűrű helyett egy banán alakú alakzat látszik (3. ábra a színes mellékletben). Ez a szerkezet egy olyan tartományt jelez a korongban, ahol a nagy porszemcsék csapdába estek, és ütközések és összetapadás révén nagyobb testekké nőhetnek. Egy ilyen porcsapdában valószínű, hogy valóságos üstökösgyár működik: a szemcsék itt kilométeres méretig tudnak nőni. Ennél nagyobb méretű testek, bolygók a mai elméletek szerint nem keletkezhetnek ennyire messze a csillagtól. Az ALMA azonban más csillagok körül is talált már porcsapdákra utaló mintázatokat, amelyek újonnan születő bolygók bölcsői lehetnek.

Misato Fukagawa és munkatársai a Farkas csillagképben található HD 142527 jelű fiatal csillagot vizsgálták [7]. Az ALMA-képek szerint a csillagkörüli por eloszlása erősen aszimmetrikus: a korong északi fele harmincszor fényesebb a déli részénél, ami arra utal, hogy ott nagy mennyiségű por és gáz gyűlt össze. A poreloszlás legsűrűbb részének vizsgálata alapján ott egy Jupiter-szerű gázbolygó (ha az ott lévő anyag elég a gravitációs összeomláshoz) vagy egy Föld típusú kőzetbolygó, esetleg egy gázbolygó szilárd magja (ha porcsapda gyűjtötte ott össze a szemcséket) van éppen kialakulóban. A korongnak ez a része eléggé távol esik a csillagtól, ötszörös Nap–Neptunusz távolságra. Ez az arra utaló első biztos jel, hogy egy csillagtól ilyen nagy távolságban is keletkezhetnek bolygók a korongban. Ez az eredmény megkérdőjelezi a jelenleg érvényben lévő, a bolygókeletkezést bentről kifelé haladó folyamatként leíró elméleteket, és támpontot adhat az exobolygó-rendszerek sokféleségének megértéséhez.



4. ábra. Két aszimmetrikus korong fiatal csillagok körül. Az ALMA-képeken látható porcsapdákban (sötéttel jelölt régiók) több jupitertömegnyi anyag van. (Forrás: L. Pérez, NRAO/AUI/NSF; B. Saxton, NRAO/AUI/NSF; T. Muto, Kogakuin University; NAOJ/Subaru)

Egyre inkább úgy tűnik, hogy a korongok aszimmetriája inkább általános, mintsem kivételes, és valószínűleg a bolygókeletkezés velejárója. Laura Pérez és munkatársai két további korongban, az SR 21-ben és a SAO 206462-ben találtak nagy léptékű aszimmetriát [8]. Mindkét esetben az ALMA-képek pormentes belső lyukat és messze kinyúló gázkorongot mutatnak. Ezeknek a kiterjedt gázkorongoknak a külső részén látszik az aszimmetrikus poreloszlás, ahol mindkét rendszerben két jupitertömegnyi anyag gyűlt össze (4. ábra). A mérésekhez legjobban illeszkedő modell szerint egy örvény van a külső korongban. Mind az SR 21, mind a SAO 206462 korongja átmeneti állapotban van a porban és gázban gazdag, optikailag vastag primordiális állapot és a optikailag vékony, vélhetőleg teljesen kialakult bolygókat is tartalmazó későbbi törmelékkorong állapot között. Pérez és kollégái úgy gondolják, hogy az aszimmetriákhoz vezető folyamatok a legtöbb átmeneti korongban lejátszódnak. További érdekesség, hogy az ALMA-képeken az örvénymodell által jósolttól eltérő szerkezetek is látszanak. Ez spirálszerkezetek jelenlétére utalhat.

Korongok kettős csillagrendszerekben

A Nappal ellentétben a legtöbb csillag kettős vagy többes rendszerben keletkezik, és máig nem ismert, hogyan alakulhatnak ki bolygók egy ilyen összetett rendszerben. Az ALMA egyedülálló térbeli felbontásának

köszönhetően a fiatal kettőscsillagok képein jól elkülönülnek az egyes csillagok körüli korongok, és a kettős rendszert bizonyos esetekben körülvevő nagyobb külső, úgynevezett cirkumbináris korong is. Anne Dutrey és munkatársai éppen egy ilyen rendszert észleltek a Bika csillagképben [9]. A GG Tau A egy néhány millió éves fiatal többes rendszer része, ami tartalmaz egy nagy cirkumbináris korongot és egy kisebb korongot a főkomponens körül (5. ábra). Ez utóbbi belső korong nagyjából a Jupiter tömegének megfelelő anyagot tartalmaz. Jelenléte régóta fejtörést okozott a csillagászoknak, ugyanis a korongról olyan ütemben áramlik anyag a főkomponensre, hogy már rég ki kellett volna ürülnie. A kutatócsoport az ALMA-mérések segítségével egy anyagcsomót fedezett fel a két korong között, ami arra utal, hogy anyag áramlik át a külső korongról a belsőre, mintegy táplálva azt. A korongok közti anyagátadásnak köszönhetően a belső korong hosszabb ideig fennmaradhat, ami fontos a bolygókeletkezés szempontjából. A bolygókeletkezés lassú folyamat, amihez elengedhetetlen egy sokáig fennálló korong. Ha anyagáramlás más többszörös csillagrendszerekben is előfordul, sok olyan helyen is keletkezhetnek bolygók, ahol korábban nem hittük volna. Korábban bolygókat csak a Naphoz hasonló, magános csil-



5. ábra. Fantáziarajz a GG Tau A nevű fiatal kettőscsillag körüli gáz- és poranyagáról. Az ALMA-mérések arra utalnak, hogy anyag áramlik a külső cirkumbináris korongról a főkomponens körüli kisebb korongra, ami ezáltal hosszabb ideig fennmaradhat, és esetleg még bolygók is keletkezhetnek benne. (Forrás: ESO/L. Calçada)

lagok körül kerestek. Mostában egyre több jel utal arra, hogy az óriásbolygók jelentős része kettőscsillagok körül kering. Az ALMA új felfedezése is alátámasztja ezt a lehetőséget.

Az ALMA egy másik érdekes eredménye a kettőscsillagokról a Bika csillagképben, 450 fényév távolságban lévő HK Tau-val kapcsolatos. Ez a rendszer 5 millió éves, és a két komponens távolsága 58 milliárd km (a Nap–Neptunusz távolság 13-szorosa). A másodkomponens, HK Tau B, halványabbnak tűnik, a korong por- és gázanyaga ugyanis a csillag fényének nagy részét elnyeli, ugyanakkor a korong maga jól látható optikai és infravörös tartományban. A főkomponens HK Tau A körül a korong olyan szögben áll, hogy a csillag fénye közvetlenül megfigyelhető, emiatt a korongot nehezebb észlelni a látható tartományban. Ez azonban nem probléma az ALMA számára, ami a korong anyagának milliméteres sugárzását méri. Erik Jensen és munkatársai feltérképezték a korongok helyzetét és a bennük keringő gáz mozgását, és azt tapasztalták, hogy a két korong síkja legalább 60 fokot zár be egymással [10]. A két korong síkja tehát nem egyezik meg, és legalább az egyik korong más irányban áll, mint ahogy a két csillag kering egymás körül. Ilyen esetben a korongokban keletkező bolygók nagy excentricitású és inklinációjú pályákra kerülhetnek. A HK Tau esete azt bizonyítja, hogy már a bolygókeletkezés során is fennállhatnak olyan körülmények, amelyek a bolygópályák módosításához szükségesek. Az eredmény segíthet megérteni, hogy miért van az, hogy sok exobolygórendszerben a bolygópályáknak nagy az excentricitása és inklinációja a Naprendszerrel ellentétben.

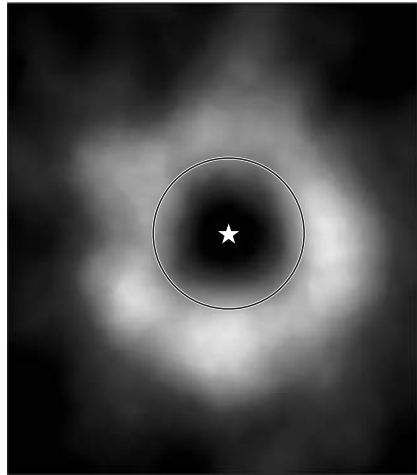
Hóhatár a korongban

Az úgynevezett hóhatárnak fontos szerepe van a bolygókeletkezésben, ugyanis ez határozza meg, hogy milyen kémiai összetételű bolygók alakulhatnak ki a korongban. A Földhöz hasonlóan a korongokban is ott találunk havat/jeget, ahol alacsony a hőmérséklet. A csillag körüli környezetben azonban nemcsak a víz, hanem egzotikusabb molekulák is megfagyhatnak. A csillagtól távolodva a hőmérséklet csökkenésével először a víz fagy meg, amit a szén-dioxid (CO_2), metán (CH_4), és szén-monoxid (CO) követ, mintegy zúzmarát alkotva a porszemcsék felszínén.

Charlie Qi és munkatársai először figyelték meg a hóhatárt a Földtől 175 fényévre levő TW Hya korongjában [11]. Szerintük ez a korong sokban hasonlít arra, ahogyan a Naprendszer nézhetett ki, amikor még csak néhány millió éves volt. A hóvonalnak korábban csak a színképi jelét látták,

ez az első alkalom, hogy közvetlen képet sikerült róla alkotni, így meghatározható a pontos mérete és kiterjedése. A nehézséget az okozza, hogy a hóhatár csak a korong legmélyén, annak középsíkjaiban figyelhető meg. E sík alatt és fölött a csillag sugárzása melegen tartja a gázt, így az nem fagyhat meg. Csak a középsík vastag por- és gázanyagának szigetelő hatására alakulhat ki a korong mélyén olyan alacsony hőmérséklet, hogy a szén-monoxid (CO) és más gázok megfagyjanak. A meleg gázok általában lehetetlenné teszik, hogy a csillagászok a korong mélyére nézzenek. A kutatók ezért egy másik molekulát, a diazenil (N_2H^+) jelét keresték. Ez a molekula CO jelenlétében könnyen szétbomlik, így csak ott található meg, ahol a szén-monoxid kifagyott. Az ALMA kivételes érzékenységevel a kutatók feltérképezték a diazenil eloszlását a TW Hya korongjában, és azt találták, hogy az körülbelül 30 CSE-en kívül található csak meg (6. ábra). A szénmonoxidhó-határnak tehát éppen itt, 30 CSE-nél kell lennie. A hóhatár szerepe a bolygókeletkezésben az, hogy a porszemcsék jégköpenye megkönnyíti az összetapadást, és megakadályozza, hogy a szemcsék ütközéskor széttörjenek. A jég jelentősen növeli a rendelkezésre álló szilárd anyag mennyiségét, ezzel meggyorsítja a bolygókeletkezést. Egy Nap típusú csillag körül a víz hóhatára a Jupiter pályájánál van, a CO-é pedig a Neptunuszénál. A szénmonoxidhó-határ jelzi azt a tartományt, ahol kisebb jeges testek, üstökösök, vagy törpebolygók (ilyen a Plútó is) keletkezhetnek. A szén-monoxid azért is fontos, mert ez a molekula szükséges feltétele a metanol keletkezésének, amely pedig az élethez szükséges bonyolultabb szerves molekulák építőköve. Az üstökösök és aszteroidák ezután az alakulóban levő Föld típusú bolygókra vihetik ezeket a molekulákat.

Geoff Mathews és kollégái hasonló módszerrel térképezték fel a hóhatárt egy másik fiatal (5,5 millió éves) csillag körül, a 390 fényév távolságban lévő 2,3 naptömegű HD 163296 esetében [12]. Ők azonban egy másik mole-



6. ábra. A TW Hya nevű fiatal csillagról készült ALMA-kép azt mutatja, hol található a korongban fagyott szén-monoxid. Összehasonlításképpen a kör a Neptunusz pályáját jelöli méretarányosan. (Forrás: K. Öberg, Harvard University/University of Virginia)

kulát, a deutériumot tartalmazó DCO⁺-ot használták. Ez a molekula olyan kémiai reakcióban keletkezik, amely csak alacsony CO-koncentráció esetén következik be, azaz ott, ahol a szén-monoxid kifagyott. Az ALMA-mérések szerint ez a molekula a csillagtól 110 és 160 CSE között található a korongban, éppen ott ahol a szén-monoxid kifagyásához szükséges -254 °C hőmérséklet várható a korong középsíkjában.

Csillagtömeg mérése az ALMA segítségével

A korongok tulajdonságainak vizsgálatával nemcsak az abban keletkező bolygókról, hanem magáról a központi csillagról is nyerhetünk információkat. A csillag kezdeti tömege alapvetően meghatározza, hogyan fejlődik tovább, milyen fejlődési állapotokat jár be, és azokban milyen hosszú időt tölt el. E fontos paraméter meghatározása azonban igen nehéz feladat. Hagyományos módszerekkel magányos csillagoknál a tömeg közvetlen mérése nem is lehetséges. Kettős rendszerekben, az egyes komponensek mozgását megfigyelve azonban az égi mechanikai törvények ismeretében becsülhetők a csillagok tömegei. Gázban gazdag koronggal körülvett csillagok egy újabb speciális lehetőséget adnak a tömeg meghatározására. Egy ilyen rendszerben a korong gázanyaga a Kepler-törvényeknek megfelelően kering a csillag körül, így az ALMA-val megmérve például a szén-monoxid eloszlását egy háromdimenziós adatkockához jutunk: a korong minden egyes pontjában kapunk egy spektrumot, amelyből meghatározhatók a gáz csillag körüli keringési sebességének látóirányú komponensei. Ismerve a korongbeli pozíciót, megfelelő modellek segítségével a mérésből meghatározható a központi égitest dinamikai tömege. Ez a módszer már magános csillag esetén is működik, persze szükséges egy gázkorong jelenléte, amelynek anyagát megfigyelve képet kapunk a jellemző keringési sebességekről.

Ian Czekala és munkatársai a módszert az AK Sco jelű fősorozat előtti, fiatal szoros kettőscsillaggal tesztelte [13]. Az ALMA segítségével a szén-monoxid (^{12}CO) és két izotópjának (^{13}CO , C^{18}O) milliméteres színképvoalát feltérképezve megmérték a csillagokat körülvevő cirkumbináris gázkorong keringési sebességét (7. ábra a színes mellékletben). Ez alapján a központi kettős rendszer össztömege $2,59\pm 0,10$ naptömeg. A rendszer kettőségéből adódóan az össztömeget a hagyományos módon (a két csillag mozgására alapozva) is meg lehet határozni. Feltéve, hogy a kettős keringési síkja, illetve a korong síkja egybeesik, a csillagok össztömegére $2,52\pm 0,03$ naptömeget kaptak, kiváló egyezésben a korong vizsgálatából

kapott dinamikai tömeggel. A módszer tehát működőképes, és bár ebben az esetben a tesztelést kettős rendszerrel végezték, magános csillagokra ugyanúgy alkalmazható. Mivel gázban gazdag korongok leginkább fiatal csillagok körül találhatóak, így az ezen módszerrel kapott tömegbecslések elsősorban a csillagok fősorozat előtti fejlődését leíró modellek pontosításához nyújthatnak majd nagy segítséget.

Az úgynevezett kepleri korongok (amelyekben az anyag a Kepler-törvényeknek megfelelően mozog) azért is érdekesek, mert bennük nagy valószínűséggel stabil pályákon keringő bolygók jönnek létre. Különösen érdekesek ezek közül a nagyon fiatal korongok, amelyek még mélyen be vannak ágyazva a szülőfelhőbe. Ezek adhatnak ugyanis információt arról, hogyan és mikor alakulnak ki a korongok a protocsillagok körül. Nadia M. Murillo és munkatársai az előbb vázolt módszerrel, ALMA-mérések segítségével azonosították a legfiatalabb protoplanetáris korongot [14]. Ők a VLA1623 jelű hármas rendszert észlelték, amelynek egyik tagja, a VLA1623A körül fedeztek fel egy mélyen beágyazott korongot. Az ALMA lehetővé tette a korongban a gáz mozgásának vizsgálatát, és az eredmények arra utalnak, hogy a gáz kepleri keringést végez egy 0,2 naptömegű protocsillag körül. A korong mérete a Neptunusz pályájának ötszöröse. A protocsillag nagyon fiatal, kevesebb mint 100 000 éves, és valószínűleg még gyarapodóban van.

Szerves vegyületek csillagközi korongban

A cianidmolekulák és azon belül is a metil-cianid, a bennük lévő C–N kötések miatt alapvető fontosságúak az aminosavak és fehérjék, azaz az élet alapvető építőköveinek kialakulásában. Azt már régebb óta tudjuk, hogy a metil-cianid más összetett szerves molekulákkal együtt egyaránt megtalálható hideg, sötét csillagközi felhőkben és a Naprendszer üstökösökben is. Az elképzelések szerint a Naprendszer fejlődésének kezdeti időszakában éppen az üstökösök és kisbolygók szállíthattak vizet és szerves molekulákat a Földre, hozzájárulva így az élet létrejöttét lehetővé tévő körülmények kialakulásához. Az üstökösök a fiatal Napot körülvevő korongban jöttek létre, és mivel lényegében keletkezésük óta változatlanok, így a bennük megtalálható por, vízjég, egyéb fagyott gázok és szerves molekulák megőrizték eredeti bölcsőjüket, az ősi Nap körüli korong összetételét. Mindez arra utal, hogy ilyen molekulákat fiatal csillagok körüli korongokban is látnunk kellene. Mind ez ideig azonban ezt mérésekkel nem sikerült alátámasztani.

Az ALMA interferométert felhasználva Karin Öbergnek és munkatársainak most első ízben sikerült egy protoplanetáris korongban is bonyolultabb cianidmolekulákat, metil-cianidot (CH_3CN) és cianoacetilént (HC_3N) felfedezni [15]. A mérések célpontja a Bika csillagképben található, fiatal (1 millió éves) MWC 480 jelű rendszer volt, amelynek csillaga Napunknál nagyjából 1,8-szer nagyobb tömegű. Az összetett szerves molekulákat tartalmazó gáz a korong külső, hidegebb régióiban található. Az MWC 480 környezete sok szempontból nem ideális hely komplex szerves molekulák kialakulásához. A Napnál fényesebb, forróbb csillag sok olyan nagy energiájú ultraibolya fotont bocsát ki, amelyek szétverhetik a formálódó molekulákban a kémiai kötések. Érdekes módon az ALMA-mérések szerint az MWC 480 korongjában a metil-cianid és cianoacetilén gyakorisága mégis nagyobb, mint az interisztelláris felhőmagokban. Ez arra utal, hogy a protoplanetáris korongokban a komplex szerves molekulák keletkezése nagyon hatékony, gyors folyamat lehet. Az MWC 480 korongjának azon külső zónája, ahol a molekulákat találták, lényegében megfeleltethető a Naprendszer Neptunuszon túli Kuiper-övének, ami a naprendszerbeli üstökösök fontos keletkezési zónája. Az elméletek szerint a most gázfázisban látható cianidmolekulák idővel majd az MWC 480-nál is beépülnek az ott keletkező jeges planetezimálok anyagába. Öbergék szerint mindez azt mutatja, hogy a Naprendszer összetett, szerves molekulákat tartalmazó üstökösei valószínűleg nem számítanak különlegesnek az Univerzumban.

Fiatal barna törpék körüli korongok

A barna törpék a csillagkeletkezési folyamatok olyan kis tömegű (≤ 80 jupitertömeg) termékei, amelyek belsejében a kis tömeg és alacsonyabb hőmérséklet miatt nem tud beindulni a hidrogén fúziója héliummá. A fiatal barna törpék körül ugyanúgy találhatunk korongokat, mint a nagyobb tömegű csillagoknál. Az elmúlt évtized elsősorban infravörös hullámhosszakon történő felmérései nyomán ma már több mint száz barna törpe körüli korongot ismerünk. Érdekes kérdés, hogy ezek vajon különböznek-e a „normális” csillagok körüli korongoktól. Mivel a barna törpék gyenge hőforrások, emiatt a korong külső régióiban található rendkívül hideg por tanulmányozásához a milliméteres hullámhosszakon kell méréseket végezni. Luca Ricci és munkatársai az ALMA-rendszert használva három nagyon fényes barnatörpe-korongot vizsgáltak meg [16]. Mindhárom esetben sikerült a por hőmérsékleti sugárzását detektálni. Két esetben a csillag körül keringő szén-monoxid gázt is észlelték. A korongokat tér-

ben felbontva sikerült meghatározni a méretüket, amely minden esetben nagyobbak bizonyult 70 CSE-nél. A mérések világosan igazolták, hogy legalább mm-es méretű porszemcsék is vannak a külső korongban, vagyis a pornövekedés a csillagtól nagyobb távolságban is megtörtént már. A korongok 1-2 jupitertömegnyi gázt és port tartalmaznak. Bolygókeletkezési modellek szerint ilyen kis tömegű korongokban nem jöhetnek létre a Jupiterhez vagy Szaturnuszhoz hasonló gázóriások, azonban 1-5 földtömegű bolygók igen. Mindez azt is jelenti, hogy például a 2M1207 fiatal barna törpénél megfigyelt néhány jupitertömegű kísérő nem a korongban keletkezett bolygó, hanem valószínűleg a főkomponenshez hasonló módon jött létre a csillagközi felhő összehúzódásából, „csillagszerű” módon.

Kitekintés

Az ALMA az elmúlt évek talán legfontosabb csillagászati műszerfejlesztése, amely példázta, hogy a jövő nagyműszerei többnyire csak nemzetközi összefogásban valósulhatnak meg. A hasonlóan nagy értékű űrműszerekhez képest jelentős különbség azonban, hogy az ALMA nem néhány évig, hanem több évtizedig fog adatokat szolgáltatni. Az ALMA-val a tudományos mérések 2011-ben 16 antennával indultak, jelenleg pedig 48 antenna érhető el a tervezett 66-ból. Az itt felvázolt eredmények tehát még nem a teljes antennarendszerrel készültek, és csak ízelítőt adnak abból, amire a műszer képes lesz, amikor eléri teljes kapacitását. A következő években még számos fejlesztés várható: hosszabb bázisvonalak, még több antenna, lehetőség további hullámhossztartományok mérésére. Bízvást állíthatjuk, hogy ez az új antennarendszer meghatározó szerepet fog játszani az eljövendő évtizedek asztrofizikai kutatásaiban. Az ALMA jelentőségét leginkább a Hubble-űrtávcső 25 évvel ezelőtti felbocsájtásához hasonlíthatjuk, ami nem tűnik túlzásnak, figyelembe véve az eddigi eredményeket, és a folyamatban lévő kutatási programokat. A magyar csillagászat számára nagy lehetőség, és a nemzetközi élvonallal való lépéstartás szempontjából egyenesen kötelező az ALMA tudományos közösségéhez való csatlakozás.

Magyar kapcsolat

Az ALMA tudományos méréseinek 2011-es elindulásában két magyar kutatónak is volt szerepe. Kóspál Ágnes a leideni ALMA-alközpontban dolgozott, és fő feladata a távcsőidő-pályázatokat benyújtani tervező csil-

lagászokkal való kapcsolattartás, ezzel kapcsolatos tájékoztatók és workshopok szervezése, továbbá a pályázatbefogadó szoftver tesztelése és dokumentációja volt. Juhász Attila az ALMA-adatok értelmezéséhez szükséges modellezési háttér kifejlesztésén dolgozott, szintén a leideni ALMA-alközpontban. A Magyar Tudományos Akadémia 2014-ben a jelen írás szerzőinek vezetésével egy Lendület kutatócsoportot hozott létre az MTA CSFK CSI-ben. A csoport egyik célja az „ALMA-kultúra” magyarországi meghonosítása. A csoport fő kutatási területei a fiatal eruptív csillagok körüli korongok és burkok megfigyelése, és annak meghatározása, hogy milyen ütemben hullik az anyag a burkból a korong külső részeire. Fontos téma a korongok finomszerkezetének elméleti modellezése és megfigyelése, beleértve a bolygókkal kapcsolatos kölcsönhatást, az örvényeket, spirálkarokat és üres sávokat is. Végül kiemelt kutatási téma a valamivel idősebb törmelékcorongok szerkezetének feltárása is, ahol a csoport élen jár a korábban nem sejtett gázkomponens kimutatásában.

Hivatkozások

1. Ábrahám Péter, Kóspál Ágnes, 2004, Korongok fiatal csillagok körül, in Meteor Csillagászati Évkönyv 2005, MCSE, Budapest
2. Tóth L. Viktor, 1994, Molekuláris rádiócsillagászat, in Csillagászati évkönyv 1995, MCSE, Budapest
3. <http://almaobservatory.org/>
4. Mosoni László, 2012, Amíg a 100 méteres távcsövek elkészülnek, in Meteor Csillagászati Évkönyv 2013, MCSE, Budapest
5. Walsh, C., Juhász, A. et al., 2014, *ApJ Letters* 791, L6
6. van der Marel, N. et al., 2013, *Science* 340, 1199
7. Fukagawa, M. et al., 2013, *PASJ* 65, L14
8. Pérez, L. M. et al., 2014, *ApJ Letters* 783, L13
9. Dutrey, A. et al., 2014, *Nature* 514, 600
10. Jensen, E. et al., 2014, *Nature* 511, 567
11. Qi, Ch. et al., 2013, *Science* 341, 630
12. Mathews, G. S. et al., 2013, *A&A* 557, A132
13. Czekala, I. et al., 2015, *ApJ* 806, 154
14. Murillo, N. M. et al., 2013, *A&A* 560, A103
15. Öberg, K. et al., 2015, *Nature* 520, 198
16. Ricci, L. et al., 2015, *ApJ* 791, 124

GABÁNYI KRISZTINA – FREY SÁNDOR
**Legközelebbi galaxisszomszédaink,
a Lokális Csoport**

Habár az égen néhány szabad szemmel is látható „ködöt” a régi korok emberei is ismertek, alig egy évszázaddal ezelőtt sem volt még teljesen világos a csillagászok számára, hogy mekkorák is a belátható Univerzum méretei. Vannak-e a saját galaxisunkon, a Tejútrendszeren messze kívül eső más csillagszigetek? Ha igen, azok milyen távolságban találhatóak? A 20. század eleje óta már annyit fejlődött a tudomány, hogy ma az átlagosan művelt olvasó is tisztában van a legalapvetőbb tényekkel: a Tejútrendszer egy spirálgalaxis, egyike a számtalan galaxisnak, amelyeket akár a Világegyetem történetében tízmilliárd évre vagy még többre visszatekintve is felfedezhetünk érzékeny műszereinkkel. De mit tudunk közvetlen galaxisszomszédainkról? Hányan vannak, mennyire jól reprezentálják az ismert galaxistípusokat? Mit tudhatunk meg segítségükkel a galaxisok és az egész Univerzum fejlődéséről? Ebben a cikkben röviden összefoglaljuk a galaxisok Lokális Csoportjáról jelenleg rendelkezésre álló ismereteket.

A Lokális Csoport (angolul: Local Group) kifejezést először Edwin Hubble használta, 1936-os *The Realm of the Nebulae* (A ködök világa) című nevezetes munkájában. Azokat a galaxisokat sorolta ide, amelyek úgy tűntek, közelebb vannak a Tejútrendszerünkhöz, mint mások; szám szerint tizenegyet. Azóta eltelt közel nyolcvan év, s az ismert tagok száma majdnem nyolcszorosára nőtt. A pontos létszámot azonban nem könnyű meghatározni, több okból. Egy galaxist csak akkor tekinthetünk egyértelműen a Lokális Csoport tagjának, ha gravitációsan kötött a csoporthoz. Ennek megállapításához egyrészt arra van szükség, hogy pontosan ismerjük az Androméda-köd (M31) és a Tejútrendszer tömegét – mivel ez a két galaxis a Lokális Csoport két legnagyobb tömegű tagja. Másrészt meg kell tudnunk állapítani, hogy az adott tagjelölt galaxis mekkora távolságban van,

Extragalaktikus kutatásainkat az OTKA K104539 és NN110333 számú projektjei keretében végezzük.

és milyen sebességgel mozog. Ezek egyike sem határozható meg könnyen. Például a legközelebbieken kívül nem tudjuk megmérni a galaxisoknak a látóirányunkra merőleges síkban végzett mozgását (sajátmozgás), hisz az a távolságuk miatt kimutathatatlanul lassúnak tűnik. A távolság pontos meghatározása szintén nehéz feladat. Ami működik az Androméda-köd esetén, az nem biztos, hogy alkalmazható nagyobb távolságokban. Ily módon a Lokális Csoport taglistája nemcsak növekedhet egy-egy új felfedezés révén, hanem csökkenhet is, például ha kiderül egy jelöltről, hogy olyan nagy sebességgel mozog, hogy nem tartozhat a Lokális Csoporthoz, csak éppen áthalad rajta. Mindazonáltal az elmúlt évtizedekben az egyre érzékenyebb műszerekkel és új módszerekkel számos új közeli galaxist sikerült felfedezni. Ez a trend valószínűleg a jövőben is folytatódni fog.

A Lokális Csoportban szinte mindegyik ismert galaxistípus képviselteti magát, kivéve az óriás elliptikus galaxisokat. A két legnagyobb tag, az Androméda-köd és a Tejútrendszer több mint százezer fényév átmérőjű spirálgalaxisok. Az M31-nek látványos központi dudora is van, ezért a hagyományos Hubble-féle osztályozásban Sb besorolást kapott. A Tejútrendszer valószínűsíthetően SBbc típusú, azaz küllős spirálgalaxis. Saját galaxisunk esetében a pontos típusmeghatározás nehézkes, hiszen nem látjuk kívülről. Benne helyet foglalva kell információt gyűjtenünk a szerkezetéről, miközben a megfigyeléseinket bizonyos irányokban akadályozza például a sűrű csillagközi por és gáz. Hasonló problémával kell szembesülniük a Lokális Csoporthoz tartozó halvány törpegalaxisok után kutatóknak is. A Tejút fényes sávja nehezen felismerhetővé teszi, illetve a csillagközi anyag a látható fény tartományában el is takarja a mögötte levő, a Tejútrendszeren túli szomszédos kis galaxisokat. Ilyen esetben segíthetnek az infravörös és rádiótartományban végzett megfigyelések.

A Lokális Csoport harmadik legnagyobb tömegű galaxisa, a Triangulum-galaxis (M33) szintén spirálgalaxis, de központi dudor nélkül, fényessége alig tizede az M31-ének. Szabad szemmel a Lokális Csoportnak még két tagja figyelhető meg a déli égbolton, a Kis- és a Nagy-Magellán-felhő. Ez utóbbi besorolása szempontjából a spirális és a törpe irreguláris galaxisok határán helyezkedik el, míg kistestvére valódi irreguláris galaxis, mindenféle nagyskálás szerkezetet nélkülöz.

Az óriás elliptikus galaxis hiánya a Lokális Csoportban nem annyira meglepő, a közeli Univerzumban ezek viszonylag ritkák. Főleg a nagyobb galaxissűrűségű halmazokban találhatóak, feltételezések szerint kisebb galaxisok összeolvadása révén jöttek létre. Ezért is sajnálatos, hogy nem tanulmányozható közülük egy sem itt a közvetlen szomszédságunkban. Valószínűleg a Maffei 1 a hozzánk legközelebbi óriás elliptikus galaxis,

körülbelül 10 millió fényév távolságban. Ezt felfedezése után még sokkal közelebbinek, s így a Lokális Csoport tagjának gondolták. Jól vizsgálható még a valamivel távolabbi Centaurus A (NGC 5128), mivel az – a Maffei 1-gyel ellentétben – a Tejútrendszer síkjától eltérő irányban van az égen, ezért arrafelé kisebb a csillagközi fényelnyelés. A Centaurus A egyébként a hozzánk legközelebbi rádiógalaxisok egyike.

Visszatérve a Lokális Csoporthoz, az egyik leggyakrabban előforduló típus itt a törpe irreguláris (dIrr) galaxisoké. Kaotikus, komplex szerkezetüket az okozza, hogy szabálytalanul elhelyezkedő régiókban folyik bennük a csillagkeletkezés. Mivel az ezeken a területeken megszülető nagy luminozitású, fiatal csillagok fénye domináns a galaxis optikai képén (*1. ábra* a színes mellékletben), ezért itt nem figyelhető meg rendezett struktúra (mint például a spirálkarok az M31-ben). Azonban ha a hosszabb hullámhosszak tartományában, például infravörösben vizsgáljuk ugyan ezen galaxisokat, akkor már nem a fiatal, hanem az idősebb csillagpopulációkat is megfigyelhetjük, amelyek jóval szimmetrikusabb elrendezésűek. Vörös és infravörös tartományban ezért az irreguláris törpegalaxisok is rendezettebb, kevésbé kaotikus képet mutatnak.

A Lokális Csoport IC 10 jelű irreguláris galaxisa különösen érdekes, mivel benne rendkívüli sebességgel folyik az új csillagok keletkezése. Ez a hozzánk legközelebbi úgynevezett csillagontó galaxis (starburst galaxy) – az egyetlen a Lokális Csoportban, még ha méretét tekintve törpe is. Az IC 10-ben olyan tempóban születnek a csillagok, hogy néhány millió év alatt el fogja használni az ehhez szükséges csillagközi gázt és port. Hasonlóan heves csillagkeletkezés figyelhető meg (persze kisebb, szubgalaktikus skálán) a Nagy-Magellán-felhő 30 Doradus régiójában.

A Lokális Csoport tagjainak több mint fele törpe szferoidális (dSph) galaxis. Ezek főleg öreg csillagokból állnak, csillagkeletkezés nem jellemző rájuk. Többségük egy nagyobb galaxis közvetlen szomszédságában található, mint például a Draco és az Ursa Minor, amelyek a Tejútrendszer kísérőgalaxisai. Feltételezik, hogy ezekből az objektumokból a csillagkeletkezéshez szükséges port és gázt a közeli, nagy galaxisok söpörhették ki, viszonylag hamar. Könnyen meglehet, hogy az Univerzumban ez a legelterjedtebb galaxistípus, csakhogy mivel halványak, nagyobb távolságokból egyszerűen észrevétlenek maradnak. Tanulmányozásukra igazából csak a közvetlen szomszédságunkban adódik lehetőség. Némelyik törpe szferoidális galaxis még egy-egy gömbhalmaznál is kevesebb sugárzást bocsát ki.

Első hallásra furcsának tűnhet, de a Lokális Csoport vizsgálatának a kozmológiai, a Világegyetem és a galaxisok fejlődésével kapcsolatos kutatásokban is jelentősége van. Azt gondolhatnánk, hogy az Univerzum múlt-

járól a legtöbbet a térben és időben legtávolabbi, tehát a mi szomszédságunktól a lehető legmesszebb levő galaxisokból érkező sugárzás révén tudhatunk meg. Ezekről azonban – legyenek bármilyen érzékeny megfigyelőműszereink is – csak korlátozott információt gyűjthetünk. A kezdeti idők tanúi azonban itt vannak a közvetlen közelünkben. Néhány közeli törpe szferoidális galaxis például szinte kizárólag nagyon idős, az ősrobbanás után rövid idővel keletkezett csillagot tartalmaz. A Lokális Csoport tagjainak közelsége miatt ezekben tanulmányozhatóak a legjobban az ősi csillagpopulációk, az eredmények pedig összevethetők a távoli, formálódó galaxisokról kapott adatokkal. Úgy tűnik, az átlagos galaxisokban is igen összetett módon ment végbe a csillagok keletkezése. A törpe irreguláris galaxisokban pedig jelenleg is intenzíven keletkeznek csillagok.

Fontos kérdés a kisebb galaxisok összeolvadásának szerepe, illetve a galaxisok középpontjában található szupernagy tömegű fekete lyukak kialakulásának, növekedésének módja. Az Univerzum történetében a galaxis-összeolvadások „főszézonján” már régen túl vagyunk. Helyben, a Lokális Csoportban viszont lehetőségünk nyílik a tagok kölcsönhatástörténetének feltárására, amiből következtethetünk arra is, hogyan mehetett végbe ez a folyamat máskor, más időben, más galaxisokkal.

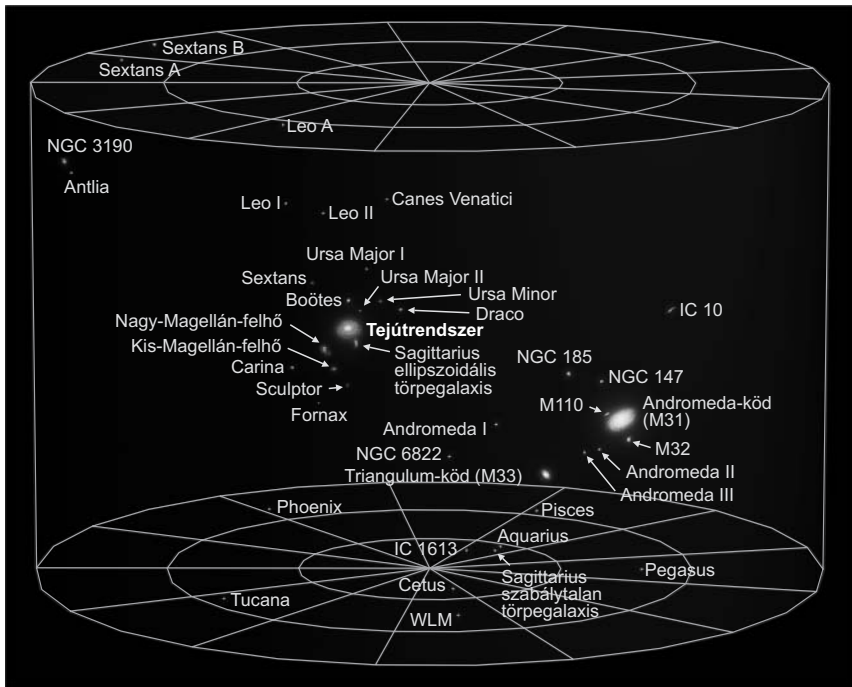
A jelek arra mutatnak, hogy a galaxisok központi fekete lyukai együtt növekedtek a galaxisaikkal. Ismerünk olyan aktív galaxismagokat a korai Univerzumban, amelyekben több milliárd naptömegnyi fekete lyukak rejtőztek, már az ősrobbanás utáni egymilliárd éven belül ekkorára hízva. Vajon ezek néhány ezernyi-százezernyi naptömegű „kis” fekete lyukak gyors összeolvadásával jöhettek létre? Ha igen, hogyan alakulhattak ki, mekkorák voltak, és ma is felfedezhetők-e ilyen fekete lyukmagok? A közeli, izolált törpegalaxisok, amelyek fejlődéstörténetük során jórészt megúszhatták a heves galaxisütközéseket, segíthetnek választ adni az ősi fekete lyukak tömeg szerinti eloszlásának kérdésére. Ilyen például a Lokális Csoport határain alig túl, tőlünk csupán 10 millió fényév távolságban található NGC 404. A csillagok mozgásának felmérésével jelenleg a Lokális Csoportban, illetve annak közvetlen közelében vagyunk csak képesek millió naptömeg alatti központi fekete lyukak kimutatására. Az NGC 404 magjával kapcsolatban a röntgen- és rádiómérések is arra utalnak, hogy ott egy legfeljebb néhány százezer naptömegnyi fekete lyuk található (Paragi et al. 2014).

A Lokális Csoport galaxisainak látóirányú sebességét vizsgálva kiderül, hogy azok mintha nem engedelmeskednének a Hubble-törvénynek, azaz nem követik az Univerzum általános tágulását. Ennek egyszerűen az az oka, hogy a csoport kiterjedése – hozzávetőlegesen 10 millió fényév –

eltörpül a Világegyetemre jellemző méretskálákhoz képest. Az egyes csoporttagoknak a Hubble-áramláshoz képest jelentős pekuláris sebességük van. Például Tejútrendszerünk és az Androméda-köd nemhogy távolodna, de 110 km/s sebességgel közeledik egymáshoz. Hasonlóan a tagok nagy része vagy felénk, vagy az M31 felé „esik”, hiszen ez a két galaxis adja a Lokális Csoport tömegének túlnyomó részét. Így tehát a Lokális Csoport tömegét a Tejútrendszer és az M31 kölcsönös vonzásából és egymáshoz viszonyított mozgásából lehet megbecsülni. Ha az így kapott értéket összevetjük a látható (elektromágnesesen sugárzó) tömeggel (a galaxisokat alkotó csillagok, valamint a gáz és por tömegével), akkor azt tapasztaljuk, hogy a gravitáló tömeg alig 5%-át tudjuk elektromágneses sugárzása alapján érzékelni. Azaz nagy mennyiségű láthatatlan (de gravitáló) sötét anyagnak kell lennie. A sötét anyag mennyiségét az egyes galaxisokra lebontva is megbecsülhetjük, így kiderül, hogy annak eloszlása a Lokális Csoportban közel sem egyenletes. Sőt lehetséges, hogy láthatatlan, lényegében csak sötét anyagot tartalmazó objektumok is vannak a Lokális Csoportban. Emellett egyre több megfigyelés mutat arra, hogy semleges hidrogénből álló felhők és galaxisokon kívül létező gömbhalmazok is lehetnek a galaxisok közötti térben. Ezek korábbi galaxis-kölcsönhatások eredményeként kerülhettek oda.

Nemcsak a sötét anyag, de a „világító” galaxisok sem egyenletesen helyezkednek a Lokális Csoportban (2. ábra). Három nagyobb csomósodást lehet megkülönböztetni. Ezek az M31 és kísérőgalaxisai, a Tejútrendszer és kísérői, és az NGC 3109 körüli csoportosulás. Ez utóbbi öt kisebb galaxisa látványosan elkülönül a másik két alcsoporttól. A kísérőgalaxisok mozgásából néhány esetben arra következtetnek, hogy azok talán alcsoportot váltottak már életük során. Például van olyan dinamikai modell, amely szerint a Magellán-felhők és esetleg a Leo I törpe szferoidális galaxis eredetileg az M31 körül keletkeztek, de ma már a Tejútrendszer kísérői. A maradék, egyik csoporthoz sem tartozó tagok az úgynevezett Lokális Csoport-felhő részei, távolabb helyezkednek el, és nem tekinthetők egyik nagyobb galaxis kísérőjének sem.

A Tejútrendszer kísérőit – nemcsak a törpegalaxisokat, hanem a halóban található gömbhalmazokat, valamint a csillag- és gázáramokat – egy modell egy hatalmas elnyúlt struktúrába (Vast Polar Structure, VPOS) rendezi (Pawlowski et al. 2012). A legutóbbi időben a déli égbolton újonnan felfedezett kísérőgalaxisok is beleilleni látszanak ebbe a szerkezetbe, amely a Tejútrendszer középpontjától mérve körülbelül 30 ezertől 800 ezer fényévig, sőt talán még távolabbra is kiterjed. A modell megalkotói mellett érvelnek, hogy a VPOS létezése ellentmond annak a feltételezésnek, hogy



2. ábra. A Lokális Csoport galaxisainak helyzete. (Andrew Z. Colvin / Wikipedia és Szabados László / Fizikai Szemle) Forrás: http://fizikaiszemle.hu/mellekletek/Helyunk_a_Világegyetemben.pdf

kísérőgalaxisainkat egyedi galaxisokként fogta volna be Tejútrendszerünk sötét anyagból álló halója. Ehelyett az történhetett, hogy nagyjából 10-11 milliárd évvel ezelőtt a mai Tejútrendszer ősevel ütközött, rajta keresztül haladt egy másik fiatal, gázban gazdag galaxis, amelynek letépett spirálkarjaiból alakulhattak ki a mostani kísérőgalaxisok.

Az biztos, hogy a nagyobb galaxisok több kísérőjén is meg lehet figyelni olyan torzulásokat, amelyek a gravitációs vonzás árapályerőinek hatására jöttek létre. A Kis-Magellán-felhő alakja például erősen aszimmetrikus, elnyúlt a látóirányunkban. A Magellán-felhők közti múltbeli kölcsönhatás eredményeképpen jöhetett létre a Magellán-áramlás (3. ábra a színes mellékletben) is, egy semleges gázból álló íves alakzat, amelyet még az 1970-es években fedeztek fel rádiótartományban végzett mérésekkel. Évekkel később, amikor távoli kvazárok színeképében megjelenő abszorpciós vonalak segítségével térképezték fel a felhő anyagösszetételét, kide-

rült, hogy a gáz nagy része a Kis-Magellán-felhőből származhat, ahonnan mintegy 1,5-2,5 milliárd évvel ezelőtt szakadt ki, szintén a gravitációs kölcsönhatásnak köszönhetően (Fox et al. 2013). Kinematikai vizsgálatok viszont azt mutatják, hogy az anyag egy része a Nagy-Magellán-felhőből származhat. Egy magyarázat szerint a két Magellán-felhő a múltban nagyon közel került egymáshoz, ami rohamos csillagkeletkezést indított be, ennek maradványa a Magellán-áramlás.

Dinamikai modellezések szerint mindkét Magellán-felhő a következő néhány milliárd év során a Tejútrendszerbe fog ütközni. Ennek eredményeként a felhők meg fognak semmisülni, de a Tejútrendszerre is hatást fog gyakorolni ez az esemény: erőteljes csillagkeletkezést indít majd el a korongban. Az egyik leglátványosabb kölcsönható galaxis a Lokális Csoportban az 1994-ben felfedezett Sagittarius törpe szferoidális galaxis. Jelenlegi ismereteink szerint ez a Tejútrendszerhez legközelebb elhelyezkedő galaxis. Szerencsétlenségére a távolsága túlon túl kicsi, emiatt a Sagittarius törpegalaxis alakja jelentősen elnyúlt, és a jövőben teljesen szét fogja tépni galaxisunk tömegvonzása. Anyaga, akárcsak a Magellán-felhőké, a Tejútrendszerbe fog olvadni.

A kétezres évek elején fedeztek fel egy csillagsűrűsödést galaxisunkon belül, a Nagy Kutya csillagkép irányában (Canis Major Overdensity), 25 ezer fényévyire a Naprendszerből (Martin et al. 2004). Ezt a struktúrát többen a Tejútrendszer által éppen szétdarabolt törpegalaxisként (Canis Major) értelmezték, amely így a legközelebbi ismert ex-kísérőgalaxisunk lenne. Azonban jelenleg még vita tárgya, hogy ténylegesen önálló galaxisként lehet-e azonosítani, vagy a struktúra igazából a Tejútrendszer görbült korongjának része. Csillagainak összetétele ugyanis egyáltalán nem hasonlít a Lokális Csoport többi törpe irreguláris galaxisáéra (Mateu et al. 2009).

Mint korábban említettük, a „környék” két legnagyobb galaxisa, az Androméda-köd és a Tejútrendszer közeledik egymáshoz. Most még 2,5 millió fényévyre vannak egymástól. Mintegy négy milliárd évet kellene várnunk ahhoz, hogy összeütközzenek, pontosabban fogalmazva áthaladjanak egymáson (4. ábra a színes mellékletben). A számítások szerint további két milliárd év múlva pedig egyé is olvadnának. Bár egészen biztos, hogy egyikünk sem lesz képes kivárni ezt a látványosnak ígérkező eseményt, de a bekövetkezésével kapcsolatban nem lehetnek kétségeink. A Nap és más csillagok a nagy ütközésben közvetlenül nem lesznek érintettek – hiszen a csillagok a galaxisokon belül rendkívül ritkán töltik ki a teret –, de a szimulációk szerint valószínű, hogy saját csillagunk az új galaxis peremvidékére kerül majd (van der Marel et al. 2012).

A két nagy spirálgalaxis egybeolvadása még a távoli jövő eseménye. De a Lokális Csoport kutatása aktív tudományterület, így a közeljövőben is várhatók érdekes új eredmények és felfedezések. Tovább bővíülhet az ismert tagok száma, segítségükkel pedig a csillagászok közelebb kerülnek saját galaktikus környezetünk még pontosabb feltérképezéséhez, s általában a galaxisok felépítésének, kialakulásának, fejlődésének, kölcsönhatásainak megértéséhez.

Irodalom

- Fox, A. J. et al., 2013, *ApJ* 772, 110
Mateo, M. L., 2001, Local Group, in: *Encyclopedia of Astronomy and Astrophysics*, Institute of Physics Publishing, Bristol
Martin, N. F. et al., 2004, *MNRAS* 348, 12
Mateu, C. et al., 2009, *AJ* 137, 4412
Nidever, D. L. et al., 2008, *ApJ* 679, 432
Paragi Z. et al., 2014, *ApJ* 791, 2
Pawlowski, M. S., Pflamm-Altenburg, J., Kroupa, P., 2012, *MNRAS* 423, 1109
van der Marel, R. P. et al., 2012, *ApJ* 753, 9
Van Dyk, S. D., Puche, D., Wong, T., 1998, *AJ* 116, 2341

Magyar nyelvű kapcsolódó irodalom

- Frey S., 2004, Extragalaktikus csillagászat, *Magyar Tudomány* 49, 732
Tóth L. V. 2013, A galaxisok világa, ELTE TTK jegyzet, Budapest (<http://elte.prompt.hu/sites/default/files/tananyagok/AGalaxisokVilaga/book.pdf>)
Meteor, csillagaszat.hu, urvilag.hu hírei

BESZÁMOLÓK

MIZSER ATTILA

**A Magyar Csillagászati Egyesület
2014. évi tevékenysége**

A Magyar Csillagászati Egyesület 1989. február 19-én alakult újjá, erre az újjáalakulásra is emlékeztünk 2014. május 10-i rendes közgyűlésünkön. Negyed század jelentős időtartam egy társadalmi szervezet életében, ezért ez a közgyűlés egyfajta visszatekintés, összegzés is volt. Mit jelent az MCSE az egyén számára? Erre próbáltak meg választ adni amatőrtársaink, akik az elmúlt 25 évben átélt csillagászati és közösségi élményeiket elevenítették fel. Hol tartott a csillagászat 1989-ben és hol 2014-ben? Milyen volt távcsővel való ellátottságunk 1989-ben és ma? Milyenek a csillagászat kilátásai ma Magyarországon? Ilyen témákat jártak körül előadónk, akik mind-mind kötődnek az MCSE-hez, alaposan kivéve részüket a közösségi munkából.

A tartalmas és érdekes előadások mellett természetesen a hivatalos formásoknak is meg kellett felelnünk, és ezek egyik része volt a Polgári Törvénykönyv módosítása miatt esedékes alapszabály-módosítás, amire – egyebek mellett – a közhasznúsági fokozat megőrzése miatt volt szükség. Az egyesületi törvény 1989-es életbe lépése óta nyilvánvalóan jelentősen megváltozott a társadalmi környezet – a jogalkotó is ezekre a változásokra reagált. (A Fővárosi Törvényszék nem fogadta el a módosított alapszabályt, ezért később, szeptember 13-án rendkívüli közgyűlést kellett összehívunk.)

Tény az, hogy 1989-hez képest lényegesen bonyolultabb egy egyesület létrehozni és működtetni. Az elmúlt két és fél évtizedben fokozatosan bővülő támogatási, pályázati rendszerben tudtuk magunkat elhelyezni, miközben anyagi lehetőségeink valamelyest javultak, mindez nem járt együtt a taglétszám elvárható bővülésével. Mindeközben az adminisztratív terhek is egyre növekedtek, és a társadalmi szervezetek helyzete, és ami fontosabb, megítélése is jelentősen megváltozott. (1989-ben még alig több mint egy hónap alatt bejegyezték az MCSE-t, manapság egy új egyesület létrehozása akár éveig is elhúzódhat.) Ma már elképzelhetetlen a tagság olyan ugrásszerű bővülése, mint a kilencvenes évek második felé-



Ponori Thewrewk Aurél felvágja a jubileumi MCSE-tortát május 10-i közgyűlésünkön.

ben – mi több, egyre kevésbé gondolják úgy az emberek, hogy bármilyen társadalmi szervezethez kívánnak kapcsolódni.

Nagyjából az előző évtized közepéig töretlenül bővült a taglétszámunk (2013 végén állítottuk ki a 6000-es számú tagsági igazolványt – Balajti Krisztián nagytályai amatőr csillagász számára), az azóta eltelt évtizedben azonban érezhető az érdeklődés fokozatos csökkenése. Mindez nem szükségszerűen jelenti azt, hogy kevesebben érdeklődnek a csillagászat iránt, sokkal valószínűbb az, hogy sokan inkább a virtuális, nem pedig a valóságos térben kötnek barátságokat, a valóságos közösségbe járás helyett a virtuális közösségi oldalakon töltik idejüket. A következő évek, évtizedek feladata lesz az is, hogy mindenfajta – akár valóságos, akár virtuális – térben erősítsük a csillagászat és az MCSE jelenlétét, népszerűsítsük a közösségi élet, az önkéntesség értékeit.

Közgyűlésünk leginkább szívet melengető pillanata volt az, amikor – hosszabb szünet után – ismét tiszteletbeli MCSE-tagot köszönthettünk

sorainkban: Magyarai Béla úrhajóst, akit szükségtelen bemutatni, azt azonban szükséges megjegyezni, hogy csillagászat iránti érdeklődését jól mutatja, hogy 1989 óta tagja az MCSE-nek.

Közgyűlésünket ezúttal szinte házon belül tartottuk, az Óbudai Szabadidőpark központi épületében. Innen csak pár perces séta a Polaris, ahol emlékidézés közben elfogyaszthattuk a jubileumi MCSE-tortát, amelyet tiszteletbeli elnökünk, Ponori Thewrewk Aurél vágott fel ünnepélyesen. A nap megkoronázása volt az esti távcsöves bemutató, hiszen közgyűlésünket a Csillagászat Napijára időzítettük. Országszerte több ezren részesülhettek ezen az estén távcsöves élményben – hála aktív tagjainknak és helyi csoportjainknak.

Az MCSE Elnöksége idén először ítélte oda a Kulin György-emlékérmét, amelyet Kósa-Kiss Attila kapott. Az elismerést Kósa-Kiss Attila maguszalontai otthonában adtuk át, augusztus végén.

Polaris Csillagvizsgáló



Mi leszek, ha nagy leszek? Csillagász! Egy kisfiú a Művészetek Palotájánál megtartott gyermeknapi rendezvényen (a háttérben távcsöves bemutatónk zajlik).

Egyesületünk számára az óbudai Polaris Csillagvizsgáló nyújtja a tevékenységéhez szükséges megfelelő teret. A közösségi csillagvizsgáló műszerezettsége nem csupán a távcsöves bemutatókat, hanem az amatőr csillagász észleléseket is nagyban segíti. Itt fogadjuk a csoportokat, itt működnek szakköreink, itt folyik a *Meteor* szerkesztése, itt tároljuk kiadványaikat és az egyesületi élethez szükséges eszközöket.

Egész évben tartottunk távcsöves bemutatókat heti három este. A bemutatók megtartása tagtársaik önkéntes feladatvállalása nélkül elképzelhetetlen lenne – de ebben nincs semmi rendkívüli, hiszen egyesületünk döntően az önkéntesekre támaszkodik. Minden eddiginél több szakkörrel vártuk az ér-



2014 áprilisában Csehország csillagászati nevezetességeit kerestük fel. Ez a csoportkép a prágai Kepler–Tycho-szobornál készült.

deklődőket. Középiskolás szakkör (Horvai Ferenc), gyermekszakkör (Görgei Zoltán), észlelőszakkör (Hannák Judit), tükörcsiszoló szakkör (Molnár Péter), fotometriai szakkör (Jakabfi Tamás), asztrofotós szakkör (Csoknyai Attila, Tóth Krisztián).

Az év első felében járdacsillagász tanfolyamot szerveztünk, amelyet öten végeztek el. Folytattuk a *Pest-budai csillagsétákat*, amelyeken a főváros csillagászati emlékeit jártuk sorra (Mizser Attila). A nyári időszakot kivéve havonta szerveztünk éjszakai csillagtúrákat a budai hegyekbe (Kerényi Lilla). A pest-budai séták mintegy „folytatásaként” tanulmányutat szerveztünk Csehország csillagászati nevezetességeinek felfedezésére: Prága és Brno nevezetességei mellett felkerestük az Ondřejovi Observatóriumot is.

A Polarís Csillavizsgáló 2014-ben csak két találkozóznak adott otthont: június 21-én a napészlelőket fogadtuk, november 15-én pedig a mélyég- és kettőscsillag-észlelőket láttuk vendégül. Utóbbi találkozóznak az adott alkalmat, hogy éppen 30 éve indult ez a két rovat a *Meteorban*.

Igen nagy érdeklődés övezte a február 15-i asztrofotós találkozót, amelynek a budapesti Fuga Építészeti Központ adott otthont. Mintegy 70 fő vett részt ezen a rendezvényen – ekkora tömeget a Polarisban már nem tudunk fogadni. Ugyancsak jelentős részvétellel zajlott a *Napóra Szakcsoport X. Találkozója* az Aquincumi Múzeumban. Változócsillag-észlelőinket a legrégebbi magyarországi csillagvizsgáló, az egri Specula fogadta október 4-én. A rendezvényt az Ég és Föld Vonzásában elnevezésű projekt támogatta.

Helyi csoportok

Helyi csoportjaink közül több is kapcsolódik tudománynpszerűsítő intézményhez. Baján, Balatonfűzfőn, Egerben, Győrött, Miskolcon, Pécsen, Szegeden és Tatán és a Tápió mentén a helyi csillagvizsgáló vagy planetárium ad lehetőséget a közös munkára, az ismeretterjesztésre. A bemutató csillagvizsgálók igen fontos szerepet töltenek be mozgalmunkban, épp ezért szerveztünk találkozót az ilyen intézmények vezetői és munkatársai számára a Jászberényi Könyvtárba, ahol – az országban egyedülállóan – csillagvizsgáló is működik. A szeptember 11-én tartott találkozót a Süllyápi Amatőrcsillagász Közhasznú Egyesülettel közösen szerveztük. Legújabb helyi csoportunk Egerben alakult, Trombitás György vezetésével.

Országos akciók, bemutatók, táborok

2014-ben is számos országos jelentőségű programban vettünk részt. Február 15-én, Galileo Galilei születésének 450. évfordulóján, majd március 8-án John Dobson tudománynpszerűsítő emlékére tartottunk távcsöves bemutatót. A *Csillagászat Napját* május 10-én ünnepeltük, számos helyi csoportunk közreműködésével, akárcsak június 21-én, a *Múzeumok Éjszakáját*. A Polarisban, a hagyományos Perseida-éjszakán (augusztus 12/13-án) mintegy 200 érdeklődőt fogadtunk. Részt vettünk a *Kutatók Éjszakája* szeptember 26-i rendezvényein, valamint a *Szentendrei Skanzen Alkotónapján* (május 1.). Négy egész napos bemutatót tartottunk a Múzeumkertben, továbbá részt vettünk a *Mi Micsoda* nyári gyermektáboron, a budapesti Fűvészkertben.

Téli csillagásztáborunknak (február 27. – március 2.), akárcsak nyári ifjúsági táborunknak (július 28. – augusztus 3.) a pénzesgyőri Pangea-ház, A XIII. MCSE Kiskun-Neptunusz tábornak (július 25. – augusztus 3.) a jászszentlászlói Kézműves Tanya adott otthont. A nyár nagy távcsöves találkozóját ismét Tarjánban tartottuk, a *Meteor 2014 Távcsöves Találkozó*

(július 24–27.) időjárására ezúttal nem lehetett panasz, hiszen három, majdnem teljes derült éjszakának örvendhetett a 320 résztvevő.

2014 júniusában hirdettük meg az Országos Szolárgráf Akciót, amelyen több száz érdeklődő vett részt, és helyezte ki a szabványosan elkészített kamerákat, amelyekkel a Nap éves útját és – bizonyos korlátokkal – a napsütés időtartamát lehet megállapítani.

Pontos statisztikánk nincs, ezért csak becslést adhatunk meg, de a fentebb felsorolt programokkal, akciókkal együttesen több tízezer érdeklődőt érthettünk el.



Az Országos Szolárgráf Akció egyik kamerája. A jelentkezők országsszerte több száz helyszínen helyeztek ki hasonló kamerákat.

Asztrofotós sikerek

A magyar amatőr csillagászok körében manapság egyértelműen az asztrofotózás a legnépszerűbb tevékenység. Mindez szép sikerekkel is együtt jár, hiszen Éder Iván első, Fényes Lóránd pedig második helyezést ért el az ASA Astrophotography Competition 2014 elnevezésű osztrák–német szervezésű asztrofotós pályázaton.

Kiadványok, internet

2014-ben is folyamatosan megjelent *Meteor* című lapunk, az év során több mint száz szerzőtől közöltünk hosszabb-rövidebb cikket, tudósítást. A *Meteor* 2014/7–8. száma dupla terjedelemben jelent meg. Az év végén látott napvilágot a *Meteor csillagászati évkönyv 2015.* évre szóló kötete, a megszokottnál nagyobb terjedelemben. Az évkönyv példányszámát az elmúlt tíz évben fokozatosan csökkentettük, a 2015-ös kötet 3000 példányban jelent meg, ami a mai könyvkiadói gyakorlatban még mindig jelentősnek számít.

A beszámolási időszakban tovább folytattuk honlapjaink észszerűsítését. Hírcsatornánkhoz (www.csillagaszat.hu) hasonlóan egyesületi honlapunk, a www.mcse.hu is megújult. Ennek egyik fontos eleme volt az, hogy

MAGYAR CSILLAGÁSZATI EGYESÜLET

Polaris Csillagvizsgáló
ÓBUDA

Az Egyesület Polaris Csillagvizsgáló Közösség Galéria Belépés

Meteorral a világ körül IX.
Meteorral a világ körül... Merre jártak olvasóink, tagtársaink, milyen csillagászati érdekességeket kerestek fel az utóbbi időszakban?

Események

- 23** 18:00 Nyári ifjúsági szaktör - Polaris Csillagvizsgáló
- 21:00** Távsöves bemutató - Polaris Csillagvizsgáló
- 24** 20:30 Csillagarty (Mezőköl)
- 25** 21:00 Távsöves bemutató - Polaris Csillagvizsgáló
- 28** 16:30 MCSE Bácskai Csoport összejövetele - Bajai Bemutató Csillagvizsgáló
- 18:00** MCSE klub, taglehelési - Polaris Csillagvizsgáló
- 21:00** Távsöves bemutató - Polaris Csillagvizsgáló

Meteor 2015 Távsöves Találkozó
Idei nagy távsöves találkozókat augusztus 13-16. között tartjuk Tarjánban, a Német Nemzetiségi Táborban. Gyere el Te is! Hozd el távsövedet, hozd el családodat, észlelj jókedvet! Az MCSE nagy nyári találkozója

Hírlevél

Egyesületünk megújult honlapja

a Polaris Csillagvizsgáló honlapja teljes egészében beolvadt az új weboldalba, amelynek kezelőfelülete a korábbinál kényelmesebben használható.

2014-ben egy fő teljes állásban dolgozott az egyesületben, míg több tucat tagtársunk segítette önkéntes munkájával célkitűzéseink megvalósítását. Pályázati bevételeink a megelőző éveknél szerényebben alakultak. A Nemzeti Kulturális Alap 600 E Ft-tal támogatta *Meteor* című lapunk kiadását, míg a Magyar Tudományos Akadémia 250 E Ft támogatásban részesítette a *Meteor csillagászati évkönyv 2015.* évi kötetét. 2014-ben az SZJA 1%-os felajánlásokból 4,275 M Ft támogatást kapott az adózóktól az egyesületünk.

Amint arról 2015. évi évkönyvünkben már beszámoltunk, 2014. október 8-án elhunyt Ponori Thewrewk Aurél, egyesületünk tiszteletbeli elnöke, a magyarországi csillagászat meghatározó alakja. Többek között az ő személye is jelentette a folytonosságot az MCSE 1946–1949 közötti és 1989 utáni időszaka között. Ponori Thewrewk Aurélt a paloznaki temetőben helyezték örök nyugalomra, október 21-én. Egyesületünk vezetői és tagjai is jelen voltak a búcsúztatáson, az MCSE különbuszt indított Budapestről annak érdekében, hogy minél többen vehessenek részt a szertartáson.

KÉPMELLÉKLET

I–II. oldal

Az első két oldalon található a bolygók kelését és nyugvását bemutató ábrákról közelítő pontossággal leolvasható a Nap keltének és nyugtának időpontja, továbbá a belső és külső bolygók láthatósága (kelés, nyugvás, a Naptól való kitérés mértéke).

III. oldal

Felül: A 67P üstökös magja kisebb és nagyobb összetevőjét összekötő „nyak”. A Hapi–Anuket–Seth régió az OSIRIS kamerájával 2014. augusztus 14-én a magtól 70 km-re 480, 700 és 989 nm-en készített képei kombinálásával kapott, mesterségesen színezett változatán a világos, sima felszint finom por és vízjég borítja. Egy képelem 1,3 méternek felel meg. (ESA/Rosetta/MPS, OSIRIS Team)

Alul: Kategorizált térkép a 67P felszínéről. A színek jelentése 1: A – világoskék: por borította felföldek (Ash, Babi, Ma’at), 2: B – világosbarna: viszonylag kemény anyagú felszín gödrökkel és kerek alakzatokkal (Seth), 3: C – lila: nagyméretű mélyedések, depressziók (Hatmehit, Aten, Nut), 4: D – kénsárga: sima felföldek (Anubis, Hapi, Imhotep), 5: E – zöld vagy sötétbarna: alulról kikerült, szabadon álló felszíni részek (Aker, Anuket, Apis, Atum, Bastet, Hathor, Khepry, Maftet, Serqet). (ESA/Rosetta)

Mindkét ábra Tóth Imre: Az üstökösök megismerésének mérföldkövei című írásához.

IV. oldal

Felül: A 2015-ig felfedezett exobolygók tömege a keringési távolság függvényében. A színskála a bolygópályák excentricitását mutatja.

Alul: A 2015-ig felfedezett exobolygók excentricitása a keringési periódus függvényében. A színskála az adott rendszer bolygóinak számát jelöli.

V. oldal

Felül: A 2015-ig felfedezett exobolygók excentricitása csillaguk fémtartalmának ([Fe/H]) függvényében. A színskála a bolygók keringési távolságát jelöli.

Alul: A 2015-ig felfedezett exobolygók csillagainak forgási sebessége ($v \sin i$) a csillag felszíni hőmérsékletének (T_{eff}) függvényében. A színskála a bolygó pályahajlását jelöli. A fekete pontokkal ábrázolt bolygóknál a pályahajlás nincs meghatározva.

VI. oldal

Közetbolygók kialakulásának kezdeti fázisa. A bolygócsírák keletkezésének numerikus N -test szimulációja 10 000 planetezimál kölcsönös ütközéseinek modellezésével. Az ábrák fentről lefelé $t = 0, 10^3, 10^4$ és 10^5 évben készültek.

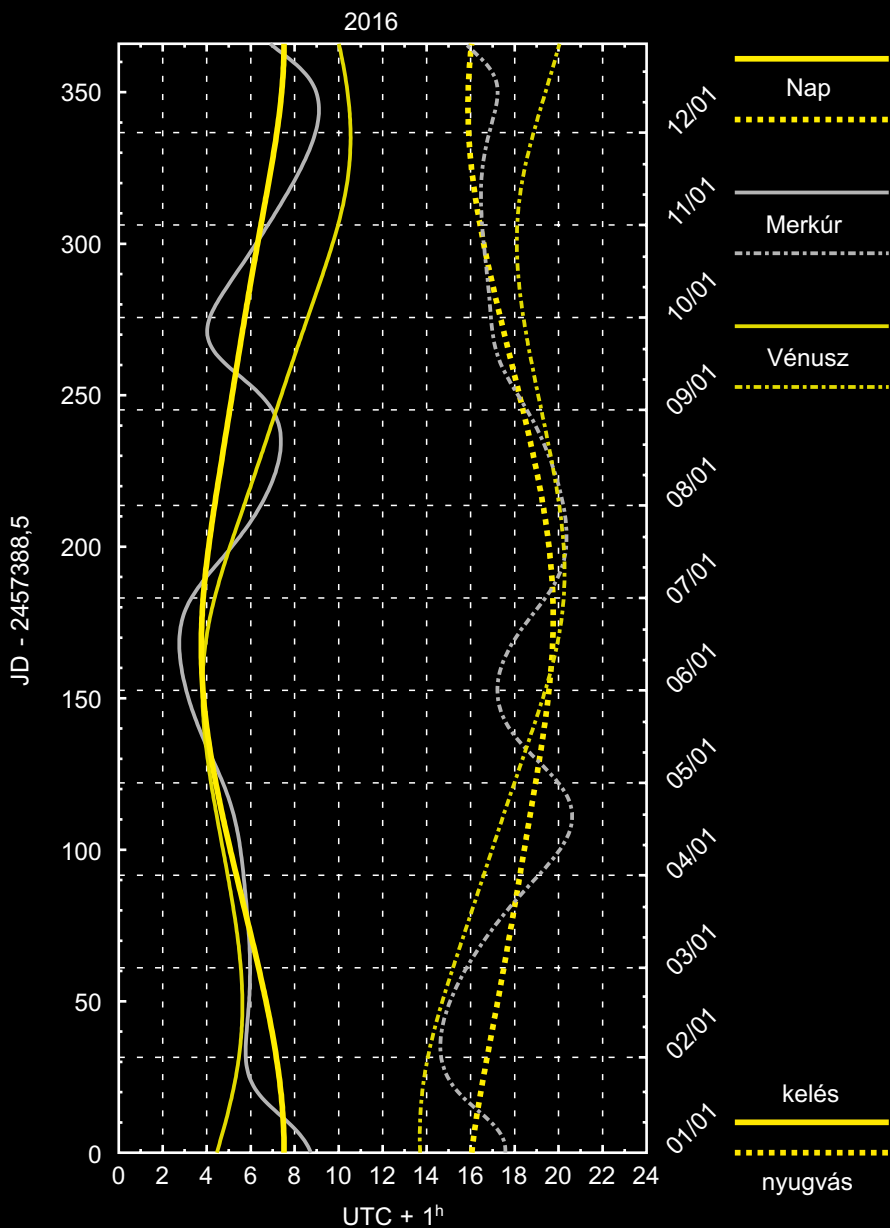
VII. oldal

Felül: 10 földtömegű bolygó által keltett spirális hullámok a protoplanetáris korongban. A színskála a gáz felületi sűrűségét jellemzi.

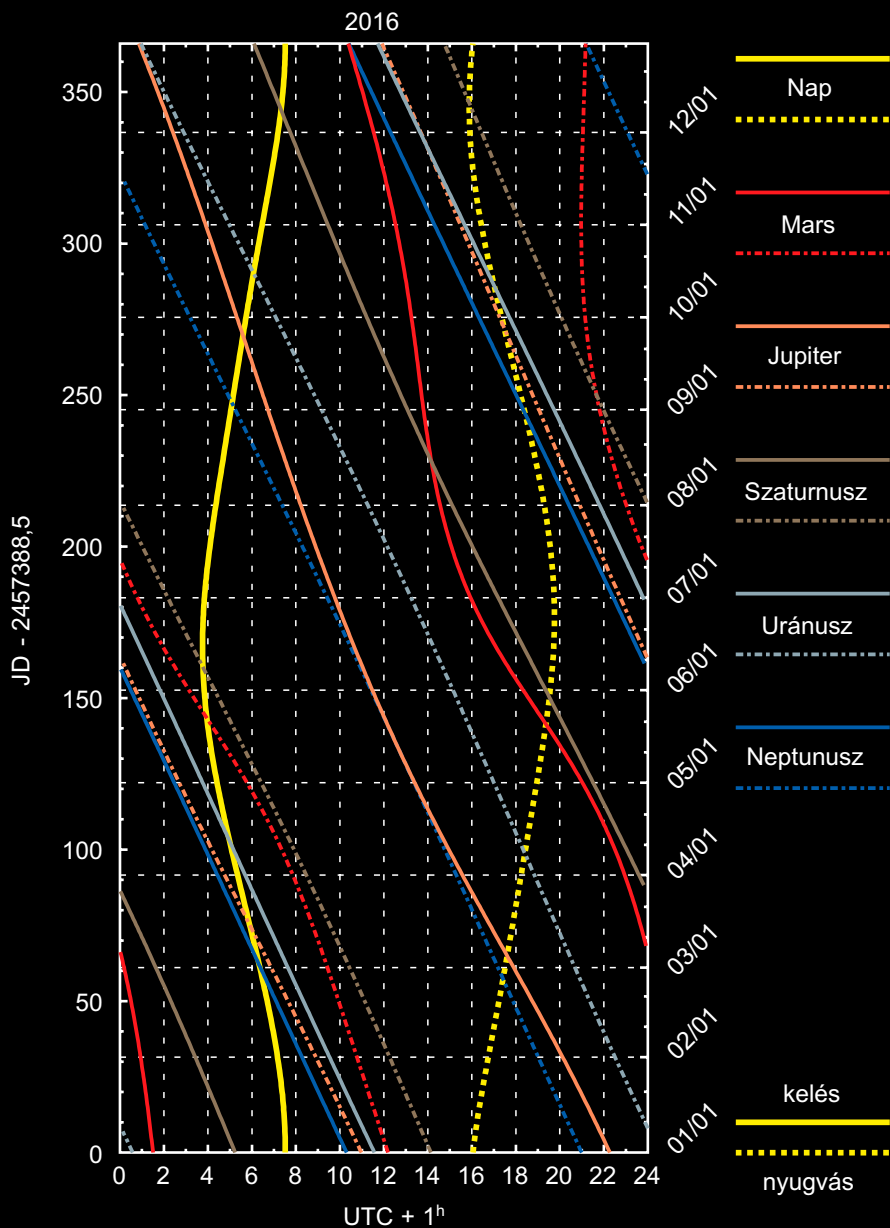
Alul: Óriásbolygó által nyitott rés a protoplanetáris korongban. A színskála a gáz felületi sűrűségét jellemzi.

IV–VII. oldal ábrái Regály Zsolt: Távoli bolygórendszerek felfedezése és keletkezése című írásához. A IV–V. oldal ábráinak forrása: <http://exoplanets.org>

Belső bolygók kelése és nyugvása

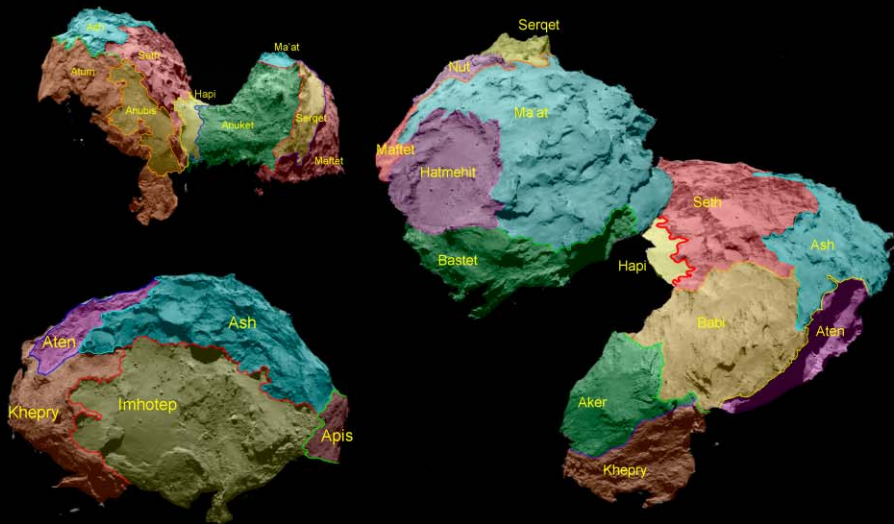


Külső bolygók kelése és nyugvása

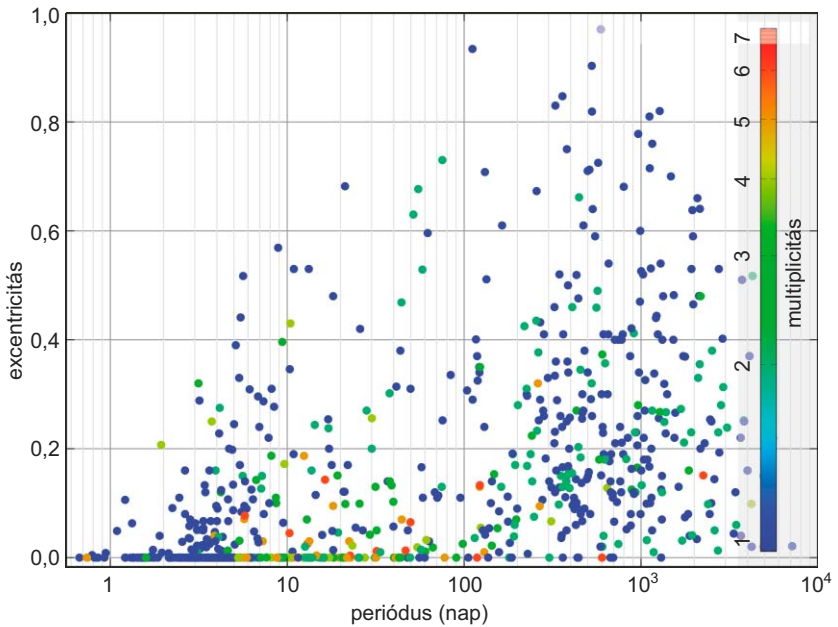
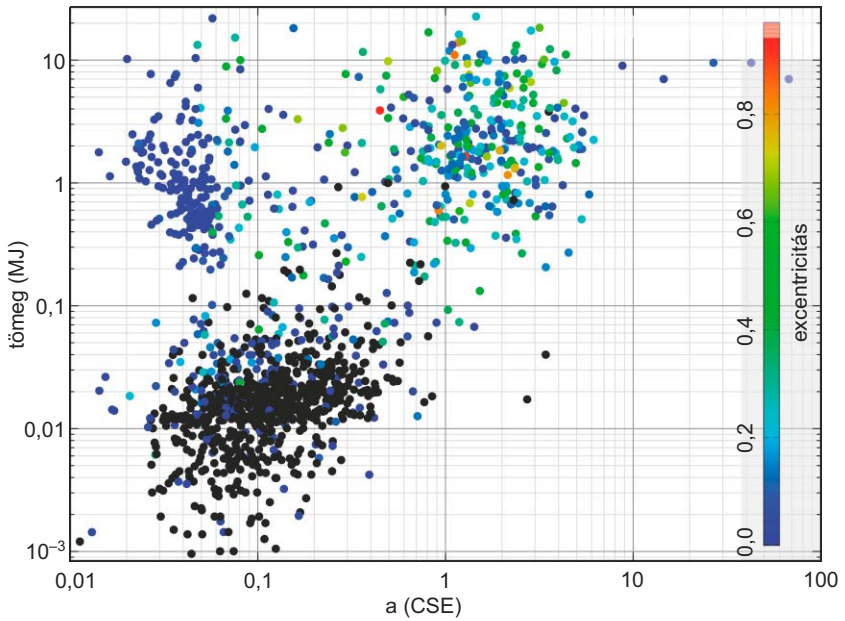




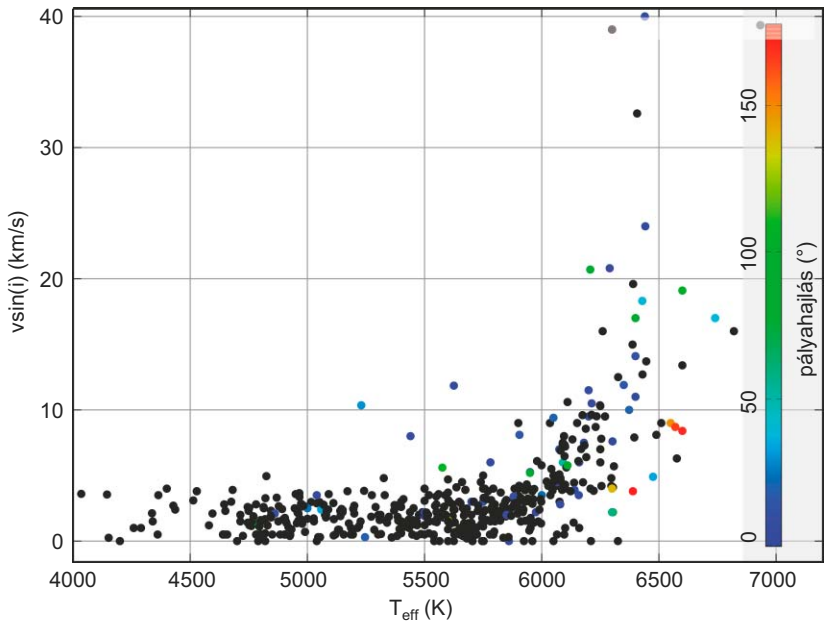
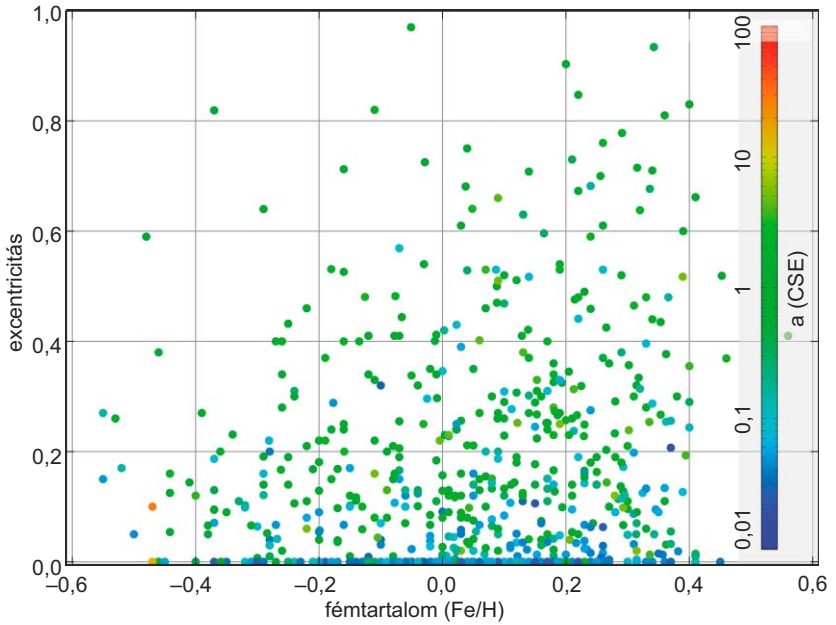
Tóth Imre: Az üstökösök megismerésének mérföldkövei 2., 13. ábra



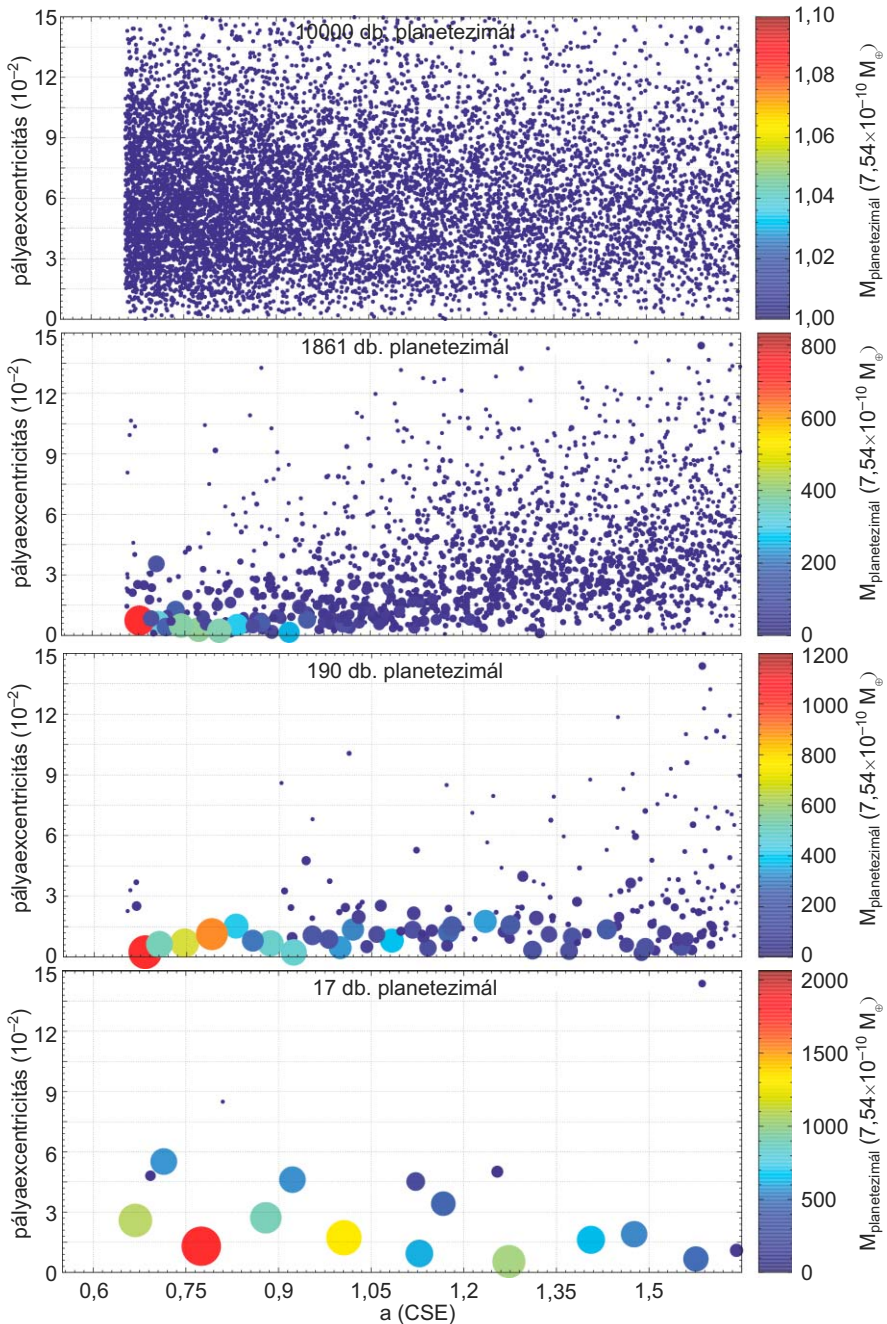
Tóth Imre: Az üstökösök megismerésének mérföldkövei 2., 18. ábra



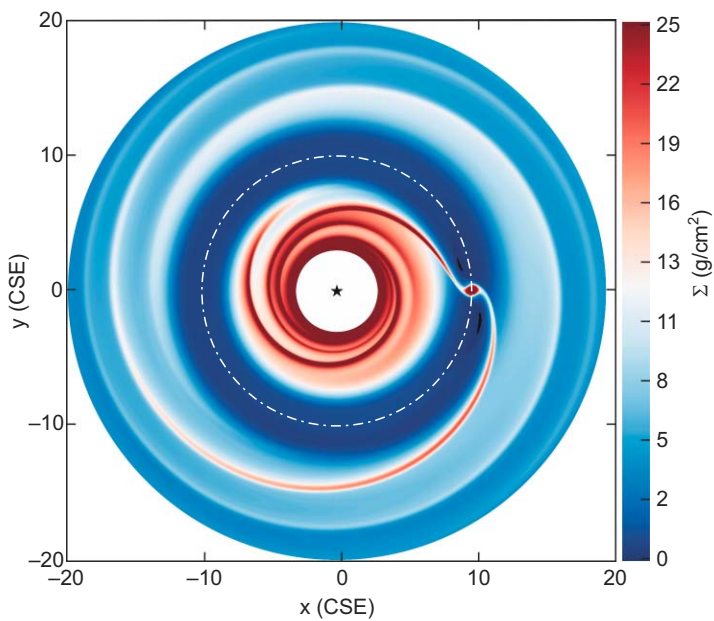
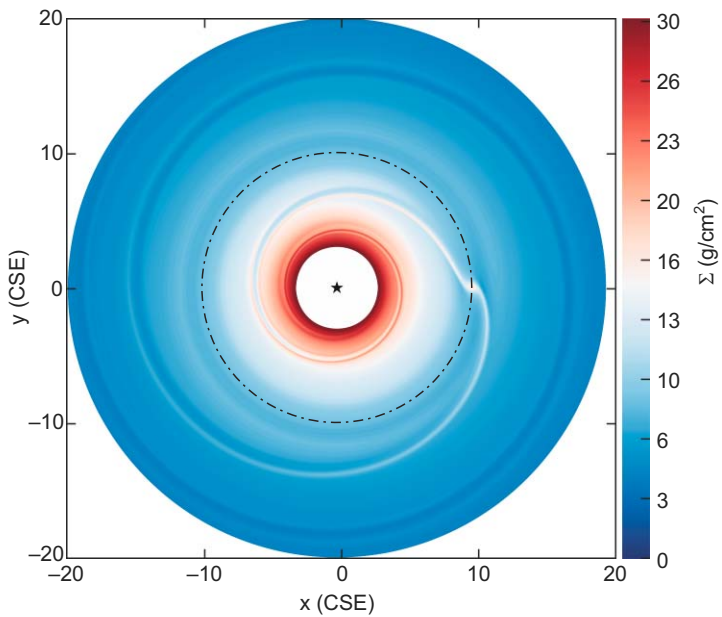
Regály Zsolt: Távoli bolygórendszerek felfedezése és keletkezése, 2. és 3. ábra



Regály Zsolt: Távoli bolygórendszerek felfedezése és keletkezése, 4. és 5. ábra



Regály Zsolt: Távoli bolygórendszerek felfedezése és keletkezése, 6. ábra



Regály Zsolt: Távoli bolygórendszerek felfedezése és keletkezése, 7. és 8. ábra





Neptunusz pályája



mikrométeres por



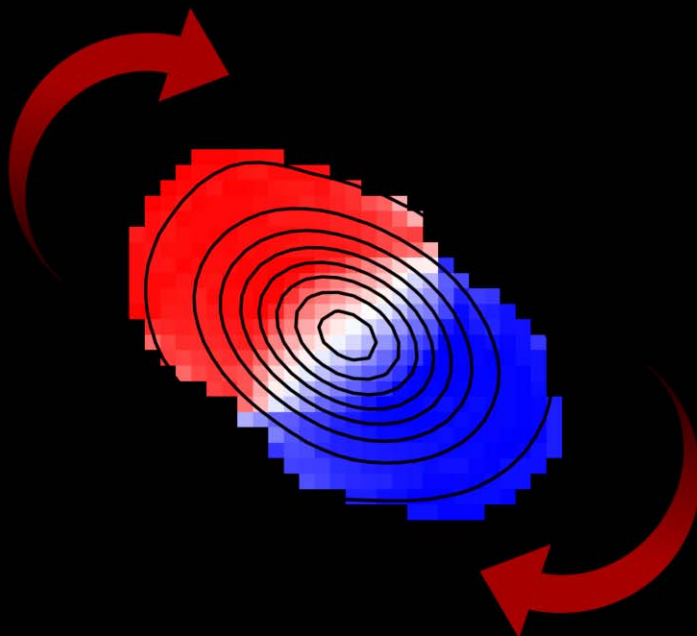
milliméteres por



60 CsE



Kóspál Ágnes – Moór Attila: Hogyan látja az ALMA a fiatal csillagok korongjait?, 3. ábra



Kóspál Ágnes – Moór Attila: Hogyan látja az ALMA a fiatal csillagok korongjait?, 7. ábra



Gabányi Krisztina – Frey Sándor: Legközelebbi galaxisszomszédaink, a Lokális Csoport, 2. ábra



Gabányi Krisztina – Frey Sándor: Legközelebbi galaxisszomszédaink, a Lokális Csoport, 3. ábra



Gabányi Krisztina – Frey Sándor: Legközelebbi galaxisszomszédaink, a Lokális Csoport, 4. ábra

VIII-IX. oldal

A VIII. oldalon: Az ALMA által eddig elkészített legélesebb kép a HL Tau nevű fiatal csillag körüli korongot ábrázolja. A sötét és világos sávokat alkotó szerkezetet korábban még sosem sikerült megfigyelni. A korong szerkezete a benne kialakuló bolygókkal való kölcsönhatás eredménye lehet, és elképzelhető, hogy a sötét sávok a bolygók pályáját jelzik.

A IX. oldalon: Méretarányosan ekkora lenne a Naprendszer a HL Tau korongjával összehasonlítva. (Forrás: ALMA, ESO/NAOJ/NRAO)

X. oldal

Felül: A milliméter méretű porra érzékeny ALMA-mérések azt mutatják, hogy ezek a porszemcsék aszimmetrikusan helyezkednek el az Oph IRS 48 nevű fiatal csillag körül. A zöld színnel jelölt porcsapdában az összegyűlő nagyobb porszemcsék ideális helyen vannak ahhoz, hogy kilométeres méretre nőjenek, és üstökösanyagokat hozzanak létre. (Forrás: ALMA, ESO/NAOJ/NRAO, Nienke van der Marel)

Alul: A szén-monoxid gáz keringési sebessége az AK Sco nevű fiatal kettőscsillag körüli korongban. Az ALMA a Doppler-effektus segítségével láthatóvá teszi a CO-molekulák mozgását: a kék terület hozzánk közeledik, a piros terület tőlünk távolodik, ahogy a nyilak szemléltetik. A Kepler-törvények segítségével ebből kiszámolható, mekkora a központi kettőscsillag tömege. (Forrás: Czekala et al., 2015)

VIII-X. oldal ábrái Kóspál Ágnes – Moór Attila: Hogyan látja az ALMA a fiatal csillagok korongjait? című írásához.

XI. oldal

Felül: A Sextans A törpe irreguláris galaxis. Átmérője nagyjából 5000 fényév. 100 millió évvel ezelőtt indult be itt a heves csillagkeletkezés (ennek kiváltó oka egyelőre ismeretlen). Nagy tömegű csillagok keletkeztek, amelyek rövid életük után szupernóvaként felrobbanva további csillagkeletkezési folyamatot indítottak be, végeredményként egy táguló héjszerkezetet hozva létre. A képen látható kék források a Sextans A fiatal, a narancsszínűek az előtérben a Tejútrendszer idősebb csillagai (S.D. Van Dyk (IPAC /Caltech) et al., KPNO 2 m Telescope, NOAO). Forrás: http://apod.nasa.gov/apod/image/9811/sextansa_kpno_big.jpg

Alul: A Magellán-áramlás (rózsaszín, hamisszínes) egy optikai és rádióhullámhosszakon végzett mérés kombinálásával készült képen. A Tejútrendszer sávja (kék) a kép közepén húzódik végig. A két Magellán-felhőt, galaxisunk kísérőit jobb oldalt alul fehér foltok jelzik (D. L. Nidever et al., NRAO/AUI/NSF & A. Mellinger, LAB Survey, Parkes Obs., Westerbork Obs., Arecibo Obs.). <http://sci.esa.int/science-e-media/img/1f/heic1314b.jpg>

XII. oldal

Szimulációk szerint így festene az éjszakai égbolt 4 milliárd év múlva, amikor az Androméda-galaxis először érné el a Tejútrendszert. Addigra azonban a Nap már felperzseli az életet a Földön... (NASA, ESA, Z. Levay, R. van der Marel (STScI), T. Hallas, A. Mellinger). Forrás: <http://cdn.spacetelescope.org/archives/images/large/opo1220h.jpg>

XI-XII. oldal ábrái Gabányi Krisztina – Frey Sándor: Legközelebbi galaxiszomszédaink, a Lokális Csoport című írásához.

KISS LÁSZLÓ

Az MTA CSFK Csillagászati Intézetének 2014. évi tevékenysége

A magyar csillagászat legnagyobb intézményének a beszámolási időszakban összesen 78 munkatársa volt, akik közül 42 dolgozott kutatói állományban (22 PhD/kandidátus, 10 MTA doktora és 1 akadémikus). A 35 év alatti kutatók száma 15 volt, ami egészséges koreloszlást jelent az utánpótlás szempontjából. Alapfeladatunk a tudományos kutatás, és emellett részt vettünk a felsőoktatásban egyetemi oktatóként és témavezetőként, valamint jelentős aktivitást fejtettünk ki a tudományos eredmények minél nagyobb körhöz való eljuttatásában is. Mindezeket részben az akadémiai alaptámogatásból, részben pedig saját pályázati bevételekből finanszíroztuk.

Tudományos eredmények

Az intézet kutatói 2014-ben 150 tudományos közleményt publikáltak, ebből 85 referált nemzetközi szakfolyóiratban jelent meg. Publikációs tevékenységünk kapcsán kiemelendő, hogy cikkeink többségét a csillagászat legnagyobb hatású lapjai fogadták el közlésre, ami a nemzetközi élvonalhoz tartozás jó indikátora. Közleményeink teljes bibliográfiája elérhető a Magyar Tudományos Művek Tára (MTMT) adatbázisában (mtmt.hu).

A tudományos eredmények elsősorban csillagászati megfigyelések elemzésén alapultak. A 85 cikkből 7 publikáció volt tisztán elméleti, vagy áttekintő munka; a földfelszíni adatokra alapozott cikkekből 9 használt a Piszkestetői Observatóriumban készült méréseket, további 12 pedig egyéb műszereket (debreceni napfoltkatalógus, HATNet, Légyszem, ESO, OPTICON, CHARA, Keck). Publikációink alapján egyértelmű, hogy az űrobservatóriumok uralták kutatásainkat: 12-12 cikk jelent meg a Kepler- és a Herschel-űrtávcső adataira alapozva, 8 cikk napszondák, 5 cikk marszondák, 4 cikk a CoRoT és a MOST űrtávcsövek, 2 cikk pedig a HST eredményeit mutatta be. A maradék bő tucatnyi közleményben irodalmi

eredmények újraértelmezését, illetve publikus adatbázisokra alapozott kutatásokat jelentettünk meg. Noha az űrcsillagászati módszerek alkalmazása elsődleges volt, a tudományterületek kellően változatosak egy pezsgő és folyamatosan megújuló kutatóintézetet mutatnak. Az alábbiakban a teljességre törekvés nélkül adunk ízelítőt a 2014-ben publikált tudományos eredményeinkből.

A csillagok belső szerkezete és pulzációja

Az intézet hagyományos kutatási témái közül a pulzáló változócsillagok vizsgálatai alakultak át a legmarkánsabban az elmúlt években. A klasszikus instabilitási sávba eső δ Scuti, RR Lyrae és cefeida típusú változók mellett megjelentek a fehér törpék, a vörös óriások és szuperóriások, illetve az olyan különleges csillagrezgések, amelyeket űrfotometriai adatokból lehetett felfedezni. Az utóbbiakhoz kapcsolódik az a friss vizsgálatunk, amelynek során felfedeztük a CoRoT műhold adataiban az első „szívdobbanásos” kettős rendszert: a szoros kettőscsillag egyik komponense csillagrezgéseket mutat az elnyúlt pályán keringő kísérő periodikusan változó árapályhatásai miatt. Meghatároztuk a kettős rendszer jellemzőit és becsült korát, amely 1 milliárd évnek adódott.

Az RR Lyrae-változók kapcsán folytattuk az átlagosan fél napos pulzációs periódusú és akár 1 magnitúdós amplitúdójú csillagtípus mindmáig biztos magyarázat nélküli jelenségének, a Blazskó-effektusnak a vizsgálatát. A több tíz vagy akár több száz napos időskálán változó amplitúdó és pulzációs fázis modulációját tanulmányoztuk a CoRoT- és a Kepler-űrtávcső adatai alapján mező RR Lyrae-kre, míg egy intenzív piszkésetői kampány az M3 gömbhalmazhoz tartozó RR Lyrae-k vizsgálatát tette lehetővé.

A CoRoT által észlelt blazskós RR Lyrae csillagoknál is megtaláltuk a perióduskettőződésre jellemző jeleket: a váltakozó, kis és nagy maximumokat és a fél-egész frekvenciákat, amelyek a Kepler-űrtávcső adataiból már korábban adódtak. A perióduskettőződés időnkénti megjelenése, illetve a további frekvenciák amplitúdójának rendkívüli változékonysága nagyon komplex fizikai folyamatokat sugall, a radiális rezgések mellett feltehetően nemradiális rezgések is jelen vannak.

Tizenöt Blazskó-effektust mutató RR Lyrae csillag fénygörbéjét redukáltuk újra és vizsgáltuk a Kepler-űrtávcső adatai alapján. A szisztematikus hibákat az egyedi pixelek vizsgálatával szűrtük ki, így a valaha mért leghosszabb folytonos és a legpontosabb egyedi mérésekből álló adatsorokat kaptuk. Ezek a publikussá tett adatok még hosszú évekig egyedülállóak lesznek. A minta 80%-a (12 csillag) többszörösen moduláltnak mutatkozott. Ez az arány sokkal magasabb bármely korábban publikálnál.

Az M3 RR Lyrae csillagairól kiterjedt felmérést készítettünk a Piszkés-tetői Observatórium Schmidt-távcsövével. Felfedeztük, hogy a tíz kétmódusú változó közül 4 mindkét radiális módusa nagy amplitúdójú Blazskó-modulációt mutat. Kiderült, hogy a modulált csillagokra a normál rezgések periódusaránya különbözik a többinél mérhető aránytól. A gömbhal-mazokhoz tartozó csillagok esetében az ilyen vizsgálatok jelentőségét az adja, hogy jó közelítéssel azonos korú és kémiai összetételű csillagok vizsgálhatók együttesen, szemben a galaktikus mezőhöz tartozó heterogén mintákkal.

A Blazskó-effektushoz hasonló moduláció jelentkezik más csillagtípusokban is. A V473 Lyrae az egyetlen cefeida a Tejútrendszerben, amely nagyon hasonló amplitúdó- és fázisváltozásokat mutat. A moduláció vizsgálatához összegyűjtöttünk minden elérhető fotometriai megfigyelést és radiálissebesség-adatot. A vizsgálat megerősítette, hogy a csillag a második radiális felhangban pulzál. A több mint 40 évet lefedő adatsor segítségével sikerült kimutatnunk egy második, körülbelül 14,5 éves periódusú modulációs ciklust is a csillagban.

A fiatal pulzáló szuperóriás cefeidák vizsgálatában új módszereket vezettünk be. Immáron több műszer is rendelkezésre áll optikai spektroszkópián alapuló hazai radiálissebesség-mérésekre, amelyeket a szombathelyi ELTE Gothard Asztrofizikai Observatórium kutatóival együttműködve folytattunk a fényesebb északi cefeidákra. A V1344 Aquilae spektroszkópiai kettősségének kimutatása után az FN Aquilae is spektroszkópiai kettősnek bizonyult. A Hubble-űrtávcső ACS műszerével pedig az RS Puppis különleges cefeidát vizsgáltuk meg. A csillag érdekessége, hogy reflexiós köd veszi körül, amelynek fényessége változik, ahogyan a csillagról érkező sugárzás kifelé terjed. A köd néhány csomósodásának fényváltozását vizsgálva a cefeida fényességváltozásához viszonyított fáziskésésből megállapítottuk a cefeida távolságát: 1910 ± 80 pc. Ez a 4,2%-os bizonytalanság rendkívül pontos érték egyéb vizsgálatok eredményeivel összehasonlítva.

A csillagkeletkezési területek legnagyobb tömegű csillagai a vörös szuperóriások, amelyek több száz napos pulzációs periódusokkal végzik félszabályos rezgéseiket. A Per OB1 asszociáció két vörös szuperóriásáról interferometriai méréseket végeztünk a csillagok minél pontosabb fizikai jellemzése céljából. Az RS Per és T Per infravörös H-sávban végzett észleléseihez a Michigan Infra-Red Combiner műszert használtuk a CHARA interferometriai távcsőhálózaton. A csillagok felszínét első közelítésben peremsötétetett korongokkal modelleztük, majd Bayes-algoritmussal meghatároztuk a csillagfelszíneken található foltok legvalószínűbb számát. A számított effektív

hőmérsékletek a vörös szuperóriásokra a közelmúltban bevezetett forróbb hőmérsékletskálát támasztják alá. Vizsgálataink alapján a közeli-infravörösben a csillagfluxus 3-5%-a forró foltokból származik.

Aktív jelenségek csillagokon

A csillagfoltok hatása a forgási periódussal változó fényességben és színképvonalprofilokban tanulmányozható. Miként a pulzáló csillagok kutatásában, úgy az aktív csillagok vizsgálatában is fontos szerepet kaptak az úrfotometriai mérések. A Kepler-adatbázis adataiban 39 gyorsan forgó ($P_{rot} \sim 1$ nap) kései típusú csillag négy évnyi fénygörbéjét elemeztük. Idő-frekvencia analízis segítségével 300-900 nap hosszú aktivitási ciklusra utaló jeleket találtunk. A ciklusokat a differenciális rotáció és a ciklus során a pillangó-diagramhoz hasonlóan változó foltszélesség, és így az ezek miatt változó mérhető forgási periódus segítségével mutattuk ki. Ezek az eredmények a rotáció-ciklushossz diagram eddig kevésbé tanulmányozott, a gyorsan forgó csillagokat tartalmazó részét egészítik ki.

Erősen aktív csillagok több évtizedes folyamatos fotometriájából megfigyelhető, hogy a hosszú távú fényességváltozás mértéke a legmélyebb minimumtól a maximális fényességig akár 1 magnitúdó is lehet. Ekkora fényváltozás már túl nagy ahhoz, hogy teljes mértékben magyarázható legyen a csillag felszínén levő foltok és fáklyamezők megjelenésével és eltűnésével, ahogy azt a Napon láthatjuk. Vizsgálatainkhoz három csillagra 30-40 év alatt gyűjtött többszín-fotometriát használtunk fel, amelyek többségét automata távcsövek mérték. A csillagok effektív hőmérsékletét a fotometriai színindex-hőmérséklet összefüggésből határoztuk meg. Eredményeink azt mutatják, hogy a teljes fluxusváltozásnak csak egy része (30-50%-a) magyarázható hőmérséklet-változással. Felvetettük, hogy az aktivitási ciklusok alatti erős és változó mágneses tér miatt a csillagok sugara is változik, ami magyarázhatja a három vizsgált csillagon tapasztalt anomális fényesség- és luminozitásváltozást.

Napaktivitás

A Napon zajló jelenségek tanulmányozására a központi csillagunkat folyamatosan észlelő műholdak adatai mellett a hosszú időt lefedő napfoltkatalógusunk is kiválóan alkalmas. Kutatásainkkal mind a rövid időskálájú és nagy energiafelszabadulással járó eseményeket, mind a 11 éves napfoltciklust egyaránt lefedtük.

Előbbire jó alkalmat szolgáltatott a 2011. június 7-i látványos protuberanciárobbanás (Coronal Mass Ejection, CME), amely során a Solar Dynamic Observatory Atmospheric Imaging Assembly (SDO/AIA) észlelései

egy kifényesedést mutattak a kiterjedő CME és egy szomszédos aktív vidék találkozásánál. Magnetohidrodinamikai szimulációval és mágneses topológia modell alapján bebizonyítottuk, hogy a CME mágnesesen átkötődött a szomszédos aktív vidék mágneses terével, és a kifényesedés az átkötődési régió körüli in situ plazmafűtés eredményeként jött létre.

A szoláris aktív hosszúságokról publikált cikkünkben leírtuk azt az eljárást, amellyel a legmegbízhatóbban lehet azonosítani a kiemelkedő aktivitású szoláris hosszúsági sávokat (aktív hosszúságokat) és hosszúságbeli vándorlásuk követését. Az aktív hosszúság körülbelül 7 éven keresztül előretartó, ezután ugyanennyi ideig hátráló mozgást végez, nem mutat ciklusfüggést, és kimutatható a flip-flop jelenség. A legfontosabb eredmény az, hogy az aktív hosszúsági sávban a foltok felbukkanásának időbeli változása 1,3 éves ingadozást mutat, ami a konvektív zóna alsó határánál észlelt hasonló periódus miatt azt a magyarázatot kínálja, hogy az aktív hosszúsági sáv közvetlen kapcsolatban állhat a konvektív zóna aljával, míg a többi aktív vidék valószínűleg magasabb rétegekből származik.

A napfoltok flerek előtti dinamikájáról publikált vizsgálatunk a flerelőrejelzés új lehetőségét vetíti előre. Az általunk definiált foltközi mágneses fluxusgradiens – a potenciáltértől való eltérés lehetséges nyomjelző adata – olyan jellegzetes fler előtti viselkedést produkál, amely alkalmasnak látszik a várható fler adatainak becslésére. Az említett paraméter néhány napig erőteljesen növekszik, majd a maximum után csökkenni kezd, és néhány (jellemzően körülbelül 8) óra múlva bekövetkezik a fler.

Csillag- és bolygókeletkezés, az intersztelláris anyag fizikája

A csillagközi anyagból kialakult struktúrák vizsgálata változatos kutatásokat tesz lehetővé, komplex numerikus modellezésektől egészen az optikai, infravörös és rádiócsillagászati megfigyelésekig. Részletes szimulációkkal megvizsgáltuk, hogy egy protoplanetáris korongban az örvények hogyan hatnak gravitációsan egy olyan bolygóra, amelyik az örvény felé vándorol vagy az örvényben keletkezett. Megmutattuk, hogy a bolygó kezdeti távolságától függetlenül a bolygó helyzete rögzül az örvényhez képest, illetve kimutattuk, hogy egy igen kis tömegű bolygó is elhagyja az örvény középpontját, de csapdába esik. A bolygók csapdázódása miatt az örvények folyamatos bolygóképző helyek lehetnek. Részben ehhez kapcsolódóan megvizsgáltuk a fiatal (1-5 millió éves) protoplanetáris korongok infravörös tartományban kisugárzott szén-monoxid-vonalainak keletkezését. Számításaink szerint a korong a bolygó hatására globálisan excentrikussá válik, ami a vonalprofil alakját eltorzítja. A talált spektroszkópiai jelenség segítségével vizsgálhatók a bolygókeletkezési elméletek jóslatai.

A kitöréseket mutató fiatal csillagok egyik nevezetes példánya, az EX Lupi rendszerében egy 5 éves radiálissebesség-monitorozás és egy 14 napos optikai-infravörös mérősorozat alapján kimutattunk egy stabil, 7,417 napos periódusú sebességelet, amelynek teljes amplitúdója 4,4 km/s. A periódus jól illeszthető egy 0,6 naptömegű központi csillag körül keringő kis tömegű objektummal, amelynek becsült minimális tömege $15 M_{Jup}$, pályája pedig 0,24-es excentricitású. Realisztikus csillagfoltok nem illeszkednek a megfigyelésekhez. A számított modell szerint a rendszerben egy akkréciós oszlop kering, szinkronban a kísérő mozgásával. Ha a magyarázat helyes, úgy a kísérő tömege az úgynevezett barnatörpe-sivatagba esik.

Három új eruptív fiatal csillagot azonosítottunk a Lynds 1340 molekulafelhőben. Egyikük a csillagot övező gázfelhők morfológiája alapján 6-8 ezer éve esett át nagy kitörésen, kettő pedig az elmúlt évtizedekben változtatta nagy amplitúdóval a fényességét. Eredményeink azt mutatják, hogy a fiatal csillagok kitörésének időtartama és amplitúdója nem szükségszerűen függ a csillag fejlettségi állapotától.

Exobolygórendszerek

A PLATO az ESA 2024-ben indítandó exobolygó-kereső missziója, amelyet 2014. februárban fogadott el az Európai Űrügynökség. Az egyedülálló távcsőrendszer célja a bolygórendszerek fejlődésének vizsgálata és lakható kőzetbolygók felfedezése, a bolygóparaméterek (sugár, tömeg, sűrűség, kor) pontos mérésével. A magyar hozzájárulás sarokpontjai – egyebek mellett – a képeken telítésbe menő csillagok fotometriája, exoholdak keresése és a klasszikus pulzáló változócsillagok vizsgálata lesznek.

Analizáltuk a Kepler-13b bolygó teljes Kepler-adatsorát (928 nap), hogy megerősítsük az exobolygó csillag előtti átvonulása hosszának szekuláris fejlődését, és azonosítsuk a csillagtól származó forgási és aktivitási jeleket. Kimutattuk a tranzit időtartamának, mélységének és aszimmetriájának lassú változását, amely a pályaprecesszióra, végeredményben a gazdacsillag forgására vezethető vissza. Igazoltuk, hogy minden harmadik tranzit nagyon hasonló vetületű csillagkorong előtt zajlik le, ami megerősíti a pontos 5:3 rezonanciát a csillag forgása és a bolygó keringése között.

A HATNet (Hungarian-made Automated Telescope Network) projekt sűrűn mintavételezett fotometriai idősorai felhasználásával a Praesepe (M44/NGC 2632) exobolygókat is tartalmazó nyílthalmaz 381 csillagára végeztünk Fourier-analízist. Tíz δ Scuti és más típusú változó detektálása mellett azonosítottunk 180 rotációs (csillagfoltos) változót is. Ezek a csillagok elég szoros periódus-szín relációt követnek az F-G-K színképosztályokban. Az adatok alátámasztják azt a korábbi eredményt, amely szerint

a girokronológiai kormeghatározás azonos korra utal a Hyadok és a Praesepe összetevésekor. A két forró jupitert tartalmazó csillag közül a rövidebb keringési periódusú bolygó központi csillagának mintegy 2 nappal rövidebb a forgási periódusa, mint a hasonló színű többi csillagé. Az eredmények arra utalnak, hogy a csillag-bolygó árapályerők kölcsönhatása lényeges lehet a forró jupiterek tartalmazó rendszereknél.

Publikáltuk négy, a HATNet projekt által felfedezett forró jupiterre vonatkozó analízist és a bolygórendszerek paramétereit. Fontos kiemelni, hogy a négy rendszer közül többnél további bolygók létezése is gyanítható a radiális sebességek alapján.

A Naprendszer égitestjei

Kisbolygók, üstökösök, Neptunuszon túli égitestek, a Mars, a Rosetta-szonda és laboratóriumi meteoritelemzések fémjelzik az intézetben a Naprendszerrel kapcsolatban folyó kutatásokat. Geokémiai laboratóriumtól optikai és infravörös teleszkópokig, illetve helyszíni megfigyeléseket végző űrszondákig terjednek a mérési adatok forrásai.

A Herschel-űrtávcsővel észlelt égitestek albedói és színei alapján két elkülönülő csoportot sikerült azonosítanunk a Neptunuszon túli populációkban. Az észlelt bimodalitás bizonyíték arra, hogy a fiatal Naprendszerben létezett egy összetételbeli elkülönülés a közeli (körülbelül <30 CSE) és a távoli égitestek keletkezésekor.

A Siding Spring-üstökös 2014 novemberében 40 000 km-re haladt el a Marstól, és a csóvája súrolta a vörös bolygó felszínét. Az üstököst korábban a Herschel-űrtávcső PACS kamerájával figyeltük meg. A kóma analízisével becslést adtunk a portömegre és a porkeletkezési rátára, és a várthoz képest több nagy szemcsét találtunk a kómában. Becslésünk szerint az aktivitás 6 hónappal a PACS-mérések előtt, a Naptól 8 CSE távolságban kezdődött.

Sikerült űrszondás optikai és infravörös mérések segítségével megállapítani, hogy a Mars északi cirkumpoláris zónájában tavasszal mikroszkopikus méretskálán a vízjég és az ásványi felületek között előfordulhat az úgynevezett interfaciális folyékony víz. Modellszámításokkal kimutattuk, hogy az ilyen térségekben a főleg nyáron képződő és a légkörből kiülepedő H₂O lassan, de lebomolhat, megváltoztatva a kémiai környezetet.

Részt vettünk a Rosetta-űrszonda OSIRIS kamerájával a 67P/Churyumov–Gerasimenko üstökös magjának megfigyelésében és a forgási paraméterek meghatározásában. Azt találtuk, hogy a 67P tengelyforgási ideje jelentősen megváltozott a 2009-es perihéliuma idején, valószínűleg a szublimáció által keltett forgatónyomaték miatt. Nincs jele egyszerre több periódus létének a fénygörbékben, ami arra utal, hogy az üstökös mag

jelenleg egyszerű forgásállapotban van, a forgástengelye a legnagyobb főtehetetlenségi nyomaték tengelye. A Philae leszállásának és hosszú időtartamú munkájának előkészítésére meghatároztuk a 67P üstökös magjának Nap általi megvilágítási viszonyait.

Kimutattuk az NWA 2086 meteorit kondrumaiban az egykori forró, ásványátalakító fluidhatást, emellett a vas-oxidok szöveti előfordulása alapján azt is demonstráltuk, hogy a kérdéses meteorit eredeti forrásrégiója valószínűleg mélyebben volt a szülőégitestben a Mokoia és Bali meteoritokénál, de nem olyan mélyen, hogy jelentős termális átalakulás történjen benne.

Extragalaktikus kutatások, gammakitörések

Feldolgoztuk egy feltételezett kettős aktív galaxismag (AGN) nagy felbontású rádióinterferométeres méréseit, amelyek az Európai VLBI Hálózat (EVN) készültek 1,6 és 5 GHz-en. A forrást optikai színképvonalai alapján sorolták a valószínűsíthető kettősök közé. A rádiómérésekkel csak egy kompakt objektumot sikerült kimutatni, tehát ha van is kettős az aktív galaxisban, akkor is csak az egyikük rádiósugárzó. Emellett tanulmányoztunk egy másik, feltételezhetően szintén kettős szupernagy tömegű fekete lyukat. Ebben a kutatásban a másodlagos fekete lyuknak az elsődleges fekete lyuk anyagkifújására kifejtett gravitációs perturbáló hatását modelleztük. A forrás szabadon elérhető rádióinterferométeres adatait értelmeztük.

A legnagyobb publikus gammakitörés-mintában $1,6 < z < 2,1$ vöröseltolódásnál statisztikusan szignifikáns csomósodást mutattunk ki. Ez a többlet a szögeloszlásban nem magyarázható meg ismert kiválasztási hibákkal, és ennek következtében nagyon valószínűtlen, hogy csak a véletlen hozza létre. A hatalmas szerkezet tízszer olyan messze van, mint a Sloan „Nagy Fal”, nagyjából tízmilliárd fényév távolságban.

Műszerfejlesztés

Az intézeti Herschel-csoport a vezetője annak a nemzetközi projektnek, amelynek célja, hogy a ESA Herschel űrobszervatórium PACS műszerének az archívumban található térképein azonosítsa a pontforrásokat, és az eredményekből egy egységes fotometria pontforrás-katalógust állítson össze. 2014-ben befejeződtek a megvalósíthatósági tesztek, és elkészült az automatikus feldolgozó szoftver. Emellett folyamatosan részt vettünk a Herschel PACS kalibrációs feladataiban, beleértve a műszerek párhuzamos módban készült térképeinek hivatalos tesztelését.

Megvizsgáltuk a mikro-elektromechanikus (MEMS) gyorsulásérzékelők alkalmazhatóságának lehetőségét, amivel pontos visszajelzés kapható egy távcső helyzetéről. Ezen érzékelők használata teljesen független visszajelzést ad az általában használt elektronikai, optikai vagy mechanikus rendszerektől. Célunk az ívperc alatti pontosság elérése volt. Mivel az általunk választott érzékelő gyárilag néhány fokos pontosságra képes, szükséges volt kalibrálni ezeket az eszközöket a kitűzött pontosság eléréséhez. Kidolgoztuk és publikáltuk a teljes kalibrációs eljárást, valamint azt, hogy hogyan illeszthetők be ezek az érzékelők a már működő rendszerek mellé, növelve a távolról vezérelhető vagy autonóm távcsövek működésének biztonságát és megbízhatóságát.

Megépítettük az ország első hexapod-alapú, digitális zenitkamera-rendszerét. Ez egy olyan kombinált csillagászati-geodéziai mérőműszer, amelynek segítségével a függőön-elhajlást lehet pontosan kimérni. A zenitkamerák lelke egy precíziós dőlésmérő szenzorpar. A munka során meghatároztuk, hogy egy hexapod-alapú, így limitált forgástartományú zenitkamerának mi lehet az elvárt pontossága a teljes (180 fokos) elforgatású „klasszikus” zenitkamerákhoz képest. Eredményeinket nemcsak ezen hexapod-alapú zenitkamera esetén lehet alkalmazni, hanem minden olyan esetben, ahol a műszerezettség dőlését valamilyen formában korrigálni kell (például elektronikus teodolitok, graviméterek vagy más, hexapod-alapú távcsövek esetében).

Párbeszéd a tudomány és a társadalom között

A csillagászat azon kevés természettudományok egyike, amelyre a szélesebb közvélemény is figyel. Eredményei rendre megjelennek a nyomtatott és elektronikus sajtóban. Az érdeklődés fenntartásában, az új eredmények szélesebb megismertetésében és a külföldi szakmai eredmények szakszerű tolmácsolásában az intézet kutatói tudatosan és nagy elkötelezettséggel vesznek részt. 2014 során a tudománykommunikációs aktivitásunkat egy konzorciális TÁMOP-pályázat támogatta, amelyet a tudományos eredmények disszeminációja témakörben nyertünk el a szombathelyi ELTE Gothard Asztrofizikai Observatóriummal és a Vas Megyei TIT Egyesülettel együttműködésben. Az intézetből közel egy tucat kutató vett részt a projekt megvalósításában, amelynek fontosabb tevékenységei a beszámolási időszakban: (i) csoportvezetéssel összekötött rendszeres nyitva tartás a Piskéztetői Observatóriumban; (ii) a www.csillagaszat.hu csillagászati híroldal vezetése; (iii) rendszeres előadások a konvergenciaregiókban

(Mini Mindentudás Egyeteme); (iv) utazó planetáriummal látogatás iskolákban, nagyobb településeken; (v) csillagászati konferencia és tudomány-kommunikációs továbbképző workshop szervezése műszaki-természettudományi szakos egyetemisták és doktoranduszok bevonásával; (vi) diákverseny szervezése és lebonyolítása középiskolások számára (Prométheusz 2014). Mindentől függetlenül folytattuk a korábbi években megszokott ismeretterjesztő és sajtóbeli megjelenéseket is (évente százas nagyságrendben ismeretterjesztő előadások tartása, riportok, interjúk).

Hazai és nemzetközi kapcsolatok, pályázatok

A beszámolási időszakban rendkívül eredményes intézményi kapcsolatokat tartottunk fent hazai csillagászati kutatóhelyekkel (Szegedi Tudományegyetem, Bajai Csillagvizsgáló, ELTE szombathelyi Gothard Asztrofizikai Observatóriuma). A közös kutatások mellett részt vettünk az egyetemi oktatásban és a doktori képzésben, meghirdetett előadásokkal, gyakorlatok tartásával, valamint szakdolgozati és doktori témavezetéssel. A 2014-es tanévben több mint két tucat kurzust tartottunk az ELTE-n, az SZTE-n, a Nyugat-magyarországi Egyetemen és a Debreceni Egyetemen.

A hosszabb ideje meglévő és folyamatosan gyümölcsöző nemzetközi együttműködések (CoRoT, Gaia, IRSES, KASC, Cesar, eHEROES, CHEOPS projektek) túl 2014-ben bekapcsolódtunk két EU-s COST Action végrehajtásába (asztrobiológia és „big data” témákban). Az év során számos esetben sikerült elnyerni észlelési időt csillagászati nagyműszerekre (NASA Hubble-űrtávcső, VLT, ALMA, ESO) nemzetközi együttműködésben. A benyújtandó pályázatok közös kidolgozásában együttműködtünk az MPA Heidelberggel és az STScI Baltimore-ral. Szoros együttműködés volt a Princeton University-vel (HATNet) az exobolygók kutatásában. Rendszeres megfigyeléseket végeztünk a Kanári-szigeteken az EU FP7 OPTICON programja támogatásával.

Az év során több jelentős hazai és külföldi találkozó és szakmai workshop megrendezésében vettünk részt: *New challenges in Earth- and environmental sciences in the Big Data era* (Szombathely, 2014. május 16–17.), *V. Fényszennyezés Konferencia* (Szombathely, 2014. június 13.), *Library and Information Services in Astronomy VII* (Nápoly, Olaszország, 2014. június 18–20.), *The Space Photometry Revolution, CoRoT-KASC joint meeting* (Toulouse, Franciaország, 2014. július 6–11.), *Nuclei in the Cosmos conference* (NIC XIII.) (Debrecen, 2014. július 7–11.), *OPTICON Space Awareness Con-*



Ötven csillagász doktorandusz hallgató több mint húsz európai országból: a *Scientific Writing for Young Astronomers* négynapos rendezvényének csoportképe a tihanyi Limnológiai Intézet vendégháza előtt.

ference (Rozhen/Szófia, Bulgária, 2014. szeptember), *Scientific Writing for Young Astronomers* (Tihany, 2014. augusztus 24–28.), *Fiatal csillagász és asztrofizikus kutatók találkozója VII* (Budapest, 2014. szeptember 17–19.), *A tudományos közlés művészete* (Tokaj, 2014. április 25–27. és Szombathely, 2014. szeptember 26–28.), *Astromineralogy Workshop II.* (Budapest, 2014. szeptember 29.), *Modern Analytical Methods Applied to Earth and Planetary Sciences* (Sopron, 2014. november 1.), *Planetáriumok és bemutató csillagvizsgálók szerepe az oktatásban III* (Pécs, 2014. november 17.).

Az intézet kutatói több hosszabb tanulmányutat tettek a Belga Királyi Obszervatóriumban, a Sheffieldi Egyetemen (Egyesült Királyság), a Princetoni Egyetemen (Egyesült Államok), az ESO központjában (Gar-



ching, Németország), az MPI für Astronomie-ban (Heidelberg, Németország) és Laboratoire d'Astrophysique-ban (Marseille, Franciaország). Vendégkutatókat fogadtunk Franciaországból, Németországból, az Egyesült Királyságból és az Egyesült Államokból. Az MTA támogatásával vendégprofesszorként három hónapra fogadtuk Erdélyi Róbertet, a Sheffieldi Egyetem professzorát.

2014-ben két új OTKA-pályázat indult el, illetve nagy sikerként könyvelhetjük el, hogy az MTA támogatásával két új Lendület-kutatócsoport alakult, Kóspál Agnes és Maria Lugaro vezetésével. A Csillagászati Intézet tagja lett az EU FP7 Opticon konzorciumnak, amelynek keretében új technológiájú, deformálható tükrök fejlesztésében veszünk részt.

PETROVAY KRISTÓF

Az ELTE Csillagászati Tanszékének működése 2014-ben

Személyi állomány

A tanszék személyi állománya 2014 őszén a következő volt:

Petrovay Kristóf tanszékvezető egyetemi tanár, Érdi Bálint egyetemi tanár, Balázs Béla emeritus professzor, Balázs Lajos egyetemi magántanár, Fáy-Siebenbürgen (Erdélyi) Róbert tudományos főmunkatárs, Forgácsné Dajka Emese adjunktus, Tóth L. Viktor adjunktus, Hevele Ildikó adminisztrátor.

Vendégoktatók: Marschalkó Gábor, Nagy Imre, Pál András, Süli Áron.

Doktoranduszok: Ágas Márton, Belucz Bernadett, Cseh Borbála, Czirják Zalán, Fehér Orsolya, Nagy Melinda, Sztakovics János, Tarczay-Nehéz Dóra.

Óraadók, külső előadók: Ábrahám Péter, Barcza Szabolcs, Bartha Lajos, Borkovits Tamás, Illés Erzsébet, Kálmán Béla, Kiss László, Kóspál Ágnes, Kővári Zsolt, Patkós László, Sándor Zsolt, Szegő Károly.

Munkatársaink közül Marschalkó Gábor 2014-ben megvédte PhD-értekezését.

Oktatás és ismeretterjesztés

A csillagász mesterszakon és az alapszakok csillagászat szakirányain zökkenőmentesen tovább folyt a bolognai rendszer szerinti oktatás. Egy TÁMOP pályázat támogatásával Tóth L. Viktor 3 új elektronikus egyetemi jegyzetet írt, amelyek online hozzáférhetőek. Címük: *A galaxisok világa; A Tejútrendszer szerkezete; Infrared Astronomy*. Planetáriumi műszerünket továbbra is intenzíven használjuk mind az oktatás, mind a tudományos ismeretterjesztés területén. Belucz Bernadett, Cseh Borbála és Fehér Orsolya az év során összesen 23 planetáriumi bemutatót tartott iskolai osztályok, szakkörök, ELTE-dolgozók, illetve szakmai érdeklődők részére.

A 2013. decemberi kari diákköri konferencia csillagászati szekciójában Molnár Dániel (tv. Tóth L. Viktor és Zahorecz Sarolta), valamint Rácz István és Pintér Sándor (tv. Tóth L. Viktor, Zahorecz Sarolta és Fehér Orsolya) dolgozata I. díjban, Tar Ingrid (tv. Frey Sándor) dolgozata pedig II. díjban részesült. Tudományos diákkörünk az ELTE TTK TDK támogatásával 2014-ben tanulmányúton járt Németországban. A bonni Max Planck Intézetben, az effelsbergi rádióteleszkóp állomáson és a müncheni ESO-központban kaptak szakmai tájékoztatást és ismerkedhettek az ott folyó műszaki fejlesztésekkel és csillagászati kutatásokkal. 2014-ben az alábbi hallgatók tették le a csillagász mesterszakos záróvizsgát: Rácz István, Molnár Dániel, Nagy Melinda, Sztakovics János.

Kutatás

2014-ben tanszékünk munkatársainak 14 bírált tudományos folyóiratcikke, 2 további tudományos közleménye, valamint 2 egyéb publikációja jelent meg. A publikációk jegyzéke a tanszék honlapján megtalálható.

Égi mechanika és bolygórendszerek

Vizsgáltuk a másodlagos rezonanciák szerepét az L4 Lagrange-pont körüli mozgások stabilitásában a térbeli elliptikus korlátozott háromtest-probléma modelljében kis tömegparaméter értékek esetén. Fizikai modell esetén ezek a Föld és a Jupiter tömege közti értékeket jelentenek. A probléma paramétereit (excentricitás, pályahajlás, tömeg) változtatva numerikus módszerekkel stabilitási térképeket határoztunk meg különféle paramétersíkokon. Magas rendű rezonanciák jelenlétét mutattuk ki 50 fokos pályahajlásig, ahol ezek hirtelen megszűnnek. Vizsgálataink szerint ezek a rezonanciák nem befolyásolják lényegesen a stabilitást. A stabilitás szempontjából az 1:1 másodlagos rezonancia releváns, nagy inklinációk esetén is. (Érdi B. és mások)

Vizsgáltuk annak lehetőségét, hogyan lehet egy űreszközt minimális energiabefektetéssel pályán tartani a Föld–Hold-rendszer L5 Lagrange-pontja körül a valódi Föld–Hold–Nap-rendszerben (valós adatokat használva, és a perturbációkat is figyelembe véve). Az L5 pont környékéről indított mozgások esetén először meghatároztuk a tranziens káosz jellemzőit (szökési ráta, átlagos benntartózkodási idő), majd meghatároztuk azokat a minimális korrekciókat, amelyek megfelelő időpontban történő alkalmazásával sikerült a mozgást az L5 pont közelében tartani a lehetséges gyakorlati alkalmazások szempontjából hosszú ideig. (Slíz J., Süli Á. és mások)

Numerikus módszerekkel vizsgáltuk a Gliese 581 exobolygó-rendszer stabilitását. A rendszerben négy bolygó ismert, egy ötödik létezése pedig vitatott. Négy és öt bolygóból álló modellek mozgásegyenleteinek numerikus integrálásával megmutattuk, hogy az ötödik bolygó pályája stabil lehet a paraméterek széles tartományában, azonban stabilitása erősen függ a szomszédos bolygók excentricitásától. (Nagy I. és mások)

Szoláris és asztrofizikai magnetohidrodinamika

A RHESSI űrtávcső 2002 óta több mint 80 000 flert rögzített. A flerek adatai alapján azt találtuk, hogy az egymást követő flerek közötti térbeli, illetve időbeli távolság, R és t , egymással hatványtörvény szerinti kapcsolatban áll: $R \sim t^p$, ahol $p = 0,327 \pm 0,007$. Megvizsgáltuk az eredmény lehetséges értelmezéseit. (Balázs L., Forgácsné Dajka E. és mások)

A Dunn-naptávcső nagy szög- és időfelbontású ROSA műszerének adatai alapján eddig egyedülálló részletességgel vizsgálhattuk a napkorong közepe táján található finom kromoszférikus szerkezetekben mutatózó transzverzális rezgéseket. Az oszcillációkat álló és haladó magnetohidrodinamikai hajlítási (kink) módusú hullámokként értelmeztük, és meghatároztuk jellemzőiket, majd soláris magnetoszeizmológiára használtuk azokat, meghatározva ezzel a szerkezetekben lévő plazma jellemző paramétereit. (Erdélyi R. és mások)

Ugyancsak a Dunn-naptávcső ROSA, továbbá IBIS műszerével végzett észleléseket az SDO és a Hinode űrobszervatóriumok adataival összevetve vizsgáltuk a H α vonalszárnyakban mutatózó kisméretű kifényesedések, az úgynevezett Ellerman-féle bombák tulajdonságait. Azt találtuk, hogy ezek gyakran a Fe I 6302,5 vonalban is jelentkeznek, a magnetogramokon pedig fluxussemlegesítés történik itt. A MuRAM kóddal végzett numerikus szimulációkkal való egybevetés alapján a bombákat fotoszférikus mágneses átkötődési eseményekként értelmeztük. (Erdélyi R. és mások)

Csillagközi anyag, csillagképződés

Méréseket végeztünk az onsalai 25 m-es rádiótávcsővel. A mérések feldolgozását Fehér Orsolya ERASMUS ösztöndíjjal a Helsinki Egyetemen végezte. A nemzetközi kutatócsoportban Herschel-adatok feldolgozására fejlesztettünk rutinokat: pontforrások azonosítására és diffúz közeg kimutatására. Ebben a témában tett látogatást Pintér Sándor hallgatónk Campus Hungaria ösztöndíjjal a Rutherford Appleton Laboratory-ban. Statisztikus módszerekkel extragalaxisokat azonosítottunk az AKARI FIS Pontforrás Katalógusban. Ebbe a munkába bekapcsolódott Nagy Andrea, a II. Rákóczi Ferenc Kárpátaljai Magyar Intézet munkatársa is Ukrajnából.

Korábbi doktoranduszunk, Marton Gábor megvédte *Csillagkeletkezés a galaktikus határfelületeken* című PhD-értekezését. A témában két diplomamunka is készült: Molnár Dániel *A Planck G92.23+3.84 felhőmag modellezése* és Rác István *Csillagkeletkezés Planck hideg felhőkben* címmel. Előadással és poszterrel vettünk részt a The Universe in the light of AKARI konferencián Oxfordban.

Egyéb kutatások

A Biológiai Fizika Tanszékkel együttműködve a tanszékünk által működtetett ELTE Lágymányosi Planetáriumban pszichofizikai kísérletsorozatot végeztünk. Ismeretes, hogy a viking hajósok képesek voltak napkővel tájékozódni a nyílt tengeren borult ég, vagy ködös idő esetén is. Az égbolt polarizációs mintázata a Nap helyzetétől függ, amely napkővön áttekintve érzékelhető. Két napkő segítségével a mintázat alapján a Nap helyzete meghatározható. A projekt célja a módszer pontosságának kísérleti vizsgálata volt. A kísérletben 11 tesztalany vett részt, fejenként 240 különböző szituációval. A kísérletsorozatról készült publikáció a *Journal of the Optical Society of America A* folyóiratban jelent meg, amelyet a szerkesztők kiemeltek. (Tarczay-Nehéz D. és mások)

Fejlesztések

A beszámolási időszakban a legjelentősebb informatikai fejlesztés az első számítási célú GPU egységek beszerzése volt.

Forgácsné Dajka Emese irányításával lezajlott a tanszéki levelező szerver zökkenőmentes felváltása az egyetemi szerverrel (caesar), az eddigi e-mail-címek változatlan fenntartása mellett.

Tudományos közélet

Tóth L. Viktor szervezésében 2014 áprilisában egyetemünkön került megrendezésre a Planck és Herschel űrmissziókhöz kapcsolódó *Galactic Cold Cores Workshop 37*. Résztvevők érkeztek az európai országok mellett az USA-ból, Koreából és Japánból is. A konferencián Fehér Orsolya és Zahorecz Sarolta doktoranduszok és több mesterszakos hallgatónk is előadás-szerepelt.

Az egyetemi közti kapcsolat megújítását kezdeményeztük a Seoul National University-vel, a szándéknyilatkozat aláírása megtörtént.

SZATMÁRY KÁROLY

A Szegedi Csillagvizsgáló tevékenysége 2013–2014-ben

A Szegedi Tudományegyetem csillagász és gravitációelméleti csoportjának munkatársai: dr. Szatmáry Károly habil. egyetemi docens, dr. Vinkó József egyetemi docens, dr. Gergely Árpád László habil. egyetemi docens, dr. Székely Péter egyetemi adjunktus, dr. Keresztes Zoltán egyetemi adjunktus, dr. Szalai Tamás tudományos munkatárs.

Továbbá Dwornik Marek, Tápai Márton predoktori ösztöndíjasok, Kun Emma, Nagy Andrea, Ordasi András, Barna Barnabás, Bódi Attila PhD-ösztöndíjasok.

Takáts Katalin és Szalai Tamás 2013-ban, Horváth Zsolt 2014-ben PhD-fokozatot szerzett az SZTE-n. Gergely Árpád László 2013-ban, Szatmáry Károly 2014-ben az MTA doktora címet szerzett.

Elnyert ösztöndíjak: Gergely Árpád László: Szentágothai János tapasztalt kutatói ösztöndíj (2014), Keresztes Zoltán és Gabányi Krisztina: Magyar Zoltán posztdoktori ösztöndíjak (2013), Keresztes Zoltán: OTKA posztdoktori ösztöndíj (2014), Szalai Tamás: OTKA posztdoktori ösztöndíj (2014), Dwornik Marek: Jedlik Ányos predoktori ösztöndíj (2013), Kun Emma: Campus Hungary ösztöndíj (2014).

Tudományos eredmények

Vörös óriáscsillagok

Folytattuk M színképtípusú óriáscsillagok fényváltozásainak tanulmányozását a Kepler-űrtávcső mérési adatai alapján. A csillagoknál Fourier-és wavelet-transzformációt alkalmaztunk a periódusok kereséséhez. Találtunk – korábban a vörös óriásoknál nem ismert – nagyon kis (ezred magnitúdós) amplitúdójú, rövid (néhány napos) periódusú fényváltozásokat. Ezek nagy valószínűséggel sztochasztikus konvektív áramlások által gerjesztett Nap típusú nemradiális oszcillációk.

Szupernóvák

Tovább folytattuk a korábbi években megkezdett fényes, közeli szupernóvák fotometriájára irányuló mérési programunkat az MTA CSFK Pisz-késetői Obszervatóriumának 60 cm-es Schmidt-távcsövével és a Bajai Csillagvizsgáló 50 cm-es BART távcsövével. 50–100 nap hosszú fénygörbékét sikerült felvennünk az SN 2012ht, 2013dy, 2014J, 2014dg (mind Ia típusú), 2013ej (II-P típusú), 2013df (IIb típusú) és 2014L (II-L típusú) szupernóvákról. A különböző szűrőrendszerekben készített, pontos mérések nagyszerű lehetőséget kínálnak az Ia szupernóvák távolságmérési módszereinek tesztelésére. Az ezekből készült első eredményeinket 2014-ben az Ia szupernóvákról Chicagóban rendezett nemzetközi konferencián mutattuk be. A 2013df IIb típusú szupernóva spektroszkópai és fotometriai méréseiből a robbanó objektum kémiai összetételét és a táguló maradvány időbeli fejlődését határoztuk meg, erről 2014-ben egy debreceni és egy ausztráliai nemzetközi konferencián számoltunk be.

A Texasi Egyetem szupernóva-csoportjával együttműködve számos további szupernóváról készítettünk spektroszkópai méréseket a texasi McDonald Obszervatórium 9,2 m-es Hobby-Eberly Teleszkópjával és a dél-afrikai 9,2 m-es SALT távcsövvel. Ezek elemzéséből több publikációnk született. A SN 2012cg Ia szupernóváról kimutattuk, hogy a robbanást követő néhány napban más Ia szupernóvákhöz képest kék többletfényességet mutat, amely néhány nap után eltűnt. Ezt valószínűleg az okozta, hogy a felrobbanó fehér törpe anyaga beleütöközött a társcsillagába, és erre éppen rálátunk. Szintén sikerült kimutatnunk, hogy a ROTSE programban még 2009-ben felfedezett rejtélyes tranzienst objektum (Dougie) valószínűleg egy nagy tömegű fekete lyuk által széttepett csillag megsemmisülése volt.

Fenti kutatásainkat az OTKA K76816 (2009–2013) és az NN 107637 pályázat támogatta.

Exobolygók, exoholdak

Exobolygók holdjainak kimutatására új módszert dolgoztunk ki, amely a bolygó és holdja fázisváltozása miatti fényességváltozáson alapul. A hold pályasíkjának egyes helyzetei esetén különleges kettős minimumot okozhat a két sarló fedése. Megvizsgáltuk, hogy a több bolygót tartalmazó rendszereknél van-e középmozgás-rezonancia, illetve a bolygópályák mérete leírható-e Titius–Bode- vagy más hasonló szabállyal.

Sötét anyag és sötét energia

Az általános relativitáselmélet kellő pontossággal megmagyarázza a naprendszerbeli mozgásokkal kapcsolatos megfigyeléseket. Galaktikus

szinten viszont sötét anyag bevezetése szükséges, míg az Univerzum gyorsuló tágulását tetemes mennyiségű sötét energia magyarázhatja. A sötét anyagot úgynevezett Weyl-folyadékkal és Bose–Einstein-kondenzátummal modelleztük. A sötétenergia-modellek közül a tachionokból álló skalármezőt vizsgáltuk, és vetettük össze a jelenleg rendelkezésre álló kozmológiai tesztekkel. Ez a modell a jövőben szingularitás megjelenéséhez vezethet, amely azonban átjárható. Anizotrop (Kantowski–Sachs-) kozmológiai modellek perturbációival is foglalkoztunk.

Módosított gravitációelméletek

A módosított gravitációelméletek a metrikus tenzoron kívül egy vagy több skalármezőt is tartalmaznak, ezek szerepe a sötét anyag és sötét energia helyettesítése. A módosított gravitációelméletek úgynevezett effektív térelméletén belül tanulmányoztuk mind a kozmológiai, mind a fekete lyuk perturbációkat a stabilitás szempontjából. Gyenge gravitációs lencsésítés segítségével vizsgáltuk a Hořava–Lifshitz-elméletben létező fekete lyukakat is.

Fekete lyukak kilövellései és gravitációs sugárzása

Az aktív galaxismagok kilövelléseinek elemzéséből a forrásként szolgáló fekete lyuk, vagy fekete lyukak kettős rendszerének fizikai tulajdonságaira következtettünk. Elsőként mutattuk ki kettős fekete lyuk tagjainak forgását a kilövellések adataiból. Részt vettünk a gravitációs hullámok közvetlen kimutatására szerveződött LIGO tudományos együttműködésben, amelynek keretén belül a kettős fekete lyukakból származó gravitációs sugárzást tanulmányoztuk.

2013–2014-ben 18 asztrofizikai és 46 gravitációelméleti témájú, angol nyelvű publikációnk jelent meg: nemzetközi referált folyóiratban 14+38, konferenciakiadványban 2+8, könyvfejezet 2+1. Magyarul számos cikket közöltünk a Csillagászati évkönyvben, a Meteorban és más folyóiratokban. A cikkek listája valamint a kutatási és oktatási tevékenységünk részletei megtalálhatók honlapunkon (<http://astro.u-szeged.hu>).

Konferenciák, tanulmányutak

Gergely Árpád László: Tokió, Kiotó (Japán), Pohang (Dél-Korea), Stanford (USA), Calgary, Lethbridge (Kanada), Sztána, Kolozsvár (Románia), Kuvait (Kuvait), Genf (Svájc). Keresztes Zoltán: Stockholm, Umea (Svédor-

szág), Spala (Lengyelország). Horváth Zsolt: (Azori-szigetek) Portugália. Dwornik Marek: Spala (Lengyelország), Tápai Márton: Washington (USA), Nice (Franciaország), Kun Emma: Snowbird (USA), Bonn (Németország), Torun (Lengyelország), Bern (Svájc), Barna Barnabás: Szófia (Bulgária). Vinkó József, Szalai Tamás: Potsdam (Németország), Chicago (USA), McDonald Observatórium (Austin, Texas, USA), Székely Péter: Coffs Harbour (Ausztrália). Nagy Andrea: Austin (USA), Nagy Andrea, Ordasi András: Santa Barbara (USA).

Több kollégánk és hallgatónk részt vett a 2013-as galyatetői csillagászati találkozón, illetve a Szombathelyen és Debrecenben szervezett nemzetközi konferenciákon. Hallgatóink közül többen részt vettek 2013-ban *A tudományos közlés művészete* című galyatetői kurzuson, illetve 2014-ben a *Fiatal csillagász és asztrofizikus kutatók budapesti találkozóján* (FIKUT).

Oktatás, ismeretterjesztés

A 3 éves fizika alapszakon (BSc) belül a csillagász szakirányon tanítunk csillagászatot. A 2 éves csillagász mesterszak (MSc) mellett a fizikus mesterszakon belül a csillagászat és az asztrofizika modulban is számos tantárgyat oktattunk. A fizikatanár (MSc) *Fizika a társtudományokban* és *Válogatott fejezetek a modern fizikából 1.* kurzusain és *A földtudományok fizikai alapjai* elsőéves földtudományi BSc-hallgatóknak szóló kurzuson is oktattunk csillagászatot.

A két év alatt 15 szakdolgozat, illetve diplomamunka és 3 TDK-dolgozat született csillagászati témakörben. 2013-ban Barna Barnabás különdíjat, Bódi Attila dicséretet kapott a XXXI. Országos Tudományos Diákköri Konferencián. A 2014. évi kari TDK konferencián Barna Barnabás és Jäger Zoltán I., Mitnyan Tibor II. díjat nyert dolgozatával. 2013-ban csillagász oklevelet szerzett Szigeti László, 2014-ben Barna Barnabás, Bódi Attila és Papp Dávid.

Minden évben a bajai kollégákkal együtt középiskolások számára országos csillagászati diákvetélkedőt rendeztünk, amely a Nemzetközi Csillagászati Diákolimpia magyar csapatának válogatója is. Honlapunkon újabb oktatási segédanyagokat helyeztünk el (<http://astro.u-szeged.hu>). A péntek esti nyitva tartásaink során évente körülbelül 5000 látogatónk volt. *A Csillagászat Napján*, a *Kutatók Éjszakáján* különösen sokan néztek az égre távcsöveinkkel.

SZABÓ M. GYULA

Az ELTE GAO MKK tevékenysége 2014-ben

Az ELTE Gothard Asztrofizikai Observatórium és Multidiszciplináris Kutatóközpont 2014-ben is sikeresen folytatta kutatási, oktatási és közművelődési tevékenységét. Az éves működési feladatokat, legalábbis annak leglátványosabb részét, az Ég és Föld TÁMOP-pályázat megvalósításának második éve határozta meg. Sikeresen teljesítettük a vállalásokat, ennek legfontosabb jelzőszáma a pályázati célcsoport (főleg felsősök és gimnazisták), majdnem 12 000 diák elérése; ehhez jön még a Foucault-kísérlet közel 8000 regisztrált látogatója.

A Gothard-kiállítás volt a legnépszerűbb látványosság, 4000 látogatóval. A Klebelsberg Intézményfenntartóval együttműködve több mint 40 iskolai csoportot fogadtunk. Számos távcsöves bemutatót is szerveztünk, jelentős érdeklődés mellett, és továbbra is igen népszerű volt az utazó planetárium programja.

Májusban nemzetközi konferenciát szerveztünk (*Big Data alkalmazások a csillagászati és földtudományokban*). A 60 regisztrált résztvevő harmada érkezett külföldről, Olaszországból és a Cseh Köztársaságból fogadtuk a legtöbb külföldi vendéget. A nyitó esemény a Foucault-féle ingakísérlet megismétlése volt a székesegyházban, a város és a régió vezetőinek, valamint az egyházmegye püspökének jelenlétében. A konferenciához vezető együttműködések eredményeképpen egy ugyanilyen témájú EU COST Action pályázathoz csatlakoztunk 2015–2020 között. Novemberben az exobolygók, gyűrűk és holdak kialakulásával, fejlődésével és megfigyelésével foglalkozó háromnapos workshop keretében fogadtuk Sebastien Charnoz professzort, a párizsi Diderot Egyetem asztrofizikusát és a szakterület kiváló magyar kutatóit.

Az Observatórium állománya hét kutató, egy PhD-hallgató. Pénzügyi asszisztensünk egyben tudományos és általános szervezői feladatokat is ellát. Az év második felétől két kiváló posztdoktor kutatót fogadhatunk az Observatóriumban, Derekas Aliz MTA-posztdoktori ösztöndíjjal ke-



A Big Data konferencia csoportképe

rült az intézménybe, az Indiana Egyetemről hazatérő Mészáros Szabolcs pedig posztdoktori alkalmazást kapott. Dózsa Ákos alkalmazása szeptember 30-án megszűnt. A személyi bővülés tudományosan és a külkapcsolatok terén is kedvező: Mészáros Szabolcs az SDSS-re épülő APOGEE külső tudományos tagja, Derekas Aliz pedig a Kepler/K2, konzorcium tagja, valamint a jövőbeli TESS űrobszervatórium pulzáló csillagokkal foglalkozó csoportjának vezetője.

Munkatársaink 2014-ben 25 cikket jelentettek meg (összesített impakt faktor 63), amelyek már 2014-ben 47 független hivatkozást kaptak. Korábbi cikkeinkre pedig 2014-ben 500-nál több független hivatkozást regisztráltunk.

Kutatási tevékenység

Spektroszkópiai kutatások

Elvégeztük az FN Aql és a V1344 Aql klasszikus cefeidák spektroszkópiai mérését és radiális sebesség-adatainak feldolgozását. Mindkét objektum esetében kimutattunk egy eddig ismeretlen kísérőcsillagot (Szabados et al., 2014, *MNRAS* 442, 3155 – Csák, Cseh, Dózsa, Jankovics, Kovács, Szabó).

Elvégeztük a HD 183648 fedési kettőscsillag komplex vizsgálatát, a Kepler-űrtávcső adatait spektroszkópiai mérésekkel kiegészítve. Meghatároztuk a spektroszkópiai paramétereket, és rámutattunk a csillag fényességváltozásának hibrid jellegére, ahol a dinamikai perturbációk okoznak bonyolult pulzációs viselkedést (Borkovits et al., 2014, *MNRAS* 443, 3068 – Csák, Derekas, Jankovics, Kovács, Szabó).

Stellárasztronómia

A Kepler-űrtávcső látómezejében 18 excentrikus kettőscsillagot vizsgáltunk. A KIC 5006817 rendszert részletesen is megvizsgáltuk a Kepler fotometriai adatai és nagy felbontású spektrumok felhasználásával. Az analízis kimutatta, hogy a csillaghéj forgási sebessége közel 165 nap, kétszerese a keringési periódusnak, míg a mag 13-szor gyorsabban forog. A gravitációs szélsőtévedés sokkal nagyobb a vártnál (Beck et al., 2014, *A&A* 564, A36 – Derekas).

Több ezer úgynevezett Nap típusú oszcillációt mutató fősorozati, szubóriás és óriás csillag ismert. Ezek közül 42 csillagra részletes modellezést végeztünk az Asteroseismic Modeling Portal segítségével (Metcalfé et al., 2014, *ApJS* 214, 27 – Derekas).

Részletes analitikus égi mechanikai modellt fejlesztettünk ki a szoros hierarchikus hármas csillagrendszerekben keringő excentrikus fedési kettőscsillagok fedési minimum-időpontjai változásainak leírására. A modellt nemzetközi együttműködésben a Kepler-űrtávcső által felfedezett 26 szoros hármas rendszerre alkalmaztuk (Borkovits et al. 2015, közlés alatt).

Elvégeztük a CoRoT-űrtávcső által mért HD 51844 jelű δ Scuti pulzáló komponenst tartalmazó szívdobbanás-kettőscsillag fénygörbe-analízisét is (Hareter et al., 2014, *A&A* 567, A124 – Borkovits).

Exobolygók

Részt vettünk három exobolygó felfedezésében (HATS-4b, 5b, 6b). Exobolygó- és stellárstatisztikai vizsgálatokhoz csatlakozva felügyeltük a HAT-South robottávcső-hálózat namíbiai állomását. (Jordan et al., 2014, *AJ* 148, 29; Zhou et al., 2014, *AJ* 147, 144; Hartman et al., 2014, *MNRAS* 437, 2831 – Csák). Részt vettünk az ESA PLATO űrtávcsővének tervezésében és a küldetés első publikálásában (Rauer et al., 2014, *Experimental Astronomy* 38, 49 – Szabó).

A Kepler-13Ab (KOI-13.01) a tranzitos forró jupiterek különleges példája, az egyik legforróbb ismert bolygó. Keck-, Kepler- és Spitzer- adatok alapján elvégeztük a rendszer analízisét. A Kepler-űrtávcső

adataiban közvetlenül kimutattuk a csillag forgásának és a bolygó keringésének egzakt rezonanciáját, és következtettünk a csillag aktivitási ciklusára is (Shporer et al., 2014, *ApJ* 788, 92; Szabó et al., 2014, *MNRAS* 437, 1045 – Szabó).

Multidisziplináris kutatások

Megmutattuk, hogy a csak a Nap vagy csak a Hold által megvilágított ég polarizációs mintázata eltér a holdfényes szürkületi égboltétól, a polarizációs tengely köztes helyzetet vesz föl. Ez az állapot azonban csak rövid ideig (10-20 percig) tart, utána beáll a beköszöntő napszakra jellemző polarizáció (Barta et al., 2014, *Apt. Opt.* 53, 5193 – Csák, Jankovics, Kovács, Szabó).

Konferencia-részvételek, hazai és nemzetközi kapcsolatok

Részt vettünk a *CoRoT Symposium 3, Kepler KASC-7* együttes konferenciáján, Toulouse-ban (Derekas), valamint az aarhusi spektroszkópiai workshopon (Derekas). Poszttert mutattunk be és előadást tartottunk Velencében, a 2. *CHEOPS* tudományos konferencián (Kovács, Szabó). Előadást tartottunk az European Planetary Society 2014-es konferenciáján Lisszabonban (Szabó), valamint a *PLATO 2.0* első tudományos konferenciáján Taorminában (Szabó). Személyes részvétele és előadása alapján a NASA LPI konferenciasorozatában jelent meg BSc-szakdolgozónk munkája a KOI-1152 rendszerről, amelyben stroboszkopikus csillagfoltok segítségével határozta meg a bolygópálya térbeli helyzetét (Varga et al., LPI No. 11770 – Varga, Szabó). Poszttert állítottunk ki az *Asteroids, Comet, Meteors 2014* konferencián Helsinkiben (Szabó). Részt vettünk a CHEOPS Science Team találkozóin (Genf, Stockholm, Catania – Szabó).

Kéthetes vendégkutatói látogatáson és két éjszakányi mérés elvégzésében vett részt munkatársunk a Sydney-i Egyetemen, illetve a Siding Spring obszervatóriumban (Derekas). Két munkatársunk egyhetes tanulmányúton vett részt a heidelbergi Max Planck Institut für Astronomie-ban (Csák, Cseh).

2014-ben összesen 6 hét távcsőidőnyi mérést végeztünk az MTA CSFK CSI Piszkéstetői Obszervatóriumának 1 m-es RCC távcsövén, pulzáló és kettőscsillagok spektroszkópiai mérési programjában (Csák, Cseh, Kovács). Az MTA CSFK-val együttműködésben, a Gothard-Lendület kutatócsoport keretei között vettünk részt az CSFK új ACE echelle-spektrográfjának beüzemelésében, tesztelésében, dokumentálásában (Csák).

Oktatási tevékenység, tehetséggondozás és ismeretterjesztés

Munkatársaink 2014-ben 6 kredit csillagászati kurzust tartottak az ELTE fizikus- és csillagászképzése keretében (Csillagászati nagyprojektek, Digitális képfeldolgozás és szinképelemzés, Emissziós csillagok nagy felbontású spektroszkópiája). 2 ELTE BSc- és 2 ELTE MSc-hallgató témavezetését végeztük, valamint egy elsőéves BSc-hallgató témavezetését kezdtük el. Bírálóként 3 PhD-védésben vettünk részt.

2014 folyamán két kiadványt szerkesztettünk és jelentettünk meg az MTA CSFK-val és a TIT Vas Megyei Szervezetével együttműködve: a Gothard Obszervatórium 130 éves történetét bemutató *Ég és Föld vonzásában – a természet titkai* című kiadványfüzetet, valamint a konferenciánk kiadványát. A Geobook Kiadó gondozásában magyarra fordítottuk és megjelentettük a nemzetközileg is ismert kiváló szerzőpáros, Jeremiah P. Ostriker – Simon Mitton: *Sötét hatalom – Kutatás a láthatatlan univerzum titkai után* (Heart of Darkness – Unraveling the Mysteries of the Invisible Universe) című, legújabb könyvét. Szerkesztőként és szerzőként is részt vettünk a *Meteor Csillagászati Évkönyv 2015* szerkesztésében, és közel 100 cikket jelentettünk meg a www.csillagaszat.hu hírportálon.

Számos előadást tartottunk iskolákban, könyvtárakban, a NYME SEK auditóriumában. Ezek közül kiemelkedik a Societas Scientiarum Sava-riensis (jelenlegi elnök kollégánk, Kovács József) rendezvényein tartott öt előadásunk. Töretlenül népszerű a csillagász szakkör és nyári tábor, amely „telt házzal” zajlik az Obszervatórium területén. Részt vettünk a sikeres 8. asztrofizikai és csillagászati diákolimpia magyar versenyzőinek kiválogatásában és felkészítésében. Rendszeresen szerepelünk a helyi és az országos médiában.

Munkatársaink számos esetben voltak bírálók tudományos minősítési eljárásokban. Az egyetem előtt álló korosztályt szólították meg sikerrel szakköri foglalkozásaink, nyári táborunk, észlelési programjaink és bemutatóink, kihelyezett iskolai előadásaink, planetárium bemutatóink. Az üzleti szférával kialakult együttműködések keretében fogadtuk több gazdasági tárgyú konferencia résztvevőit, és megkezdtük a H2020-as tervezési időszak lehetőségeinek feltérképezését.

MEGEMLÉKEZÉS

Ill Márton 1930–2015

2015. május 17-én Torontóban rövid szenvedés után 85 éves korában elhunyt dr. Ill Márton űrkutató-csillagász, a magyar csillagász és űrkutató közösség köztiszteletben álló tagja, a bajai obszervatórium korábbi vezetője. Összesen 40 évig, 1966-tól 2006-ig volt kollégánk az intézetünkben. Sőt tulajdonképpen már 1958-tól az akkori Csillagvizsgáló Intézet által koordinált szputnyikmegfigyelési programban dolgozott mint a bajai városi csillagvizsgáló első tudományos végzettségű kutatója. Az ő feladata volt az első műholdak átvonulásait távcsövekkel figyelő helyi csoport megszervezése és vezetése. Ebből a magból fejlődött ki az 1113-as számú megfigyelőállomás, amely egyre jobb módszerekkel és műszerezettséggel évtizedekig dolgozott kezdetben a Tóth Kálmán utcai, majd később az Ill Márton által létrehozott Szegedi úti obszervatóriumban.

A fizikus végzettségű Ill Márton a Bajához közeli Vaskúton született, és Pécsről került vissza Bajára. A Borbás Mihály vezette obszervatórium akkor egyike volt a számos vidéki amatőr „Urániának”, amelynek sem megfelelő műszerei, sem szakképzett munkatársai, sem igazi tudományos programja nem volt, sőt a kisváros közepéről még távcsöves megfigyelésekre sem volt igazán alkalmas. De Marci nagy lendülettel vetette bele magát a munkába, szaktudása, szervezőképessége, helyismerete segített abban, hogy az 1960-as évek közepére a bajai szputnyikmegfigyelő állomás már kiemelkedő szerepet játszott mind az induló hazai űr kutatásban, mind a műholdak megfigyelését koordináló nemzeti és nemzetközi szervezetekben. Megtalálta, vagy inkább létrehozta az újszerű megfigyelési feladatra legalkalmasabb távcsöveket, korszerűsítette az időszolgálatot és az adatrögzítést, rendszeressé és pontosá tette a műholdészleléseket Baján. Sőt 1961 körül előállt egy javaslattal, amely talán élete legfontosabb szakmai lépése volt: a kis pontosságú, de nemzetközileg összehangolt vizuális megfigyelések segítségével lehetséges a műholdak fékeződésének, és ezen keresztül a felsőlégkör sűrűségének tanulmányozása (INTEROBS program).



Ill Márton a Bajai Observatóriumban

E tudományos program megindulása többféle fontos következménnyel járt: 1966-tól a bajai obszervatóriumot átvette az MTA Csillagvizsgáló Intézete, Ill Márton pedig az intézmény vezetője lett. Később az időközben létrejött Interkozmosz nemzetközi űrkutatási program keretében megbízást kapott a fotografikus és vizuális megfigyeléseket légkörkutatásra alkalmazó Atmoszféra program vezetésére. 1972-től az MTA Csillagászati Bizottsága Mesterséges Égitestek albizottságának elnöke lett.

Nemzetközi elismertségét nagyban segítette kiváló nyelvismerete: németül, franciául, oroszul, hollandul és angolul is tudott. 1966-ban Leningrádban megvédte kandidátusi értekezését. 1971–72-ben a franciaországi Besançon egyetemén vendégprofesszorként oktatta *A mesterséges holdak dinamikája* tantárgyat. Ugyanebben az időszakban kezdődött egy orosz AFU kamerával a műholdak fotografikus megfigyelése Baján. Ez volt az az időszak, amikor a korszerű műholdmegfigyelési módszerek elsajátítására Baja volt a legalkalmasabb hely az országban, ahol ő és munkatársai oktatták és képezték ki például az épülő penci Kozmikus Geodéziai Observatórium munkatársait is.

1981-ben avatták fel a városon kívül, a Szegei úton felépített új obszervatóriumot, amely ma már a szegei egyetemhez tartozik. Ide került a DVT elnevezésű, magyar fejlesztésű digitvizuális távcső is. 1982-ben védte meg *A felsőlégkör szerkezete a műholdak fékeződése és fedélzeti mérések alapján* című akadémiai doktori disszertációját. A fedélzeti méréseket főképp a francia kollégákkal ez időben folytatott szoros szakmai együttműködése révén kapta meg. Franciaországban bekapcsolódott egy felsőlégköri modell megalkotásába, ezzel kapcsolatban számos tudományos eredményt publikált, köztük a légkör skálamagasságára, illetve a felsőlégköri szelekre vonatkozóak talán a legfontosabbak. 1984-től intézetünk Égi mechanika és alkalmazásai osztályának vezetője, közben a szegei egyetemen címzetes egyetemi tanárként az *Általános csillagászat* című tárgy előadója.

1990-ben hosszú és eredményes munka után lemondott az obszervatórium és az osztály vezetéséről, majd Balatonföldvárra költözött. Innen még feljárt intézetünkbe, és tapasztalataival tovább segítette a magyar csillagászat és űrkutatás fejlődését. Tagja volt az Űrkutatási Tudományos Tanácsnak és az MTA Csillagászati Bizottságának is, a Magyar Asztronautikai Társaságnak pedig alelnöke volt. Igen sok disszertáció avatott bírálójaként segítette a fiatalabb kollégákat. 1999-ben vonult nyugdíjba, majd 2008-ben feleségével együtt gyermekeihez Kanadába költözött.

Sok elismerésben is részesült, amelyek közül kiemelhető az Akadémiai Díj, a MANT Fonó Albert-emlékérmé, majd 2004-ben az űrkutatás területén végzett munkásságáért a Bay Zoltán-díj, amelyet elsőként ő kapott meg.

III Márton gazdag életműve bebizonyította, hogy tehetséggel és szorgalmas munkával nemcsak jól felszerelt nagy kutatóközpontokban, hanem kis vidéki csillagvizsgálókban is lehet nemzetközileg elismert, értékes kutatómunkát végezni – akár az űrkutatás területén is.

Emlékét nemcsak a bajai csillagvizsgáló, de intézetünk és az egész magyar csillagászat tisztelettel megőrzi és ápolja.

Almár Iván

Szerzőink, közreműködőink

BALÁZS LAJOS, az MTA doktora, nyugalmazott tudományos tanácsadó, MTA CSFK CSI

BAGÓ BALÁZS, amatőr csillagász

BENKŐ JÓZSEF, PhD, tudományos főmunkatárs, MTA CSFK CSI

BUTUZA TAMÁS, amatőr csillagász, informatikus

FREY SÁNDOR, PhD, vezető-főtanácsos, FÖMI KGO

GABÁNYI KRISZTINA, PhD, csillagász, FÖMI KGO

KAPOSVÁRI ZOLTÁN, amatőr csillagász

KISS ÁRON KEVE, PhD, amatőr csillagász, a Meteor rovatvezetője

KISS LÁSZLÓ, az MTA levelező tagja, kutatóprofesszor, MTA CSFK CSI

KÓSPÁL ÁGNES, PhD, tudományos főmunkatárs, MTA CSFK CSI

KOVÁCS JÓZSEF, PhD, tudományos főmunkatárs, ELTE Gothard Asztrofizikai Observatórium

MIZSER ATTILA, amatőr csillagász, a Magyar Csillagászati Egyesület főtítkára

MOLNÁR PÉTER, amatőr csillagász, MCSE-titkár

MOÓR ATTILA, PhD, tudományos főmunkatárs, MTA CSFK CSI

PETROVAY KRISTÓF, az MTA doktora, tanszékvezető egyetemi tanár, ELTE TTK Csillagászati Tanszék

REGÁLY ZSOLT, PhD, tudományos főmunkatárs, MTA CSFK CSI

SÁNTA GÁBOR, PhD, amatőr csillagász, régész, a Meteor rovatvezetője

SÁRNECZKY KRISZTIÁN, PhD-hallgató, tudományos segédmunkatárs, MTA CSFK CSI

SZABADI PÉTER, amatőr csillagász

SZABADOS LÁSZLÓ, az MTA doktora, tudományos tanácsadó, MTA CSFK CSI

SZABÓ M. GYULA, az MTA doktora igazgató, ELTE Gothard Asztrofizikai Observatórium

SZABÓ SÁNDOR, amatőr csillagász, a Meteor rovatvezetője

SZATMÁRY KÁROLY, az MTA doktora, egyetemi tanár, SZTE TTIK

SZÖLLŐSI ATTILA, amatőr csillagász, az MCSE Kiskun Csoport helyettes vezetője

TÓTH IMRE, az MTA doktora, tudományos tanácsadó, MTA CSFK CSI

Minden SkyWatcher távcső

árából 5% kedvezményt

biztosítunk a Magyar Csillagászati

Egyesület tagjainak.



Sky-Watcher

A Budapesti Távcső Centrum megállapodást kötött a Magyar Csillagászati Egyesülettel, melynek értelmében 2016. december 31-ig az Egyesület tagjai kedvezményben részesülhetnek. A kedvezmény mértéke 5% és SkyWatcher márkájú távcsövekre, távcsőbusokra, mechanikákra vonatkozik. A kedvezmény kizárólag a BTC üzletében történő személyes vásárláskor érvényes. Az aktív tagság meglétét az üzlet munkatársai minden esetben ellenőrzik, ehhez szükséges a tagsági szám, a születési idő valamint az irányítószám megadása.



WWW.TAVCSO.HU

Budapest
XII. Városmajor u. 21.
egy percre a Déli
pályaudvartól

telefon (1) 202 5651, (20) 484 9300
fax (99) 332 548
nyitva H-P: 10-18H, SZO: 9-13H
email info@tavcsou.hu

Ar: 3000 Ft



ISSN 0866-2851



9 770866 285002